

# Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2011. №1-2 (25-26)

ISBN 9965-431-42-7



Н. Н. Джафаров,  
главный редактор



Ф. Н. Джафаров,  
зам. главного  
редактора



Т. М. Каскевич,  
ответственный  
секретарь



Т. И. Исакова,  
компьютерная  
обработка и  
верстка



И. Я. Хафизов,  
дизайн

Уважаемые читатели “Горно-геологического журнала!”  
Настоящий номер журнала особенный. Двадцать пятый номер нашего журнала совпадает с 60-летним юбилеем геологической службы Северного Казахстана. Благодаря трудам многих поколений геологов обнаружены огромные запасы различных полезных ископаемых. На базе многих месторождений действуют крупнейшие горно-добывающие предприятия. Пользуясь, случаем мы поздравляем геологов и всех тех, кто прямо или косвенно был связан с изучением недр Северного Казахстана. За период издания мы приобрели широкий круг авторов и читателей, не только в Казахстане, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья: России, Азербайджане, Узбекистане, Кыргызстане, Китае, Германии, Великобритании. Авторами публикаций являются руководители предприятий, представители научных центров, видные ученые, а так же инженеры, которые делятся своим накопленным опытом и знаниями. На страницах журнала публикуются статьи как практического направления, так научного и познавательного характера, материалы научно-практических конференций, совещаний, проводимых в стране, имеется раздел «Юбилейные даты», где коллеги поздравляют юбиляров, связавших свою трудовую деятельность с горно-геологической отраслью, и страница с рекламной информацией. Приятно отметить, что публикации вызывают интерес читателей, и мы получаем отзывы о профессионализме статей и хорошем оформлении журнала. Благодарим тех, кто не остался равнодушным к журналу, ведь ваши отзывы и предложения помогут сделать его еще лучше и интересней.

Если у вас есть материалы или рекламная информация, которыми вы хотели бы поделиться с читателями нашего журнала, пишите нам, звоните или присылайте по электронной почте.

Выписывайте, читайте «Горно-геологический журнал», и Вы узнаете много нового и полезного.

### ***К сведению авторов***

Начиная с 2011 г. публикации статьи в «Горно-геологическом журнале» будут сопровождаться фотографиями авторов в цветном варианте, поэтому вместе с текстом статей просим присылать фото. Остальные требования по предоставлению статей не изменились.



**Главный редактор**

**Н. Н. Джафаров**, д.г.-м.н.,  
академик НИА РК и МИА

**Зам. главного редактора**

**Ф. Н. Джафаров**, к.г.-м.н.

**Ответственный секретарь**

**Т. М. Каскевич**

**Ученый секретарь**

**Е. В. Альперович-Ландо**,  
академик МАИ

**Редакционная коллегия:**

**А. Б. Бегалинов**, д.т.н., профессор  
**О. Б. Бейсеев**, д.г.-м.н., профессор  
**С. Ж. Галиев**, д.т.н., профессор  
**К. К. Жусупов**, д.т.н., академик МАИН  
**Л. И. Кованова**, к.т.н.  
**А. Р. Ниязов**, д.г.-м.н., профессор

**Учредитель ТОО «Асбестовое  
геологоразведочное предприятие»**

Журнал зарегистрирован Министерством  
культуры и информации РК 22.02.2007 г.  
Свидетельство о регистрации № 8109-Ж.  
Первичное свидетельство о постановке на учет  
№ 3561-Ж от 04.02.2003 г.

**Адрес редакции:**

110700, г. Житикара, 4 мкр. 5«А»  
Тел./факс: 8(71435) 2-22-72  
E-mail: nizamid@mail.ru, asbestgrp@mosk.ru

**Литературная обработка**

**Т. Е. Каткова**

**Дизайн**

**И. Я. Хафизов,**  
**Т. И. Исакова**

**Переводчик**

**С. К. Бримжанова**

**Компьютерная обработка**

**Т. И. Исакова**

Подписано в печать 2.06.2011.  
Формат 84X108.1/8 Бум. офсетная.  
Уч.-изд. л. 4,8. Тираж 500 экз.

ISBN 9965-431-42-7

© ТОО «Асбестовое геологоразведочное  
предприятие», 2011

Отпечатано в ТОО «Костанайполиграфия»,  
г. Костанай, ул. Мауленова, 16

*ЖУНУСОВ Т. Т.*

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ 20-ЛЕТИЮ  
НЕЗАВИСИМОСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
И 20-ЛЕТИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН «ИНТЕГРАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ  
НАУКИ И ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ – НЕОБХОДИМОЕ  
УСЛОВИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ФОРСИРОВАННОГО  
ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ  
ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА»  
(Республика Казахстан) ..... 3

*БЕКМАГАМБЕТОВ Б. И.*

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА  
(Республика Казахстан) ..... 6

*ВИНОГРАДОВА Е. А., АЛЬПЕРОВИЧ-ЛАНДО Е. В.,  
ПОПОВ Л. Е.*

ФАНЕРОЗОЙСКАЯ ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО  
РАЗВИТИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ КАЗАХСТАНА  
(Республика Казахстан, Великобритания) ..... 9

*СТЕПАНЕЦ В. Г.*

ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ, АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ  
И ГЕНЕЗИС ОФИОЛИТОВ АЛЛОХТОНА ЦЕНТРАЛЬНОГО  
ТОЛПАК (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)  
(Германия) ..... 15

*ДЖАФАРОВ Н. Н., КАСКЕВИЧ Т. М.*

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВНОГО  
СОДЕРЖАНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА  
ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ  
(Республика Казахстан) ..... 32

*АЛЬПИЕВ Е. А., КУЛЕШОВ В. А.*

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧАТКАЛЬСКОГО  
РЕГИОНА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
(Республика Кыргызстан) ..... 36

*ДЖАФАРОВ Ф. Н.*

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ УРОВНИ ЗОЛОТОНОСНОЙ  
СЕДИМЕНТАЦИИ КАЗАХСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ  
И МУГОДЖАР  
(Республика Казахстан) ..... 40

*АБДУЛЛАЕВ Ф. Ф.*

РОССЫПНОЕ ЗОЛОТО В ДОЛИНЕ  
Р. АКСТАФАЧАЙ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)  
(Республика Азербайджан) ..... 50

*ГАНИЕВА Ф. С.*

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ И БИЗНЕСА ДОБЫВАЮЩИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ УЗБЕКИСТАНА  
(Республика Узбекистан) ..... 54

*МАМЕДАЛИЗАДЕ А. М.*

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ  
ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ, РАННЕПАЛЕОГЕНОВЫХ  
(ДАТСКИХ) И СОВРЕМЕННЫХ  
МОРСКИХ ЕЖЕЙ  
(Республика Азербайджан) ..... 56

*БЕЙСЕЕВ О. Б.*

АКАДЕМИК Н. П. ЮШКИН – ВЫДАЮЩИЙСЯ  
УЧЕНЫЙ-ГЕОЛОГ, НОВАТОР, ОРГАНИЗАТОР  
И ПРИЗНАННЫЙ ЛИДЕР МИРОВОЙ  
МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ  
(Республика Казахстан) ..... 64



**Editor**

**N. N. Jafarov**, dr. of geological sciences,  
academician NEA RK and IEA

**Co-editor**

**F. N. Jafarov**, candidate of geological sciences

**Secretary**

**T. M. Kaskevitch**

**Secretary of sciences**

**E. V. Alperovitch-Lando**, academician IAI

**EDITORIAL BOARD:**

**A. B. Begalinov**, dr. of technical sciences, professor  
**O. B. Beiseyev**, dr. of geological Sciences, professor  
**S. G. Caliev**, dr. of technical sciences, professor  
**K. K. Zhusupov**, dr. of technical sciences, academician  
IAIS  
**L. I. Kovanova**, candidate of technical sciences  
**A. R. Niyazov**, dr. of geological Sciences, professor

*The magazine is registered in the  
Ministry of Culture, Information and  
Publik Consent of the Republik of Kazakhstan.*

*Certificate of registration  
№ 8109-Ж dated 22.11.2007*

*Address of editorial office:*  
5 "A" house, microdistrict 4  
Zhitikara Kostanai Region, 110700  
Republik of Kazakhstan  
Tel./fax:8(71435) 2-22-72  
E-mail: nizamid@mail.ru,  
asbestgrp@mosk.ru

Literature processing  
**T. E. Katkova**  
Design **I. Y. Hafizov**,  
**T. I. Issakova**

Translator  
S.K.Birimzhanova

Computer processing  
**T. I. Issakova**

ISBN 9965-431-42-7

© "Asbestos Geological prospecting  
enterprise" LTD, 2011

*T. T. ZHUNUSOV*  
REPUBLICAN RESEARCH AND PRACTICE  
CONFERENCE, DEVOTED TO THE 20 ANNIVERSARY  
OF INDEPENDENCE OF REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
AND THE 20 ANNIVERSARY OF NATIONAL  
ENGINEERING ACADEMY OF REPUBLIC  
OF KAZAKHSTAN «INTEGRATION OF ENGINEERING  
SCIENCE AND AN EXECUTIVE POWER IS A NECESSARY  
CONDITION OF REALISATION OF THE PROGRAM  
OF THE FORCED INDUSTRIAL-INNOVATIVE  
DEVELOPMENT OF KAZAKHSTAN ECONOMY» ..... 3

*B.I. BEKMAGAMBETOV*  
THE BASIC STAGES OF FORMATION AND  
DEVELOPMENT OF NORTHERN KAZAKHSTAN'S  
GEOLOGICAL SURVEY ..... 6

*Ye. A. VINOGRADOVA, Ye. V. ALPEROVICH-LANDO,  
L. Ye. POPOV*  
PHANEROZOIC HISTORY OF GEOLOGICAL  
DEVELOPMENT AND METALLOGENY  
OF KAZAKHSTAN ..... 9

*V. G. STEPANETS*  
ROCK-FORMING, ACCESSORY MINERALS  
AND GENESIS OF ALLOCHTONS' OPHIOLITES CENTRAL  
TOLPAK (CENTRAL KAZAKHSTAN) ..... 15

*N. N. JAFAROV, T. M. KASKEVITCH*  
FEATURES OF DEFINITION OF THE CONDITIONAL  
CONTENTS OF CHRYSOTILE-ASBESTOS AT  
CALCULATION OF RESERVES ..... 32

*E. A. ALPIEV, V. A. KULESHOV*  
GEOLOGICAL-INDUSTRIAL TYPES AND PROSPECTS  
OF DEPOSITS' DEVELOPMENT OF CHATKALSKY  
REGION OF THE KYRGHYZ REPUBLIC ..... 36

*F. H. JAFAROV*  
STRATIGRAPHIC LEVELS OF GOLD-BEARING  
SEDIMENTATION OF KAZAKH FOLDED AREA  
AND MUGODZHAR ..... 40

*F. F. ABDULLAYEV*  
GOLD PLACER IN A VALLEY OF THE RIVER  
AKSTAFACHAY (SMALL CAUCASUS) ..... 52

*F.S.GANIEVA*  
FEATURES OF ESTIMATION OF DEPOSITS'  
VALUE AND BUSINESS OF MINING ENTERPRISES  
OF UZBEKISTAN ..... 54

*A. M. MAMEDALIZADE*  
CHEMICAL ELEMENTARY COMPOSITION OF LATE  
CRETACEOUS, EARLY PALEOGENOUS (DANISH)  
AND MODERN SEA URCHINS ..... 56

*O.B. BEISEYEV*  
THE ACADEMICIAN N.P. YUSHKIN IS AN  
OUTSTANDING SCIENTIST-GEOLOGIST,  
AN INNOVATOR, AN ORGANIZER  
AND A RECOGNIZED LEADER OF THE WORLD  
MINERALOGICAL SCIENCE ..... 64

**РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ 20-ЛЕТИЮ НЕЗАВИСИМОСТИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И 20-ЛЕТИЮ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ  
АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН «ИНТЕГРАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ НАУКИ И  
ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ РЕАЛИЗАЦИИ  
ПРОГРАММЫ ФОРСИРОВАННОГО ИНДУСТРИАЛЬНО-ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА»**



*Т. Т. ЖУНУСОВ, д. т. н., профессор,  
член-корреспондент Национальной инженерной академии  
Республики Казахстан,  
Председатель Костанайского филиала НИИ РК, ректор  
Рудненского  
индустриального института  
г. Рудный, Республика Казахстан*

Рудный қаласындағы 2011 жылдық 9-10 маусымда қткен «Инженерлік қылымнық жкне атқару қкіметтік интеграциясы – жылдамдатылқан индустриалды - инновациялық қ азақстан экономиканық дамуын бақдарламанық іске асыруынық керекті шарты» деген қылыми-практикалық конференция туралы мқлімет келтірілген. Конференциянық жкмыстары қорытындылар бойынша қылымнық табыстарынық кндірісінде қолдану туралы кепілдемелермен бақыттар белгіленген қарар қабылданқан.

Приведены сведения о научно-практической конференции, которая состоялась 9 – 10 июня 2011 г. в г. Рудном. По итогам работы конференции была принята резолюция, в которой отмечены направления дальнейшего развития отечественной экономики с рекомендациями об использовании достижений науки в производстве.

Information on research and practice conference «Integration of engineering science and an executive power is a necessary condition of realisation of the program of the forced industrial-innovative development of Kazakhstan economy» which has taken place in June, 9-10th, 2011 in town of Rudny is represented. Following the results of the conference work the resolution has been accepted, in which directions with recommendations about use of science achievements in production have been mentioned.

Республиканская научно-практическая конференция, посвященная 20-летию независимости Республики Казахстан и 20-летию Национальной инженерной академии Республики Казахстан, была организована Национальной инженерной академией РК, акиматом Костанайской области и Рудненским индустриальным институтом.

9 июня 2011 г. был проведен «круглый стол» с участием исполняющего обязанности президента Национальной инженерной академии РК, академика А. К. Тулешова, акима г. Рудного Н. Я. Денинга, академиков, членов-корреспондентов Национальной инженерной академии РК, руководителей и представителей крупных предприятий города и региона. На заседании «круглого стола» были заслушаны и обсуждены актуальные вопросы по развитию инновационных

проектов Костанайского региона.

10 июня 2011 г. состоялись открытие конференции, пленарное заседание конференции, работа секций.

В работе конференции приняли участие:

первый заместитель акима Костанайской области Виктор Викторович Мейстер;

аким г. Рудного Николай Яковлевич Денинг;

президиум Национальной инженерной академии РК во главе с исполняющим обязанности президента Национальной инженерной академии, почетным работником образования РК, почетным инженером РК, академиком Международной инженерной академии Амандыком Куатовичем Тулешовым;

ректоры костанайских вузов,

руководители предприятий региона, депутаты областного и городского маслихатов, руководители областного и городского филиала народно-демократической партии «Нур Отан», ведущие ученые региона.

Цель конференции – способствовать перспективным направлениям развития горно-металлургической отрасли, разработке эффективных материалов, технологий, оборудования, средств и методов безопасного функционирования объектов строительного комплекса, развитию инновационных подходов в разработке составов и энергосберегающих технологий строительных материалов на основе техногенного сырья при использовании методов активизации физико-химических превращений вещества, решению актуальных проблем разработки и рационального использования энергетических и минеральных ресурсов, применению новых информационных технологий и математических методов, моделей в решении профессиональных задач, инновационному развитию экономики, менеджмента и маркетинга, развитию инновационных технологий в современном образовательном пространстве.

Основная тематическая направленность конференции – индустриально-инновационное развитие горно-промышленного комплекса Республики Казахстан, современные вопросы энергетики, автоматизации и информатизационных технологий, актуальные проблемы строительного комплекса, стандартизации и материаловедения, инновации и социально-экономическое развитие регионов Республики Казахстан.

К началу работы конференции издан сборник материалов в двух томах, в который вошли статьи из Российской Федерации, Украины, Грузии, Республики Казахстан.

В ходе конференции состоялось открытие офиса Костанайского филиала Национальной инженерной академии РК.

На пленарном заседании конференции было зачитано приветственное слово министра образования и науки РК, президента НИА РК, лауреата Государственной премии РК в области науки, техники и образования, заслуженного деятеля науки РК, доктора

технических наук, профессора, академика НАН РК, НИА РК и МИА Б. Т. Жумагулова.

В целях интеграции инженерной науки и исполнительной власти А. К. Тулешов и В. В. Мейстер в торжественной обстановке подписали Меморандум о сотрудничестве акима Костанайской области и Национальной инженерной академии.

По решению президиума Национальной инженерной академии РК аким Костанайской области С. В. Кулагин был награжден нагрудным знаком «За заслуги в развитии инженерного дела в Республике Казахстан». Вручены Удостоверения и почетные знаки о присвоении звания «академический советник НИА РК» первому заместителю акима Костанайской области В. В. Мейстеру; вице-президенту по персоналу АО «ССГПО» Д. Г. Гусаку, ректору Костанайского инженерно-экономического университета им. М. Дулатова, доктору экономических наук, профессору С. Б. Исмуратову, генеральному директору Костанайской ОДТ АО «Казактелеком» Х. Ж. Темирханову, ученому секретарю Костанайского филиала НИА РК, начальнику учебно-методического управления Рудненского индустриального института, кандидату технических наук, доценту А. А. Айкеевой.

По итогам работы конференции и расширенного выездного заседания президиума НИА РК была принята резолюция, в которой были отмечены разрабатываемые научные направления в рамках Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан:

1. Учитывая, что одним из основных факторов, обеспечивающих успешный экономический рост в Республике Казахстан, является использование природных богатств, рекомендуется:

стимулировать проведение фундаментальных поисковых и прикладных исследований по технологии разработки месторождений, переработки, обогащения полезных ископаемых и их металлургической обработки;

продолжить разработку техники и технологии горно-металлургической

отрасли;

считать первостепенной задачей рациональное использование энергетических и минеральных ресурсов;

стимулировать создание энергосберегающих технологий и производств в Республике Казахстан;

внедрять современные средства автоматизации и защиты в электрических системах и сетях;

способствовать интеграции региональных научных школ Казахстана, исполнительной власти и производства для концентрации усилий по перспективным направлениям научно-исследовательских, технологических и опытно-конструкторских разработок;

стимулировать проведение фундаментальных, поисковых и прикладных исследований по конкурентоспособным технологиям;

продолжить разработку ресурсосберегающих технологий в строительной индустрии и развитие способов широкого использования малой энергетики и возобновляемых видов топливно-энергетических ресурсов в строительной сфере;

развивать исследование инноваций на макро- и микроуровне в сфере промышленности, услуг, торговле, образовании;

активно привлекать молодежь к разработке и реализации Государственной программы индустриально-инновационного

развития республики.

2. Учитывая первостепенную значимость интеграции образования, науки и производства, а также предпринятые со стороны государства кардинальные меры по индустриально-инновационному развитию Костанайской области, поддержать инициативу по включению в состав координационного совета по индустриально-инновационному развитию Костанайской области, представителей Национальной инженерной академии.

3. В целях реализации интеграции образования, науки и производства поддержать создание на базе Рудненского индустриального института регионального центра индустриально-инновационного развития – технопарка. Этот проект ускорит инновационное развитие высокотехнологичных отраслей, производство новых видов наукоемкой продукции на основе научного, образовательного и производственного потенциала.

Участники республиканской научно-практической конференции, расширенного выездного заседания президиума НИА РК выразили готовность к тесному сотрудничеству и взаимодействию в решении задач ускоренной диверсификации и повышения конкурентоспособности национальной экономики Республики Казахстан.



## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

**Б. И. БЕКМАГАМБЕТОВ,**  
*член-кор. Академии минеральных ресурсов РК,  
руководитель МД «Севказнедра»  
г. Кокшетау, Республика Казахстан*

Мақалада Солтқстік қ азақстан геологиялық басқармасының ққырылуы, оның дамуы, Солтқстік қ азақстанда жүргізілген геологиялық барлау жұмыстарының нәтижелері туралы деректер келтірілген.

Приведены данные об образовании Северо-Казакштанского геологического управления, основных этапах его становления и развития, о результатах геолого-разведочных работ в Северном Казахстане.

Data about formation of the North-Kazakhstan geological management, the basic stages of its formation and development, about results of geological exploration works in the territory of Northern Kazakhstan are cited.

Усилиями и трудом не одного поколения геологов преобразилась наша древняя степь. Яркие страницы в изучении недр Северного Казахстана оставили ныне известные и неизвестные труженики некогда многочисленной геологической отрасли.

Освоение человеком названной территории началось около миллиона лет назад. Археологами открыты раннепалеолитические слои на Ишиме, Нуре, Селеты. Следы жизнедеятельности древних людей в виде различных по величине, форме и количеству курганов, квадратов, овалов, колец, каналов, арыков, дамб, поселений отчетливо видны на космических снимках высокого разрешения. Некоторые из этих сооружений грандиозны и величественны [1]. Большая часть известна коренным жителям Торгая, значительная часть нашла отражение на топографических картах (Большой Коктауский крест, Шилийский квадрат, многие курганы, каналы).

В эпоху энеолита (медно-каменного века) появились первые изделия из меди. На территории Северной Сарыарки известно около 50 археологических объектов этой эпохи. В то время продолжала развиваться технология изготовления керамической

посуды [2]. Все это указывает на то, что геологическими работами на указанной территории занимались с древних времен, но планомерных геологических исследований до XX в. не проводилось.

В истории геологических исследований Северного Казахстана прослеживаются следующие этапы хозяйственного освоения, становления и развития геологической службы.

**Дореволюционный период** характеризуется эпизодическим посещением и общим географо-геологическим описанием отдельных обнаженных территорий, выполненных небольшими группами естествоиспытателей и геологов в XIV в. В 1816—1818 гг. А. Шангин, А. Генгросс и И. Словцов в Кокшетауском Приишимье установили широкое распространение древних метаморфических толщ. Экспедиции Палласа, Фолька, Лепехина прошли маршруты по основным рекам и сделали описания ландшафтов, геологических разрезов и водопроявлений Восточного Зауралья и юга Западной Сибири.

В 1910—1915 гг. были организованы экспедиции по бурению гидрогеологических скважин для водоснабжения создаваемых



селений для переселенцев. В северных и северо-западных областях к 1917 г. было пробурено около 150 скважин глубиной до 400 м и до тысячи мелких. К этому времени появились первые геологические и гидрогеологические карты.

**Предвоенный период** отмечен более широким и разноцелевым направлением работ геологов, ориентированных на выявление перспектив золотоносности районов, поиски угля, бокситов, хромитов и т. д., проводимых трестами. «Уралзолото», «Каззолото», «Джетыгаразолото», «Уралгеолнеруд», «Уралредметразведка», Уральским и Казахским геолого-разведочными трестами Наркомтяжпрома. Были организованы мелкомасштабные поисково-съёмочные работы, составлены стратиграфические и тектонические схемы отдельных районов.

**Военный период.** В 1942—1944 гг. при поисках бокситов в долине р. Убаган было обнаружено первое месторождение Торгайского бурогоугольного бассейна. В 1943 г. установлены промышленные запасы Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста. Продолжалась разведка Атансорского месторождения железа. Была создана крупная Аятская геолого-разведочная экспедиция.

**Послевоенный период** отличается многократным увеличением объемов геолого-разведочных работ на территории. Это было вызвано открытием уникальных железорудной, бокситовой и угленосной провинций в Торгайском прогибе и ураново-редкометалльной – на Кокшетауском поднятии. Резко увеличилась численность геологоразведочной службы. В этот период (1940—1950-х гг.) были открыты Кушмурунское, Приозерное, Эгинсайское и Кызылтальское бурогоугольные месторождения, Соколовское, Сарбайское, Качарское месторождения магнетитовых руд. Расширены промышленные перспективы Амангельдинской группы месторождений бокситов. Найдены Убаганская группа бокситовых месторождений и Западно-Торгайский бокситоносный район с крупнейшим Краснооктябрьским месторождением. В 1947 г. под редакцией Е. Д. Шлыгина была издана геологическая карта масштаба 1:1 000 000 листа N-42. Северо-Казахстанская группа партий выявила

Обуховскую ильменит-циркониевую россыпь. Работы выполнялись большим коллективом специалистов под общим руководством Д. Д. Топоркова, С. Д. Батищева-Тарасова, Г. М. Тетерева. В разведку бурогоугольных месторождений значительный вклад внесли А. М. Сульман, Е. И. Новиков, А. П. Тюрин, М. В. Бунина, Д. Н. Мясников и др.

5 июля 1951 г. был организован Костанайский геолого-разведочный трест, которому в этом году исполняется 60 лет.

1956-1991 гг. происходило наибольшее развитие геолого-разведочных работ, которые сопровождались организационным и ее техническим укреплением геологической службы с существенным улучшением социально-бытовых условий геологоразведчиков. Организационно оформились специализированные экспедиции по поискам и геологической съемке масштабов 1:200 000 и 1:50 000.

В 1957 г. окончательно сформировалась территориальная геологическая служба в Северном Казахстане. Ей были переданы Торгайская и Северо-Казахстанская экспедиции из ЦКГУ.

Общая численность геолого-разведочной службы в 1985 г. превышала 6 000 человек. В этот период вся территория Северного Казахстана была покрыта геологическими съемками масштаба 1: 200 000. Почти вся полуобнаженная ее часть была заснята геолсъемкой масштаба 1: 50 000. В результате площадных поисков были выявлены тысячи перспективных участков, зон и аномалий, давших начало разведке сотен месторождений рудного и нерудного минерального сырья. Среди них крупнейшие по запасам Васильковское месторождение золота, Тохтаровское и Варваринское месторождения, Кумдыкольское месторождение технических алмазов, Сырымбетское олово-редкометалльное, Баянское вольфрамное и ряд других месторождений. В этот период стали известны имена Д. А. Венкова, Б. А. Едигенова, Д. Х. Фатхутдинова, М. Н. Альжанова, Н. Н. Кленчина, А. А. Заячковского и многих других геолого-разведчиков [3].

Переходный период наступил с 1991 г. с началом независимости Республики Казах-

стан и рыночных преобразований в экономике. В этот период централизованное управление и финансирование геолого-разведочных работ прекратились.

Мощная геологическая служба стала испытывать тяжелейший кризис. До 1994 г. он искусственно сдерживался правительственным решением об отчислении 5 % платежей за недропользование на восстановление погашаемых запасов минерального сырья. Начало этого этапа характеризуется активным формированием законодательной базы в области недропользования, оформлением в основном действующими предприятиями права недропользования на основе лицензий и контрактов.

1996—2000 г. началась стабилизация уровня бюджетного финансирования геологической отрасли, хотя и на очень низком уровне. Количество недропользователей рассматриваемых на территории увеличилось с 62 до 82, финансирование операций по недропользованию в 1998 г. возросло по сравнению с 1996 г. более чем на 30%, а с 1999 г. пошел спад. Входящие в состав ПГО «Севказгеология» экспедиции были в эти годы акционированы, а затем частично приватизированы, частично самоликвидировались.

С 2000 г. начался значительный рост уровня бюджетного финансирования геологической отрасли (ГДП-200, поиски и разведка МПИ и мн. др.). В разведку и разработку широко вовлекались объекты общераспространенных полезных ископаемых, что было связано с активным строительством промышленных и гражданских объектов местного и республиканского значения, строительства автомобильных дорог.

В этот период были получены новые геологические результаты. Наиболее значительными из них являются Шевченковское месторождение силикатных кобальт-никелевых руд, оценка и утверждение запасов свинцово-цинкового месторождения Шаймерден, Кутюхинского, Южно-Тохтаровского, Варваринского месторождения золота. В среднем ежегодный прирост золота составил 17 т. были оценены и утверждены значительные объемы подземных питьевых и минеральных вод.

В эти годы сохранили предприятия и

вывели их в устойчивые первые руководители: Б. А. Едигенов, А. К. Степанов, У. Ж. Исмаилов, Н. Н. Джафаров, С. Ф. Соловьев, А. А. Кравцов, С. С. Михалко, Ж. Т. Шолаков.

В этот период активно работали специалисты Северо-Казахстанского отделения Академии минеральных ресурсов РК. Ими были подготовлены и опубликованы 12 монографий и более 100 научных докладов. Три ее члена – А. И. Ивлев, Ю. И. Ким, В. К. Дейнека стали действительными членами Уральской академии геологических наук.

В Северном Казахстане за прошедшие 60 лет создана уникальная сырьевая база для черной и цветной металлургии, энергетики, урановой промышленности и стройиндустрии. Разведано свыше 200 месторождений подземных вод [4].

Высоки перспективы открытий новых крупных месторождений, в том числе нетрадиционных для территории.

На базе разведанных запасов действуют крупные горнорудные предприятия – акционерные общества «ССГПО», «Алюминий Казахстана», его Краснооктябрьское и Торгайское рудопроявления, «Костанайские минералы», «Алтын Тау-Кокшетау» (бывший Васильковский ГОК) и целый ряд средних и мелких предприятий.

Открыты два минерала кокчетавит и кумдыколит, две разновидности поделочного камня — астаналит и жетыкарит, разведаны 792 месторождения по 47 видам минерального сырья. И это все благодаря самоотверженному труду геологоразведчиков. Труд геологоразведчиков Северного Казахстана в свое время был высоко оценен.

Именами четырех геологов названы улицы в городах, лауреатами Ленинской премии стали девять человек, Государственной премии СССР – двадцать три, Государственной премии КазССР и РК – три, премии Совета Министров СССР удостоены три человека.

Из стен управления вышли министр и заместитель министра геологии КазССР (А. С. Салимбаев, Д. А. Венков.), четыре депутата, два почетных разведчика СССР, одиннадцать заслуженных геологоразведчиков РК. Первооткрывателями месторождений признано 126 человек.

Перед геологами Северного Казахстана

стоят большие задачи по устойчивому обеспечению минерально-сырьевой базы РК. Нужны кадры, новые подходы. Эти задачи надо решать как можно скорее.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Уткельбаев Т. М. Уникальные археологические памятники Торгая.
  2. Акишев К. А., Хабдулина М. К. Древности Астаны: Городище Бозок. Астана, 2011.
  3. Есенов Ш., Кунаев Д., Мухамеджанов С. Недр Казахстана. Алма-Ата: Казахстан, 1968.
  4. Адамьян Н., Бекмагамбетов Б., Дейнека В. и др. Геологической службе Северного Казахстана – 50 лет, Костанай, 2011.
- 

УДК 551.7



**Е. А. ВИНОГРАДОВА,**  
директор по геологии  
и экологии  
ТОО «Жамбыл Дидар»  
пос. Мирный,  
Жамбылская область,  
Республика Казахстан



**Е. В. АЛЬПЕРОВИЧ-ЛАНДО,** академик МАИ,  
генеральный директор ТОО  
«Жамбыл Дидар»  
пос. Мирный, Жамбылская  
область,  
Республика Казахстан



**Л. Е. ПОПОВ,**  
д. биол. н., профессор  
департамента геологии  
Национального музея Уэллса  
г. Кардифф, Великобритания

## ФАНЕРОЗОЙСКАЯ ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ КАЗАХСТАНА

Жақа позициялардақ қазақстан аумағының геологиялық тарих және металлогениясы қарастырылған. қ р тқрлі кейіптер пайдалы кендердік ққрастыруының нақты жақдайлары және металлогениялық дқуірлер ерекшеленген. Белсендірілген кқмбездік - кесек қозқалыстары және аралды доқалардық кенді жалпы қатарында жинайтын тқртіптердік, континентті рифтогенезтік, океаниялық спредингтік жақдайларының металлогениялық рқлі бақалаққан.

С новых позиций рассмотрены геологическая история и металлогения Казахстана. Выделены металлогенические эпохи и конкретные обстановки формирования месторождений различных видов полезных ископаемых. Оценена металлогеническая роль обстановок океанического спрединга, континентального рифтогенеза, активизационных сводово-глыбовых движений и островных дуг в общем ряду рудогенерирующих режимов.

Geological history and metallogeny of Kazakhstan territories are considered from the new positions. Minerogenetic epochs and specific conditions of deposits' formation of various kinds of minerals are pointed out. Metallogenic role of conditions of oceanic spreading, continental rifting, activation of roof block movements and island arcs in the general row of ore parent modes is estimated.

Результаты изучения авторами стратиграфии, интрузивного магматизма и тектоники базового Бетпак-Дала-Шу-Илийского и других регионов Казахстана, а также анализ литературных данных [1–20] позволили по-новому посмотреть на его геологическую историю и с новых позиций подойти к вопросам металлогении.

В истории геологического развития территории Казахстана прослеживается несколько металлогенических эпох, различающихся по характеру проявленных в каждую из них рудогенерирующих, рудо локализирующих, рудоконцентрирующих, рудоизменяющих и рудоперемещающих геодинамических обстановок.

**Венд-силурийская эпоха** связана с циклом развития палеоокеана и сочлененных с ним морских рифтов от момента начала спрединга (вероятно, в венде) и до полного его закрытия к концу силура. Для этой эпохи характерны четыре типа рудогенерирующих обстановок:

спрединга с формированием офиолитовых ассоциаций – магматогенные месторождения хромитов (Кемпирсай) и титаномагнетита (Тымлай), автотоморфогенные хризотил-асбеста (Житикара) и родинитов, Ni-носных и кремнистых с цветными халцедонами кор выветривания;

шельфа пассивных окраин микроконтинентов – фосфориты (Каратау);

глубокого шельфа пассивных окраин – U-V месторождения в углеродистых породах (Курумсақ);

энсиматических островных дуг и задуговых бассейнов активных окраин – Pb-Zn пластовые месторождения колчеданного типа (Текели, Бурултас), барит (Чиганак), U и U-V в углеродистых отложениях (Даба), проявления пластовых Mn и Fe руд, а также Ti-магнетита в базальтах.

Аккреционные процессы, сопровождавшие приращение островных дуг к микроконтинентам на фоне постепенного закрытия океанского бассейна, привели к перемещению уже созданных месторождений и значительному усложнению их внутренней структуры. В условиях неравномерно действующего стрессового давления возникли автотоморфогенные месторождения офиолитовых комплексов, а

проработанные морской водой брекчированные породы в плоскостях надвигов создали основу для развития в дальнейшем месторождений кор выветривания. В этих же условиях были перемещены из глубоких горизонтов коры в верхние высокометаморфизованные алмазоносные породы месторождения Кумдыколь. В ряде аккреционных призм создались обстановки, удобные для локализации рудных объектов, возникших в более поздние эпохи. Так, в Сарытумской, Улытауской и Денисовской СФЗ покровы океанских пелагических кремнистых пород, шарьированные на разнообразные терригенные и вулканогенные отложения, явились экранами для более позднего золотого оруденения.

Оставшиеся после закрытия палеоокеана многочисленные шовные зоны, трассирующие границы отдельных блоков, в дальнейшем в качестве зон повышенной проницаемости определяли размещение рудных месторождений.

**Девон-каменноугольная эпоха** – время закрытия последних на территории Казахстана палеоокеанских бассейнов, сближения и последующей коллизии Казахстанского, Сибирского, Восточно-Европейского и Таримского кратонов [21–25].

Результатом коллизионных процессов явилось обмеление морских бассейнов, широкое развитие наземного вулканизма, проявление значительных дизъюнктивных дислокаций сдвигового и сбрососдвигового характера, возникновение метаморфических поясов в зонах жесткой коллизии.

Наиболее значащим в металлогеническом отношении событием эпохи стало образование энсиалических морских внутриконтинентальных рифтов в девоне – раннем карбоне, обусловленное, вероятно, прохождением территории в это время над мантийной горячей точкой.

Коллизионная эпоха отмечена тремя типами рудогенерирующих обстановок:

– энсиматических островных дуг и задуговых бассейнов активных окраин – Cu-Zn колчеданные месторождения Мугоджар (50 лет Октября, Приорское и др.) и ряд Fe-Mn и колчеданных объектов восточного Казахстана;

– энсиалических морских внутри-

континентальных рифтов, включающая несколько типов оруденения: рудноалтайский ( $D_{1,2}$ ) – Cu-Pb-Zn-Ag с Au и широким спектром редких и рассеянных компонентов терригенно-кремнисто-вулканогенных породах, успенский – Cu-Pb-Zn с баритом в кремнисто-углеродисто-карбонатных, атасуйский – Fe-Mn, Pb-Zn и баритовые в кремнисто-углеродисто-карбонатных, терригенно-карбонатных и терригенных, миргалимсайский – Pb-Zn и баритовые в карбонатных, даутбайский (недоразвившихся рифтов) – целестиновые и метаморфизованные стронцианитовые в карбонатных отложениях ( $D_3fm-C_1t$ ), торгайский ( $C_1t-v$ ) – железорудные пластовые со слабо проявленной полиметаллической и медной минерализацией и преобразованные скарново-магнетитовые в карбонатно-терригенно-вулканогенных отложениях с эвапоритовыми пачками;

– морских лагун и заливаемых болот – образование каменных углей: в пределах казахстанского континента –  $C_{1,2}$ , в пределах алтайского –  $C_2-P$ .

Отчетливо проявлена одна рудоконцентрирующая обстановка – континентального вулканизма – накопление U, вероятно, мобилизованного из раннепалеозойских углеродистых отложений, в девонских вулканогенных образованиях – U и U-Mo месторождения Кокшетауского и Бетпак-Дала-Шу-Илийского регионов.

Создание рудоконтролирующей обстановки – кольцевых ВТС для размещения более поздних месторождений продолжалось также в следующую эпоху, вплоть до завершения активной фазы наземного вулканизма.

**Пермско-юрская постколлизийная эпоха** характеризуется стабилизацией горизонтальных движений и переходом к субвертикальным сводово-глыбовым, затуханием горообразовательных процессов и наземного вулканизма, пенепленизацией суши, уменьшением площади и повышением солености морей. Внедрялись траппы и широко проявился интрузивный магматизм, развитие которого охватило гораздо более длительное время, чем это представлялось ранее, и не зависело от геологической предыстории ранее сформированных СФЗ

[26]. Латеральная зональность в размещении интрузивов не прослеживается, а контролируется системами крутопадающих разрывных нарушений и узлами их пересечения, кольцевыми разломами вулканотектонических структур и активизированными в новых тектонических условиях древними шовными зонами. Характерны многократные разновозрастные внедрения в узлах пересечения крупных разломов, создающие сложную структуру массивов и часто приводящие к телескопированию разнородных типов оруденения.

В эндогенной истории постколлизийного геологического развития территории прослеживаются четыре этапа, каждому из которых свойственны свои металлогенические особенности.

**Орогенно-раннеактивизационный этап** охватывает пермский период и, по сути, является переходным от эпохи активной коллизии к субплатформенному режиму. Особенность его состоит в сокращении площадей наземного вулканизма, пестрого по составу пород и характеру их щелочности, и параллельно с ним внедрении широко распространенных, общих для разных СФЗ интрузивных серий, жестко выдержанных по составу. В раннюю, собственно орогенную раннепермскую стадию сформировались две нерудоносных серии: K-Na габбро-гранитовая и следующая за ней Na-K субщелочно-лейкогранитовая. Завершилась стадия внедрением поясовых даек среднеосновного состава. В следующую, раннеактивизационную стадию (конец ранней – поздняя пермь) проявился четырехчленный ряд Na-K интрузивных серий повышенной щелочности, часть из которых рудоносна.

Рудогенерирующие обстановки этапа таковы:

вулканическая – проявления и мелкие месторождения самородной меди в базальтах ( $P_1$ );

интрузивные активизационного ряда – Cu и Cu-Mo-порфиоровые в связи с инициальной монцогаббро-сиенитовой серией конца ранней перми (Коунрад, Актогай, Бенкала, Шатырколь, Борлы и др.), W-Mo центральноказахстанского типа, хрусталеносные пегматиты акджайляуского

типа в связи с лейкогранитами завершающей серии ( $P_3$ ).

Рудоконцентрирующая – переотложение и накопление U под влиянием интрузий инициальной серии – Кызылсай-Ботаборумская группа, Жартас, Исемкулсай, Борлы, Шатырколь.

**Рифтогенно-позднеактивизационный этап (конец поздней перми – триас)** начинается с внедрения траппов, покровные фации которых проявлены в Торгае и грабенах, обрамляющих Кокшетаускую глыбу. Малые тела, дайки и трубки Na субщелочных и толеитовых базальтов, долеритов, пикритов трапповой серии и мелкие расслоенные интрузивы талнахского типа распространены гораздо более широко и трассируют зоны глубинных разломов, чаще всего активизированные древние швы. В гранитизированных участках синхронно проявлен интенсивнейший K-Na магматизм, выразившийся в антидромном внедрении трех дайковых серий и давший гигантские пояса долеритовых даек самой поздней из них. После траппов внедряются K щелочные кольцевые комплексы, а затем субщелочные породы K-Na высоко-титанистой с заметно повышенным содержанием фосфора габбромонзонит-сиенитовой серии, начальным членом которой являются специфические ортоклазовые габбро – “степнякиты”. В целом эта триада повторяет последовательность внедрения подобных пород в пределах Сибирской платформы [27–29]. В дальнейшем интрузивный магматизм этапа развивался в сторону повышения щелочности с постепенным ростом доли калия и кремнекислотности.

Рудогенерирующие интрузивные обстановки следующие:

Cu-Ni с Au и ЭПГ в расслоенных ультрамафит-мафитовых массивах (Максут, Камкор, на сопредельной территории Китая Колотонк);

Au (Степнякская и Тохтаровская группы, Акбакай, Бакырчик и мн. Др.), Cu, Cu-Mo с высокими содержаниями Au, Ag, Re, В и других редких и рассеянных элементов (Бозшаколь, Саякская группа, Таскора, Коксай, Жезказган и др.), Ti-магнетит (Велиховское) в связи с субщелочной K-Na монзонит-сиенитовой серией;

TR вишневогорского типа (Борсыксай), вермикулит (Азутау), родусит-асбест (Кумола, Азутау) в связи с K-Na щелочно-сиенитовой серией;

TR, Nb (Ta), Zr, Th эспинского типа (Верхнее Эспе, Глеумбет) в связи со щелочными амфиболовыми лейкогранитами с соотношением K:Na=1:1;

Pb-Zn-TR актюзского (Актюз на сопредельной территории Кыргызстана), флюоритовые таскайнарского (Таскайнар, Куланкетпес) в связи с Na-K щелочными аляскитами.

**Этапы II (ранняя юра) и III (средняя юра) поздней активизации** наиболее слабо изучены из-за редкой встречаемости и крайне малого эрозионного среза интрузивных массивов. По времени и характеру проявления интрузивного магматизма они совпадают с таковыми в Монголии, где с ними связаны проявление Li-F гранитов и редкометалльное оруденение [26].

II этап характеризуется внедрением субщелочных микроклин-альбитовых лейкогранитов, в том числе и Li-F геохимического типа. С ними связаны Sn-W-Mo-Bi-Be месторождения бетпак-далинского типа (Караоба, Кенгкиик), Sn-Ta-Nb (Сарымбет), флюорита (Солнечное), изумрудов (Южный Куу), хрусталеносных пегматитов кентского типа. Вероятно, к этому же этапу приурочено внедрение диатрем и даек потенциально алмазонасной ультрамафит-мафитовой калиевой серии.

III этап представлен инициальной адамеллит-лейкогранитовой серией в пределах Рудного Алтая (белоубинская) и Жонгарии – наиболее молодые образования Мынчукурского [30] и Арасанский массив.

Ввиду недостаточного количества данных пока невозможно определить, на каком из этапов проявились Ta-Cs-Rb-Li пегматиты и Sn-Ta-Li оруденение Калба-Нарымской зоны.

Экзогенные полезные ископаемые постколлизонной эпохи сформировались в следующих обстановках:

обмелевших морей повышенной солености – гипс, галит, калийные соли (P);

кепроков, формирование которых продолжилось и в следующую эпоху, – бораты (Индерское);

латеритных (бокситы) и сиалитных (каолин) кор выветривания;

малообводненных болот в грабенах и межгорных впадинах – угли (Т-Ж).

**Мел-четвертичная эпоха** характеризуется стабилизацией тектонических движений на большей части территории и превращением ее в молодую платформу. На рубеже неогена и квартара активизировались горообразовательные движения в южной части территории в связи с жесткой коллизией Евразии и Индостана.

Рудогенерирующие обстановки эпохи таковы:

танатоценозов мелководных эпиплатформенных бассейнов – TR-U пластовые месторождения в меловых отложениях Мангыстау;

деятельности пластовых вод – гидрогенные ролловые месторождения U в угленосных (Кольжамское) и терригенных (Шу-Сарысуйская депрессия) отложениях;

усыхающих соленых озер – месторождения галита, тенардита и бишофита.

Рудоконцентрирующие обстановки:

кор выветривания на сформировавшихся ранее рудных месторождениях (Сарымбет);

аллювиальных и другого типа россыпей – Au, Sn и др.

Из выше изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее значащими геодинамическими обстановками формирования месторождений рудных полезных ископаемых являются обстановки океанического спрединга, развития внутриконтинентальных рифтов и активизационных сводово-глыбовых движений, т.е. моменты максимальной активности глубинных разломов.

2. Степень и характер рудоносности обстановок островных дуг и задуговых бассейнов зависят от конкретных особенностей развития океанских палеобассейнов, которые далеко не всегда в полном объеме повторяют условия современных океанов.

3. При металлогеническом анализе основное внимание следует уделять конкретным факторам рудоконтроля, чем во многом гипотетичным теоретическим построениям, не забывая при этом о многократном и многообразном изменении геодинамических условий в течение длительного времени геологического развития любой отдельно взятой территории.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдулкабиров М. А.* Сводово-глыбовые структуры и эндогенные месторождения Северного Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1975. 240 с.
2. *Глоба В. А.* Особенности формирования и проблемы освоения суперкрупного месторождения Бакырчик // Геология Казахстана. 2008. С. 191-198.
3. Геология и металлогения Каратау. Алма-Ата: Наука, 1987. Т. 2. Металлогения. 248 с.
4. Геология и полезные ископаемые Тургайского прогиба и Северного Улытау. Геологическое строение. Алма-Ата: Наука, 1984. 232 с.
5. Геологическая карта Казахской ССР. Масштаб 1:500 000. Восточно-Казахстанская серия. Объяснительная записка. Алма-Ата, 1979. 184 с.
6. Геологическая карта Казахской ССР. Масштаб 1:500 000. Серия Тургайско-Мугоджарская. Объяснительная записка. Алма-Ата, 1980. 228 с.
7. Геологическая карта Казахской ССР. Масштаб 1:500 000. Серия Южно-Казахстанская. Объяснительная записка. Алма-Ата, 1981. 248 с.
8. *Дьячков Б. А., Майорова Н. П., Щерба Г. Н., Абдрахманов К. А.* Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарымского пояса (Рудный Алтай). Алматы: Гылым, 1994. 208 с.
9. *Колесников В. В.* Месторождения цветных металлов. Серия: Балхашский сегмент. Алма-Ата: Гылым, 1991. 192 с.
10. *Кумпан А. С., Добрецов Г. Л., Митрофанова К. В.* Верхнепалеозойские формации Восточного Казахстана. Л.: Недра, 1969. 212 с.
11. Магматические комплексы Казахстана. Джунгаро-Балхашская складчатая система. Алма-Ата: Наука, 1983. 216 с.

12. Магматические комплексы Казахстана. Кокчетав-Северо-Тянь-Шаньская складчатая система. Алма-Ата: Наука, 1982. 236 с.
13. Магматические комплексы Казахстана. Тургайско-Мугоджарская и Зайсанская складчатые системы. Алма-Ата: Наука, 1983. 212 с.
14. Магматические комплексы Казахстана. Чингиз-Тарбагатайская складчатая система. Алма-Ата: Наука, 1982. 168 с.
15. Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата: Наука, 1978. 192 с.
16. Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд меди. Алма-Ата: Наука, 1980. 224 с.
17. *Нурлыбаев А. Н.* Щелочные породы Казахстана и их полезные ископаемые. Алма-Ата, 1973. 296 с.
18. *Промыслова М. Ю.* Геодинамические условия образования девонской рудоносной базальт-риолитовой формации Лениногорского горнорудного района (Рудный Алтай): Автореф. дис...канд. геол.-мин. наук. М., 2005. 23 с.
19. *Сатпаева М. К.* Жезказган: от изучения минералогии руд к поискам скрытых залежей и месторождений // Геология Казахстана. 2008. С. 259-278.
20. Чу-Илийский рудный пояс. Полезные ископаемые. Рудные полезные ископаемые. Алма-Ата: Наука, 1980. 288 с.
21. *Бискэ Г. С.* Позднепалеозойская коллизия Таримского и Киргизско-Казахского палеоконтинентов. // Геотектоника. 1995. №1 С. 31-39.
22. *Буртман В. С.* Некоторые проблемы тектонических реконструкций // Геотектоника. 1999. № 3 С. 103-112.
23. *Пучков В. Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Гилем, 2000. 146 с.
24. *Buslov M.M., Fujiwara Y., Iwata K., Semakov N.N.* Late Paleozoic – Early Mesozoic Geodynamics of Central Asia // Gondwana Research. 2004. V.7, N3. P. 791-808.
25. *Filippova I.B., Bush V.A., Didenko A.N.* Middle Paleozoic subduction belts. The leading Factor in the formation of the Central Asian fold-and-thrust belt // Russian Journal of Earth Sciences. 2001. V.3, N 6, P. 405-426.
26. *Виноградова Е. А.* Новый подход к расчленению интрузивных образований Казахстана и его значение для палеотектонических и металлогенических исследований // Изв. НАН РК. 2011. № 2. С 63-76.
27. *Богатиков О. А., Коваленко В. И., Шарков Е. В.* Магматизм, тектоника, геодинамика Земли. М.: Наука, 2010. 606 с.
28. *Ефремова С. В.* Дайки и эндогенное оруденение. М.: Недра, 1983. 224 с.
29. *Макаренко Г. Ф.* Траппы в структуре материков. М: Наука, 1983. 208 с.
30. *Попов Н. В., Добрецов Г. Л.* Петрология полихронных плутонов. Новосибирск: Наука, 1982. 132 с.





## ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ, АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ И ГЕНЕЗИС ОФИОЛИТОВ АЛЛОХТОНА ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТОЛПАК (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

В. Г. СТЕПАНЕЦ,  
доктор естественных наук,  
г. Вильгельмсхафен, Германия

Надсубдукциондық офиолиттердік минералдар және жыныстардық геохимиялық мамандандыруын негізінде астеносфера мантиясының флюидно-магмалық дифференциацияның процессінде дифференциалдалған магмалар қырастыратылының шешім істелінеді. Олардың перидотиттері high-Cr# шпинел:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  60,74 мас. дейін.%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  21,93 мас. дейін.%, 0,11 мас-шы  $\text{TiO}_2$ .%; low-Al клинопироксен:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2,57 мас дейін.%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3=0,0$  мас. %,  $\text{TiO}_2$  0,29 мас. дейін. Кен хромшпинельдік high-Mg/low-Alдік дуниттер қықжиктері бар. Циркондік габбронориттерде low-Al клинопироксендер бар:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1,41 мас. дейін.%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  0,23 мас.%,  $\text{Na}_2\text{O}$  0,88 мас. дейін.%. SIMS U-Pb циркон мқліметтер  $480\pm 3$  миллион жас шамаларын береді. Реситтік мафит-ультрамафиттік магмаларынақ бқлінетін - high- $\text{Na}_2\text{O}$  6,10 мас елестеткен.% ) шамалы теміршілікпен (78, 1%-ші Fe) және қте аласа 3,74 мас MgОлардық мазмқнуқа сипаттайтын дифференциалдалқан жыныстармен (47 г/т) /Y. % ), (68 г/т) Cr, (80 г/т) Ni. қорытпалар қкрсетілген.

На основе геохимической специализации пород и минералов надсубдукционных офиолитов делается заключение, что дифференцированные магмы образуются в процессе флюидно-магматической дифференциации астеносферной мантии. Их перидотиты содержат high-Cr# шпинель:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  до 60,74 мас. %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  до 21,93 мас. %,  $\text{TiO}_2 < 0,11$  мас. %; low-Al клинопироксен:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  до 2,57 мас.%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3=0,0$  мас. %,  $\text{TiO}_2$  до 0,29 мас.%, дуниты горизонта high-Mg/low-Al рудной хромшпинели. Цирконсодержащие габбронориты содержат low-Al клинопироксен:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  до 1,41 мас.%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  0,23 мас. %,  $\text{Na}_2\text{O}$  до 0,88 мас.%. SIMS U-Pb данные циркона дают возраст  $480\pm 3$  млн лет. Отделяющиеся от реситовых мафит-ультрамафитовых магм расплавы представлены high- $\text{Na}_2\text{O}$ ( $<6,10$  мас. %) /Y( $<47$  г/т) дифференцированными породами, характеризующимися умеренной железистостью (Fe# $<78,1$  %) и крайне низкими содержаниями MgO ( $<3,74$  мас. %), Cr ( $<68$  г/т), Ni ( $<80$  г/т).

It is possible to conclude on the basis of geochemical specialization of rocks and minerals supra subduction zone ophiolites that spilite magma formed in process of magmatic differentiation of the asthenospheric mantle sated with fluids rich in chlorine. Peridotites contain, spinelides are the high-Cr # varieties:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  up to 60,74 wt%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  up to 21,93 wt %, the minimum of  $\text{TiO}_2$  0,11 wt%, clinopyroxenes low-Al:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  up to 2,57 wt%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3=0,0$  wt %,  $\text{TiO}_2$  up to 0,29 wt%. Dunite contains horizons high-Mg/low-Al chromites. Zircon containing gabbros contain clinopyroxenes low-Al:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  up to 1, 41 wt%,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  0,23 wt %,  $\text{Na}_2\text{O}$  up to 0,88 wt%. SIMS U-Pb zircon data give a Concordia age of  $480\pm 3$  Ma. Separated from the restite mafic-ultramafic magma melts are high- $\text{Na}_2\text{O}$  ( $<6,10$ wt%)/Y( $<47$ ppm) differentiated volcanic rocks, characterized by moderate concentrations of Fe# ( $<78,1$ %) and extremely low MgO ( $<3,74$  wt%), Cr ( $<68$  ppm), Ni ( $<80$  ppm).

Как известно, офиолиты являются неотъемлемой составной частью покровно-складчатых поясов современных континентов. Впервые офиолиты были описаны французским геологом А. Броньяром [1] в Альпах, впоследствии Н. Хесс [2] назвал сочетание серпентинитов, диабаз-спилитов и кремнистых пород, ранее детально описанное Г. Штейнманом [3], «штейнмановской триадой».

Благодаря интенсивному развитию в 60-е годы прошлого столетия основных положений тектоники литосферных плит,

заложенных еще вначале XX столетия немецким метеорологом А. Вегенером [4], офиолиты стали интерпретировать как реликты океанической коры геологического прошлого [5, 6, 7]. Такое понимание природы офиолитов дало основание рассматривать зоны серпентинитовых меланжей в Урало-Монгольском позднепротерозойско-палеозойском покровно-складчатом поясе как реликты структур Палеоазиатского океана.

Однако следует отметить, что исключительно океаническая гипотеза происхождения офиолитов, отмеченная в

решении Пенроузской конференции 1972 г., в период ее наивысшей популярности была подвергнута критике [8, 9]. Позже, было доказано, что офиолиты формируются в различных геодинамических обстановках.

Перидотиты офиолитовых ассоциаций срединно-океанических и окраинно-морских хребтов, как правило, не содержат рудных сегрегаций хромитов, их вулканогенные составляющие отвечают примитивным базальтам [10, 11]. Перидотиты офиолитовых ассоциаций спрединговых задуговых бассейнов в отличие от офиолитов срединно-океанических хребтов содержат рудные сегрегации хромитов, их вулканогенные составляющие представлены как примитивными, так и дифференцированными базальтами [11]. Габброиды и перидотиты содержат низкоглиноземистые пироксены, что резко отличает их от абиссальных аналогов. Габброиды характеризуются присутствием керсутита [12] и циркона [13], а перидотиты содержат высокохромистую шпинель [14, 15], все они имеют низкий уровень концентрации иттрия [11]. Перидотиты офиолитовых ассоциаций преддуговых бассейнов рудные скопления титаномагнетитов [13, 16], для них характерно присутствие высокотитанистой шпинели и обогащение иттрием [13], их вулканогенные комплексы отвечают низкоглиноземистым примитивным вулканитам и бонинитам [14].

Далее на примере террейна Центральный Толпак, который является составной частью Агырек-Арсаланской аккреционной призмы (рис. 1а), более подробно рассмотрим состав надсубдукционных офиолитов, обладающих специфическими петрологическими признаками офиолитов спрединговых задуговых бассейнов.

Первые находки циркона в габброноритах аллохтона Центральный Толпак, выполненные в начале 90 гг. прошлого столетия [13, 17], четко обозначили пути решения проблемы возраста надсубдукционных офиолитов, встречающихся в покровно-складчатых поясах континентов [11].

Вместе с тем генезис цирконов габброидов и хромитов перидотитов офиолитов и сегодня остается слабо

изученной проблемой петрологии магматических пород надсубдукционных комплексов. В последние годы появляется все больше публикаций по петрологии магм надсубдукционных комплексов, основанных на изучении расплавных и флюидных включений магматических пород [18, 19, 20], что позволяет по-новому взглянуть на эту проблему. Важно и то, что эти работы изменили представления о составе флюидов, отделяющихся от поддвигаемой океанической плиты. Сейчас очевидно, что значительную часть их объема составляют соли хлора, преимущественно NaCl, отделяющиеся при дегидратации от неконсолидированных глубоководных осадков и базальтов, затянутых в зону субдукции.

Геология гор Толпак (см. рис. 1а) интересна тем, что у их северных отрогов сохранился слабо тектонически нарушенный разрез мафит-ультрамафитов, кровля которого сложена микродиоритами и кварцевыми диабазами.

Данные о возрасте, составе и геохимической специализации кремнистых и кремнисто-вулканогенных комплексов Толпакского супертеррейна были опубликованы ранее [13, 21, 22, 23].

Далее приводятся геологическая, минералогическая, петрохимическая и геохимическая характеристики плутонических пород офиолитов северных отрогов гор Толпак.

#### **Геологическое строение и состав**

У северных отрогов гор Толпак в основании аллохтона вскрывается разрез (более 500 м), сложенный чередующимися серпентинизированными гарцбургитами (80%), дунитами (5–15%) и вебстеритами (5%); последние тяготеют к верхам разреза ультрамафитовой зоны. Элементы магматической расслоенности лучше всего видны в шпинелевых дунитах (см. рис. 1).

Полосчатый горизонт ультрамафитовой зоны постепенно сменяется пачкой мафит-ультрамафитов переходной зоны, где снизу вверх наслаиваются (мощность истинная в метрах):

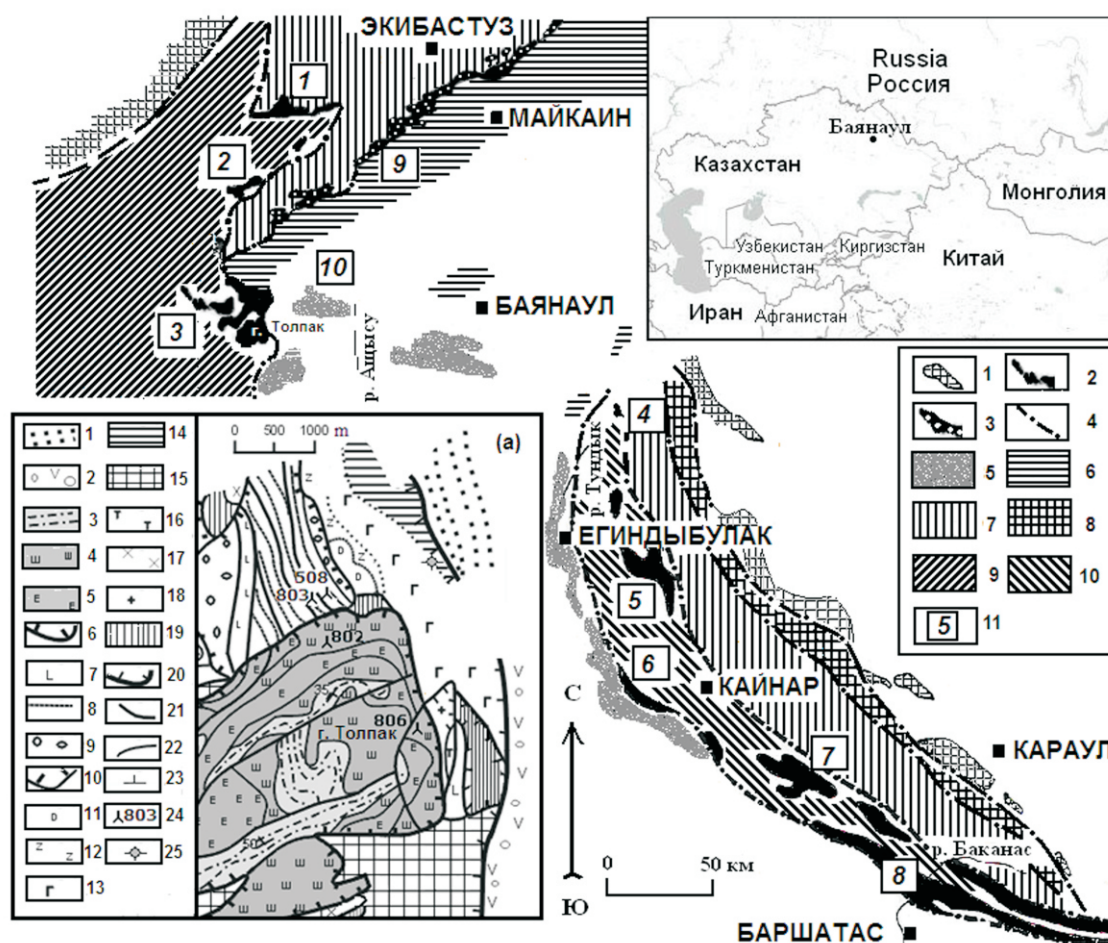


Рис. 1. Схема структурно-формационных зон северо-востока Центрального Казахстана, Юго-Западного Предшынгызья и сопредельных территорий: 1, 2 – аккреционные призмы: 1 – Ерейментау-Найманжальская, 2 – Агырек-Арсаланская; 3 – Богембай-Ангренсорская сутура преддуговых офиолитов; 4 – границы структурно-формационных зон; 5–10 – структурно-формационные зоны: 5 – Баянаул-Акштатауская, 6 – Ангренсор-Майкаинская, 7 – Кендыкты-Шынгызская, 8 – Аркалыкская, 9 – Шакшанская, 10 – Отызбес-Арсаланская; 11 – географические пункты: 1 – оз. Майсор, ур. Сергили и г. Байахмет, 2 – ур. Одак; 3 – г. Агырек, Костомбай и г. Толпак, 4 – г. Майлжен, 5 – г. Токай, Карадыр и Карабулак, 6 – г. Отызбес, 7 – г. Мизек и р. Карасу, 8 – г. Ушкызыл, р. Арсалан, 9 – г. Балааркалык, 10 – ур. Караулчеку.

На врезке а. Геологическая схема района гор Толпак (составлена с использованием материалов [23]): 1–2: континентальные отложения: 1 – терригенные ( $D_{2,3}$ ), 2 – вулканогенные ( $D_1$ ); 3–6 – толщи толпакского покрова ( $O_{1,2}$ ): 3 – туфогенно-кремнистая, 4 – базальт-шошонит-латитовая, 5 – силлы субщелочных габбро и сиенитов, 6 – граница толпакского покрова; 7–10 – толщи покровов северных отрогов гор Толпак: 7 – толеитовых базальтов ( $O_{1fl}$ ), 8 – терригенно-туфогенно-кремнистая ( $O_{2da}$ ), 9 – толпакские конглобрекции, 10 – границы покровов; 11–14 офиолиты толпакского типа: 11 – низкохромистые микродиориты, 12 – изотропные габбро и диориты, 13 – расслоенные габбронориты, 14 – расслоенные мафит-ультрамафиты; 15–19 – высокотитанистые офиолиты: 15 – серпентинитовый меланж, 16 – высокотитанистые габбро, 17 – диориты, 18 – граниты, плагиограниты, 19 – диабазы комплекса параллельных даек; 20 – границы серпентинитовых покровов; 21 – разломы; 22 – геологические границы; 23 – элементы залегания; 24 – места находок микрофауны; 25 – место отбора пробы на абсолютный возраст

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Темно-зеленые средне-крупнозернистые верлиты, прослоенные среднезернистыми клинопироксенитами (с/п. 290)..... | 8   |
| 2. Темно-зеленые, до черных, дуниты с тонкими параллельными прослоями хромитового кумулата (с/п. 290-1).....     | 3   |
| 3. Светло-зеленые крупно-гигантозернистые габбронориты .....                                                     | 4   |
| 4. Темно-зеленые серпентинизированные дуниты (с/п. 290-2).....                                                   | 2   |
| 5. Среднезернистые верлиты (с/п. 7).....                                                                         | 2   |
| 6. Среднезернистые габбронориты (с/п. 290-3).....                                                                | 1   |
| 7. Мелко-среднезернистые верлиты .....                                                                           | 1   |
| 8. Зеленовато-серые мелко-среднезернистые габбронориты (с/п. 290-4).....                                         | 0.7 |
| 9. Темно-зеленые, до черных, серпентинизированные дуниты.....                                                    | 2.3 |
| 10. Мелко-среднезернистые и крупнозернистые серпентинизированные верлиты .....                                   | 3   |
| 11. Средне-мелкозернистые оливин-содержащие клинопироксениты.....                                                | 3   |
| 12. Крупно-гигантозернистые пегматоидные цирконсодержащие габбронориты (с/п. 290-5).....                         | 4   |
| 13. Кирпично-красные серпентинизированные дуниты (с/п. 9).....                                                   | 2   |
| 14. Темно-зеленые пойкилитовые гарцбургиты с прослоями среднезернистых верлитов (с/п. 290-6) .....               | 7   |

Общая мощность переходной зоны, по видимому, не превышает 250 м. Граница между ультрамафитовой и переходной зонами проводится по появлению первых ритмов клинопироксена.

Выше, вероятно, с послойным срывом наслаиваются габброиды мафитовой зоны (600 м). Среди мафитов выделяются габбронориты, роговообманковые, диопсидовые и оливиновые габбро, которые на отдельных участках прослоены горизонтами анортозитов, клинопироксенитов и вебстеритов. В нижней части зоны габброиды ритмично расслоены.

В верхах зоны кварцевые диориты, трондjemиты и микродиориты сменяют гипабиссальные габброиды мафитовой зоны.

Низкохромистые микродиориты и кварцевые диабазы слагают кровлю plutонических офиолитов и создают своеобразный расслоенный комплекс [11]. Микродиориты во многих местах прорваны среднезернистыми диоритами с образованием магматических брекчий.

## Петрография

### *Породы ультрамафитовой зоны.*

Гарцбургитовые серпентиниты имеют порфириовидный облик, обусловленный крупными (1–2 мм) зернами ортопироксена (15–20 %), клинопироксена (5 %), погруженными в мелкозернистую серпентиновую массу. Первичные минералы не сохранились, оливин замещен серпентином, ортопироксен – энстатит; образует зерна двух генераций. Преобладают крупные, вытянутые вдоль спайности кристаллы, реже изометричной формы с вростками клинопироксена. Реже отмечается энстатит второй генерации, образующий мелкие ксеноморфные зерна, вытянутые перпендикулярно к трещинам спайности. Клинопироксен слагает ксеноморфные зерна, нередко карбонатизированные. Серпентин основной массы отвечает лизардиту, серпофит-, клинохризотил-лизардиту, хризотилу, хризотил-асбесту, баститу.

Дунитовые серпентиниты по составу подразделяются на лизардитовые и клинохризотил-лизардитовые и характеризуются ленточной и петельчатой структурами.

Вебстериты (табл. 2) крупно-, среднезернистые полнокристаллические, состоят преимущественно (70–80 %) из крупных (до 1 мм) кристаллов бронзита  $Wo_{1,4}En_{78-79,5}Fs_{19-20,6}$  с примесью диопсида  $Wo_{47}En_{46}Fs_7$  и бесцветного тремолита и шпинели. Диопсид нередко образует вростки в бронзите.

Акцессорные минералы в гарцбургитах и дунитах представлены ксеноморфными зернами (5 %) шпинели (табл. 1) и вторичным магнетитом.

Таблица 1. Химический состав шпинелидов перидотитов офиолитов аллахтона Центральный Толпак

| № пробы | №  | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MgO   | MnO  | Сумма  | Mg#  | Cr#  |
|---------|----|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|------|--------|------|------|
| 575/2*  | 1  | -                | 20,59                          | 47,75                          | 18,81 | 12,49 | -    | 99,64  | 54,2 | 0,61 |
| -       | 2  | -                | 23,03                          | 44,51                          | 18,10 | 13,58 | -    | 99,22  | 57,2 | 0,56 |
| 575/6*  | 3  | -                | 17,70                          | 51,62                          | 17,19 | 12,95 | -    | 99,46  | 57,3 | 0,66 |
| -       | 4  | -                | 18,01                          | 51,64                          | 17,49 | 12,53 | -    | 99,67  | 56,1 | 0,66 |
| 609*    | 5  | -                | 16,30                          | 49,56                          | 22,62 | 10,53 | -    | 99,01  | 45,4 | 0,65 |
| -       | 6  | -                | 19,47                          | 46,34                          | 22,93 | 10,95 | -    | 99,69  | 46,0 | 0,61 |
| 1       | 7  | -                | 20,61                          | 45,83                          | 19,28 | 12,84 | -    | 98,56  | 54,5 | 0,60 |
| -       | 8  | -                | 21,93                          | 44,85                          | 19,63 | 12,60 | -    | 99,01  | 53,2 | 0,59 |
| 290-1   | 9  | -                | 11,98                          | 56,11                          | 18,37 | 12,64 | -    | 99,10  | 55,4 | 0,76 |
| -       | 10 | -                | 11,61                          | 55,99                          | 18,64 | 12,78 | -    | 99,08  | 54,9 | 0,76 |
| -       | 11 | 0,08             | 8,80                           | 60,74                          | 17,73 | 12,25 | 0,35 | 100,05 | 55,2 | 0,80 |
| -       | 12 | 0,11             | 9,19                           | 59,49                          | 18,02 | 12,46 | 0,32 | 99,59  | 55,2 | 0,81 |

Примечание. 1–8 – ультрамафитовая зона: 1–6 – гарцбургиты, 7,8 – дуниты, 9–12 – хромитовые дуниты переходной зоны, \* – неопубликованные данные М. З. Новиковой.

Таблица 2. Химический состав породообразующих пироксенитов перидотитов аллахтона Центральный Толпак

| Компо-<br>ненты                | 2     |       |       |       |       | 290   |       |       | 575-15* |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
|                                | Орх   | Орх   | Орх   | Срх   | Срх   | Срх   | Срх   | Срх   | Срх     | Срх   | Срх   |
| SiO <sub>2</sub>               | 56,05 | 56,34 | 56,13 | 54,32 | 54,84 | 53,52 | 54,40 | 53,83 | 52,79   | 52,42 | 53,12 |
| TiO <sub>2</sub>               | -     | -     | -     | -     | -     | 0,23  | 0,25  | 0,25  | 0,17    | 0,17  | 0,01  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,57  | 0,59  | 0,36  | 1,12  | 0,58  | 2,57  | 1,30  | 2,02  | 1,20    | 1,30  | 1,71  |
| FeO                            | 13,15 | 12,55 | 13,52 | 4,16  | 4,59  | 4,64  | 3,24  | 3,69  | 4,62    | 4,39  | 4,40  |
| MnO                            | 0,26  | -     | 0,24  | -     | -     | -     | -     | -     | -       | -     | -     |
| MgO                            | 29,00 | 29,34 | 28,84 | 16,45 | 16,26 | 15,76 | 16,77 | 16,55 | 15,39   | 15,74 | 15,09 |
| CaO                            | 0,62  | 0,71  | 0,60  | 22,99 | 22,88 | 22,28 | 23,46 | 22,58 | 24,86   | 24,86 | 24,93 |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,22  | 0,23  | -     | 0,43  | 0,53  | -     | -     | -     | -       | -     | -     |
| Сумма                          | 99,87 | 99,76 | 99,69 | 99,47 | 99,68 | 99,42 | 99,74 | 99,36 | 98,85   | 99,52 | 99,81 |
| Fe#                            | 20,3  | 19,4  | 20,8  | 12,4  | 13,7  | 14,2  | 9,8   | 11,1  | 14,4    | 13,6  | 14,2  |
| Wo                             | 1,2   | 1,4   | 1,2   | 46,8  | 46,6  | 46,6  | 47,6  | 46,6  | 49,7    | 49,5  | 50,6  |
| En                             | 78,8  | 79,5  | 78,2  | 46,6  | 46,1  | 45,8  | 47,3  | 47,5  | 43,0    | 43,6  | 42,4  |
| Fs                             | 20,0  | 19,1  | 20,6  | 6,6   | 7,3   | 7,6   | 5,1   | 5,9   | 7,3     | 6,9   | 7,0   |

Продолжение таблицы 2

| Компо-<br>ненты                | 575-14* |       |       |       |       | 290-3 |       |       | 290-4 |       |  |
|--------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|                                | Срх     | Срх   | Срх   | Срх   | Срх   | Орх   | Орх   | Срх   | Орх   | Срх   |  |
| SiO <sub>2</sub>               | 53,48   | 53,69 | 53,85 | 53,89 | 55,96 | 56,61 | 55,43 | 54,03 | 55,35 | 54,06 |  |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,28    | 0,15  | 0,20  | 0,22  | 0,29  | -     | -     | -     | 0,22  | 0,30  |  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,49    | 1,19  | 1,33  | 1,72  | 1,37  | 1,40  | 1,65  | 2,21  | 1,48  | 1,99  |  |
| FeO                            | 3,66    | 4,01  | 3,99  | 3,69  | 2,34  | 11,58 | 12,31 | 4,98  | 13,75 | 4,92  |  |
| MnO                            | -       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,29  | -     |  |
| MgO                            | 16,14   | 16,19 | 16,11 | 16,12 | 18,25 | 28,70 | 27,98 | 15,70 | 27,69 | 15,88 |  |
| CaO                            | 24,68   | 24,56 | 24,14 | 24,24 | 21,54 | 1,37  | 1,54  | -     | 0,79  | 22,29 |  |
| Na <sub>2</sub> O              | -       | -     | -     | -     | -     | -     | 0,74  | -     | -     | -     |  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -       | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,28  | -     | -     |  |
| Сумма                          | 99,73   | 99,79 | 99,62 | 99,88 | 99,75 | 99,6  | 99,5  | 99,12 | 99,57 | 99,44 |  |
| Fe#                            | 11,3    | 12,2  | 12,2  | 11,4  | 6,7   | 18,48 | 19,83 | 15,12 | 21,79 | 14,83 |  |
| Wo                             | 49,4    | 48,9  | 48,6  | 48,9  | 44,2  | 2,7   | 3,1   | 46,0  | 1,6   | 46,2  |  |
| En                             | 44,9    | 44,9  | 45,1  | 45,3  | 52,1  | 79,3  | 77,7  | 45,8  | 77,0  | 45,8  |  |
| Fs                             | 5,7     | 6,2   | 6,3   | 5,8   | 3,7   | 18,0  | 19,2  | 8,2   | 21,4  | 8,0   |  |

Окончание таблицы 2

| Компо-<br>ненты                | 290-5 |       |       | 577-1* |       |       |       | 577-6* |       |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                                | Срх   | Срх   | Срх   | Срх    | Срх   | Срх   | Срх   | Срх    | Срх   | Орх   | Орх   |
| SiO <sub>2</sub>               | 54,42 | 54,83 | 54,37 | 52,06  | 52,22 | 52,29 | 52,22 | 52,32  | 52,22 | 54,69 | 54,40 |
| TiO <sub>2</sub>               | -     | -     | 0,33  | 0,75   | 0,53  | 0,56  | 0,47  | 0,48   | 0,45  | 0,24  | 0,38  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,46  | 0,77  | 1,41  | 2,09   | 2,30  | 1,90  | 2,49  | 1,71   | 2,02  | 1,21  | 1,11  |
| FeO                            | 6,60  | 6,21  | 6,08  | 7,15   | 7,16  | 7,15  | 7,18  | 6,80   | 6,91  | 15,95 | 15,36 |
| MnO                            | -     | -     | -     | -      | -     | -     | -     | -      | 0,28  | 0,31  | 0,29  |
| MgO                            | 15,20 | 15,28 | 15,14 | 15,13  | 14,95 | 14,85 | 14,11 | 15,23  | 15,02 | 26,21 | 25,97 |
| CaO                            | 21,54 | 21,77 | 21,69 | 22,37  | 22,66 | 22,99 | 22,92 | 22,72  | 20,5  | 1,22  | 1,34  |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,88  | 0,66  | 0,45  | -      | -     | -     | -     | -      | -     | -     | -     |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,23  | 0,23  | 0,23  | -      | -     | -     | -     | -      | -     | -     | -     |
| Сумма                          | 99,33 | 99,75 | 99,70 | 99,87  | 99,55 | 99,74 | 99,39 | 99,26  | 99,88 | 99,83 | 99,85 |
| Fe#                            | 19,56 | 18,56 | 18,33 | 19,2   | 21,0  | 21,3  | 21,9  | 20,0   | 20,5  | 25,8  | 26,1  |
| Wo                             | 45,0  | 45,5  | 45,7  | 48,0   | 45,7  | 46,7  | 47,2  | 46,2   | 46,7  | 2,4   | 2,7   |
| En                             | 44,2  | 44,4  | 44,3  | 42,0   | 43,0  | 42,0  | 14,3  | 43,0   | 42,4  | 72,4  | 71,9  |
| Fs                             | 10,8  | 10,1  | 10,0  | 10,0   | 11,3  | 11,3  | 11,5  | 10,8   | 10,8  | 25,2  | 25,4  |

Примечание. 2 – вебстериты ультрамафитовой зоны; 290, 575-15, 575-14 –верлиты переходной зоны;

290-3, 290-4 –габбронориты переходной зоны; 290-5 –цирконсодержащие керсутитовые пегматоидные габбро переходной зоны; 577-1, 577-6 –габброиды мафитовой зоны.

Состав породообразующих и аксессуарных минералов определен в МГУ на электронном микроскопе Cam.Scan. – 4 DV с энергомикроанализатором «Link» при содействии И. Е. Кузнецова и М. З. Новиковой, \* – неопубликованные данные М. З. Новиковой.

**Породы переходной зоны.** Верлиты и оливиновые клинопироксениты коричневатосерые, темно-зеленые массивные, но чаще полосчатые. Минеральный состав постоянен, хотя количественные соотношения между минералами варьируют. Они состоят из оливина (10–60 %), клинопироксена (30–80 %), ортопироксена (5 %) и аксессуариев (1–3

%). Оливин на 80–90 % серпентинизирован, серпентин сложен петельчатым лизардитом, нередко сохраняются округлые очертания зерен оливина, в основном он заполняет пространство между зернами клинопироксена. Последний образует зерна таблитчатой формы размером от 0,2–0,3 мм, но чаще всего крупные (2–10 мм),

трещиноватые; трещины выполнены серпентином. Клинопироксен по составу отвечает диопсиду  $Wo_{45-50}En_{43-48}Fs_{5-8}$  (см. табл. 2), реже эндиопсиду  $Wo_{44}En_{52}Fs_4$ . Ортопироксен образует ксеноморфные слегка буроватые зерна ( $cNg=0-9^0$ ), замещенные баститом. Акцессории представлены шпинелью (см. табл. 1), формирующей идиоморфные октаэдрические зерна до 0,8 мм.

Дунитовые серпентиниты красновато-коричневые массивные, содержат до 3 % клинопироксена. По составу преобладают антигоритовые с перекрестно-пластинчатой структурой, реже лизардитовые разности. В наименее серпентинизированных дунитах отмечается реликтовая полигонально-крупнопетельчатая структура, указывающая на их кумулятивную природу. Рудные хромшпинели (см. табл. 1) образуют идиоморфные зерна.

Диопсидиты светлые, светло-зеленые, средне-, крупнозернистые, гипидиоморфно-зернистые. Они имеют диаллаговую отдельность, по оптическим характеристикам обладают низкой железистостью ( $Fs=6$ ), замещены бурой роговой обманкой, нередко по ним развиты бесцветные листоватые агрегаты тремолита.

Габбронориты, керсутитовые габбронориты – пегматоидные, крупно- и гигантозернистые, состоят из плагиоклаза (50–60 %), клинопироксена (30–40 %), ортопироксена (10–40 %), роговой обманки (5 %), оливина (5 %), акцессории не превышают 3 %. Лабрадор ( $An\ 53-62$ ) интенсивно серицитизирован, преницитизирован, встречается в виде крупных зерен, выполняющих интерстиции между кристаллами пироксена. Клинопироксен – салит  $Wo_{45-46}En_{44}Fs_{10-11}$ , а в оливинсодержащих разновидностях отвечает диопсиду  $Wo_{46}En_{46}Fs_8$ , образует призматические кристаллы с тонкой диаллаговой отдельностью. Он чаще всего замещен уралитом, реже актинолитом. Бронзит также образует кристаллы призматического и таблитчатого габитуса, замещенные баститом. Оливин ( $Fa\ 26$ ) сохраняется только в ядрах зерен размером до 0,2 мм в центральных частях петель серпентина. Акцессории, в основном, представлены магнетитом и шпинелью. Из искусственного шлиха выделен циркон.

**Породы мафитовой зоны.** Габброиды

серые, темно-серые, мелко-, средне- и крупнозернистые, полосчатые, массивные, состоят из плагиоклаза (40–50 %), орто- и клинопироксена (0–45 %), роговой обманки (5–10 %) и акцессориев (3 %). Плагиоклаз – слабозональный битовнит-лабрадор, битовнит с изменяющимся содержанием  $An\ 71-87$  вверх по разрезу. Клинопироксен призматический, в краях ксеноморфен к плагиоклазу, зональный, с диаллаговой отдельностью, по составу салит  $W_{46,2-48}Fs_{10-11,5}$ . Ортопироксен – кумулат, реже интеркумулат, по составу отвечает бронзиту  $W_{2,4-4,7}Fs_{24,8-25,4}$ , замещен серпентином и хлоритом. Роговая обманка представлена коричневой разновидностью, цементирующей плагиоклаз-пироксеновый кумулат, частично замещающей клинопироксен. Микроструктуры – гранобластовые, мозаичные, пятнистые, трахитоидные. Габброиды нередко родингитизированы. В них плагиоклаз замещен тонкозернистым агрегатом гроссуляра, хлорита, эпидота. Внутренние части плагиоклаза замещены гроссуляром, а внешние оторочки выполнены хлоритом.

Вебстериты – зеленовато-серые, иногда с коричневатым оттенком среднезернистые, равномернозернистые породы. Основную массу (75 %) слагает бронзит  $Wo_2Fs_{15}$ , 20 % приходится на энстатит-диопсид  $Wo_{37-47}Fs_{6-9}$ , который нередко образует вроски в ортопироксене. Оливин (5 %) всегда ксеноморфен, замещен серпентином.

Клинопироксениты имеют светло-зеленую окраску, средне-, мелкозернистые; представлены диопсидом, близким по составу к диопсиду габброноритов. Постоянно отмечается ортопироксен (10 %), замещенный серпентином. Плагиоклаз (15–29 %) по составу отвечает лабрадору ( $An\ 54$ ). В небольших количествах отмечается бурая роговая обманка.

Диориты светло-серые, пятнистые, средне-, мелкозернистые, гипидиоморфно-зернистые, местами порфиroidные. Сложены альбитизированным плагиоклазом (70 %), зеленовато-серой роговой обманкой (25 %), часто замещенной актинолитом, хлоритом, эпидотом, а также кварцем (3–5 %) и магнетитом (2 %). Кварцевые диориты и трондьемиты отличаются друг от друга содержанием кварца (от 10 до 25 %

соответственно) и цветным числом. Структура пород гипидиоморфнозернистая, в разновидностях с высоким содержанием кварца, как правило, гранофировая. Плагиоклаз – зональный андезин-олигоклаз (An 15–45), обычно либо альбитизирован, либо сосюртитизирован. В ассоциации с альбитизированным плагиоклазом широко развит эпидот. Роговая обманка образует длиннопризматические зеленовато-серые кристаллы. Они сохраняются редко и обычно замещены грязно-зеленым игольчатым актинолитом либо хлоритом. Реже отмечаются кристаллы хлоритизированного биотита. Кварц слагает ксеноморфные зерна, распределены они неравномерно. В разновидностях, содержащих более 25 % кварца, развиты симплектитовые сростки с альбитом. Аксессуары представлены титаномагнетитом, ассоциирующим с роговой обманкой, сфеном и апатитом.

**Микродиориты и кварцевые диабазы кровли** – массивные, пятнистые, такситовые с диабазовой и лепидобластовой структурой. Альбит (An 9) образует узкие вытянутые лейсты, реже имеет таблитчатую форму. С появлением в интерстициях более 5 % кварца диабазы переходят в микродиориты. Плагиоклаз в них полностью представлен альбитом, клинопироксен замещен волокнистым амфиболом. В отдельных шлифах отмечаются длиннопризматические зерна роговой обманки, замещенные агрегатами хлорита и вторичного магнетита.

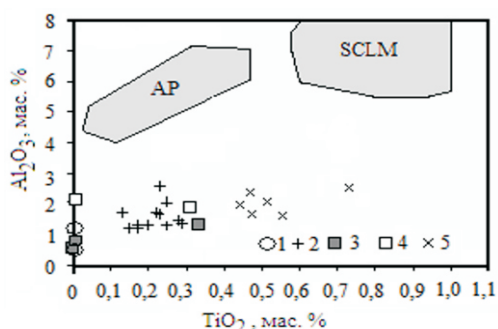


Рис. 2. Диаграмма  $Al_2O_3$ – $TiO_2$  клинопироксенитов офиолитов толпакского типа: 1 – вебстериты; 2–4 – переходная зона: 2 – верлиты, 3 – керсутитовые габбро, 4 – габбронориты; 5 – габбронориты мафитовой зоны; AP – абиссальные перидотиты [24]; SCLM – субконтинентальная литосферная мантия [25]

## Минералогия

Срх ( $Wo_{45} En_{44,2} Fs_{10,8}$ ) цирконсодержащих пегматоидных габброноритов относительно Срх ( $Wo_{46,2} En_{45,8} Fs_8$ ) габброидов переходной зоны слабо обогащен  $Na_2O$  (0,45–0,88 мас. %),  $Cr_2O_3$  (0,23 мас. %) и более железистый ( $Fe\#=18,33$ – $19,56$ ), однако это несколько ниже, чем в Срх и Орх вебстеритов ультрамафитовой зоны, крайне обедненных  $TiO_2$  (см.табл. 2).

Уровень железистости Срх ( $Wo_{46,6-47,6} En_{45,8-47,5} Fs_{5,1-7,6}$ ) верлитов основания переходной зоны значительно ниже и изменяется от 9,8 до 14,4. Наиболее высокое  $Fe\#=19,2$ – $21,9$  отмечено в Срх ( $Wo_{48-46,2} En_{41-42,4} Fs_{10-11,4}$ ) габброидов мафитовой зоны, уровень концентраций  $Na_2O$ ,  $Cr_2O_3$  в них ниже предела чувствительности анализа при крайне высоком содержании  $TiO_2$  (<0,75 мас. %). Моноклинные пироксены габброидов и перидотитов содержат мало  $Al_2O_3$ , что указывает на их надсубдукционную природу (рис. 2), этому не противоречит и последовательность кристаллизации минеральных фаз. В офиолитах надсубдукционных комплексов клинопироксен кристаллизуется раньше плагиоклаза, тогда как в офиолитах срединно-океанических хребтов имеют место обратные соотношения [5].

High-Cr# (0,76–0,81) кумулаты шпинелидов (см. табл. 1) хромитовых дунитов основания переходной зоны обеднены  $Al_2O_3$  (8,80–11,98 мас. %), тогда как ксеноморфные зерна шпинелидов гарцбургитов и дунитов ультрамафитовой зоны характеризуются пониженной Cr# (0,56–0,66) и высокой  $Al_2O_3$  (16,30–22,03 мас. %). Фигуративные точки шпинелидов на геодинамической диаграмме Cr#–Mg# (рис. 3) ложатся в область надсубдукционных комплексов, перекрывая значительную часть диапазона шпинелидов Идзу-Бонин-Мари-анской островной дуги [15]. Их тренд резко отличается от шпинелидов перидотитов массива Караулчеку, подчиняющихся боуэновскому тренду дифференциации, они менее Mg# и менее Cr#, их гарцбургиты содержат подиформные залежи титано-магнетитов, что сближает их с перидотитами преддуговых бассейнов [13].



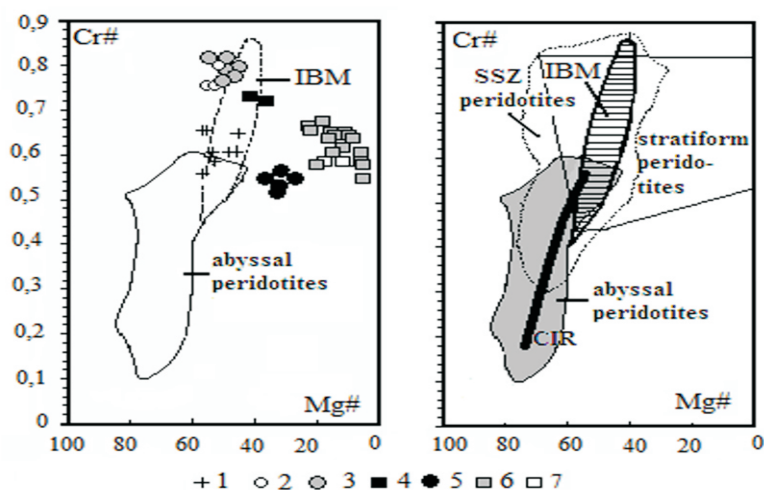


Рис. 3. Диаграмма отношений Cr# –Mg# шпинели: IBM – Идзу-Бонин-Марианской островной дуги [15]; абиссальные (abyssal peridotites) и надсубдукционные (SSZ peridotites) перидотиты [25]; перидотиты CIR – Индийского океана [26]; 1 – перидотиты; 2 – хромитовые дуниты офиолитов толпакского типа; 3 – хромитовые дуниты аллахтона района оз. Майсор; 4 – дуниты; 5 – гарцбургиты; 6 – лерцолиты и 7 – верлиты паравтохтона Караулчеку

Таблица 3. Изотопные данные циркона керсутитовых пегматоидных габброноритов (проб. 250-5) аллахтона Центральный Толпак

| Фракция      | Содержание, мкг/г, Рb : U | Отношения Рb 204/206 : 207/206 : 208/206 | Отношения и возраст, млн лет $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} : ^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} : ^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ |                |               |
|--------------|---------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|
| 1 (+125-100) | 18,5 231,05               | 0,00274: 0,09667: 0,17286                | 0,05665<br>479                                                                                                                   | 0,06951<br>433 | 0,5493<br>440 |
| 2 (+150)     | 6,1 76,04                 | 0,000461: 0,06969: 0,08887               | 0,063302<br>408                                                                                                                  | 0,07901<br>480 | 0,6865<br>530 |
| 3 (+200)     | 8,86 115,67               | 1900: 0,06416: 0,08262                   | 0,05647<br>471                                                                                                                   | 0,07682<br>477 | 0,5981<br>480 |

Примечание. Из искусственного шлиха пегматоидных габброноритов весом 50 кг были выделены цирконы и изучены в лаборатории ГЕОХИ АН СССР.

Цирконы керсутитовых пегматоидных габброноритов практически прозрачны, светло-оранжевые и бесцветные, имеют правильные кристаллографические формы, габитус изометричный, гиацинтовый, копьевидный, призматический. Цирконы были разделены на три монофракции и изучены уран-свинцовым изотопным методом (табл. 3). По заключению Е. В. Бибиковой и Т. Г. Грачевой [13], наиболее достоверным представляется возраст 477–480 млн лет

цирконов второй и третьей монофракций по изотопным отношениям  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ .

#### Петрохимия и геохимия

Серпентиниты ультрамафитовой зоны (табл. 4, 5) обеднены легкоплавкими компонентами, отношения  $\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO}_{\text{общ}})$  в них изменяются от 0,71 до 0,82, что в среднем ниже, чем в метаморфизованных перидотитах (0,85-0,86),

но совпадает с таковыми ультраосновных кумулатов.

Перидотиты переходной зоны характеризуются по отношению к породам ультрамафитовой зоны более высокой

$Fe\# = 13,5 - 18,8$  (табл. 4). Их фракционирование по железистости убедительно отражает дискриминационные диаграммы (рис. 4).

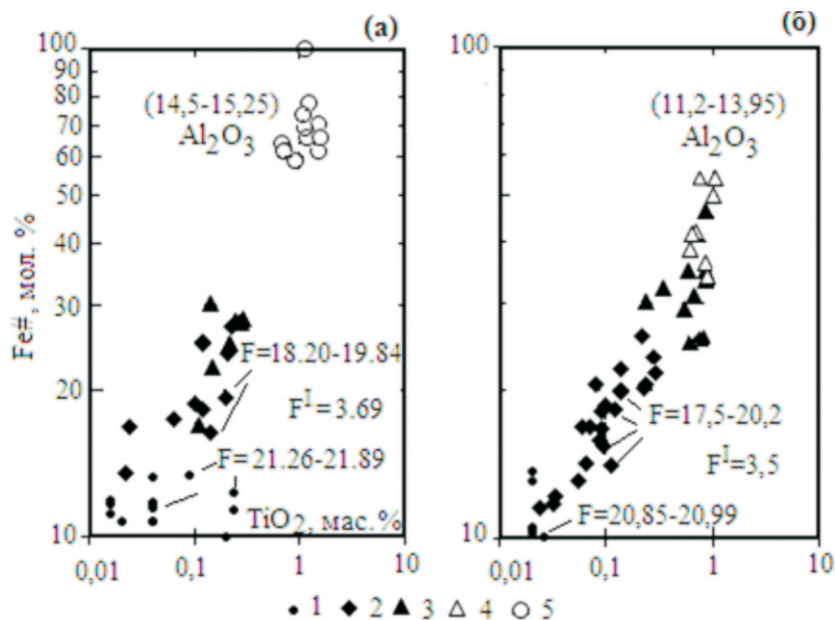


Рис. 4. Дискриминационные диаграммы  $Fe\# - TiO_2$  для надсубдукционных офиолитов аллохтона Центральный Толпак (а) и параволканита Караулчеку (б): 1 – гарцбургиты и Срдуниты; 2 – кумулятивные перидотиты; 3 – габброиды; 4 – вулканиты аkozекской свиты Караулчеку; 5 – микродиориты аллохтона толпак;  $F$  – степень частичного плавления, рассчитанная по первичной шпинели [26];  $F^I$  – разность между максимальной и минимальной степенью частичного плавления. Диаграммы иллюстрируют различные тренды дифференциации: а – феннеровский (офиолиты толпакского типа, реститовые перидотиты, габбро и кварцевые диабазы), б – боуэновский (аkozекские примитивные вулканиты, кумулятивные мафит-ультрамафиты)

Гарцбургиты, дуниты, верлиты и пироксениты не содержат Ва, Р, Sr и характеризуются низкой флюктуацией элементов с высокозаряженными ионами (Nb, Zr, Ti, Yb, Y), однако когерентные элементы (Ni, Cr, Co) резко фракционированы (табл. 5).

Габбро и габбронориты, ассоциирующие с перидотитами, по содержанию основных петрогенных компонентов отвечают low-Ti/Fe ( $TiO_2 < 0,23$  мас. %,  $FeO_{\text{общ}} < 7,37$  мас. %) толеитам, а high-Al ( $Al_2O_3 > 20,10$  мас. %) керсутитовые пегматоидные габбронориты с суммарным содержанием щелочей  $< 2,52$  мас. % отвечают составу пород известково-щелочной серии.

Габброиды мафитовой зоны преимущественно low-Ti/Fe ( $Ti_2O < 0,29$  мас. %,  $FeO_{\text{общ}} < 8,25$  мас. %), high-Ca ( $CaO < 15,34$

мас. %) магнезиальные ( $MgO < 10,63$  мас. %), med-Al ( $Al_2O_3 < 17,92$  мас. %), low-P ( $P_2O_5 < 0,01$  мас. %) толеиты. Уровень железистости габброидов значительно ниже, чем микродиоритов кровли массива (см. рис. 4), что также характерно для пород надсубдукционных комплексов, подчиняющихся феннеровскому тренду дифференциации. Микродиориты (табл. 6) кровли массива по петрогеохимическому составу отвечают low-K/Mg ( $K_2O = 0,05 - 0,27$  мас. %,  $MgO = 1,53 - 3,74$  мас. %), med-Ti ( $TiO_2 = 0,71 - 1,50$  мас. %) гиперстен-нормативным породам, обладающим повышенной щелочностью натрового типа ( $Na_2O < 6,10$  мас. %) с крайне низкими концентрациями Cr (10–68 г/т), Ni (10–80 г/т), умеренно повышенным Nb ( $< 6,0$  г/т) и

высокими концентрациями Y (<47 г/т). Данные петрогеохимические параметры сближают их с вулканитами умеренно титанистых островодужных серий [5], магмы которых фракционируют по **феннеровскому типу** (см. рис. 4).

#### **Обсуждение материалов и выводы**

Уровень накопления Nb в перидотитах, габброидах и микродиоритах аллахтона Центральный Толпак сопоставим с 5,0 г/т, 5,0 г/т и 5,0–6,0 г/т соответственно, что свидетельствует о малой его подвижности при фракционировании магматического расплава, т. е. уровень концентрации Nb не связан условиями кристаллизации магматических комплексов, а определен только составом родоначальной мантийной магмы. Данный уровень Nb характеризует их как производные переходной астеносферной мантии. Постоянная величина Nb также свидетельствует о том, что мантия над зоной субдукции не подвергалась обогащению за счет подтока снизу, из глубинных слоев нижней мантии, поскольку океаническая плита могла служить физическим барьером на пути поднимающихся расплавов. По-видимому, такие условия могли быть обусловлены высокой скоростью субдукции и пологим погружением поддвигаемой океанической плиты, что способствовало образованию замкнутого магматического очага для доступа новых порций мантийного вещества. Низкий уровень содержания свинца (<8,86 мкг/г) и урана (<115,67 мкг/г) циркона керсутитовых габброноритов свидетельствует об океаническом происхождении мантии, вовлеченной в магматические процессы, протекающие над зоной субдукции. Поведение Y в ультрамафитах и микродиоритах офиолитов аллахтона Центральный Толпак крайне непостоянно – <10 и <47 г/т соответственно. Следует отметить, что в аналогичных породах массива Караулчеку, подчиняющихся боуэновскому тренду дифференциации, уровень Y высокий и постоянный [13]. Это дает основание заключить, что уровень концентраций Y в магматических породах определен типом дифференциации исходной родоначальной магмы. Такие магматические процессы могут быть обусловлены взаимодействием

надсубдукционного флюида с мантийным источником, перемещенным в зону субдукции. Крайне низкий уровень флюктуаций некогерентных элементов перидотитов и габброидов указывает на отсутствие элементов скрытой расслоенности в породах, магмы которых фракционируют по феннеровскому типу, характеризуясь при этом высоким уровнем содержания когерентных элементов в перидотитах и крайне низким в микродиоритах при высоком уровне содержания некогерентных элементов. Главными особенностями составов шпинелидов деплетированных low-Fe# перидотитов аллахтона Центральный Толпак, имеющих признаки кумулятивного расслоения, являются низкие содержания Ti и Fe при широких вариациях содержаний Cr, Al, Mg. Согласно расчетам, выполненным по формуле  $F=10 \cdot \ln(Cr\#)+24$  [26], величина степени частичного плавления хромитовых дунитов достигает 21,89 %, а шпинелевых перидотитов колеблется от 18,20 до 19,84 %, что также характерно для надсубдукционных перидотитов. Высокий уровень Cr# шпинелидов хромистых дунитов, рудных залежей хромитов и присутствие модалного циркона в габброидах, как правило, связывают с индукционным плавлением мантийного вещества, обусловленным привнесом в систему воды, поступающей из смежной зоны субдукции [11, 27]. Состав и природа флюидных фаз, отделяющихся от поддвигаемой океанической плиты, относятся к наиболее спорным вопросам в современной петролого-геодинамической модели эволюции активных конвергентных границ тектонических плит. Сегодня существуют две противоположные точки зрения на состав и природу надсубдукционного флюида. Представители первого направления полагают, что основным источником H<sub>2</sub>O надсубдукционного флюида является дегидратация водосодержащих минералов (амфибола, флогопита, апатита и др.) субдуцируемой океанической плиты [28, 29]. Сторонники другой точки зрения утверждают, что источником H<sub>2</sub>O надсубдукционного флюида является морская вода, обогащенная галогенами, поставляемая смежной зоной субдукции [30, 31, 32].

Неопровержимыми доказательствами

вовлечения морской воды в магматические процессы, протекающие над зонами субдукции, являются концентрации органического азота в вулканических парах, величина  $\delta^{18}\text{O}$  [33], повышенные концентрации благородных газов [34] и присутствие короткоживущего космогенного изотопа  $^{10}\text{Be}$  [35, 36] в вулканических породах островодужных систем. Это дает основание заключить, что солевым составом морской воды океанов может быть обоснован состав надсубдукционного флюида, образующегося в процессе сепарации морской воды, отделяющейся при дегидратации от погружающихся в зону субдукции пелагических осадков и базальтов. В островодужных системах, формирующихся над зонами субдукции, широко развиты дифференцированные породы, характеризующиеся крайне низкими концентрациями когерентных элементов (Ni, Co, Cr, V) и магния. Такое распределение элементов объясняется примитивным повторным плавлением астеносферной мантии, вызывающим обширную кристаллизацию мафических фаз [11].

В известной модели эволюции энсиматических окраинных бассейнов [11] предполагается, что за началом субдукции океанической плиты следует гидратация субокеанической литосферы. Плавление этого мантийного источника приводит к образованию бонинитов, а последующее плавление гидратированной астеносферы в мантийном «клине» производит офиолиты островодужного толеитового состава.

В данной модели важное место занимают флюиды, отделяющиеся от поддвигаемой океанической плиты, однако не ясно, как этот водный раствор может способствовать плавлению пород основания океанической литосферы, поскольку известно, что вода, взаимодействуя с магмой, понижает ее температуру плавления.

В предлагаемой автором модели эволюции магм над зонами субдукции [37] место мантийного «клина» занимает мантийный

диапир, образование которого связывается с явлением глубинной дегазации Земли [38]. Потоки глубинных флюидов способны по сейсмофокальным зонам переносить радиогенное тепло, что может вызвать разуплотнение нижних горизонтов астеносферной мантии (мезосферы), магмогенерации и формирование магматических очагов. Если согласиться с выводами Д. Е. Карига [18], что вещество мантийного диапира является исходной магмой для образования вулканогенных, субвулканических и плутонических пород, то в связи с этим уместно вспомнить закон сохранения массы. Еще М. В. Ломоносов (1748 г.) писал: «если в одном месте убывает, то в другом обязательно присовокупится», т. е. масса веществ, вступивших в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.

Следовательно, можно предположить, что потерянные дифференцированными породами когерентные элементы и магний должны сохраниться в остаточном ультраосновном расплаве и кристаллизироваться впоследствии в мафические минеральные фазы. Например, хром в виде рудных высокомагнезиальных хромитовых залежей, магний в виде оливиновых кумулатов, обогащенных никелем [11, 32], а тугоплавкие металлы могут образовывать рудные расплавы элементов платиновой группы.

По-видимому, циркон кристаллизуется в силикатном расплаве, обогащенном флюидами хлора [20], способными транспортировать цирконий.

Эти предположения хорошо согласуются с экспериментальными данными по плавлению мантийных магм в хлоридной среде. Хлор, как известно, препятствует накоплению железа [39], но способен увеличить роль титана [31] в остаточном ультраосновном расплаве. Эти два постулата наглядно демонстрируют дискриминационные диаграммы Cr#–Mg# (см. рис. 3) и Fe#–TiO<sub>2</sub> (см. рис. 4) соответственно.

Таблица. 4. Химический состав мафитов и ультрамафитов офиолитов аллахтона Центральный Толпак

| №пр                            | 1     | 575-2 | 575-6 | 2     | 290   | 290-1 | 290-3 | 290-4 | 290-5 | 9     | 290-6 | 577-1  | 577-6 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 40,26 | 39,50 | 39,95 | 53,15 | 44,51 | 28,11 | 44,22 | 46,15 | 47,29 | 42,31 | 41,58 | 48,01  | 46,89 |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,02  | 0,04  | 0,04  | 0,12  | 0,10  | 0,102 | 0,12  | 0,20  | 0,23  | 0,14  | 0,022 | 0,27   | 0,22  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,90  | 1,04  | 0,55  | 2,80  | 1,45  | 3,85  | 17,70 | 10,22 | 20,50 | 2,28  | 0,75  | 17,92  | 16,62 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7,69  | 9,49  | 8,77  | 1,46  | 7,69  | 11,42 | 0,70  | 1,57  | 0,40  | 5,43  | 2,81  | 6,72   | 7,06  |
| FeO                            | 1,00  | -     | -     | 7,96  | 3,48  | 0,88  | 4,41  | 6,44  | 3,87  | 5,78  | 7,02  | -      | -     |
| MnO                            | 0,07  | 0,02  | 0,02  | 0,23  | 0,15  | 0,12  | 0,11  | 0,16  | 0,085 | 0,16  | 0,13  | 0,10   | 0,13  |
| MgO                            | 36,70 | 36,18 | 36,62 | 23,45 | 25,16 | 29,00 | 8,53  | 15,63 | 6,45  | 30,29 | 34,32 | 9,01   | 10,81 |
| CaO                            | 0,50  | 0,50  | 0,50  | 7,97  | 9,76  | 0,50  | 18,68 | 15,61 | 15,61 | 0,54  | 0,50  | 15,34  | 14,38 |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,12  | 0,10  | 0,12  | 0,22  | 0,35  | 1,55  | 0,78  | 0,10  | 1,70   | 0,80  |
| K <sub>2</sub> O               | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,14  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,40  | 0,10  | 0,10  | 0,10   | 0,16  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | -     | 0,01  | 0,01  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,01   | 0,01  |
| П.л.п.                         | 12,43 | 12,41 | 12,45 | 1,51  | 5,84  | 8,18  | 3,98  | 3,03  | 3,05  | 9,81  | 11,84 | 1,35   | 2,65  |
| Сум.                           | 99,77 | 99,39 | 99,11 | 98,91 | 98,34 | 82,37 | 98,77 | 99,46 | 99,43 | 97,62 | 99,17 | 100,53 | 99,73 |
| CO <sub>2</sub>                | 0,20  | 0,26  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,22  | 0,20  | 0,20  | 0,20   | 0,26  |
| Fe#                            | 10,8  | 11,7  | 10,8  | 18,2  | 18,8  | 17,8  | 24,9  | 22,0  | 26,9  | 16,5  | 13,5  | 27,4   | 24,8  |
| D.i                            | 3,9   | 3,8   | 3,2   | 10,9  | 6,2   | 4,8   | 56,6  | 35,1  | 70,0  | 9     | 0,9   | 62,0   | 55,9  |
| L.t.                           | 1280  | 1291  | 1279  | 1129  | 1244  | 1428  | 1277  | 1254  | 1235  | 1248  | 1260  | 1239   | 1241  |
| H <sub>2</sub> O               | 0,20  | 0,18  | 0,20  | 0,79  | 0,29  | 0,11  | 0,21  | 0,26  | 0,32  | 0,29  | 0,25  | 0,30   | 0,30  |

**Примечание.** Анализы выполнены в ЦХЛ ПГО «Центрказгеология». Индекс дифференциации (D. i.), температура плавления (L. t.) и содержание H<sub>2</sub>O рассчитаны по <http://www.neiu.edu/~kbartels/geom3.xls>. 1 – шпинелиевый дуниты, 575-2, 575-6 – серпентиниты, 2 – вебстериты ультрамафитовой зоны; 9 – дуниты, 290-6 – гарцбургиты, 290-1 – хромитовые дуниты, 290, 575-15, 575-14, – верлиты; 290-3, 290-4 – габбронориты, 290-5 – цирконсодержащие керсутитовые пегматоидные габбронориты переходной зоны; 577-1, 577-6 – габброиды мафитовой зоны.

Таблица 5. Содержание элементов-примесей рестит-кумулятивных мафит-ультрамафитов офиолитов аллохтона Центральный Толпак

| Элементы-примеси | 1     | 2    | 7    | 8    | 9    |
|------------------|-------|------|------|------|------|
| Be               | 0,1   | 0,12 | 0,1  | 3    | 0,1  |
| Ti               | 0,8   | 400  | 130  | 1200 | 160  |
| V                | 52    | 157  | 75   | 133  | 75   |
| Cr               | 1760  | 894  | 965  | 95   | 2467 |
| Mn               | 1090  | 1730 | 1070 | 920  | 1080 |
| Sr               | -     | -    | -    | 52   | -    |
| Y                | -     | 5.7  | 5    | 10   | 6    |
| Zr               | 8     | 16   | 11   | 47   | 21   |
| Nb               | -     | 5    | 5    | 5    | 5    |
| Ba               | -     | -    | -    | 330  | -    |
| Cu               | 26    | 46   | 37   | 90   | 29   |
| Zn               | 89    | 130  | 71   | 23   | 83   |
| Ge               | 1,8   | 4,8  | 1,2  | 12   | 1,5  |
| Sb               | 1,8   | 1.7  | 1,7  | 1    | 1,9  |
| Co               | 156   | 108  | 97   | 28   | 118  |
| Ni               | 1383  | 427  | 502  | 125  | 946  |
| Mo               | 1,3   | 1,2  | 1,2  | 1,2  | 1,2  |
| Sc               | 110,3 | 23   | 28   | 27   | 15   |
| Yb               | 0,8   | 0,63 | 0,9  | 1    | 1    |

*Примечание.* Анализы выполнены в ЦХЛ ПГО «Центрказгеология». Прочерк обозначает, что эти элементы примесей ниже предела чувствительности анализа. 1–серпентиниты, 2–вебстериты, 7–верлиты, 8–габбро, 9–дуниты.

Важно отметить, что хлор обладает высокой химической активностью, увеличивает скорость прохождения химических реакций, снижает температуру плавления образованных хлоридов [40], что и способствует флюидно-магматической дифференциации астеносферной мантии, генерирующей над зонами субдукции.

Изложенные данные дают основание заключить, что в замкнутых магматических камерах, насыщенных водными растворами, обогащенными хлором, формирующихся вследствие высокоскоростного поглощения молодой океанической плиты [17], создающей чилийский тип зоны субдукции, образуются высокотемпературные (<1428°C) гарцбургит-дунит-вебстерит-верлит-дунит-габбронорит-диоритовые массивы толпакского типа, кровля

которых сложена дифференцированными низкотемпературными (<1082°C) микродиоритами, обогащенными водой ( $H_2O > 1,11\%$ ).

Основные петролого-геохимические особенности надсубдукционных офиолитов Толпакского типа таковы:

- 1) керсутитовые габбронориты, прослаивающие перидотиты, содержат циркон, их клинопироксен обогащен  $Na_2O$ ;
- 2) габброиды и перидотиты обеднены Y;
- 3) их клинопироксены обеднены  $Al_2O_3$  и особенно  $Na_2O$ ;
- 4) кумулятивные дуниты содержат горизонты высокомагнезиальной, низкоглиноземистой рудной хромшпинели;
- 5) гарцбургиты и дуниты обогащены  $TiO_2$ ;

Таблица 6. Химический состав и содержание элементов-примесей в микродиоритах и среднезернистых кварцевых диоритах (2114-1) кровли рестит-кумулятивных мафит-ультрамафитов офиолитов аллахтона Центральный Толпак

| Компоненты<br>/№ пробы         | 2111   | 2112    | 2113    | 2114    | 2116    | 2117    | 2118    | 2119    | 2114-1  | 2120    | 2121    | 2122    | 2123    | 2125    |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SiO <sub>2</sub>               | 60,75  | 56,40   | 60,20   | 56,70   | 58,60   | 57,70   | 58,60   | 58,70   | 56,60   | 60,00   | 60,40   | 62,40   | 60,60   | 58,60   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,90   | 1,26    | 1,50    | 1,25    | 0,69    | 0,75    | 0,71    | 1,23    | 1,45    | 1,15    | 1,14    | 1,23    | 1,14    | 1,17    |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14,81  | 15,20   | 11,25   | 14,90   | 14,95   | 15,20   | 15,20   | 15,60   | 15,61   | 14,90   | 15,10   | 14,50   | 15,25   | 14,60   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3,20   | 4,56    | 3,55    | 4,11    | 2,94    | 2,69    | 2,75    | 5,79    | 4,62    | 6,40    | 6,90    | 4,60    | 7,05    | 5,61    |
| FeO                            | 5,34   | 6,54    | 7,80    | 5,79    | 7,76    | 8,31    | 7,85    | 5,16    | 6,43    | 3,95    | 2,85    | 3,95    | 2,85    | 4,54    |
| MnO                            | 0,17   | 0,18    | 0,19    | 0,16    | 0,20    | 0,23    | 0,22    | 0,16    | 0,17    | 0,14    | 0,16    | 0,12    | 0,14    | 0,24    |
| MgO                            | 3,13   | 2,88    | 2,61    | 2,55    | 3,25    | 3,74    | 3,56    | 1,69    | 3,20    | 1,53    | 2,33    | 2,04    | сл      | 1,96    |
| CaO                            | 4,46   | 5,75    | 4,87    | 7,82    | 4,57    | 3,75    | 5,02    | 4,86    | 3,63    | 4,96    | 2,86    | 4,04    | 5,55    | 8,44    |
| Na <sub>2</sub> O              | 4,90   | 5,05    | 5,40    | 5,80    | 4,85    | 4,67    | 4,53    | 6,10    | 5,20    | 5,35    | 5,50    | 5,95    | 5,25    | 2,25    |
| K <sub>2</sub> O               | 0,14   | 0,05    | 0,05    | 0,05    | 0,05    | 0,27    | 0,05    | 0,05    | 0,90    | 0,05    | 0,20    | 0,05    | 0,20    | 0,05    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,17   | 0,16    | 0,096   | 0,09    | 0,069   | 0,074   | 0,066   | 0,15    | 0,20    | 0,12    | 0,11    | 0,09    | 0,12    | 0,11    |
| П.л.                           | 1,87   | 2,42    | 2,09    | 1,22    | 2,37    | 2,84    | 1,90    | 1,12    | 1,77    | 1,69    | 1,86    | 0,55    | 1,46    | 2,66    |
| Сум.                           | 99,84  | 100,45  | 99,56   | 100,44  | 100,25  | 100,22  | 100,46  | 100,61  | 99,78   | 100,25  | 99,41   | 99,52   | 99,61   | 100,23  |
| CO <sub>2</sub>                | 0,20   | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20    |
| Собщ                           | 0,007  | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   | 0,005   |
| Fe#                            | 59,6   | 67,5    | 70,3    | 67,6    | 64,2    | 61,7    | 61,9    | 77,5    | 65,0    | 78,1    | 68,6    | 69,0    | 100     | 73,3    |
| Li <sub>2</sub> O              | <0,002 | <0,0022 | <0,0022 | <0,0022 | <0,0022 | <0,0022 | <0,0022 | <0,0022 | <0,0022 | <0,0021 | <0,0021 | <0,0021 | <0,0021 | <0,0021 |
| Rb <sub>2</sub> O              | <0,001 | <0,001  | <0,001  | <0,001  | <0,001  | <0,001  | 0,0037  | <0,001  | <0,001  | <0,001  | <0,001  | <0,001  | <0,001  | <0,001  |
| Y                              | 37     | 32      | 35      | 34      | 32      | 33      | 12      | 47      | 34      | 37      | 37      | 40      | 32      | 30      |
| Zr                             | 77     | 74      | 82      | 84      | 80      | 100     | 77      | 130     | 84      | 120     | 120     | 170     | 94      | 100     |
| Nb                             | 5,4    | 5       | 5       | 6       | 5,4     | 6       | 8,6     | 5,4     | 6       | 6       | 6       | 6       | 6       | 6       |
| Cr                             | 44     | 16      | <10     | 43      | 12      | 10      | 68      | <10     | <10     | <10     | <10     | <10     | <10     | <10     |
| Ni                             | 19     | 13      | 10      | 14      | 12      | 13      | 80      | 11      | 10      | 11      | 18      | 10      | 10      | 10      |
| Sr                             | 190    | 230     | 200     | 200     | 180     | 190     | 550     | 180     | 200     | 210     | 140     | 120     | 200     | 410     |
| D.i                            | 81,4   | 75,9    | 72,7    | 72,9    | 77,7    | 75,8    | 77,1    | 79,8    | 77,9    | 81,3    | 81,4    | 82,7    | 84,4    | 78,2    |
| L.t.                           | 990    | 1074    | 999     | 1082    | 1034    | 1045    | 1041    | 1046    | 1070    | 1011    | 991     | 973     | 995     | 1027    |
| H <sub>2</sub> O               | 1,86   | 1,16    | 1,79    | 1,11    | 1,48    | 1,39    | 1,42    | 1,32    | 1,19    | 1,67    | 1,86    | 2,03    | 1,82    | 1,54    |

Примечание. Анализы выполнены в ЛГРР ИГН АН КазССР, аналитик Л. Ш. Шайхина

б) отделяющиеся от мантийных магм расплавы представлены высоконатровыми, высокоиттриевыми дифференцированными породами, характеризующимися умеренными концентрациями Fe, Ti и крайне низкими содержаниями Mg, Cr, Ni.

Следует добавить, что определение уровня концентраций хлора и отношений  $^{37}\text{Cl}/^{35}\text{Cl}$  во флюидных и расплавных включениях цирконов, шпинелидов и пироксенов офиолитов аллохтона Центральный Толпак будет иметь важное теоретическое значение в познании природы магматических процессов, протекающих над зонами

субдукции на уровнях глубин, недоступных для изучения в актуалистических аналогах.

Автор благодарит д. г.-м. н. Т. Г. Петрова, профессора Санкт-Петербургского государственного университета и д. г.-м. н. В. И. Серых, доцента Карагандинского государственного технического университета, за критические замечания и полезные дискуссии в процессе написания этой статьи. Автор искренне признателен д. г.-м. н. В. А. Гирнису, сотруднику института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, за критические замечания и ценные советы по редактированию рукописи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Brongniart A.* Essai de classification mineralogique des roches melanges // Journal des Mines. V. XXXIV. P. 190-199.
2. *Hess, H.H.* The oceanic crust // Journal of Marine Research. 1955. V. 14. P. 423-439.
3. *Steinmann, G.* Die ophiolithischen Zone in dem mediterranen Kettengebirge // 14 th Intern. Geol. Congr- Madrid 2, 1927. P. 638-667.
4. *Wegener A.* Die Entstehung der Kontinent // Geologische Rundschau. 1912. Bd 3. S. 276-471.50.
5. *Dietz, R.S.* Alpine serpentinites as oceanic rind fragments // Geol. Soc. Am. 1963. Bull. 74: 947-952.
6. *Пейве А. В.* Океаническая кора геологического прошлого // Геотектоника. 1969. № 4. С. 5-23.
7. *Антонюк Р. М.* Океаническая кора эвгеосинклинали области востока Центрального Казахстана // Тектоника Урало-Монгольского складчатого пояса. М., 1974.
8. *Ewart, A., Bryan W. B.* Petrography and geochemistry of the igneous rocks from Eua, Tongan Islands // Geol. Soc. Am. 1972. Bull., 83, P. 3281-3298.
9. *Miyashiro A.* The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc // Earth Planet. Sci. Lett. 1973. V. 19. P. 218-224.
10. *Beccalova, L., Girolamo, P. D., Macciotta, G., Morra, V.* Magma affinities and fractionation trends in ophiolites // Ofioliti. 1983. V. 8, N 3. P. 307-324.
11. *Пурс Д. А., Луннард С. Д., Робертс С.* Особенности состава и тектоническое значение офиолитов над зоной субдукции // Геология окраинных бассейнов. М.: Мир, 1987. С. 134-165.
12. *Высоцкий С. В., Говоров Г. И., Кемкин И. В., Сапин В. И.* Бонинит-офиолитовая ассоциация Восточного Сахалина: геология и некоторые особенности петрогенезиса // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17, № 6. С. 3-15.
13. *Степанец В. Г.* Петрология и геологическая позиция офиолитов Северо-Востока Ц. Казахстана: Дисс... канд. геол.- мин. наук. Алматы, 1992. 325 с.
14. *Dick, H.J.B.* Abyssal peridotites, very slow spreading ridges and ocean ridge magmatism // Sanders A. D. & Nirry M.J. (eds) Magmatism in the Octan Basins. Geological Society. London, Special Publication 1989. V. 42. P. 71-105.
15. *Ishii, T., Robinson, P. T., Maekawa, H. & Fiske, R.* Petrological studien of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the Isu-Ogasawara-Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer P., Pearce J. A., Stokking L. B., et al. (eds) Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 125. College Station TX: Ocean Drilling Program, 1992.



16. *Azer, M. K. & Stern, R. J.* Neoproterozoic (835–720 Ma) Serpentinites in the Eastern Desert, Egypt: Fragments of Forearc Mantle // *The Journal of Geology*. 2007. V.115. P. 457–472. P. 445-485.
17. *Степанец В. Г., Ермолов П. Е.* Изотопные датировки и генезис цирконов мафит-ультрамафитов спилит-офиолитов (на примере гор Толпак Центрального Казахстана) // *Проблемы минералогии, петрографии и минералогии. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского*. Пермь, 2008. Вып. 11. С. 170-176.
18. *Karig, D. E.* Structural history of the Mariana Island arc system // *Bull. Geol. Soc. Amer.* 1971. V. 42. P. 323-344.
19. *Stern, R. J.*, Subduction zones // *Rev. Geophys.*, 2002. V. 40(4), P.1012.
20. *Чупин В. П., Сорокина Г. А., Ветрин В. Р.* О происхождении циркона из плагиогнейсов архейского комплекса Кольской сверхглубокой скважины (термобарогеохимические данные) // *Вестник МГТУ*. 2007. Т. 10, №1, С. 80-87.
21. *Якубчук А. А., Степанец В. Г., Новикова М. З. и др.* О выявлении осевой палеосрединговой зоны в ордовикских офиолитах Центрального Казахстана // *Докл. АН СССР*. 1989. Т. 307, №5. С. 1198-1201.
22. *Степанец В. Г.* Проблема офиолитовых террейнов Казахстана // *Офиолиты Казахстана. Путеводитель экскурсии*. Караганда, 1990. С. 50-65.
23. *Новикова М. З., Герасимова Н. А., Курковская Л. А., Степанец В. Г., Якубчук А. С.* Стратиграфия нижнепалеозойских вулканических толщ Майкаин-Кызылтасского офиолитового комплекса (Центральный Казахстана) // *Бюл. МОИП. Отд. геол.* 1993, Т. 68, вып. 6. С. 47-63.
24. *Johnson, K. T. M., Dick, J.B., Shimizu, N.* Melting in the oceanic upper mantle: an ion microprobe study of diopsides in abyssal peridotites // *Journal Geophys. Res.*, 1990. V. 95. P. 2661-2678.
25. *Rampone, E., Piccardo, G. B., Vannucci, R., Bottazzi, P., Ottolini, L.* Subsolidus reactions monitored by trace element partitioning: The spinel- to plagioclase-facies transition in mantle peridotites // *Contrib. Mineral. Petrol.*, 1993. V. 115. P. 1-17.
26. *Hellebrand, E., Snow, J. E., Dick, H. J. B., Hofmann, A. W.* Coupled major and trace elements as indicators of the extent of melting in mid-ocean-ridge peridotites // *Nature*. 2001. V. 410, P. 677-681.
27. *Рингвуд А. Е.* Состав и петрология мантии Земли. М.: Недра, 1981. 584 с.
28. *Best M.G.* Amphibole-bearing cumulate inclusions, Grand Canyon, Arizona, and their bearing on silica-undersaturated hydrous magmas in the upper mantle // *Journal Petrol.* 1975. V.16. P. 212-236.
29. *Iwamori, H.* Transportation of H<sub>2</sub>O and melting in Subduction zone // *EPSL*. 1998. P. 65-80.
30. *Kent, A.J.R., Peate, D. W., Newman, S., Stolper, E. M., Pearce, J. A.* Chlorine in submarine glasses from the Lau Basin: seawater contamination and constraints on the composition of slab-derived fluids. // *EPSL*. 2002. V. 202. N 2. P. 361-377.
31. *Lassiter, J.C.; Hauri, E.H.; Nikogosian, I.K. et al.* Chlorine–potassium variations in melt inclusions from Raivavae and Rapa, Austral Islands: constraints on chlorine recycling in the mantle and evidence for brine-induced melting of oceanic crust // *EPSL*. 2002. V. 202, 1.3-4. P. 525-540.
32. *Stepanez, W. G., Kemmer, A. G.* Mg, Ni and Cr fractionation in ophiolite as indication of the island arc and spreading back-arc magmatism maturity: an example from Central Kazakhstan // *GEO2002. Planet Erde*. Hannover, 2002. Heft 21. S. 321-322.
33. *Harmon, R. S, Hoefs, J.* Oxygen isotope heterogeneity of the mantle deduced from global 18O systematics of basalts from different geotectonic settings // *Cont. M. Petrol.* 1995. V. 120. P. 95-114.
34. *Hofmann, A. W.* Mantle geochemistry: the message from oceanic volcanism // *Nature*. 1997. 385. P. 219-229.
35. *Brown, L., Klein J., Middleton, R., Sacks, I.S., Tera, F.* 10Be in island-arc volcanoes and implications for subduction // *Nature*. 1982. V. 299. N 5885. P. 718-720.
36. *Dickin, A. P.* Radiogenic isotope geology. Cambridge University Press, 1997. P. 490.
37. *Степанец В. Г.* Хлорирование астеносферной мантии – природа спилитовых магм над зонами высокоскоростной субдукции // *Материалы II Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии*. Екатеринбург: УО РАН ИГГ, 2003. С. 433-438.

38. Кадик А. А., Луканин О. А. Дегазация верхней мантии при плавлении. М.: Наука, 1986. 96 с.
39. Маракушев А. А. Магматическое замещение и его петрогенетическая роль // Очерки физико-химической петрологии. М.: Наука, 1987. Вып. XIV. С. 24-38.
40. Глинка Н. Л. Общая химия. Л.: Химия, 1974. 360 с.

УДК 622.013.34553.676



**Н. Н. ДЖАФАРОВ,**

*д. г-м. н., академик НИИ РК и МИА,  
ген. директор ТОО «Асбестовое ГРП»  
г. Житикара, Республика Казахстан*



**Т. М. КАСКЕВИЧ,**

*главный геолог,  
ТОО «Асбестовое ГРП»  
г. Житикара, Республика Казахстан*

## ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВНОГО СОДЕРЖАНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ

Хризотил-асбесттік Жітіқара кен орнының мысалындақы 3-ші шартты елеуішке талшықтық ірілігінің класстарының аудармалық коэффициенттерінің анықтауын қдістеме келтірілген.

Приведена методика определения переводных коэффициентов классов крупности волокна на третье условное сито на примере Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста.

The technique of definition of conversion factors of fibres' grain-size class on 3 conditional sieve by the example of Dzhetygarinsky deposit of chrysotile-asbestos is represented.

Каждое месторождение имеет свои отличительные черты, которые очень важно учитывать для достоверной оценки запасов. Одной из важных особенностей хризотил-асбеста влияющих на его ценность, является длина волокна [1], и при оконтуривании залежей бортовое содержание определяется не в абсолютном содержании класса крупности +0,5 мм, а в условном третьем сите (класс крупности +1,35 мм), рассчитанном по определенным коэффициентам разных сит (классов крупности), переведенным на третье условное.

Поскольку каждое из сит отдельно как

товар не продается, а составляет только часть той или другой марки товарного асбеста, цены на них раньше были подсчитаны на основе корреляционной зависимости цены марки товарного асбеста по группам от содержания волокна основного сита и графически [2]. Для товарного асбеста марок 0, 1-й и 2-й групп основным является первое, для 3-й и 4-й групп – второе, а для 5-й и 6-й групп – третье сито. На Джетыгаринском месторождении из-за низкого количества содержание первого сита не определяется, а входит в состав второго сита.

По рекомендации ГКЗ РК и по договору

с АО «Костанайские минералы» ТОО «Асбестовое ГРП» в 2010 г. выполнены специальные исследования и разработана новая методика определения переводных коэффициентов классов крупности хризотил-асбеста на условное третье сито для Джетыгаринского месторождения.

В процессе обогащения хризотил-асбеста в отличие от других полезных ископаемых масса товарного асбеста увеличивается по сравнению с массой асбеста в исходной руде и это выражается в величине так называемого переводного коэффициента, определяемого отношением суммарной массы асбеста в товаре к массе его в исходной руде [4]. Если даже не учитывать содержание асбеста в отходах обогащения, масса товарного асбеста превышает количество асбеста, подсчитанного в недрах, в 1,5 – 1,7 раза. Это, с одной стороны связано с тем, что в процессе обогащения при дроблении степень распушки возрастает и происходит адсорбирование на волокне тонкодисперсной

фракции - 0,075 мм, а с другой стороны волокно асбеста фракции - 0,5 мм, имеющееся в исходной руде, переходит в класс + 0,5 мм [5]. При рассмотрении запасов в 1983 г. ГКЗ СССР величина переводного коэффициента для Джетыгаринского месторождения была утверждена - 1,54.

В процессе обогащения также изменяется выход фракционного состава по классам крупности в товарном асбесте по сравнению с фракционным составом волокна в исходной руде. По опыту работ при обогащении руд Джетыгаринского месторождения выход второго сита увеличивается в 2,5 – 5,0 раз, третьего сита в 1,5 – 2,0 раза (см. схему). Необходимо отметить, что изменение фракционного состава волокна в процессе обогащения зависит от типа асбестоносности, вещественного состава руд, содержания асбеста класса крупности + 0,5 мм, длины волокна, в том числе второго и третьего сит в исходной руде, массовой доли свободного и скрытого асбеста и т. д. [5, 6].

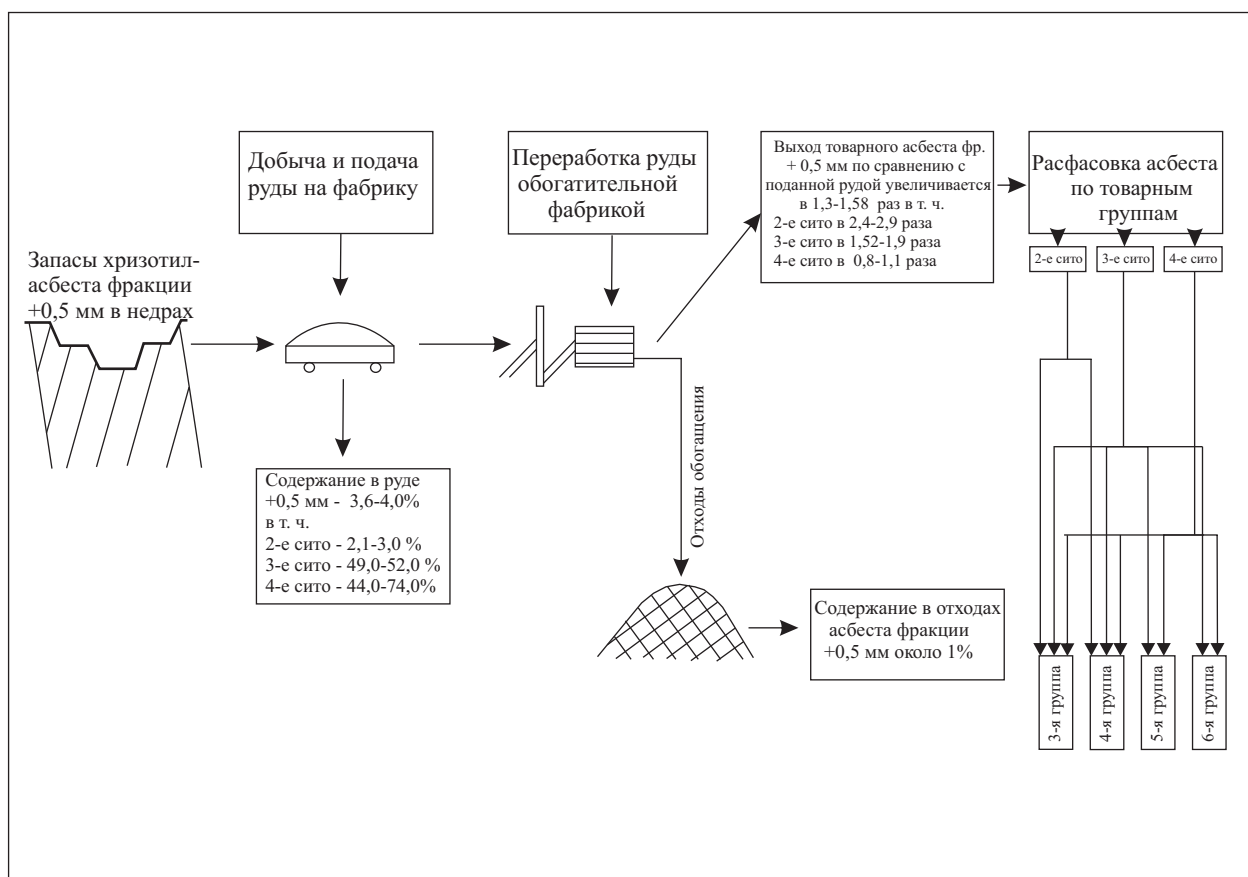


Рис. Схема изменения выхода хризотил-асбеста при обогащении

В отличие от предыдущих разработок в предложенной нами методике для определения переводных коэффициентов классов крупности на третье условное сито кроме соотношения стоимости 1 т соответствующего сита к стоимости 1 т третьего сита учтены также коэффициенты выхода соответствующих сит в товарном асбесте. Такой подход, по нашему мнению, позволяет наиболее точно определить ценность волокна в недрах.

Поскольку, как было отмечено ранее, каждый класс крупности в отдельности как товар не продается, а входит в определенных пропорциях в состав товарных марок для определения их рыночной стоимости нами использован математический метод расчета стоимости второго, третьего и четвертого сит. Применение метода корреляционной связи и графического, которые основаны на зависимости стоимости товарной марки от массовой доли наивысшего класса крупности (для 3–4 групп – второе сито, для 5–6 групп – третье сито), менее достоверно, поскольку они не учитывают влияние на стоимость марок других классов крупности, которые присутствуют в товарном асбесте. Эти методы не дают также возможность определить стоимость четвертого сита. Поэтому нами за основу принят математический метод обоснования переводных коэффициентов на третье условное сито, который, на наш взгляд учитывает зависимость стоимости товарной марки от массовой доли всех классов крупности.

Для определения стоимости классов крупности в товаре математическим методом выполнены следующие исследования:

найдена доля каждого класса крупности в товарных марках 3-й, 4-й, 5-й и 6-й групп;

установлена средняя рыночная стоимость марок в товарной группе;

составлено математическое уравнение ценообразования с учетом стоимости и коэффициентов выхода всех классов крупности, входящих в состав товарного асбеста, для каждой товарной группы и решено уравнение.

Доля каждого класса крупности в товарных группах находится усреднением фактических содержаний их в выпускаемой

продукции за последние несколько лет. Так же определяется и среднерыночная стоимость отдельных групп товарного асбеста.

Для вычисления средней стоимости второго, третьего, четвертого сит составлена система уравнений из расчета того, что каждая группа состоит из сит и пыли в различных соотношениях. Стоимость 1 т каждой товарной группы с учетом средней доли сит в товарных группах и их средней стоимости выражена уравнением

$$K_{II} \times C_{II} + K_{III} \times C_{III} + K_{IV} \times C_{IV} + K_{пыль} \times C_{пыль} = Ц, \quad (1)$$

где  $C_{II}$ ,  $C_{III}$ ,  $C_{IV}$ ,  $C_{пыль}$  – стоимости 1 т волокна классов крупности (второго, третьего и четвертого сит и т. д.) в товарном асбесте;  $K_{II}$ ,  $K_{III}$ ,  $K_{IV}$ ,  $K_{пыль}$  – доли сит (второго, третьего и четвертого сит) в товарной продукции соответствующих групп;  $Ц$  – стоимость 1 т соответствующей товарной группы.

Поскольку все четыре товарные группы, выпускаемые АО «Костанайские минералы», характеризуются собственными соотношениями классов крупности (сит), составляется уравнение для каждой товарной группы и решается система.

Для расчета коэффициентов выхода товарной продукции использованы данные о добытой руде в карьере и переработанной обогатительной фабрикой. Коэффициент выхода товарных сит – отношение объемов добытого в недрах волокна асбеста второго, третьего и четвертого сит в карьере к объемам произведенной товарной продукции.

Исходя из изложенного переводные коэффициенты классов крупности на третье условное сито рассчитываются по формуле

$$P = \frac{C \times K_{в}}{C_{III} \times K_{вIII}}$$

где  $P$  – коэффициент перевода соответствующего класса крупности (сито) на третье условное сито;  $C$  – стоимости 1 т товарного волокна соответствующего класса крупности (сито);  $K_{в}$  – коэффициент выхода соответствующего класса крупности (сито);  $C_{III}$  – стоимость 1 т волокна третьего сита;  $K_{вIII}$  – коэффициент выхода третьего сита.

Пересчет содержания асбеста класса крупности +0,5 мм в руде на третье условное сито для Джетыгаринского месторождения проводится по следующей формуле:

$$\frac{(A \times P_{II} + B \times 1,0 + D \times P_{IV}) \times \alpha}{100 \%}, \quad (3)$$

где А – содержание второго сита в руде, %;  
В – содержание третьего сита в руде, %;  
D – содержание четвертого сита в руде, %;  
α – содержание асбеста класса + 0,5 мм в руде, %;  
P<sub>II</sub> – переводной коэффициент содержания второго сита на третье условное сито;  
P<sub>IV</sub> – переводной коэффициент

содержания четвертого сита на третье условное сито, а для третьего сита переводной коэффициент составляет 1.

В заключение отметим, что разработанная методика позволяет по мере изменения номенклатуры, стоимости выпускаемой продукции, технологических показателей определить влияние их на ценность волокна в недрах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Международный стандарт. Асбест хризотилковый 3–6 групп. АО «Костанайские минералы». Технические условия ТУ 3900 РК 280 37006. АО 001. 2005.
2. Белов М. А. О промышленной оценке руд в связи с введением методики определения содержания хризотил-асбеста, единой для геологоразведочных работ и эксплуатации // Научные труды ВНИИпроектасбеста. 1985. С. 57–69.
3. Джафаров Н. Н. Проблемы определения ценности волокна хризотил-асбеста в недрах // Материалы международной конференции «Проблемы развития горнодобывающих отраслей промышленности и безопасности контролируемого использования хризотилового волокна и хризотилсодержащих материалов». Житикара, 2005. С. 115-117.
4. Кованова Л. И., Кожевникова В. А. Научно-техническое обеспечение для составления товарного баланса асбеста // Горно-геол. журнал. 2003. № 1. С. 18-22.
5. Кованова Л. И., Бузунова Т. А. Оптимизация шкалы классификации на основе характеристик раскрытия асбестовой руды Джетыгаринского месторождения // Горно-геол. журнал. 2004. № 2 (4). С. 35-39.
6. Кованова Л. И., Маркова О. Ю. Расход волокна II и III сит контрольного аппарата на выработку асбеста соответствующих групп в зависимости от природных типов руд Джетыгаринского месторождения // Горно-геол. журнал. 2003. № 2. С. 37-39.



**Е. А. АЛЬПИЕВ,**  
канд. г-м., н.  
г. Бишкек,  
Республика Кыргызстан



**В. А. КУЛЕШОВ,**  
вед. геолог,  
ОсОО «Казахмыс Голд Кыргызстан»  
г. Бишкек, Республика Кыргызстан

## ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЧАТКАЛЬСКОГО РЕГИОНА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Бккл мақалада Чаткал ауданның кен пайдалы орындарының геологиялық зерттеу және олардын келешекте ондру нағижелері ккрсетілген.

Приведены геолого-промышленные типы месторождений золота Чаткальского региона и перспективы их освоения.

Geological-industrial types of Chatkal region and perspectives of their development have been enlighten in present article.

Горно-добывающая промышленность в настоящее время является основой промышленного производства Кыргызстана. Ее доля в ВВП составляет около 10 %, в общем объеме экспорта – более 40 %. Основную часть прибыли дает разработка золоторудных месторождений.

В Кыргызстане известно более 40 месторождений золота, имеющих промышленное или близкое к нему значение, столько же примерно непромышленных объектов, часть из которых после разведки и экономической оценки может стать рентабельными при отработке. Известны также десятки рудопроявлений с высоким содержанием золота и несколько сотен рудных точек.

Изученность коренных месторождений и проявлений золота в целом низкая. Только на некоторых из них проведена разведка (Кумтор, Джеруй, Макмал, Талдыбулак Левобережный, Терек, Тереккан, Мироновское, Куру-Тегерек, Бозымчак, Иштамберды), еще на шести – промышленная оценка (Куранджайлоо, Перевальное, Долпран, Тохтазан, Насоновское, Солтон-Сары). На 20 – 30

месторождениях проведены поисково-оценочные работы, многие из них заслуживают постановки разведочных работ.

Все остальные месторождения и рудопроявления изучены лишь с поверхности на стадии общих поисков, и не исключено, что при более детальном изучении некоторые из них могут быть переквалифицированы в средние и крупные месторождения.

Несмотря на то, что большинство разведанных объектов расположено в Чаткальском регионе, степень изученности площади, а особенно степень освоенности известных месторождений остается низкой. По большинству объектов разведанные запасы следует квалифицировать лишь как геологические, так как они нуждаются в современной экономической оценке.

Основные причины такого положения в горно-рудной промышленности видятся в слабой законодательной базе КР, препятствующей широкому привлечению инвестиций как отечественных, так и зарубежных производителей. Законодательство о недропользовании допускает высокий уровень вмешательства госу-

дарственных и местных органов в хозяйственную деятельность компаний, предоставляет чрезмерные полномочия должностным лицам решать вопросы на свое усмотрение. Только за последние семь лет количество фактически работающих предприятий горно-добывающей промышленности сократилось с 316 до 112. Исследование, проведенное по заказу правительства Кыргызской Республики «Горно-добывающая промышленность как источник роста экономики Кыргызстана» показало, что если не принять решительные меры по развитию отрасли, то в ближайшие годы это приведет к снижению ВВП, налоговых поступлений, экспорта и сокращению рабочих мест, да и по большому счету к развалу горно-рудной отрасли в целом.

Чаткальский регион расположен в Срединно - Тянь-Шаньской металлогенической провинции и совпадает по площади со складчатой структурой Срединного Тянь-Шаня.

Месторождения золота в Чаткальском регионе обнаружены в следующих геологических позициях, (в скобках приведены наиболее типичные примеры месторождений):

1. Линейный штокверк золото - кварцевых руд вдоль широкой зоны дробления СВ простираения в гранодиоритах  $C_2$  (Ункурташ).

2. Минерализованные скарновые медно - золоторудные зоны на контакте гранитоидов  $C_2$  и известняков  $C_1$  (Куру - Тегерек, Бозымчак, Чаар, Кичисандык, Турпактушты).

3. Минерализованные золото - сульфидные межпластовые согласные зоны дробления в метаморфических сланцах протерозоя (Иштамберды).

4. Субсогласные пластовые золото - сульфидные залежи в всячем боку горизонта джаспероидов на контакте мраморов и метаморфических сланцев протерозоя (Терек, Чапчама, Сарасай- Тилляберды).

5. Жильные продольные золото - сульфидные зоны в кремнисто- терригенной толще PZ, (Чаарат).

6. Золото - кварцевые жилы и минерализованные зоны в эффузивах и туфах дацит- андезитового состава минбулакской

свиты  $C_2$  (Кызылташ).

К настоящему времени в Чаткале уже выявлено около 200 коренных проявлений золота и более 150 комплексных (медь, молибден, сурьма и др.). Это наиболее богатый по количеству и качеству полезного ископаемого регион Кыргызстана, по компактности он уступает только Нарынскому сектору, где расположено Кумторское рудное поле. Месторождения и рудопроявления золота распространены по всему геологическому разрезу докембрия и фанерозоя. Их можно обнаружить в блоках древних метаморфических пород (Иштамберды, Тереккан, Перевальное), в каледонских структурах (Чаарат, Сулутор), в магматитах триаса, но большинство проявлений золота, как считают многие исследователи, пространственно и генетически связано с позднегерцинскими складчатыми структурами.

Основную роль в расположении определенных типов магматических пород, месторождений золота и, впрочем, других полезных ископаемых региона в первую очередь играет структурный фактор. Он выражается в том, что распределение рудных районов, полей и отдельных месторождений носит линейно-узловой характер, отчетливо контролируемый серией линеаментов ортогональной сети, осложненной, в свою очередь, диагональными разломами.

Несмотря на то, что основной видимый структурный рисунок региона определяется преобладанием северо-восточных направлений, рудоконтролирующими, рудоподводящими, а часто и рудовмещающими являются меридиональные и широтные разрывы и зоны повышенной трещиноватости.

На картах полезных ископаемых отчетливо наблюдается концентрация многочисленных месторождений и точек минерализации золота вдоль субширотного Кассансайского разлома. Восточнее, на слиянии р. Кассансай и Тилля-Бердысай, к нему примыкает очередная полоса месторождений, локализованных вдоль системы меридиональных разломов. На склонах Пскемского и Сандалашского

хребтов, в междуречье Пскем-Сандалаш-Чаткал, выделяется третья группа месторождений. Они концентрируются вдоль зон повышенной трещиноватости меридионального простираения – золоторудные объекты Сандалашской рудной зоны.

Таким образом в Чаткальском регионе практически все месторождения и проявления золота сгруппированы в трех структурных позициях:

в пределах широтных структур (Кассанская полоса: Чапчаминское, Андагул-Иштамбердинское рудные поля);

в пределах меридиональных структур (Турпактуштинское и Кичисандыкское рудные поля);

в узле пересечения широтных, меридиональных и северо-западных структур сформирован крупный узел, включающий Зексай-Ункурташское и Терек-Терекканское рудные поля.

**Перспективы промышленного освоения месторождений золота.** Чаткальский регион является одной из наиболее уникальных провинций Тянь-Шаня по плотности распределения, разнообразию и качеству полезных ископаемых. Несмотря на множество исследований (работы различного масштаба и различной направленности здесь проводились с конца 30-х годов прошлого столетия), ресурс обнаружения новых объектов и возможности расширения перспектив уже разведанных месторождений далеко не исчерпан. В частности, протяженный Кассанский линеамент, вдоль плоскости которого сосредоточено до трети всех месторождений Чаткала, вмещает несколько рудных полей. Изучая вещественный состав руд и их пространственное положение в геологическом разрезе, можно сделать вывод: часто взаимопереходящие друг в друга, разделенные искусственными границами отдельные месторождения в сумме являются производными единого рудного процесса. Двухэтажное оруденение (субсогласные джаспероидные залежи и секущее жильное), прослеживаемое практически на десятки километров вдоль Кассанского разлома, представлено в разных месторождениях лишь различным эрозионным срезом данного мегаместорождения,

плавный переход от сурьмяного к золото-сурьмяному и далее к золотому и медно-золотому отвечает латеральной закономерности смены оруденения с востока на запад. Данное положение позволяет выделить здесь самый крупный в Кыргызстане горно-экономический район, основанный на последовательном изучении и отработке всех месторождений Кассанской полосы.

Основные причины слабой изученности таковы: удаленность от основных экономических объектов республики, тяжелые горно-климатические условия, отсутствие развитой инфраструктуры. Однако в мировой практике разработки месторождений полезных ископаемых есть примеры и более тяжелых условий, в которых с успехом работают горнорудные компании, в частности месторождение Кумтор. Главная причина отставания как уже упоминалось, видится в слабой законодательной базе КР, особенно в свете последних изменений в Конституции. Множество геологических, экономических, законодательных и политических рисков, которые в последние годы становятся все более обостренными, делает объекты добычи полезных ископаемых в Кыргызстане непривлекательными. Отечественные предприниматели, даже имея лицензии на тот или иной объект, не в состоянии освоить его из-за отсутствия достаточного финансирования и, главное, опыта разработки месторождений. Поэтому они стараются перепродавать месторождения, но назначают на них необоснованно высокие цены, что также отпугивает потенциальных партнеров.

С учетом высокой капиталоемкости горно-добывающих проектов и дефицита внутренних финансовых ресурсов политика государства должна быть, ориентирована на активное привлечение иностранных и отечественных инвесторов. Выход видится в создании объединенной горной производственной корпорации в форме акционерного общества с развитой инфраструктурой и собственным инвестиционным банком. Это позволит привлечь отечественных разработчиков, имеющих лицензии, вовлечь в производство простаивающие месторождения, применять совершенную и экологически чистую технологию переработки руд, так как у корпорации для этого будут общие



перерабатывающие мощности, строить общие заводы по переработке концентратов. Один из сдерживающих факторов – горные экосистемы очень хрупки и уязвимы. Нарушив баланс, республика может вплотную столкнуться с экологическими проблемами, несопоставимыми ни с какими прибылями. Поэтому для работы необходимо привлекать крупнейшие компании с мировым именем, могущие использовать современные новейшие технологии, отвечающие самым строгим экологическим нормам, и проводить работы по контролю над выполнением этих норм.

В этом отношении наиболее представительным видится Чаткальский регион, обладающий достаточными запасами и ресурсами благородных металлов (могут составить более 1000 т золота). Исходя из линейно-узлового распределения основных золоторудных месторождений и более-менее компактного их расположения в регионе

можно выделить два самостоятельных горнорудных экономических района:

1. Терек-Кассанский РР в бассейне р. Кассан. Базовое месторождение Иштамберды (подготовлено к разработке) с постепенным развитием работ на флангах: Чапчама на западе – Ункурташ на востоке.

2. Сандалашский РР в бассейнах рек Чаткал и Чандалаш. Базовые месторождения Чаарат и Куру-Тегерек (подготовлено к разработке).

Постепенно выстраивая инфраструктуру, наращивая запасы на флангах известных месторождений и проводя разведку недоизученных, применяя передовые, экологически чистые технологии по разработке сырья и реабилитации нарушенной природы, Чаткальский регион может встать в первый ряд наиболее развитых районов Кыргызстана, служить положительным примером для других корпораций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Никоноров В. В., Караев Ю. В., Борисов Ф. И и др.* Золото Кыргызстана. Кн. 1, 2., Бишкек: КМЭГЭИ, 2004.
2. *Селиверстов К. В.* Позднепалеозойская геодинамика и металлогения Чаткальского региона: Дис.... канд. геол.-мин. наук. Бишкек, 1992.
3. Геологическая карта Киргизской ССР масштаба 1:500 000 /Гл. редактор Игембердиев С. А. М.: ВСЕГЕИ, 1980.
4. Геология СССР. М.: Недра, 1972. Т. XXV. Киргизская ССР.
5. *Долженко В. Н.* Золотоносные толщи докембрия и палеозоя Кыргызстана //Геохимия: 1993. №11, С. 1620-1628.
6. *Осмонбетов К. О.* Геология и металлогения Кыргызстана. Бишкек, 1999.
7. *Некишин Ю. В., Емельянов С. И.* Комплексные золотосодержащие месторождения. М., 1993. №10. 49 с.
8. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. Кн. 1, 2. Фрунзе: Илим, 1982.
9. *Яковлев П. Д.* Промышленные типы рудных месторождений. М.: Недра, 1990.
10. *Боневольский Б. И., Ганеев И. Г., Скрипченко В. В. и др.* Рудные ресурсы и их размещение по геозомам. Благородные металлы: Справочное пособие /Под ред. Д. В. Рундквиста. М.: Недра, 1995. 223 с.



## СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ УРОВНИ ЗОЛОТОНОСНОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ КАЗАХСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ И МУГОДЖАР

**Ф. Н. ДЖАФАРОВ,**

*к. г.-м. н.,  
директор геологической службы,  
почетный разведчик недр РК,  
«FRONTIER MINING LTD»,  
г. Алматы, Республика Казахстан*

қ лестірілуді зақдылықтары талқыланған жкне қазақстанда алтынның алқашқы жинақталуының жас шамасына байланысты шекаралары ерекшеленген.

Изучены закономерности распределения и выделены возрастные рубежи первичного накопления золота в Казахстане.

Studied regularity of gold bedding and marked out age boundary of initial gold accumulation in Kazakhstan.

В настоящее время большинство исследователей, занимающихся металлогенией золота, отказываются от давних взглядов на происхождение золоторудных месторождений исключительно как эпигенетических гидротермальных образований. Все больше материалов свидетельствуют о многоэтапности формирования золоторудных месторождений: от седиментного накопления золота в осадочных и осадочно-гидротермальных, вулканогенно-осадочных обстановках до этапов коллизии и постколлизийной активизации. Возможное седиментное накопление золота происходит в виде россыпеобразования, а также гидротермально-осадочным и вулканогенно-осадочным путем.

Важнейшей формой седиментного золото-накопления являются россыпи. Древние толщи метаморфизованных россыпей детально описаны в литературе. К этому типу небесспорно отнесены известные золотоносные конгломераты докембрия всего мира в общем и Южной Африки, в частности. Это ведущий промышленный тип мировой добычи золота. Достаточно отметить, что более половины золота добытого в мире за все время приходится на долю золотоносных конгломератов. А остаточные запасы их

оцениваются десятками тысяч тонн золота. Месторождения размещены в рифтогенных молассовых бассейнах, развитых на золотоносных докембрийских щитах африканских, американских, азиатских платформ, в частности в Трансваальском (Южная Африка), Родезийском (Зимбабве), Леоне-Либерийском (Гана), Восточно-Бразильском (Бразилия) и других, древних золотоносных выступах [1]. Месторождения форми-ровались в промежутке времени от позднего архея до среднего кембрия (около 3 млрд лет).

Взгляды на образование месторождений золота докембрийских конгломератов были разными. Первоначально [1] безоговорочно принимался осадочный генезис месторождений, поскольку золотоносные залежи четко контролируются стратиграфическими уровнями. Однако по мере накопления фактов, об увеличении пробности золота с глубиной, отсутствии в золотоносной толще типичных минералов черного шлиха, таких как магнетит, ильменит и пр., наличие золота и урана только в цементе гравелитов и конгломератов, присутствие золота в руде в листоватых формах, породили взгляды гидротермального происхождения месторождений подобного типа [1]. Вместе следует отметить, что на

месторождениях подобного типа (месторождения Южной Африки – Витватерсранд, Жакобина, Блайнд-Ривер и др.) все рудные тела находятся исключительно в толщах конгломератов. Большинство исследователей конгломератов Южной Африки осадочно-метаморфогенный генезис урансодержащих (уранинит, тухолит) золоторудных тел склонны считать комбинированным. Тем более что россыпеобразование в конгломератах продолжается и по сей день, что свидетельствует о круговороте золота, урана и пр. в Земной коре. Кроме докембрийских конгломератов россыпные залежи самородного золота в пластах конгломератов формировались в межгорных впадинах каледонских, герцинских, мезозойских и кайнозойских орогенных поясов, а также в период мезозойской и кайнозойской активизации платформенных структур земной коры. Золотоносность палеозойских и мезозойских конгломератов редко достигает промышленных значений. Они характеризуются полимиктовым, реже олигомиктовым составом галечного материала, меньшей дислоцированностью и степенью метаморфизма. Золото в цементе этих

конгломератов исключительно пласто-генное; часть золота заключена в рудной гальке. Следует признать, что золотоносность конгломератов как древних толщ, так и палеозоя и мезозоя – кайнозоя в Казахстане должным образом не изучена.

**Гидротермально-осадочное накопление золота**, прежде всего, связано с накоплением в бассейне кремнисто-углеродисто-глинистых сланцев, содержащих сингенетичный пирит. Львиная доля золота в толщах обычно аккумулируется в пирите. Кларки золота осадочных пород карбона Западной Калбы (рис. 1) детально изучены А. Ф. Коробейниковым [2]. По его данным все терригенные породы Западной Калбы, в которых размещены месторождения Бақырчик, Суздальское, Мизек, Жерек, Акжал и др., отмечаются умеренным средним содержанием золота – от 1,8 мг/т (0,0018 г/т) до 4,3 мг/т (0,0043 г/т). При этом разброс содержания невелик – 1–3,0 мг/т. Повышенные содержания золота встречаются в толщах с сингенетичным пиритом и арсенопиритом и на участках окварцевания толщ.

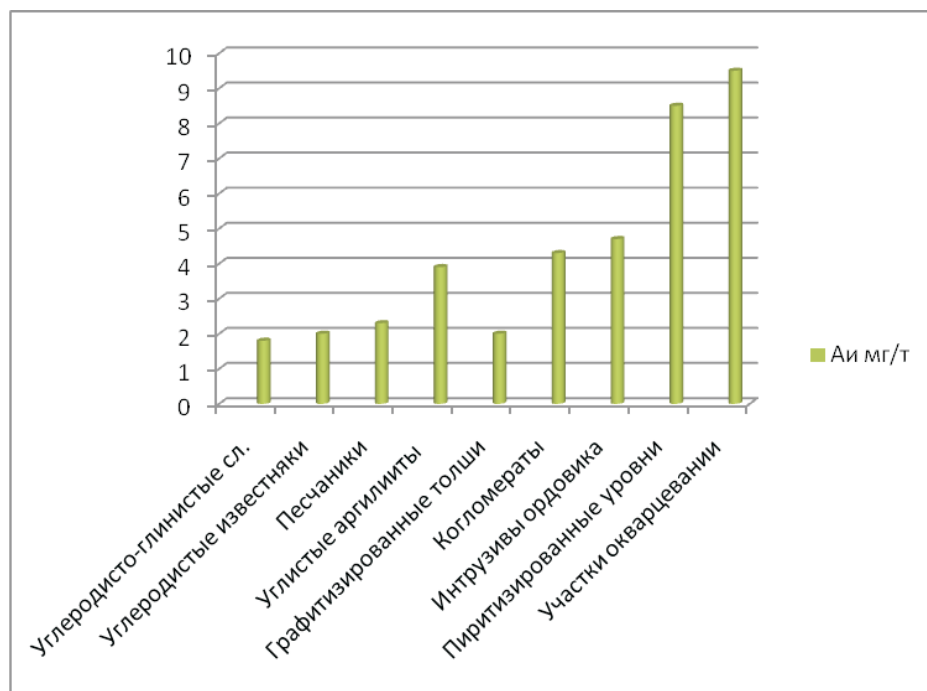


Рис. 1. Распределение золота (местные кларки) в породах Западной Калбы. Составлено Ф. Н. Джафаровым по данным А. Ф. Коробейникова

Примечательно, что интрузивы, с которыми традиционно связывают происхождение месторождений, не содержат высоких содержаний золота, по сравнению с вмещающими породами (около 4,5 мг/т (0,0045 г/т)).

Седиментное накопление золота на самих месторождениях Западной Калбы, в частности на месторождении Бакырчик, изучено М. Т. Жаутиковым. По его мнению, прожилково-вкрапленное золото-сульфидное оруденение образовано в два этапа: седиментогенно-раннедиагенетический и тектоно-метаморфогенный. На первом этапе формировалась аномально золотоносная углеродисто-терригенная толща, обогащенная глобулярным и метаколлоидным пиритом, линзами сидерита, углефицированных пород и углей, пропластками слоистых седиментных руд золота. Толща характеризуется повышенным кларком концентрации As, Mo, P и S. Среди пород рудовмещающей толщи наибольшей золотоносностью обладают сидериты и пиритсодержащие углеродистые алевролиты с кларком концентрации золота 15–100. По данным В. Н. Сорокина, изучавшего месторождение, золото во вмещающих породах находится в виде золото-органических соединений, золота, адсорбированного гидроксидами железа, марганца и глинистым веществом. Отмечаются коллоидные соединения золота в виде малоустойчивых хлоридных сульфидных и гидросульфидных комплексов. При наложении последующих метаморфогенных процессов эти соединения легко переходят в раствор и переотлагаются. Следующий тектоно-метаморфогенный этап способствует смятию, разлинзованию, будинированию сланцевых толщ и образованию метаморфогенно-гидротермальных систем. Последнее способствует формированию прожилково-кварц-кальцит-золотосульфидных руд. Так же перераспределяется углеродистое вещество, образуя углеродистые метасоматиты в около- и надрудных частях золоторудных тел [3].

В черносланцевых толщах кембрия Шу-Илийского региона, карбона Жонгарии седиментное накопление золота фиксируется в углеродисто-туфогенных кремнистых толщах. Кремни и глинистые образования

насыщены мелкозернистым пиритом. Содержание золота в сингенетичных пиритах достигает 5,0 г/т.

Таким образом, основным признаком осадочного и гидротермально-осадочного золотонакопления нам представляется наличие в разрезах углеродистого, терригенного, кремнистого материала (обычно гидротермально-осадочного и туфогенно-вулканогенного происхождения), тонкозернистых глобулярных сульфидов (пирита и арсенопирита), содержащих золото, продукты вулканизма основного и среднего состава. В большинстве случаев золотоносные рудные тела предположительно осадочного происхождения имеют пластообразные формы, осложняются, как правило, гидротермальными изменениями поздних этапов рудообразования. Первично обогащенными золотом уровнями могут быть также литифицированные рассеянные древние россыпи в конгломератах и песчаниках. В этом случае золото должно чаще всего встречаться в свободной форме и, как правило, первичная концентрация его в толщах палеозоя и мезозоя-кайнозоя должна быть низкой. Месторождения золота по таким толщам формируются на более поздних этапах рудообразования (например, рудные тела, локализованные в конгломератах месторождения Райгородок).

Вулканогенно-осадочное накопление золота происходило с колчеданно-полиметаллическими рудами, многочисленными примерами которых имеются на Рудном Алтае, в Мугоджарах и т. д. Этот тип седиментного золота здесь не рассматривается.

Анализ размещения золоторудных объектов и ореолов распространения золота Казахстана позволяет выделить несколько стратиграфических уровней, первично обогащенных этим металлом тем или иным путем. Выделяются шесть возрастных рубежей, где устанавливается или предполагается первичное накопление золота в осадочных или гидротермально-осадочных образованиях: докембрийский, кембрийский, средний – верхний ордовик, силурийский, средний – верхний девон, средне карбонный.

**Золотоносность докембрия.** Докембрийские толщи в Казахстане

встречаются в виде срединных массивов, являющихся фрагментами древней платформенной формы. Выделяются Мугоджарский, Зауральский, Кокшетауский, Улытауский, Атасу-Мойынтинский, Каратауский, Коджотский, Бетпак-Далинский, Жонгарский срединные массивы [3]. Известны месторождения, приуроченные к рифейским толщам либо в экзоконтактах гранитоидов с названными толщами, в Зауральском (Комаровское, Элеваторное, Кутюхинское, Аккаргинская группа), Кокшетауском (Новоднепровское), Улытауском (Сымтас), Каратауском (Кумысты, Шован, Алтынтау и др.), Жонгарском (проявления Текелийское, Бурханское и др.) срединных массивах.

*Месторождения Костанайского Зауралья, приуроченные к рифейским толщам.* В Зауральском мегаантиклинории докембрийские толщи слагают крупные Кусоканский и Троицкий горстантиклинории. В толщах выделяются три свиты, отнесенные к верхнему рифею (снизу вверх): мариновская, городищенская и алексеевская. Мариновская свита картируется к западу от г. Житикары и выполнена толщей кварцитов, парагнейсов и амфиболитов, причем гнейсы и амфиболиты залегают в основном в нижней части разрезов. По всем признакам метаморфическая толща образована за счет переслаивания базальтов и кремнисто-сланцевых пород. Городищенская свита выделяется в виде узких полос в центральной части Джетыгаринского рудного района и представлена в основном порфиритоидами. В составе свиты отмечаются сильно измененные андезитовые порфириты, а также более кислые эффузивы и их туфы различного состава: сланцы, среди которых различаются амфиболовые, карбонат эпидот-хлоритовые, полевошпатактинолитовые и другие разновидности. В целом, судя по продуктам метаморфизма, толщи городищенской свиты могут быть отнесены к вулканогенно-осадочным, где превалирует основной вулканизм [5].

Алексеевская свита согласно залегает на городищенской и представлена мощной толщей смятых слюдисто-кварцевых, филлитовидных сланцев, содержащих углистый материал, кремнистых и углито-кремнистых сланцев с мелкими пластами кварцитовидных песчаников. Рифейский

комплекс пород региона по составу больше всего подходит к древнему континентальному рифтогенезу. По данным О. К. Ксенофонтова и Е. П. Леоновой в указанных породах отмечаются повышенные в несколько раз концентрации золота и сопутствующих элементов (мышьяка, серебра). Анализ результатов поисков по древним толщам показывает, что зеленые сланцы городищенской свиты и черные сланцы алексеевской свиты вдоль отдельных слоев обогащены золотом до 0,01–0,5 г/т. К городищенской свите приурочены месторождения золота Комаровское, Элеваторное, рудные тела которых не проявляют убедительной связи с интрузивными образованиями, имеют субсогласную с вмещающими толщами морфологию. Интрузивный комплекс на месторождениях представлен Комаровской интрузией и серией даек, относящихся к диорит-гранодиоритовой формации верхнепалеозойского возраста. Интрузия представляет собой меридионально вытянутое тело протяженностью 30 км и шириной 1,0–2,5 км. Рудное поле интенсивно насыщено дайками, обладающими согласными с вмещающей толщей простиранием и падением. Маломощные дайки имеют сланцеватую текстуру. Петрографический состав интрузии и даек одинаков. Это, в основном, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты и плагиограниты (И. В. Гачкевич, 2006).

Однако несмотря на то, что рудные тела тяготеют к экзоконтактам даек, последние сами не рудоносны, обогащены магнетитом и титаном. Сама интрузия располагается в стороне от рудного поля.

Учитывая морфологию рудных тел, ореольное накопление золота в древних толщах, можно заключить, что первый этап накопления золота в толщах произошел в обстановке древнего рифтогенеза. Дальнейшие изменения толщ происходили в результате внедрения интрузии, что привело к переотложению золота с образованием кварцевожилых морфогенетических типов.

*Месторождения, приуроченные к докембрийским толщам Кокшетауского поднятия.* Докембрийские толщи в Кокшетауском массиве представлены тремя свитами: уялинской, шарыкской и кокчетавской.

Уялинская свита отнесена к архею и сложена гнейсами, кристаллическими сланцами, амфиболитами и кварцитами. Шарыкская и кокчетавская свиты отнесены к верхнему протерезою–риффею. Шарыкская свита сложена углисто-графитовыми, слюдисто-кварцевыми, углисто-карбонатными сланцами. Толща кокчетавской свиты выполнена кварцитами, серицит-кварцевыми и хлорит-кварцевыми сланцами. Свиты характеризуются повышенными содержаниями золота, мышьяка, свинца (В. А. Бирюлин, 2003).

Интрузивные образования занимают не менее 40 % площади и принадлежат к крыккудукскому интрузивному комплексу.

Наиболее крупный Погашаевский массив, сложенный в основном сиенит-диоритами, занимает юго-восточную часть рудного поля. В центре площади откартирован Новоднепровский интрузивный шток, имеющий дифференцированный состав – от габбро-диоритов до гранитов. Ряд более мелких (сотни метров в плане) уплощенных штоков диоритового состава выявлен в блоке пород шарыкской свиты между вышеназванными массивами.

Широко распространены в рамках рудного поля дайковые фации: аплиты, гранит-порфиры, липариты, диоритовые порфириты, габбро-диориты. Рудные тела месторождения Новоднепровского приурочены к толщам шарыкской и уялинской свит на контакте Новоднепровского интрузивного штока. Выделяются поздние кварцево-жильные руды и ранние прожилково-вкрапленные руды типа минерализованных зон. Рудные тела субсогласны с вмещающими толщами. В минерализованных зонах содержание золота составляет преимущественно – 0,2–2,0 г/т, в жилах достигает 15–20 г/т.

Состав руд месторождения, геолого-структурные особенности локализации рудных зон, характер изменения вмещающих пород свидетельствуют о средне-температурном метаморфогенно-гидротермальном его генезисе. Предполагается, что источником рудного золота были главным образом вмещающие породы, изначально обогащенные благородным металлом.

*Месторождение Каратауского срединного массива.* На Каратауском срединном массиве в

докембрийских карбонатных толщах известны месторождения золота Шован, Алтынтау, Жунус и др. Наиболее характерным является месторождение Шован.

Месторождение находится в восточной части Кумыстинского рудного поля, контролируемого зоной главного Каратауского разлома. Оруденение приурочено к скарнированным известнякам и доломитам бакырлинской свиты, расположено на экзоконтакте гранитоидного массива субщелочного состава (кумыстинский комплекс позднего рифея) [3]. Имеются два морфологических типа руд: внутрипластовые залежи согласного залегания и зоны прожилков кварц-сульфидного состава протяженностью 40–100 м и мощностью 0,5–2,0 м. На поверхности рудные тела представлены бурыми железняками. Рудные минералы – пирит, арсенопирит, пирротин и др. [4]. В связи с интенсивной переработкой вмещающих толщ трудно выделить признаки седиментного рудоотложения, однако наличие согласных с вмещающими толщами рудных тел не исключает последнего. По мнению М. С. Рафаиловича, А. В. Смирнова и др. [6], толщи образовались в условиях внутреннего шельфа окраинного моря, где не редки лагунные условия накопления металлоносных осадков.

**Золотоносность кембрия.** Кембрийские толщи Казахстана представлены глинисто-кремнисто-базальтовым комплексом пород, образованным в условиях океанических рифтов. Золотоносность их менее всего изучена, и значимых объектов в данных толщах золота пока не найдено. Между тем перспективы выявления объектов золота и платиновой группы элементов в этих толщах отмечены многими исследователями [3, 4, 6–8]. Возможны выявления объектов в Шу-Илийской полосе, Жонгарии.

В Шу-Илийском регионе нами в углеродисто-кремнисто-базальтовом формационном типе выделено два золотоносных уровня в районе проявления Сырт Урановый.

Первый уровень установлен в результате переопробования старых скважин, пробуренных на уран. Он приурочен к контакту базальтов и углистых толщ, представлен конгломератами в глинисто-кремнистом цементе. На этом уровне по единичным

пробам выделяются золотоносные интервалы до 5,0 м (рис. 2). Однако золотоносность конгломератов не везде равномерная. В нескольких пробах, отобранных с поверхности по рассматриваемым толщам, значимые результаты не получены. Второй золотоносный уровень, более значимый, представлен горизонтом переслаивающихся интенсивно пиритизированных доломитов и кремнистых сланцев с наложенным прожилковым окварцеванием. Данный горизонт был прослежен на протяжении более 3 км, и практически по всем отобранным пробам содержание золота составило 0,1 – 0,4 г/т. С учетом больших мощностей (до 200 м) и огромных площадей распространения золотоносного уровня перспективы его могут оказаться довольно серьезными, особенно на местах штокверкового типа окварцевания, где, скорее всего, происходит переотложение золота в более локальные структуры. Следует отметить, что вся черносланцевая формация кембрия и в первую очередь ее кремнистые

литофации в регионе обогащены элементами-спутниками золота, мышьяком, сурьмой, серебром в пределах 40 – 100 кларков, что свидетельствует о существовавшем седиментном рудоотложении в рассматриваемых толщах путем гидротермально-осадочного рудогенеза.

Перспективы выявления месторождения золота в кембрийских толщах Жонгарии остаются неясными, несмотря на выявление золота в единичных пробах по Текелийскому району в пределах 0,1–1,0 г/т.

**Золотоносность ордовика.** Большинство Казахстанских месторождений золота приурочено к среднему – верхнему ордовика или локализовано на контактах гранитоидов верхнего ордовика (крыккудукский или степнякский комплекс) с этими толщами. Наиболее типичными объектами, с чертами осадочного рудоотложения на севере страны являются месторождения Бестобе, Райгородок, Степняк, Сувенир, Кварцитовые Горки и др.

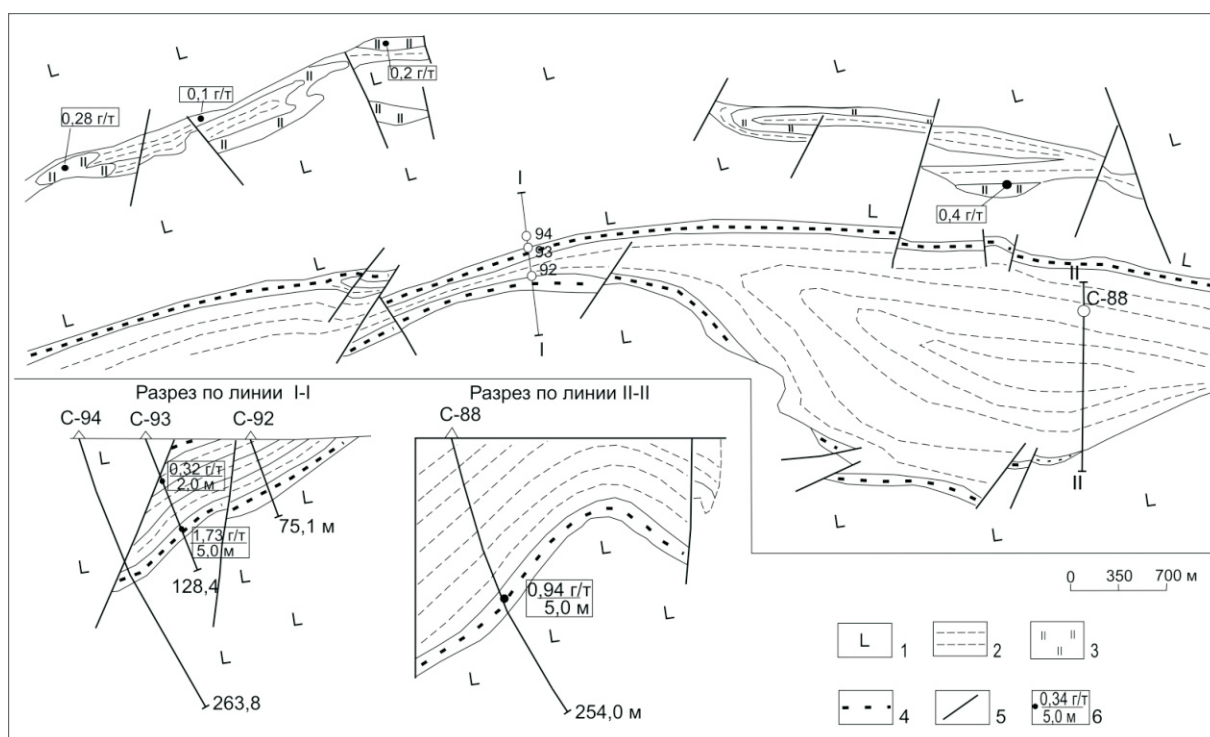


Рис. 2. Схематическая карта и разрезы участка Сырт: 1 – кембрий – базальты; 2 – 4 – кембрий-ордовик: 2 – углистые сланцы, 3 – переслаивание кремней и доломитов, 4 – конгломераты; 5 – разломы; 6 – места отбора проб (в числителе содержание золота, в знаменателе мощность интервала)

минерализованные зоны в осадочных породах. Эти руды отличаются по морфологии, минеральному составу, золотоносности сульфидов, текстурным признакам и т. д. Золотоносные кварцевые жилы и брекчиевый тип оруденения относятся к позднему гидротермально-метасоматическому типу. Золотоносные кварцевые жилы приурочены к гранитоидам (кырыккудукского интрузивного комплекса) и терригенным толщам, контролируются разноориентированными разломами. Золотоносные взрывчатые брекчиевые трубки представляют собой самостоятельный тип оруденения. Тело брекчий тяготеет к диоритам апикальной части апофизы и интрузива. Гидротермальные изменения брекчиевого субстрата выражены в серицитизации и карбонатизации. Сквозные золотоносные кварцевые жилы секут брекчиевое тело. Брекчиевые руды в цементе и кварц-карбонатных прожилках несут пирит-арсенопиритовую минерализацию с примесью сфалерита, блеклой руды, пир-ротина и халькопирита. Золото встречается в виде мельчайших выделений в пирите и арсенопирите. Прожилково-вкрапленный тип золотого оруденения в березитах и зоны золото-сульфидной минерализации локализуются в ритмично переслаивающихся слабоуглистых алевролитах и алевропесчаниках, относятся к ранним, возможно, близингенетическим этапам рудообразования. Сульфиды представлены пиритом и арсенопиритом. Золото в них чаще всего заключено в пирите и арсенопирите. Содержание золота в пирите 0,5–8 г/т, в арсенопирите 0,5–7 г/т.

Рассматриваемая ордовикская толща, скорее всего, сформировалась в задуговом бассейне, между континентом и передовыми энсиматическими островными дугами. В пределах энсиматических островных дуг в это время накапливались дацит-андезит-базальтовые вулканы и вулканомиктовые грубообломочные осадки. Дациит-андезит-базальтовый вулканизм сопровождался медно-колчеданно-золотоносным рудоотложением (месторождения Акбастау, Космурун, Мизек Абыз, Аягузское и др.). Состав руд на этих месторождениях в значительной мере зависит от соотношений пород в толщах: чем больше средних кислых пород, тем выше содержание

цинка и свинца. Мощность рудовмещающих вулканогенно-осадочных толщ достигает 1000 м. Рудные тела обычно пластообразные, переслаиваются дацит-андезит-базальтовым вулканизмом. В задуговом бассейне отлагались прибрежные кварцевые конгломераты и кварцевые песчаники зачастую в результате размыва континента, с одной стороны, и туфогенно-осадочные толщи островодужных образований энсиматического профиля – с другой. К прибрежным конгломератам приурочены рудные тела месторождения Райгородок, а к углистым алевролитам и песчаникам – месторождения бестобинской группы. Большинство месторождений, локализованных в ордовике, тяготеют к контактам интрузивов гранодиорит-гранитного состава позднего ордовика (кырыккудукский комплекс) и девона (кызылжартаасский комплекс). Следует отметить, что тела интрузивов аналогичного состава и возраста за пределами ордовикских толщ, как правило, не рудоносны.

**Силурийский уровень золотонакопления.** В силурийских толщах Казахстана известны месторождения золота в основном в Мугоджарской зоне, в Джетыгаринском рудном районе. Здесь, в зоне Тобольского глубинного разлома в силурийских толщах, осложненных позднепалеозойскими дайками, локализуются месторождения Тохтаровское, Южно-Тохтаровское, Максимовское, рудопроявления Глебовское, Максимовское, Южное, Коломенское. В геологическом строении месторождений участвуют силурийские вулканогенно-осадочные толщи: порфириты, андезит-дациты, графитисто-кремнистые, хлорито-глинистые сланцы, серпентиниты по ультрамафитам, интрузивные тела габбро. Эти породы пронизаны дайками гранит-порфиров. Золото-сульфидное оруденение приурочено к экзо- и эндоконтактам даек гранит-порфиров, а также развито в некотором удалении от них. Рудовмещающие породы – крутопадающие сланцы, серпентиниты, возникшие по ультрамафитовым пластинам, и дайки гранит-порфиров. Сланцы и серпентиниты являются остатками океанической коры в зоне субдукции и повсеместно по региону характеризуются высокими местными



кларками золота. Скорее всего, рудное золото частично заимствовано из вмещающих сланцев и серпентинитов.

Оруденение представлено линейными зонами штокверково-кварцевой и прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации. Кроме того, отмечается позднее кварцево-жильное оруденение кварц-антимонитового и кварц-пиритового состава.

Околорудные изменения на месторождениях проявляются в кислых эффузивах вторичными кварцитами, в серпентинитах лиственитизацией, в гранит-порфирах березитизацией, в кремнистых сланцах окварцеванием и серицитизацией. По вещественному составу руды месторождений относятся к золото-богатосульфидно-кварцевому типу. Количество сульфидов в руде составляет 5–10 %, редко (в лиственитах) достигает 50 %. Основными рудными минералами являются пирит, арсенопирит, реже встречаются пирротин, блеклые руды, антимонит. Рудные минералы образуются в трех последовательных генерациях: пирит-арсенопиритовой, пирит-арсенопирит-пирротиновой с блеклыми рудами и единичными зернами антимонита, антимонитовой. В зависимости от состава рудовмещающих пород выделяется несколько типов оруденения. В дайках гранит-порфиров оруденение представлено линейными зонами интенсивного прожилково-вого окварцевания и прожилково-кварцевой сульфидизацией. Содержание золота в них варьирует от 5 до 18,8 г/т. В углисто-кремнистых сланцах рудные тела представлены зонами брекчирования с прожилковым окварцеванием и сульфидизацией. Содержание золота 7 – 8 г/т. В серпентинитах рудоносны тела окварцованных и сульфидизированных лиственитов. В отличие от других руд в сульфидизированных лиственитах кроме пирита и арсенопирита отмечаются пирротин и антимонит. Сульфидизация в них иногда достигает 50 %, в целом не превышает 5 – 10 %. Содержание золота в окварцованных лиственитах варьирует от 0,8 до 4,9 г/т. В сульфидизированных лиственитах золото составляет в среднем 2,8 г/т.

В лиственитах встречаются поздние кварц-антимонитовые жилы с содержанием золота от 0,6 до 8,62 г/т, содержание сурьмы в них 0,4

–4,35 %.

#### **Девонский уровень золотоаккумуляции.**

В верхнедевонских толщах Казахстана известно Агжар-Карамурунское золото-рудное поле, включающее месторождения Центральный Карамурун, Южный Карамурун, Промежуточный Карамурун, Аммонитное, Альхианит, Карасакал. Все эти месторождения приурочены к единому стратиграфическому уровню –карбонатно-терригенным породам верхней пачки верхней подсвиты карамурунской свиты франкского возраста. Золотое оруденение большинства месторождений тяготеет к пачке мощностью 80–100 м, представленной известняками, глинистыми известняками, карбонат-содержащими алевролитами с прослоями аргиллитов, алевролитов и песчаников, а также осадочных брекчий. Отложения, содержащие карбонат, составляют примерно половину объема рудной пачки. Для рудной пачки характерна исходно повышенная углеродистость. Рудные тела месторождений и рудопроявлений приурочены к участкам метасоматически измененных пород в рудной пачке. Метасоматические изменения пород проявлены в нескольких этапах. На первом этапе произошли альбитизация, серицитизация, декарбонатизация и рассеянная пиритизация. На следующих этапах проявились изменения в виде каолинизации, окварцевания, интенсивной пиритизации, а также карбонатизации всего разреза рудной пачки. Состав метасоматитов контролируется составом вмещающих пород и указывает на метаморфогенно-гидротермальный характер оруденения. В толщах девона прогнозируется карлинский тип месторождения золота, имеющий, как правило, крупные стратиформные рудные тела (Б. Б. Конуркулжаев, Ж. У. Аханов и др., 2004).

Следует отметить, что в девоне отмечаются также толщи аномально золотоносных конгломератов в районе Агадыря (по устной информации Е. А. Альперовича-Ландо).

**Среднекарбонный уровень золотоаккумуляции.** В средне-каменноугольных толщах локализованы крупные месторождения северо-востока Казахстана – Бакырчик, Суздальское, Большевик, Акжал и

др. Изучение распределения золота в черносланцевых толщах [2] показало, что кларки золота в них не превышают 3–4 мг на 1 т породы. Содержания золота в интрузивах, секущих данные породы, с которыми традиционно связано оруденение, низкие. Высокие кларки золота появляются там, где осадочные породы насыщены сингенетичным пиритом и арсенопиритом, что свидетельствует о накоплении золота в сульфидах при седиментогенезе.

Месторождение Бакырчик, крупнейшее в Казахстане, приурочено к буконьской свите среднекаменноугольного возраста, представленной углеродсодержащими сланцами, аргиллитами, алевролитами и песчаниками в тонкоритмичном переслаивании. Породы интенсивно рассланцованы, содержат углеродистое вещество и сульфиды (до 5–10 %). Наиболее насыщены золотоносными сульфидами (пиритом и арсенопиритом) алевролиты с содержанием углеродистого вещества 0,2–0,4 % при наличии карбонатного материала [3].

Рудные тела представлены системой кулисообразных минерализованных зон значительной мощности (до 20 м) и протяженности (до 500 м), прослеженных на глубину более 1200 м; руды полосчатого и массивно-вкрапленного сложения. Околорудные изменения представлены серицитизацией, карбонатизацией и альбитизацией, по зонам нарушения развивается графитизация.

Минеральный состав руд – пирит, арсенопирит, антимонит, золото, марказит, халькопирит, пирротин, блеклые руды (теннантит и тетраэдрит), галенит, сфалерит, киноварь, самородное серебро, кварц.

По данным работ [3, 4, 6] пирит и арсенопирит представлены тремя разновидностями. Золотоносными являются пирит пентагондодекаэдрического габитуса и игольчатый арсенопирит. В сульфидах золото присутствует в виде тончайших зерен, в микроскопической и субмикроскопической формах. Содержание золота в пирите достигает 60 г/т, в арсенопирите – 100–150 г/т и более. Золото представлено тремя разновидностями: тонкодисперсное в ранних сульфидах – пирите и арсенопирите (основная

масса), более крупное (десятые доли миллиметра) по микротрещинам в пирите и арсенопирите в ассоциации с галенитом, сфалеритом, халькопиритом, кварцем и карбонатами; в виде включений в кварцсерицит-карбонатных оторочках вокруг сульфидов, в ассоциации с анти-монитом. Текстуры руд разнообразные – вкрапленная, пятнистая, полосчатая, реже брекчиевая и прожилковая. Выделяются несколько стадий рудообразования: ранняя – колчеданная ( п и р и т - а р с е н о п и р и т о в а я ), средняя–полиметаллическая, поздняя–кварц-карбонат-антимонитовая. Главная золотоносность связана с ранней стадией. Кварц в зонах дробления и окварцевания, развитых по безрудным породам, не содержит золота. Отмечается высокая положительная корреляция золота с мышьяком и общей сульфидной серой. Прямая связь с углеродом установлена только в интервале содержаний 0,2–1,5 %. Отмечается положительная связь золота с бором, стронцием и фосфором, являющимися индикаторами осадочного литогенеза. Руды месторождения характеризуются высокой концентрацией золота, серебра, свинца, цинка, меди, кобальта, никеля, молибдена, мышьяка, фосфора, бора, стронция. Содержание мышьяка в рудах 0,3–1,5 %. Оруденение имеет сложную полигенную природу с многократным преобразованием сингенетического седиментогенного золотоносного материала в приразломной зоне вследствие дислокационно-термального метаморфизма в другие морфогенетические типы; относится к типу минерализованных зон золото-сульфидного типа. Руды месторождения трудно-обогащаемые, относятся к упорным, как большинство стратифицированных месторождений, приуроченных к углеродистым толщам.

В Жонгарии, в верхнепалеозойских толщах ярко выраженного осадочного происхождения, золото зафиксировано в саркандской свите Салькинбельской металлогенической зоны, где оно концентрируется в пиритоносных кремнистых, содержащих туфогенный материал, горизонтах. Содержание золота в пиритоносных кремнях достигает 0,3–0,5 г/т., в единичных пробах – 5 г/т и более. В пределах Кийрыккольской

площади, где картированы рассматриваемые толщи, выделяются 10 пиритовых горизонтов мощностью 5–10 м, иногда до 70 м, протяженностью 1,0–1,4 км. Генетически золото связано с сульфидами, что доказано путем отбора протолочных проб из пиритов. Рвущие эти толщи дайки также золотоносные, содержание золота в них в отдельных пробах составляет 5 г/т (Г. Н. Барчана, 1978). В целом картина золотоносности девон-карбонных толщ Северной Жонгарии вырисовывается довольно однозначной: кремнистые, серые, слабоуглистые горизонты саркандской свиты, насыщенной мелкозернистым пиритом, аномально золотоносны. Судя по корреляции кобальта, никеля, сульфидной серы и золота, можно предположить накопление всего золота либо в пирите, либо в арсенопирите. Золотые проявления Госфорд, Кызыл, Кызылагаш приурочены к этим толщам, где они перемяты, осложнены интрузиями и подверглись динамотермальному метаморфизму с переотложением золота в кварцево-жильные и прожилковые формы.

Изучение закономерности распределения золота в осадочных и осадочно-гидротермальных толщах Казахстана позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Осадочное, гидротермально-осадочное золотонакопление наиболее ярко выражено в ордовике (Кокшетауское поднятие), верхнем девоне (Карамурунское рудное поле) и

среднем карбоне (Шынгысская зона).

2. Наиболее малоизучен кембрийский стратоуровень, где, по мнению автора, могут быть выявлены месторождения черносланцевого типа и метаморфизованных древних россыпей в конгломератах. Особенно перспективен Шу-Илийский регион, где имеются локальные стратоуровни, обогащенные золотом.

3. Наблюдается следующая закономерность: гидротермально-осадочное накопление золота ассоциирует с углеродом и сульфидами, чаще всего золото при осадочном и гидротермально-осадочном рудогенезе находится в сульфидах и руды по обогатимости относятся к типу упорных.

4. Большая доля оставшихся запасов и ресурсов золота Казахстана относится к типу черносланцевых, имеющих чаще всего близосадочную природу золотонакопления, впоследствии преобразованную в другие морфогенетические типы.

5. Предполагается развитие некоторых гидротермальных и магматогенно-гидротермальных месторождений на базе древних метаморфизованных россыпей.

6. Золотоносность конгломератов территории Казахстана мало исследована, дальнейшее изучение вопроса может способствовать выявлению месторождений типа древних метаморфизованных россыпей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кренделев Ф. П. Металлоносные конгломераты мира. Новосибирск: Наука, 1974. 237 с.
2. Коробейников А. Ф. Комплексные месторождения благородных и редких металлов: справочное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 327 с.
3. Даукеев С. Ж., Ужкенов Б. С., Абдулин А. А., Мирошниченко Л. А. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Алматы, 2002. Т. 2. Металлогения.
4. Месторождения золота Казахстана: Справочник /Под ред. А. А. Абдулина, Х. А. Беспяева и др. Алматы, 1997. С. 164.
5. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Полезные ископаемые Джетыгаринского рудного района (Костанайское Зауралье). Алматы: Алем, 2002. 244 с.
6. Рафаилович М. С., Смирнов А. В., Федоренко О. А., Краснобородкин В. К., Подковырин Г. В. Новая геодинамическая и формационная систематика золотых и золотосодержащих месторождений Казахстана // Геология и охрана недр. 1/2005. №1. С. 32-39.
7. Джафаров Ф. Н. Закономерности размещения и перспективы золоторудной минерализации северной части Шу-Илийского пояса // Горно-геол. журнал. 2005. №2. С. 6-12.
8. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Золоторудные месторождения основных палеогеодинамических обстановок Казахстана // Горно-геол. журнал. 2004. №2. С. 6.



## РОССЫПНОЕ ЗОЛОТО В ДОЛИНЕ Р. АКСТАФАЧАЙ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

**Ф. Ф. АБДУЛЛАЕВ,**  
инженер-геолог  
г. Баку, Республика Азербайджан

Акстафачай қзеннік алапта алтынның қлестірілуі жкне геолог - геоморфологиялық қкрылысы келтірілген.

Приведено геолого-геоморфологическое строение и распределение золота в долине р. Акстафачай.

In article it is given geologo-the geomorphological characteristic of pool of the river of Akstafachay and dews gold plaser adjournment of the bottom current.

Бассейн р. Акстафачай занимает северо-западную часть Малого Кавказа и охватывает часть территории Армении и Азербайджана, где общая водосборная площадь ее равна 2586 кв. км, а общая длина самой реки составляет 133 км со средним продольным уклоном 21 ‰.

В Азербайджане бассейн этой реки с притоками Джокас, Дагкесаман и другими более мелкими имеет водосборную площадь

130 км<sup>2</sup> при длине 26 000 м с продольным уклоном около 10 ‰.

На территории Азербайджана в геологическом строении азербайджанской части бассейна р. Акстафачай участвуют четвертичные, палеогеновые и меловые отложения (рис. 1).

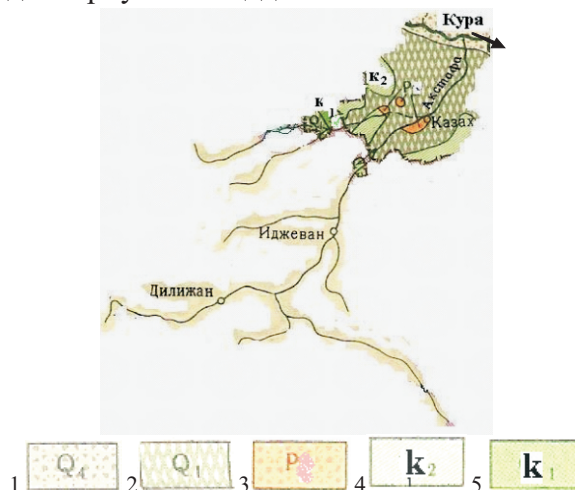


Рис. 1. Геологическая карта бассейна р. Акстафачай: 1— современные отложения, аллювиальные средне-мелковалунные галечники; 2 – нижнечетвертичные отложения, пролювиально-делювиально-элювиальные валуны, галечники, гравийники, супеси и суглинки; 3 – палеоген, терригенно-карбонатные и осадочные породы; 4 – верхний мел, карбонатные, терригенные, вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы; 5 – нижний мел, терригенные, карбонатные вулканогенно-осадочные и туфогенные породы

Меловые отложения выполнены субвулканитами базальтов, риолитов, риолит-дацитов и известняками, песчаниками, глинистыми туфами, туффитами, потоками риолитов, риолит-дацитов, а также гравелитистыми, песчанистыми, глинистыми известняками.

Палеоген также представлен известняками, туфами и туффитами пород различного состава и они главным образом распространены в районе г. Казаха.

Континентальные отложения четвертичного периода слагают правобережные равнины р. Куры, предгорные наклонные равнины и склоны хребтов, а также они заполняют котловины и эрозионные понижения. В генетическом отношении эти породы подразделяются на элювиальные, элювиально-делювиальные, делювиально-пролювиальные, аллювиально-пролювиальные и аллювиальные.

Элювиальные, элювиально-делювиальные отложения представлены лёссовидными суглинками и суглинками, которые развиты в пределах внутригорных котловин и на пологих склонах хребтов.

Делювиально-пролювиальные суглинки, супеси и гравий слагают в основном, предгорные наклонные равнины.

Аллювиально-пролювиальные отложения, состоящие из суглинков, супесей и галечников, заполняют долины рек и слагают поверхности равнины Куринской депрессии. Аллювиальные валунники, валунно-галечники, галечники, гравий, пески и суглинки выполняют террасы и современные русла рек [1].

С точки зрения тектонической позиции северо-восточная часть бассейна р. Акстафачай приурочена к Казахскому прогибу. Этот прогиб, располагаясь между Алавердским и Шамкирским антиклинориями северо-западного простирания, ориентирован в северо-восточном направлении и рассматривается как наложенный на юрский субстрат синклинорий, в заложении и развитии которого большое значение имела зона поперечных разломов. Казахский синклинорий, подчиняясь складчатости соответствующих антиклинориев, в поперечном

сечении обнаруживает резкую асимметрию, выраженную крутым залеганием восточного и относительно пологим залеганием западного крыла [2].

Магматизм в этом регионе объединяет разнообразные типы пород эффузивной, субвулканической и жерловой фаций, в составе которых участвуют потоки, покровы лав и пластовые залежи, дайки, вулканические купола, различные вулканокластические породы.

В отношении рудоносности бассейн р. Акстафачай характеризуется наличием множества рудных месторождений, рудопроявлений золотой минерализации, связанных с меловыми вулканогенно-осадочными отложениями, интрузивными и субвулканическими образованиями. Месторождения и рудопроявления связаны с зонами гидротермально-измененных пород, в которых основными структурными элементами, определяющими закономерности размещения оруденения, являются разномасштабные разрывные нарушения, которые, в свою очередь, питают рыхлые речные образования россыпного золота. К таким месторождениям относятся Дагкесаманское золото-полиметаллическое и др.

Впервые наличие знакового россыпного золота в долине р. Акстафачай в районе Казаха было констатировано в 1799 г. А. А. Мусиным-Пушкиным. В дальнейшем на присутствие знаков золота в речных отложениях р. Акстафачай, особенно в ее нижнем течении, указывали Эйхвальд в 1802 г., Логинов в 1806–1807 гг. и Карпинский в 1920 г.

Позже россыпная золотоносность аллювиальных отложений этой реки изучалась Ржевским, Бежанашвили в 1934 г., М. М. Алиевым и Р. Г. Султановым в 1935 г., Д. Д. Нагиевым в 1967 г., а в последующем автором этой статьи.

Все упомянутые поисковые работы проводились с отбором шлиховых и единичных бороздовых проб из единичных наземных горных выработок. В результате, несмотря на это, все геологи предлагали проведение более детальных геологоразведочных работ с изучением глубоких горизонтов.

Россыпной золотоносный участок Акстафачай находится в нижнем течении одноименной реки, где дно долины имеет ящикообразную форму, малый продольный наклон и широкую пойму с многочисленными старицами (рис. 2). Ширина

250 до 550 м. Здесь развиты аллювиальные отложения, представленные средне-мелковалунно-галечниками, крупно-среднеобломочными галечниками с песчано-гравийно-суглинистым заполнителем, окатанность которых соответствует II–IV классам. Сортировка их плохая.

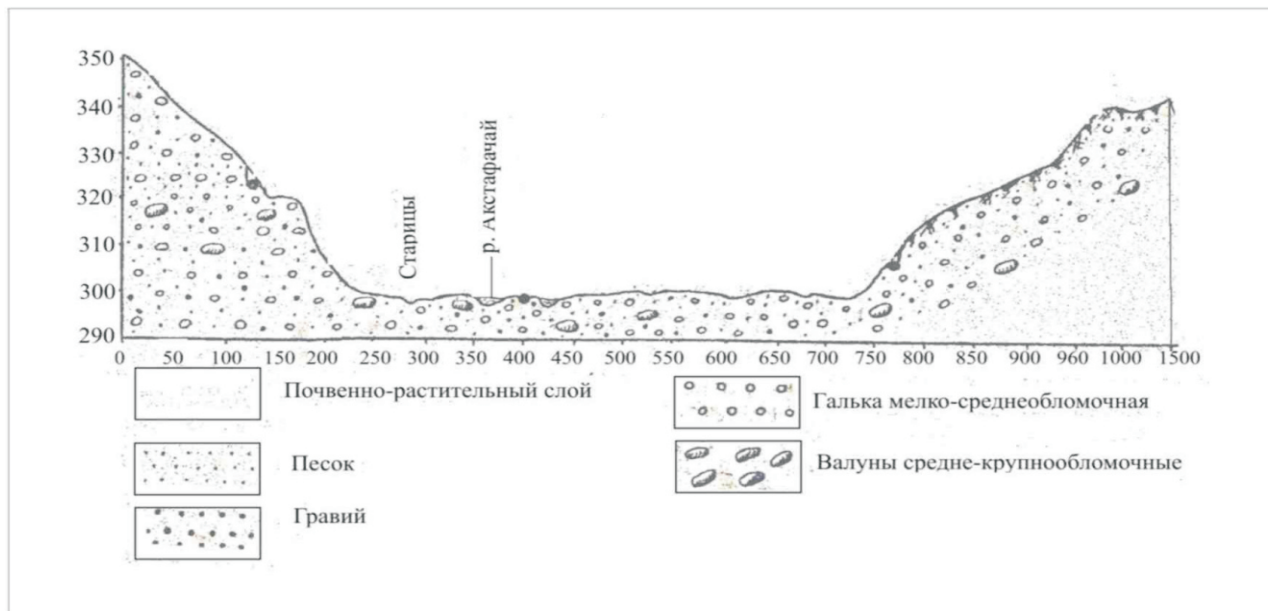


Рис. 2. Поперечный разрез долины р. Акстафачай

Начиная от Акстафинского водохранилища в северо-восточном направлении с дифференциацией обломков наблюдается серия аккумулятивных террас с высотой 2,5–9 м и т. д. [3]. Эти террасовые уровни в районе водохранилища имеют следующий литологический разрез и золотоносность:

Почвенно-растительный слой с лёссовидными отложениями суглинков, редкие включения галечника и гравия ..... 0,0–1,3 м.

Прослой мелкозернистого песка серого цвета ..... 1,3–1,5 м.

Галечники с редкими валунами. Заполнитель гравийно-среднезернисто-песчаный. Наблюдаются знаки золота..... 1,5–2,8 м.

Средне-мелковалунник. Размер валунов до 0,3 м, количество до 50 %. Ориентировка обломков не отмечается. Сортировка плохая. Заполнитель песчанисто-гравийный. Цвет желтовато-бурый. Редкие мелкие знаки золота..... 2,8–5,0 м.

Плотик не вскрыт.

Следует отметить, что из-за большой мощности рыхлых образований (10 м и более) на протяжении долины плотик не был вскрыт, поэтому глубокие горизонты рыхлых отложений оставались и до сих пор остаются неизученными.

В средней части нижнего течения долины разрез рыхлых образований и их золотоносность следующие:

Мелкозернистый песок серого цвета. Редкие мелкие знаки золота ..... 0,0–0,3 м.

Валунно-галечник с валунистостью до 30–40 %. Размеры валунов достигают 0,3–0,4 м. Ориентировка обломков не наблюдается. Линзовидные скопления мелкозернистого песка. Заполнитель песчано-гравийный. Цвет серый.

Золотоносен..... 1,0–2,0 м.

Галечники с редкими мелко-средне-размерными валунами. Заполнитель песчано-гравийный с линзовидными скоплениями ..... 2,0–4,3 м.

Плотик не вскрыт

В нижнем течении реки (район слияния рек Акстафачай и Куры) распространены средне-мелкообломочные галечники с присутствием в них редких мелких золотинок.

В Акстафачайской россыпи преобладают пластинчатые и комковидные золотины, очень редки проволочковидные образования. Окатанность золотинок средняя, и, как правило, мелкие золотины меньше окатаны, чем большие. Цвет золота желтый, соломенно-желтый.

По результатам исследовательских работ в долине р. Акстафачай более 50 % отобранных проб имеют знаки золота в количественном отношении от 1 до 5–8 зерен с содержаниями от 20 мг/м<sup>3</sup> до первых сотен. Золото в основном мелкое (0,25–1,0 мм), редко встречаются знаки размерами до 2 мм в поперечнике в виде пластинок [3].

Таким образом, долина р. Акстафачай на протяжении 26 000 м заражена россыпным золотом при средней ширине 250 м. При этом максимальное содержание фиксируется в верхней части долины, в районе с. Мусакей.

Данные о строении долины, характере и распределении в ней золота позволяют выделить следующие особенности формирования россыпи:

1) строение долины р. Акстафачай определяется положением ее участков в различных морфоструктурах, а главное, расположением ее нижней части в пределах Казахского прогиба, которая, в свою очередь, заполнена валунно-галечниковыми отложениями аллювиального генезиса четвертичного периода;

2) основной процесс концентрации золота связан с эрозионной деятельностью водотока, выразившейся в создании корытообразных форм в долине;

3) наибольшие концентрации металла приурочены к предгорной части, где происходило расширение и уменьшение уклонов долины.

Данные о россыпной золотоносности, т. е. о наличии ореолов знакового золота, огромный запас валунно-галечников, а также неизученные глубокие горизонты (где возможны более высокие содержания по закономерности распределения гравитационного золота) [5] и, наконец, благоприятные горно-технические условия дают возможность отнести верхнюю часть долины (отрезок плотина–железная дорога) к участку, представляющему интерес с точки зрения определения его промышленного значения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Али-заде С. А., Байрамов А. А., Мамедов А. В., Ширинов Н. Ш. Геология четвертичных отложений Азербайджана: Объяснительная записка к карте четвертичных отложений Азербайджана м-ба 1:500 000. Баку: Элм, 1978.
2. Шихалибейли Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа (в пределах Азербайджана). Баку, 1966.
3. Антонов Б. А. Геоморфология и вопросы новейшей тектоники юго-восточной части Малого Кавказа. Баку: Элм, 1987.
4. Баба-Заде В. М., Заманов Ю. Д., Насибов Т. Н. и др. Золотоносные россыпи Азербайджана. Баку: Нафта-пресс, 2001. 56 с.
5. Геологические критерии поисков россыпей. М.: Недра, 1981.



## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И БИЗНЕСА ДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ УЗБЕКИСТАНА

**Ф. С. ГАНИЕВА,**

*к. эк. н., доцент*

*г. Самарканд, Республика Узбекистан*

Кен орындарынык жкне кен кндіру кнеркксіптіктердік қорларынык қкн бақасынык ерекшеліктері келтірілген.

Рассмотрены особенности оценки стоимости промышленных запасов месторождений и горно-добывающих предприятий.

Features of estimated value of mineable reserves of deposits and mining enterprises are represented.

В условиях рыночной экономики все чаще возникают вопросы оценки стоимости месторождений и бизнеса добывающих предприятий. Иногда при определении стоимости бизнеса предприятия оценщики сталкиваются с пожеланиями заказчика рассчитать стоимость запасов полезных ископаемых, которые разведаны на территории предприятия. Геолого-экономическая и стоимостная оценки месторождений полезных ископаемых и участков недр являются государственной собственностью Узбекистана. Для частных инвесторов интерес представляет не оценка месторождений ископаемых, являющихся собственностью государства, а оценка стоимости права их использования, установленного в лицензии, и оценка стоимости бизнеса. И то, и другое является собственностью предприятия [1].

Стоимость промышленных запасов горно-добывающих предприятий рекомендуется оценивать по формулам для углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых, позволяющим рассчитать среднегодовую чистую прибыль как разницу между валовой выручкой от продажи продукции и издержками на ее производство. Для действующих предприятий предлагается

капитализировать чистую прибыль по ставке дисконта на остаточный срок службы добывающего предприятия на дату проведения оценки. Значение коэффициента капитализации при оценке месторождений полезных ископаемых следует принимать:

для месторождений благородных металлов и алмазов, месторождений углеводородного сырья – 0,11;

для других полезных ископаемых – 0,13 [2].

Применение таких коэффициентов капитализации ведет к определенному завышению стоимости запасов для проектируемых добывающих предприятий. Оценочная практика показывает, что для горно-добывающих предприятий трудно получить ставки дисконта меньше 15 %, поскольку только безрисковая ставка с достаточно большими сроками погашения составляет в настоящее время около 7–8 % в год.

При определении стоимости бизнеса добывающих предприятий Узбекистана в зависимости от целей оценивается либо имущественный комплекс, либо бизнес предприятия. В состав предприятия как имущественного комплекса входят все виды имущества, включая земельные участки,



здания, сооружения, оборудование, инвентарь, сырье, продукцию, долги, а также нематериальные активы. Иными словами, рыночная стоимость имущественного комплекса может быть представлена в виде суммы рыночных стоимостей внеоборотных и оборотных активов предприятия.

Применительно к горно-добывающим предприятиям при расчете арендной ставки на землю должны быть учтены следующие укрупненные специфические затраты:

разработка проекта (например, карьера);

присвоение земельному участку кадастрового номера;

оценка воздействия карьера на окружающую среду;

экспертиза проектов.

При расчете рыночной стоимости машин и оборудования имеются некоторые особенности. Горно-добывающее оборудование весьма специфично и имеет узкий список заводов-изготовителей, как отечественных, так и зарубежных. Полная восстановительная стоимость оборудования может быть определена или как стоимость восстановления, или как стоимость замещения. Полную восстановительную стоимость рассчитывают по формуле:

$$C_n = \frac{\sum_{x=1}^N C_x}{N},$$

где  $C_x$  – рыночная цена нового полного аналога оборудования на дату оценки во взятой выборке по различным источникам;  $N$  – объем выборки.

Расчет бизнеса горно-добывающих предприятий доходным подходом во многих случаях ведется в рамках модели денежного потока для собственного капитала, когда из балансовой прибыли вычитается налог на прибыль; добавляются амортизационные отчисления и увеличение долгосрочной кредиторской задолженности; вычитаются проценты по долгосрочным кредиторским обязательствам, капитальные вложения и прирост собственного оборотного капитала.

Одной из главных особенностей горно-добывающего предприятия является конечный срок его работы, до полной отработки месторождения. Конечный срок экономической жизни тесно связан с объемом запасов месторождения и технологией добычи полезных ископаемых. Чем меньше запасы и чем более прогрессивна технология добычи, тем короче срок жизни месторождения. Когда конечный срок экономической жизни равен сроку действия лицензии на право пользования недрами, стоимость запасов месторождения становится численно равной стоимости

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мехлен Е. С., Медведева О. Е. Оценка стоимости месторождений полезных ископаемых // Вопросы оценки. 2003. №1.
2. Шерстюков Н. Г. О некоторых особенностях определения стоимости бизнеса добывающих предприятий // Вопросы оценки. 2006. №2.



## ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ, РАННЕПАЛЕОГЕНОВЫХ (ДАТСКИХ) И СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ

**А. М. МАМЕДАЛИЗАДЕ,**

*к. г.-м. н.,*

*ведущий научный сотрудник*

*Института геологии НАН*

*Азербайджана*

*г. Баку, Республика Азербайджан*

Кавказ, Мангыстау және Түркіменстан кеш борды және ерте палеогендік (даниялық) текіз кірпілерінің химия қарапайым құрамы талқыланды. Салыстырулар үшін Сахалин шықанақтан, Охотское текізіден, қнді және Тынық мұхиттерден қазіргі текіз кірпілерінің химиялық қарапайым құрамы талқыланды. Математикалық қкдеу қолданған: (C) орташа шоқырландырулар, (C<sub>с</sub>) орташа квадраттық ауытқу және (C<sub>v</sub>) вариациялық коэффициенттері есептеп шықарылған.

Исследован химический элементарный состав позднемиловых и раннепалеогеновых (датских) морских ежей Кавказа, Мангыстау и Туркменистана. Для сравнения изучен также химический элементарный состав современных морских ежей из Сахалинского залива, Охотского моря, Индийского и Тихого океанов. Применена математическая обработка: подсчитаны средние концентрации (C), среднеквадратичные отклонения (C<sub>с</sub>) и коэффициенты вариации (C<sub>v</sub>).

Chemical elementary composition of Late Cretaceous and Early Paleogene (Danian) echinoids of Caucasus, Mangystau, Turkmenistan have been studied. Chemical elementary composition of the modern Echinoids from Sakhalin bay, Okhotsk Sea, Japan Sea, Indian and Pacific Oceans have also been studied for comparison. There has been used mathematic treatment: mean concentrations (C), mean square deviations (C<sub>с</sub>) and variation coefficients (C<sub>v</sub>) have been calculated.

Изучение химического элементарного состава ископаемых морских беспозвоночных предусматривает выяснение минералогических, геохимических и микроструктурных особенностей их раковин, в результате которых оценивается характер сохранности прижизненного состава.

Скелеты древних беспозвоночных организмов в первую очередь должны отражать химический состав, с которым мы встречаемся при их жизни. Прижизненный химический и минералогический состав организмов в целом определяется метаболическими процессами, непосредственно влияющими на состав скелетных карбонатов, и может измениться также с влиянием физико-химических параметров среды обитания. Однако после смерти

организмов их скелетные остатки, вступая в общий ход диагенетических преобразований, нередко обладают способностью образовывать более высокие или низкие, не присущие им количества тех или иных химических элементов.

Для восстановления палеоэкологии и физико-географических условий существования древних морских организмов необходимо провести аналогию с ныне живущими их представителями. Одним из достоверных критериев восстановления физико-географической и палеоэкологической обстановки морских бассейнов геологического прошлого является химический состав скелетных остатков ископаемых. Надежность использования данных химического элементарного состава

ископаемых организмов может быть в значительной степени обоснована результатом их сравнительного анализа с таковыми современных их представителей.

Исследовались панцири морских ежей из верхнемеловых и нижнепалеогеновых (датских) отложений Кавказа, Мангистау и Туркменистана. Для сравнения был использован материал по современным морским ежам из Сахалинского залива, Охотского и Японского морей, Индийского и Тихого океанов, любезно предоставленный нам профессором Е. В. Красновым (Институт биологии морей ДВНЦ РАН) и доктором геолого-минералогических наук Р. Г. Бабаевым (Институт геологии НАН Азербайджана). Было изучено и проанализировано около 900 экземпляров панцирей ископаемых и 50 экземпляров современных морских ежей. Исследованы скелетные части 54 видов (50 ископаемых, 4 современных) из 5 отрядов (*Echinoneoidea*, *Diadematoidea*, *Holasteroidea*, *Cassiduloidea*, *Spatangoida*, *Clypeasteroidea*).

Для определения степени сохранности и пригодности панцирей позднемеловых и раннепалеогеновых (датских) морских ежей были изучены многочисленные образцы фауны (современные и позднемеловые) и вмещающих пород разных возрастов. Образцы фауны и пород подверглись рентгенографическим исследованиям в Институте геологии НАН Азербайджана и количественно-спектральным анализам в НИЛ «Зарубежгеология» (г. Москва). Изучались следующие составляющие основу раковин химические элементы: Mg, Sr, Mn, Ti, Fe, Al, Si, Cu, Pb, Ni и Ga.

Литературные данные о химическом составе панцирей древних морских ежей малочисленны [1–5]. Сравнительно больше сведений имеется лишь о химическом и минеральном составе панцирей их современных представителей. Причем многие из этих работ [6–12 и др.] посвящены особенностям распределения Sr и Mg в скелетах.

А. П. Виноградов [7] приводит данные Valentin and Brunner, которые впервые попытались определить химический состав скелетов современных иглокожих. По их

данным амбулакральные пластинки, панцирь и иглы морских ежей содержат около 1,0 %  $MgCO_3$ . Там же А. П. Виноградов приводит данные Schmelck, Salkover, Clarce and Wheeler, Я. В. Самойлова и К. Ф. Терентьевой. Согласно их исследованиям в скелетах современных морских ежей содержится значительное количество  $MgCO_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  и  $SiO_2$ , а по Dubois, Delezenne, Phillips и Severy – Cu в количестве от 0,000168 до 0,0045 %.

В той же работе А. П. Виноградова [7] имеются данные о содержании Sr в панцирях современного вида *Strongylocentrotus drobachensis* Müll от 1,05 до 0,15 % зольного остатка.

Н. Kamiya and I. Kobayashi [1] определили в образцах плейстоценовых морских ежей *Echinarachnius parma* MgO (от 0,61 до 4,71 %). По их данным в панцирях этого вида присутствует также Fe в количестве от 0,28 до 6,88 % в форме  $Fe_2O_3$ .

О. Pilkey and J. Hover [8] выявили в скелетах современных морских ежей от 6,4 до 12 %  $MgCO_3$  и от 2,76 до 3,66 %  $SrCO_3$ , а J.N. Weber [10] – от 5,5 до 17,1 %  $MgCO_3$ .

R.W. Macqueen и др. [11] в пластинках вершинного щитка панциря современного морского ежа *Peronella lesueurii* Agass установили  $MgCO_3$  в количестве 13,6 %.

В работе К. Е. Chave [13] приведены результаты рентгенографических анализов скелетных частей современных морских ежей, согласно которым в панцирях содержится Mg в форме  $MgCO_3$  в количестве 4,5–15,9 %, а в иглах – 6,2–10,2 %.

Нами определено, что в панцирях позднемеловых и раннепалеогеновых (датских) морских ежей Кавказа, Мангистау и Туркменистана всегда содержатся такие элементы, как Mg, Sr, Mn, Ti, Fe, Al, Si и Cu.

Магний всегда содержится в панцирях позднемеловых и раннепалеогеновых (датских) морских ежей. Его концентрация изменяется от 0,1 до 0,6 %. В панцирях современных морских ежей элемент магний колеблется от 1,5 до 2,5 %. Содержание Mg в образцах панцирей современных морских ежей всегда превышает таковое в древних (табл. 1, 2).

Таблица 1. Содержание химических элементов в панцирях современных морских ежей (по данным количественного спектрального анализа, %)

| № п/п | Вид и место отбора                                            | Mg  | Sr   | Mn     | Ti     | Fe    | Al    | Si    | Cu     |
|-------|---------------------------------------------------------------|-----|------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 1     | <i>Strongylocentrotus intermedius</i> Agass., Японское море   | 2,1 | 0,27 | 0,0005 | 0,0006 | 0,002 | 0,001 | 0,002 | 0,0001 |
| 2     | - « -                                                         | 1,3 | 0,18 | 0,0006 | 0,0001 | 0,001 | 0,005 | 0,005 | 0,0002 |
| 3     | - « -                                                         | 1,7 | 0,21 | 0,0005 | 0,0002 | 0,002 | 0,004 | 0,003 | 0,0003 |
| 4     | - « -                                                         | 1,5 | 0,23 | 0,0004 | 0,0003 | 0,001 | 0,006 | 0,004 | 0,0005 |
| 5     | - « -                                                         | 2,0 | 0,24 | 0,0005 | н.о    | 0,003 | 0,004 | 0,006 | н.о    |
| 6     | <i>Echinarachnius parma</i> Linn, Сахалинский залив           | 1,7 | 0,23 | 0,0003 | 0,0004 | 0,001 | 0,005 | 0,004 | 0,0001 |
| 7     | - « -                                                         | 1,6 | 0,22 | 0,0005 | 0,0005 | 0,001 | 0,004 | 0,002 | 0,0005 |
| 8     | - « -                                                         | 1,1 | 0,26 | 0,0007 | 0,0004 | 0,002 | 0,002 | 0,005 | 0,0007 |
| 9     | - « -                                                         | 1,9 | 0,24 | 0,0002 | 0,0003 | 0,001 | 0,003 | 0,004 | 0,0001 |
| 10    | - « -                                                         | 1,6 | 0,17 | 0,0005 | 0,0002 | 0,001 | 0,005 | 0,005 | 0,0004 |
| 11    | - « -                                                         | 1,7 | 0,23 | 0,0005 | 0,0003 | 0,004 | 0,004 | 0,001 | 0,0003 |
| 12    | - « -                                                         | 1,3 | 0,19 | 0,0007 | 0,0004 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,0003 |
| 13    | - « -                                                         | 1,4 | 0,22 | 0,0003 | 0,0001 | 0,001 | 0,001 | 0,006 | 0,0002 |
| 14    | <i>Echinarachnius parma</i> Linn, Охотское море               | 1,8 | 0,27 | 0,0001 | 0,0001 | 0,002 | 0,001 | 0,003 | 0,001  |
| 15    | - « -                                                         | 2,1 | 0,28 | 0,0005 | н.о    | 0,001 | 0,001 | 0,005 | 0,001  |
| 16    | - « -                                                         | 1,7 | 0,27 | 0,0006 | н.о    | 0,001 | 0,001 | 0,004 | 0,001  |
| 17    | - « -                                                         | 1,8 | 0,22 | 0,001  | 0,0001 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,001  |
| 18    | - « -                                                         | 1,6 | 0,25 | 0,003  | н.о    | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001  |
| 19    | - « -                                                         | 2,4 | 0,25 | 0,0003 | н.о    | 0,001 | 0,001 | 0,006 | 0,0003 |
| 20    | - « -                                                         | 2,2 | 0,27 | 0,0005 | н.о    | 0,002 | 0,001 | 0,003 | 0,001  |
| 21    | - « -                                                         | 2,1 | 0,27 | 0,001  | н.о    | 0,001 | 0,002 | 0,007 | 0,001  |
| 22    | - « -                                                         | 2,3 | 0,26 | 0,001  | н.о    | 0,001 | 0,001 | 0,004 | 0,0004 |
| 23    | <i>Hupea decagonale</i> Less, Тихий океан, Яванское море      | 1,4 | 0,13 | 0,006  | 0,0006 | 0,001 | 0,003 | 0,007 | 0,0005 |
| 24    | - « -                                                         | 1,2 | 0,14 | 0,004  | 0,0003 | 0,001 | 0,001 | 0,006 | 0,0005 |
| 25    | - « -                                                         | 1,2 | 0,13 | 0,001  | 0,0004 | 0,001 | 0,004 | 0,005 | 0,0006 |
| 26    | - « -                                                         | 1,3 | 0,12 | 0,003  | 0,0005 | 0,002 | 0,001 | 0,006 | 0,0005 |
| 27    | - « -                                                         | 1,5 | 0,15 | 0,003  | 0,0006 | 0,001 | 0,001 | 0,005 | 0,0003 |
| 28    | <i>Echinothrix diadema</i> Linn, Тихий океан, Соломоново море | 2,4 | 0,16 | 0,006  | 0,001  | 0,001 | 0,003 | 0,002 | 0,001  |
| 29    | - * -                                                         | 1,6 | 0,17 | 0,006  | 0,001  | 0,002 | 0,006 | 0,006 | 0,001  |
| 30    | <i>Echinothrix diadema</i> Linn, Индийский океан, рифы Скотт  | 1,5 | 0,17 | 0,004  | 0,001  | 0,002 | 0,003 | 0,006 | 0,001  |
| 31    | - « -                                                         | 2,1 | 0,1  | 0,002  | н.о    | 0,002 | 0,001 | 0,007 | н.о    |
| 32    | - « -                                                         | 2,3 | 0,13 | 0,002  | 0,001  | 0,001 | 0,003 | 0,002 | 0,001  |
| 33    | - « -                                                         | 2,1 | 0,13 | 0,002  | 0,001  | 0,001 | 0,004 | 0,003 | 0,001  |
| 32    | - « -                                                         | 1,6 | 0,16 | 0,002  | 0,001  | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,001  |
| 33    | - « -                                                         | 1,6 | 0,13 | 0,001  | 0,001  | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,001  |

Таблица 2. Среднее содержание химических элементов в панцирях поздне меловых морских ежей (по данным количественного спектрального анализа, % 10<sup>-2</sup>)

| №№ п/п | Вид, возраст                                        | Местонахождение образца             | Элементы |     |     |     |     |     |     |      |
|--------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|        |                                                     |                                     | Mg       | Sr  | Mn  | Ti  | Fe  | Al  | Si  | Cu   |
| 1      | 2                                                   | 3                                   | 4        | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11   |
| 1      | <i>Sternotaxis subglobosus</i> Leske, сеноман       | Разр. с. Мохратаг, Азербайджан      | 11       | 3   | 1   | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,1  |
| 2      | <i>Sternotaxis planus</i> Mant., турон              | Разр. с. Гочас, Азербайджан         | 23       | 3   | 2   | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 3   | 0,1  |
| 3      | <i>Conulus subrotundus</i> (Mant.), турон           | Разр. с. Гочас, Азербайджан         | 5        | 3   | 2   | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1  |
| 4      | <i>Conulus subconicus</i> d'Orb., турон             | Разр. с. Гочас, Азербайджан         | 4        | 2   | 2   | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1  |
| 5      | <i>Conulus matesovi</i> Moskv., н. кампан           | Разр. с. Алигули-ушаги, Азербайджан | 20       | 3   | 3   | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1  |
| 6      | <i>Conulus magnificus</i> d'Orb., в. маастрихт      | Разр. с. Джогас, Азербайджан        | 12       | 2   | 1   | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,1  |
| 7      | <i>Conulus magnificus</i> d'Orb., в. маастрихт      | Гора Дзегам, Азербайджан            | 6        | 3   | 1   | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1  |
| 8      | <i>Echinocorys gravesi</i> Desor, коньяк            | Разр. с. Мохратаг, Азербайджан      | 20       | 3   | 2   | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 2   | 0,1  |
| 9      | <i>Echinocorys gibbus</i> Lam., коньяк              | Разр. с. Мохратаг, Азербайджан      | 22       | 2   | 3   | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 2   | 0,1  |
| 10     | <i>Echinocorys vulgaris</i> Breyn, сантон           | Разр. с. Татлы, Азербайджан         | 20       | 1   | 3   | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1  |
| 11     | <i>Echinocorys ovatus</i> Leske, кампан             | Разр. с. Алигули-ушаги, Азербайджан | 10       | 3   | 3   | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1  |
| 12     | <i>Echinocorys ovatus</i> Leske, кампан             | Гора Гара Гузей, Азербайджан        | 4        | 3   | 1   | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1  |
| 13     | <i>Echinocorys ovatus</i> Leske, кампан             | Гора Еленсутапа, Азербайджан        | 20       | 3   | 2   | 0,1 | 0,1 | 0,6 | 3   | 0,1  |
| 14     | <i>Echinocorys ovatus</i> Leske, кампан             | Сурамский карьер, Грузия            | 4        | 4   | 2   | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1  |
| 15     | <i>Echinocorys ovatus</i> Leske, кампан             | Разр. с. Камышлы, Туркменистан      | 20       | 3   | 0,6 | 0,1 | 0,1 | 0,6 | 0,9 | 0,1  |
| 16     | <i>Echinocorys marginatus</i> Goldf., в. кампан     | Гора Гара Гузей, Азербайджан        | 10       | 2   | 1   | 0,1 | 3   | 0,3 | 2   | 0,01 |
| 17     | <i>Echinocorys subglobosus</i> Goldf., н. маастрихт | Дошан - Аксыртау, Мангистау         | 32       | 8   | 2   | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 3   | 0,01 |
| 18     | <i>Echinocorys conoideus</i> Goldf., н. маастрихт   | Гора Гара Гузей, Азербайджан        | 19       | 1,5 | 1   | 0,1 | 3   | 0,6 | 15  | 0,02 |
| 19     | <i>Echinocorys pyramidatus</i> Portl., н. маастрихт | Сурамский карьер, Грузия            | 20       | 3   | 1   | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1  |
| 20     | <i>Echinocorys pyramidatus</i> Portl., н. маастрихт | Дошан - Аксыртау, Мангистау         | 16       | 2   | 1   | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,01 |
| 21     | <i>Echinocorys pyramidatus</i> Portl., в. маастрихт | Разр. с. Камышлы, Туркменистан      | 10       | 3   | 1   | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,1  |
| 22     | <i>Echinocorys pyramidatus</i> Portl., в. маастрихт | Гора Агдаг, Азербайджан             | 10       | 3   | 1   | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,1  |
| 23     | <i>Echinocorys magnificus</i> Goldf., в. маастрихт  | Гора Еленсутапа, Азербайджан        | 13       | 2   | 3   | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1  |

| Продолжение таблицы 2 |                                                      |                                     |    |     |     |     |     |     |     |      |
|-----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1                     | 2                                                    | 3                                   | 4  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11   |
| 24                    | <i>Echinocorys cypliensis</i> Lamb., в. маастрихт    | Дошан - Аксыртау, Мангистау         | 28 | 2   | 2   | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,01 |
| 25                    | <i>Echinocorys pyrenaicus</i> Seun., даний           | Дошан - Аксыртау, Мангистау         | 27 | 3   | 2   | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,1  |
| 26                    | <i>Echinocorys sulcatus</i> Goldf., даний            | Дошан - Аксыртау, Мангистау         | 30 | 3   | 1   | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1  |
| 27                    | <i>Echinocorys oblicuus</i> Ravn, даний              | Дошан - Аксыртау, Мангистау         | 17 | 3   | 1   | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,1  |
| 28                    | <i>Galeola senonensis</i> d'Orb., в. кампан          | Разр. р. Сарысу, Азербайджан        | 6  | н.о | 20  | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1  |
| 29                    | <i>Galeola senonensis</i> d'Orb., в. кампан          | Разр. с. Алигули-ушаги, Азербайджан | 10 | 8   | 3   | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1  |
| 30                    | <i>Galeola senonensis</i> d'Orb., в. кампан          | Гора Гара Гузей, Азербайджан        | 60 | 4   | 9   | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1  |
| 31                    | <i>Galeola papillosa</i> Kl., в. кампан              | Разр. с. Алигули-ушаги, Азербайджан | 10 | 3   | 1   | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1  |
| 32                    | <i>Galeola papillosa</i> Kl., в. кампан              | Гора Гара Гузей, Азербайджан        | 20 | 9   | 2   | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,1  |
| 33                    | <i>Galeola papillosa</i> Kl., в. кампан              | Разр. с. Камышлы, Туркменистан      | 10 | 3   | 1   | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1  |
| 34                    | <i>Seunaster gilleroni</i> Lor., кампан              | Разр. с. Алигули-ушаги, Азербайджан | 20 | 2   | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,1  |
| 35                    | <i>Seunaster subconicus</i> Renng., кампан           | Река Кюрракчай, Азербайджан         | 14 | 1   | 0,7 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,1  |
| 36                    | <i>Seunaster chalmasi</i> Seun, маастрихт            | Разр. с. Бори, Малый Кавказ         | 40 | 3   | 3   | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1  |
| 37                    | <i>Seunaster georgicus</i> Rouch., маастрихт         | Сурамский карьер, Грузия            | 60 | 3   | 2   | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1  |
| 38                    | <i>Coraster cubanicus</i> Posl. et Moskv., в. кампан | Дагестан, Северный Кавказ           | 18 | 2   | 3   | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,1  |
| 39                    | <i>Coraster vilanovae</i> Cotteau, маастрихт         | Дагестан, Северный Кавказ           | 22 | 3   | 2   | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,6 | 0,1  |
| 40                    | <i>Pseudoffaster caucasicus</i> Dru, кампан          | Гора Еленсутапа, Азербайджан        | 20 | 1   | 0,7 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1  |
| 41                    | <i>Homoeaster abichi</i> Anth., н. дат               | Разр. с. Бори, Азербайджан          | 50 | 3   | 2   | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1  |
| 42                    | <i>Homoeaster evaristei</i> Cott., в. маастрихт      | Разр. с. Аскеран, Азербайджан       | 21 | 5   | 1,1 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 4   | 0,1  |
| 43                    | <i>Ornithaster evaristei</i> Cott., маастрихт        | Разр. с. Бориси, Азербайджан        | 32 | 3   | 0,9 | 0,3 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,1  |
| 44                    | <i>Micraster cortestudinarium</i> Goldf., коньяк     | Разр. с. Алигули-ушаги, Азербайджан | 20 | 3   | 2   | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 2   | 0,1  |
| 45                    | <i>Micraster coranguinum</i> Klein, коньяк           | Разр. с. Алигули-ушаги              | 12 | 3   | 3   | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1  |
| 46                    | <i>Micraster coranguinum</i> Klein, сантон           | Разр. с. Татлы, Азербайджан         | 14 | 2   | 2   | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1  |
| 47                    | <i>Micraster turonensis</i> Bayle, сантон            | Разр. с. Мадагиз, Азербайджан       | 18 | 3   | 3   | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 0,1  |
| 48                    | <i>Micraster rostratus</i> Mant., сантон             | Разр. с. Мадагиз, Азербайджан       | 22 | 2   | 2   | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,1  |
| 49                    | <i>Micraster coravium</i> Posl., н. кампан           | Разр. с. Морул, Азербайджан         | 6  | н.о | 1   | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 0,1 | 0,1  |
| 50                    | <i>Micraster coravium</i> Posl., н. кампан           | Гора Гиллидаг, Азербайджан          | 10 | 3   | 3   | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,6 | 0,1  |

| Окончание таблицы 2 |                                                |                                        |    |     |     |     |     |     |     |      |
|---------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1                   | 2                                              | 3                                      | 4  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11   |
| 52                  | <i>Micraster coravium</i> Posl., н. кампан     | Разр. с. Алигули-ушаги, Азербайджан    | 23 | 3   | 2,5 | 0,3 | 1,3 | 0,1 | 2   | 0,01 |
| 53                  | <i>Micraster coravium</i> Posl., н. кампан     | Дошан - Аксыртау, Мангистау            | 60 | 3   | 1   | 0,2 | 4   | 1   | 7   | 0,01 |
| 54                  | <i>Micraster coravium</i> Posl. н. кампан      | Дошан - Аксыртау, Мангистау            | 10 | 3   | 2   | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,4 | 0,1  |
| 55                  | <i>Micraster schroederi</i> Stoll., н. кампан  | Река Большой Зеленчук, Северный Кавказ | 10 | 3   | 2   | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,1  |
| 56                  | <i>Micraster schroederi</i> Stoll., н. кампан  | Разр. с. Хачмач, Азербайджан           | 10 | 3   | 0,6 | н.о | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1  |
| 57                  | <i>Micraster schroederi</i> Stoll., н. кампан  | Разр. с. Камышлы, Туркменистан         | 10 | 3   | 2   | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,1  |
| 58                  | <i>Isomicraster cipliensis</i> Schlut., кампан | Разр. с. Агджакенд, Азербайджан        | 12 | 3,2 | 3   | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1  |
| 59                  | <i>Cyclaster danicus</i> Schl., н. дат         | Разр. с. Бори, Азербайджан             | 40 | 2   | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1  |

Магний присутствовал во всех исследованных образцах современных и ископаемых морских ежей. Он представлен в виде  $MgCO_3$  и изоморфно замещает Са в кальцитовой структуре [14].

Проанализированные образцы показали, что во всех случаях в панцирях ископаемых морских ежей отмечается пониженное содержание Mg по сравнению с их современными представителями. Причина этого заключается в частичной перекристаллизации первичного скелетного кальцита, в отдельных образцах наблюдается картина разрушений первичной кальцитовой структуры [15].

Стронций является неотъемлемой частью панцирей морских ежей. Содержание его в панцирях ископаемых морских ежей варьирует от 0,01 до 0,09 %. Только в одном панцире вида *Micraster coravium* Posl Sr определен в количестве 0,004 % (Азербайджан). Самое высокое содержание этого элемента (0,1 %) отмечено в панцирях *Echinocorys pyramidatus* Goldf. и *E. ovatus* Leske из нижнемаастрихтских отложений горы Еленсутапа (Азербайджан). В панцирях современных морских ежей Sr 0,1–0,28 %.

Как видно из табл. 1 и 2, содержание стронция, так же как и магния, в образцах панцирей современных морских ежей всегда превышает их содержание в панцирях

ископаемых. Из сопоставления полученных данных о содержании Sr в панцирях ископаемых и современных морских ежей следует, что малое содержание стронция в панцирях ископаемых, вероятно, связано с его потерей после их вымирания [15].

Сведения о содержании Sr в панцирях ископаемых морских ежей в литературе почти отсутствуют. Стронций является составной частью органогенного  $CaCO_3$ , и при диагенезе он вместе с магнием выносится из структуры кальцита в 2 раза скорее, чем кальций. По А. П. Виноградову [16], воды морей и океанов являются основным источником, из которого стронций поступает в осадки.

Марганец содержится в панцирях ископаемых морских ежей в количестве от 0,001 до 0,09 %. Максимальное содержание его (0,2 %) отмечено лишь в одном образце *Galeola senonensis* d'Orb. из разреза Сарысу Агджакендского прогиба (Азербайджан). В панцирях современных морских ежей предел колебания этого элемента 0,0001–0,006 %. Концентрация Mn в панцирях современных морских ежей намного ниже, чем у ископаемых. По нашим определениям содержание марганца во вмещающих отложениях всегда больше, чем в панцирях морских ежей. Сведения о содержании марганца в скелетах морских ежей в литературе отсутствуют. Обычно марганец

переносится водами в форме ионных растворов бикарбонатов, сульфатов и других соединений, в виде марганцеорганических и коллоидных растворов. Марганец является обычной примесью кальцита. По степени замещения ионами  $Mn^{+2}$  в системе  $CaCO_3 - MnCO_3$  в природе имеется полная серия соединений от кальцита ( $CaCO_3$ ) до родохрозита ( $MnCO_3$ ) [16].

Нами установлено, что в панцирях современных морских ежей Ti не всегда обнаруживается. Концентрация его в отдельных образцах варьирует от 0,0001 до 0,001 %. В отличие от современных в панцирях поздне меловых и датских морских ежей Ti всегда обнаруживается и изменяется в тысячных долях процента (0,001 – 0,005 %). В морских организмах среднее содержание Ti составляет  $8 \cdot 10^{-4}$  % [17].

Литературные данные о содержании Fe в скелетах морских ежей очень скудны. Результаты сравнения химического элементарного состава ископаемых морских ежей с таковым современных их представителей показывает, что в содержании этого элемента в их панцирях значительных отклонений не наблюдается. Железо, как и Mn, Ti и другие элементы, входит в состав живого вещества [18]. Согласно нашим определениям элемент Fe всегда содержится в панцирях современных и ископаемых морских ежей. Содержание Fe в исследованных панцирях поздне меловых морских ежей колеблется от 0,001 до 0,004 %. Повышенное содержание этого элемента определено в образцах вида *Echinocorys marginatus* Goldf. (0,03), *E. conoideus* Goldf. (0,03 %) и *Micraster coravium* Posl. (0,04 %), отобранных из нижнекампанских отложений горы Гара Гузей Гочасского прогиба (Азербайджан). Более высокое содержание Fe наблюдалось в образце вида *Micraster coravium* Posl. (0,13 %) из разреза окрестности селения Алигулиушаги (Азербайджан). Образцы панцирей из различных местообитаний содержат от 0,001 до 0,006 % Fe. В образцах современных морских ежей зафиксировано Fe от 0,001 до 0,007 %.

Алюминий, как и железо, всегда присутствует в панцирях морских ежей. Концентрация его в ископаемых в основном колеблется от 0,001 до 0,006 %. Наибольшее

количество (0,01 %) Al отмечено в одном образце вида *Micraster coravium* Posl. (Мангистау). В панцирях ископаемых и современных морских ежей алюминий содержится почти в одинаковых количествах (см. табл. 1 и 2).

Кремний отнесен А. П. Виноградовым [19] к числу наиболее важных в океане биогенных элементов. Содержание этого элемента в современных морских бассейнах в виде истинных и коллоидных растворов достигает  $3 \cdot 10^{-4}$  %. Геохимия Si в водах океанов и морей весьма сложна, причем одним из наиболее важных процессов является поглощение его диатомовыми водорослями, радиоляриями, губками и другими организмами с последующим формированием органогенных кремнистых осадков. Содержание Si в ископаемых образцах морских ежей колеблется от 0,001 до 1,0 %. Обычно высоким содержанием кремния обладают окремненные панцири образцов, отобранных из песчанисто-карбонатных пород (от 0,1% и больше). В панцирях современных морских ежей содержание Si изменяется в интервале от 0,001 до 0,007 %.

Медь в панцирях современных, а также поздне меловых и раннепалеогеновых морских ежей колеблется от 0,0001 до 0,001 %. Среднее содержание этого элемента в панцирях современных и ископаемых морских ежей очень близко к кларку (0,0002 %) в живом веществе. Во вмещающих породах Cu не всегда отмечается.

Наряду с указанными выше элементами в некоторых панцирях современных, а также поздне меловых морских ежей сравнительно в малом количестве были обнаружены Pb, Ni и Ga, которые не приведены в табл. 1 и 2.

В целях установления сохранности вещественного состава твердых скелетов поздне меловых морских ежей применена математическая обработка: подсчитаны средние концентрации (C), средне-квадратичные отклонения ( $C_c$ ) и коэффициенты вариации ( $C_v$ ). В результате получено, что средняя концентрация Mn и Ti в современных панцирях меньше, чем в ископаемых. Обратная картина наблюдается для Mg и Sr. Содержание этих элементов в образцах панцирей современных морских



ежей больше, чем в ископаемых. Для Cu, Al, Si и Fe больших отклонений не наблюдается. Сопоставляя значения средних концентраций и среднеквадратичных отклонений, можно отметить, что для современных морских ежей минимальной вариацией обладает Ti ( $C_v = 0,07$ ), а максимальной – Al ( $C_v = 1,3$ ), для ископаемых морских ежей минимальная вариация свойственна Sr, Mg, Cu и Si ( $C_v$  соответственно 0,73; 0,77; 0,78 и 0,89), а максимальная – Mn ( $C_v 1,56$ ).

Разница между значениями среднеквадратичных отклонений характерна для Mn, Ti, Mg и Sr в панцирях современных и ископаемых морских ежей, что, по нашим представлениям, связано с вторичными процессами [5].

Исходя из изложенного можно прийти к заключению о том, что:

а) малая концентрация магния и стронция, обнаруженная в панцирях поздне меловых и раннепалеогеновых (датских) морских ежей, связана с общей перекристаллизацией первичного внутреннего строения кристал-

лической структуры органогенного кальцита после вымирания и захоронения организма;

б) избыточное содержание марганца, кремния, алюминия и железа в отдельных образцах также является результатом воздействия внешних факторов окружающей среды после вымирания и захоронения организма; это ни в коем случае не связано с перекристаллизацией кристаллической структуры органогенного кальцита;

в) полученные результаты дают возможность судить о том, что проанализированные образцы панцирей поздне меловых и раннепалеогеновых морских ежей по аналогии с современными представителями концентрировали Mg, Sr, Mn, Ti, Fe, Al, Si, Cu, Pb, Ni и Ga в процессе жизнедеятельности;

г) более детальное изучение химического состава (в пределах элементов Ti, Fe, Al, Si и Cu) ископаемых морских ежей на обширном материале наряду с их современными аналогами позволит выявить возможность применимости их химических особенностей для реконструкции отдельных элементов палеогеографии бассейна обитания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Kamiya H., Kobayashi I. Внутренняя структура и химический состав панциря *Echinarachnius parma* // Tiko kaqaku, Cikiu kagaku, Eart Sci. 1975. V. 29, N 1 (пер. с яп.).
2. Мамедализаде А.М. Магний и стронций в панцирях эхиноидей из кампанских отложений азербайджанской части Малого Кавказа // Материалы конференции аспирантов АН Азерб. ССР. Баку: Елм, 1978. Кн. I.
3. Али-Заде Ак.А., Мамедализаде А. М. Распределение меди и свинца в панцирях эхиноидеа // Докл. АН АзербСССР. 1981. Т. XVII, № 8.
4. Али-Заде Ак. А., Алиев С. А., Мамедализаде А. М. О распределении химических элементов в рострах белемнитов и в панцирях морских ежей меловых бассейнов Азербайджана // Материалы Всесоюзного XII Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Баку, 1981. Кн. II.
5. Мамедализаде А. М. Роль диагенетических процессов в изменении твердого скелета поздне меловых морских ежей // Горно-геол. журнал. 2010. № 3-4 (23-24).
6. Виноградов А. П., Боровик-Романова Т. Ф. К геохимии стронция // Докл. АН СССР. Новая сер. 1935. Т. 46, № 5.
7. Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов моря // Докл. АН // Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР. 1937. № 4.
8. Pilkey O.H., Hover J. The effect of environment on the concentration of skeletal magnesium and strontium in *Dendraster* // J. Geol. 1960. V. 68, N 2.
9. Schroeder J.H., Dwornik E. J., Papike J. J. Primary protodolomite in echinoid skeletons // Geol. Soc. Amer. Bull. 1969. V. 80.
10. Weber J. N. The incorporation of magnesium in to the skeletal calcites of *Echinoderms* // Amer. Jour. Sci. 1969. V. 267.

11. *Macqueen R., Ghent D.E., Davies R.G.* Magnesium distribution in living and fossil specimens of the Echinoid *Peronella lezueuri* Agassiz. Shark Bay, Western Australia // *J. Sediment. Petrol.* 1974. V. 44, N 1.

12. *Мамедализаде А.М.* Микроструктура и химический элементный состав твердого скелета представителей рода *Echinarchnius* // *Вестник Бакинского университета. Сер. естеств. наук.* 2008. № 2.

13. *Chave K.E.* Aspekts of the biogeochemistry of magnesium: 1. Calcareous marine organisms // *Jour. Geol.* 1954. V. 62.

14. *Али-Заде Ак. А., Мамедализаде А. М., Халилов А. Д., Алиев С. А.* Минералогический состав панцирей морских ежей // *Докл. АН АзербСССР.* 1978. Т. XXXIV, № 12.

15. *Мамедализаде А.М.* Особенности микроструктур скелетных элементов эхиноидей (на азерб. яз) // *Труды Института геологии НАН Азербайджана.* 2006. № 34.

16. *Виноградов А. П.* Введение в геохимию океана. М.: Наука, 1967.

17. *Виноградов А. П.* Химический элементный состав организмов моря // *Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР.* 1944. № 6.

18. *Виноградов А. П.* Закономерности распределения химических элементов в земной коре // *Геохимия.* 1956. №1.

19. *Виноградов А. П.* Микроэлементы в жизни животных и растений. М.: Изд-во АН СССР, 1952.

УДК 55 (092)



**АКАДЕМИК Н. П. ЮШКИН – ВЫДАЮЩИЙСЯ  
УЧЕНЫЙ-ГЕОЛОГ, НОВАТОР, ОРГАНИЗАТОР  
И ПРИЗАННЫЙ ЛИДЕР МИРОВОЙ  
МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ**

**О. Б. БЕЙСЕЕВ,**

*д. г.-м. н., профессор,*

*КазНТУ им. К. И. Сатпаева*

*г. Алматы, Республика Казахстан*

Мақалада ресейдік крнекті қалым-геологы академик Н. П. Юшкиннің еқбекте қсу жолдары, қлемдік минералогия қылымының кркендеуіне қосқан қлестері туралы қысқаша мқліметтер баяндалқан.

Приведены краткие сведения о трудовом пути выдающегося российского ученого-геолога, академика Н. П. Юшкина, о его вкладе в развитие мировой минералогической науки.

The paper summarizes the employment of the outstanding Russian scientist and geologist Academician N.P.Yushkin, for his contribution to the global mineralogical sciences.

**20 мая 2011 г. исполняется 75 лет со дня рождения выдающегося российского геолога, академика Николая Павловича Юшкина.** Начав свою трудовую деятельность в 1956 г. в должности коллектора, а затем техника-геофизика и старшего техника-геолога экспедиции в геолого-геохимических

предприятиях Узбекглавгеологии, Н. П. Юшкин приобрел большой опыт полевых геологических и минералогических исследований и вырос впоследствии до организатора и руководителя крупных научных подразделений в Институте геологии

Коми научного центра Уральского отделения АН СССР. Ко времени перехода на работу в этот институт в 1961 г. на должность старшего лаборанта Н. П. Юшкин был сформировавшимся исследователем, автором нескольких десятков опубликованных работ, посвященных генезису, кристаллографии и онтогении минералов, с разносторонними научными взглядами и интересами, которые сложились у него после того, как он познакомился и сотрудничал с выдающимся минералогом, создателем нового учения в минералогической науке — онтогении минералов, профессором Ленинградского горного института Д. П. Григорьевым, крупнейшим кристаллографом этого института профессором И. И. Шафрановским и минералогом Среднеазиатского университета профессором А. С. Уклонским.

В своей научной карьере молодой ученый Н. П. Юшкин достиг последовательных и исключительных успехов в 1965-1968 гг., после окончания заочного отделения геолого-разведочного факультета Ташкентского политехнического института. Его дипломная работа, посвященная минералогии, генезису, парагенезису и онтогении серы экзогенных месторождений Центральной Азии, была рекомендована для представления к защите в качестве кандидатской диссертации. Через год эту же диссертационную работу, защищенную на ученом совете Ленинградского горного института, по результатам защиты рекомендовали уже представить как докторскую диссертацию, защита которой состоялась в том же году в том же совете и тоже успешно. Таким образом, в 31 год, через два года после окончания вуза, Н. П. Юшкин стал доктором геолого-минералогических наук, а через год диссертация была опубликована в виде монографии под названием «Минералогия и парагенезис самородной серы в экзогенных месторождениях». Такое событие считалось характерным только для точных наук, но весьма редким — для соискателей ученой степени доктора по естественным наукам и наукам о Земле.

С 1968 г. Н. П. Юшкин вместе с сотрудниками института приступает к исследованиям по региональной минералогии, по минералогии рудных объектов и месторождений отдельных



полезных ископаемых Северного Урала, Тимана и Пай-Хоя. По результатам этих исследований была опубликована крупная монографическая работа «Металлогенический очерк вольфрамовой минерализации севера Урала» (1972) и ряд других. Особое внимание ученый уделял установлению закономерностей формирования и размещения месторождений полезных ископаемых, разработке новых поисковых методов.

Наряду с изучением отдельных минералов, минералогии конкретных объектов и месторождений научные интересы Н. П. Юшкина охватывали и область общих проблем теоретической минералогии, во главе которых стояла проблема генетической информации в минералах. Им было создано новое направление минералогической науки — **генетико-информационная минералогия**, занимающаяся расшифровкой генезиса минеральных систем в целях использования их при поисках и оценке месторождений полезных ископаемых. Сущность и основные задачи генетико-информационной минералогии были изложены Н. П. Юшкиным в 1977 г. в фундаментальной монографии «Теория и методы минералогии. Избранные проблемы», которая послужила основой для развития минералогической науки и всех ее разделов.

Для материального и кадрового

обеспечения нового направления в 1971 г. в Институте геологии под руководством Н. П. Юшкина была организована лаборатория генетической и экспериментальной минералогии, ставшая впоследствии центром формирования общепризнанной научной школы его имени, получившей известность в геологической общественности как «Сыктывкарская минералогическая школа».

В 1985 — 2008 гг. Н. П. Юшкин работал директором Института геологии Коми научного центра УрО РАН.

Научное творчество ученого охватывает более тридцати самостоятельных направлений и проблем, но важнейшими и определяющими среди них являются исследования минералов и минерального мира, в том числе генезис серных месторождений и самородной серы; минералогия вольфрамовых, флюоритовых, баритовых, целестиновых, полиметаллических и других месторождений; минераловедение, исследование конституции и свойств отдельных минералов; кристаллография и кристалломорфология, эволюционная кристалломорфология; современные процессы минералообразования; генетическая минералогия и онтогенез минералов, генетико-информационная минералогия; региональная минералогия и топоминералогия, минералогическое картирование; прикладная минералогия: разработка минералогических методов прогнозирования, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых, технология минерального сырья, технология монокристаллов, синтез оптического флюорита; структурная трансформация в конденсированном веществе, природные коллоиды, полимеры, минералоиды; теория симметрии и ее минералогические приложения; структура и эволюция минерального мира, эволюционная минералогия; история минералогии и эволюция фундаментальных минералогических идей; археоминералогия, изучение минералов и минеральных изделий из археологических объектов; биоминералогия и биогенное минералообразование в организме человека; роль минералов в происхождении и обеспечении жизни, сингенез и коэволюция живого и минерального миров [1].

Н. П. Юшкин в своих исследованиях по проблемам минералогии главное внимание уделял изучению свойств минералов, которые он использовал в качестве важнейших критериев для решения генетических, практических и материаловедческих

вопросов. Результаты таких исследований он опубликовывал в виде научных докладов, брошюр, геопринтов или монографий. И каждое такое исследование сопровождалось обнаружением новых явлений или открытием. На пример, при изучении механических свойств методом микровдавливания он установил явление механо диффузии [2], сущность которого заключается в транспортировке примесных атомов и ионов в твердых кристаллах под действием дислокационных процессов, т. е. «выжимании» атомов из кристаллов, находящихся под напряжением. Открытое Н. П. Юшкиным явление механо диффузии, по нашему мнению, может найти практическое применение в процессах гиперочистки от примесей минералов, предназначенных для производства высокотехнологичных материалов для солнечной энергетики и микроэлектроники.

Более удачной оказалась судьба другого явления — механизма микроблочного роста кристаллов — возможность роста кристалла путем присоединения к нему более крупных единиц — блоков, чем отдельные атомы или молекулы, которое было известно еще со времен Е. С. Федорова [3]. Оно было обнаружено Н. П. Юшкиным при изучении механизма кристаллогенезиса серы [4].

К началу 1980-х гг. научные интересы Н. П. Юшкина сместились в область региональных минералогических исследований, которые привели ко многим минералогическим открытиям. Были найдены сотни новых рудопоявлений, в том числе и перспективных флюоритовых, полиметаллических, медных, баритовых, янтарных, фосфатных и др. Минералогия в регионе, где минеральное сырье — главный компонент экономики, начала «работать», позволив решать и геологические, и поисковые, и экономические задачи. В чисто научном плане интересно было то, что на основе региональных минералогических исследований сформировалась научная топоминералогия, разрабатывалась концепция топоминералогии рудоносных районов, широкое распространение получили идеи и методы минералогического картирования. Теоретико-методические основы этого направления были систематизированы в книге «Топоминералогия» (1982).

Результаты региональных исследований были обобщены в других объемных монографиях.

По Н. П. Юшкину топоминералогические закономерности составляют научную основу

металлогенических построений, прогноза, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых, обеспечивают наиболее тесную связь минералогической науки с геологической практикой путем комплексного изучения минералогии геологических объектов; исследования пространственных и временных взаимосвязей между минералами; исследования структуры, состава и свойств минералов; установления эволюции процессов минералообразования в связи с геологической эволюцией региона; разработки минералогических критериев прогноза, поисков и оценки минеральных месторождений.

К важнейшим практическим результатам проведенных Н. П. Юшкиным топоминералогических исследований относится открытие новых флюоритовых месторождений, обоснование Уральско-Новоземельской флюоритоносной провинции и обеспечение сырьевой базой ряда отраслей специальной промышленности оптическим флюоритом. Исследованиями, выполненными Н. П. Юшкиным, совместно с технологами из Ленинградского оптико-механического объединения (ЛОМО), было показано, что флюорит Амдерминского месторождения вследствие его чистоты и свойств представляет собой непревзойденное по качеству сырье для получения синтетических монокристаллов с рекордным пропусканием в ультрафиолетовой области. Было начато производство уникальных монокристаллов из амдерминского флюорита, а на их базе — широкого спектра новых приборов и техники с использованием оптического флюорита [5], что является примером плодотворного сотрудничества минералогов и технологов при решении прикладной минералого-технологической и материаловедческой задачи.

Аналогичные прикладные минералогические исследования с весьма положительным эффектом были проведены под руководством Н. П. Юшкина в тесном сотрудничестве с болгарскими коллегами из Института прикладной минералогии БАН по оценке флюоритовых месторождений, которые привели к созданию базы оптического флюорита в Болгарии. Это научное сотрудничество продолжалось и далее в виде совместных кристалломорфологических исследований и привело к советско-болгарскому открытию нового минералогического закона «Закономерность пространственно-временного изменения морфологии минеральных

индивидов в процессах природного кристаллообразования», зарегистрированного в обеих странах. Его авторы: Н. П. Юшкин, Д. П. Григорьев, Н. З. Евзикова, Д. А. Минеев, В. А. Попов, И. И. Шафрановский (СССР) и Б. Зидарова, И. Костов, М. Малеев (Болгария) [1].

Особое место в творчестве Н. П. Юшкина занимают работы по симметричной эволюции минерального мира. Учение о симметрии сыграло большую роль в развитии минералогической науки и практики. В этом аспекте можно даже отметить, что Н. П. Юшкин значительно дополнил и расширил статистические исследования своего учителя И. И. Шафрановского о распределении всех известных на Земле минеральных видов по категориям, сингониям и видам симметрии, изложенные в учебниках по минералогии. Принципиально новым в симметричном подходе, развиваемом Н. П. Юшкиным, было стремление показать, что основным объектом для использования симметрии в минералогических исследованиях должен быть не отдельный минеральный индивид, а его геологическая среда, где минерал органически связан с литосферой, горными породами и рудой. Н. П. Юшкин для характеристики сложных минеральных систем ввел понятие их кристаллосимметричной структуры и разработал *метод кристаллосимметричного анализа минералогических объектов*. Это положение было названо расширенным законом И. И. Шафрановского, основным законом симметричной статистики минералов и минеральных тел.

Фундаментальные закономерности симметрии и эволюции симметрии минерального мира наиболее полно изложены в монографии «Законы симметрии и минералогии», написанной Н. П. Юшкиным совместно с И. И. Шафрановским и К. П. Януловым (1987). В 1985 г. Н. П. Юшкин опубликовал две оригинальные работы: «Геокристаллические модели: критический анализ» и «Проблемы геометрического моделирования Земли».

В 1980-е годы Н. П. Юшкин развивал учение о минералоидах. Под этим термином объединяются твердые некристаллические природные образования. Они довольно широко распространены в литосфере, особенно в верхних ее горизонтах. К ним относятся стекла земного и космического происхождения, метамиктные минералы, твердые углеводороды (битумы) и углеродистые вещества, различные продукты

геологической переработки растительного материала и другие биолиты, полимеры и т. д. Общими их конституционными особенностями являются рентгеноаморфность, метастабильность, фазовая неустойчивость. Н. П. Юшкину тем не менее удалось установить некоторые общие закономерности их строения и свойств, механизмы минералоидообразования, их взаимосвязь с процессами минералообразования. В Сыктывкаре под руководством Н. П. Юшкина были организованы и проведены два научных всероссийских семинара с международным участием, посвященные проблемам минералоидов и защищено несколько кандидатских диссертаций [2].

Изучение этих некристаллических материалов привело Н. П. Юшкина к принципиально новым открытиям, на уровень фундаментальных вопросов происхождения жизни на Земле, к общим проблемам, охватываемых общим понятием «Минералогия и жизнь» или «Витаминаралогия». Эти исследования были им образно названы «минералогическими аккордами биопоза», что по выражению Джона Бернала, означает «возникновение жизни на Земле» [1].

Конец XX в. ознаменовался в минералогической науке появлением нового направления в минералогической науке — наноминералогии, в формирование которого значительный вклад внес Институт геологии Коми научного центра УрО РАН, возглавляемый академиком Н. П. Юшкиным. Результаты исследований коллектива ученых по этой тематике обобщены в фундаментальной монографии «Наноминералогия. Ультра- и микродисперсное состояние минерального вещества» (СПб: Наука, 586 с.)

Н. П. Юшкин является автором более 800 научных, 300 научно-популярных и публицистических работ, в том числе 30 монографий, важнейшие из которых, кроме упомянутых выше, «Механические свойства минералов» (1971), «Теория микроблочного роста кристаллов в природных гетерогенных растворах» (1971), «Опыт среднемасштабной топоминералогии: Пайхойско-Южноновоземельская минералогическая провинция» (1980), «Топоминералогия» (1982), «Введение в топоминералогия Урала» (1986), «Топоминералогический анализ рудоносных регионов» (1988).

В 1987 г. Н. П. Юшкин был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР, а в 1991 г. — действительным членом Российской

академии наук. Он был избран членом бюро Отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук, и был членом ряда научных советов РАН, членом президиума УрО РАН, Объединенного ученого совета по наукам о Земле УрО РАН, Экспертного совета ВАКа, Национального комитета геологов РФ. Научно-организационная и общественная деятельность ученого значительно расширилась. Продолжалась его активная работа в Коми научном центре, где он с 1971 г. был членом президиума, председателем межведомственного координационного совета.

Заслуги ученого в развитии геолого-минералогической науки отмечены правительственными наградами и наградами общественно-научных организаций. В 1968 г. ему была присуждена премия Ленинского комсомола за книгу "Минералогия и парагенезис самородной серы в экзогенных месторождениях". В 1970 г. он был награжден юбилейной медалью "За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина". Избирался делегатом XVI съезда ВЛКСМ. В 1971 г. был награжден орденом Трудового Красного Знамени. Избирался членом президиума Коми филиала АН СССР (с 1988 г. Коми научного центра Уральского отделения РАН (УрО РАН)). В 1973 г. ему было присвоено почетное звание "Заслуженный деятель науки Коми АССР". Н. П. Юшкин имеет ученое звание профессора по специальности "Минералогия".

В 1981 г. ученому была присуждена Премия Совета Министров СССР за работу "Исследование и использование новых материалов» (за открытие и установление областей применения флюорита Амдерминского месторождения). В 1985 г. ему был выдан диплом СССР на открытие № 270 "Закономерность пространственно-временного изменения морфологии минеральных индивидов в процессах природного кристаллообразования" и диплом Болгарии на открытие № 4 "Закономерность в кристалломорфологической эволюции на минералите при минералообразующих процесси-брой". В 1986 г. он получил почетное звание "Заслуженный деятель науки РСФСР". В 1990 г. был избран действительным членом Академии естественных наук Российской Федерации. 1992 г. Н. П. Юшкин был избран почетным членом Всероссийского

минералогического общества. В 1993 г. был избран членом Минералогического общества Канады. В 1994 г. был избран членом Минералогического общества Америки и почетным членом Болгарского Минералогического общества. В 1995 г. Н. П. Юшкину была присуждена премия им. А. Е. Ферсмана за цикл работ "Топоминаралогија геологических провинций и рудоносных регионов». В 1996 г. он был награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени. Назначался заведующим кафедрой геологии Сыктывкарского государственного университета. Избирался действительным членом Международной комиссии по истории геологических наук (INHIGEO) при Международном союзе геологических наук и Международном союзе истории и философии науки. В 1996—2002 гг. он исполнял обязанности председателя комиссии по правам человека при главе Республики Коми. В 1998—2010 гг. он член совета Международной минералогической ассоциации. Награжден юбилейной медалью «Маршал Советского Союза Жуков», член Координационного совета РАН по наукам о Земле; в 1999 г. член научного совета РАН по проблемам геохимии исполнял обязанности вице-президента Всероссийского минералогического общества при РАН. В 2000—2008 гг. член коллегии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми.

В 2000 г. Н. П. Юшкин был награжден почетным знаком «300 лет горно-геологической службе России» Министерства природных ресурсов РФ за выдающийся вклад в изучение недр европейского Северо-Востока. Награжден памятным знаком в честь 300-летия геологической службы России «За заслуги в изучении недр Республики Коми». Награжден знаком «Первое высшее техническое учебное заведение России (Санкт-Петербургский государственный горный институт)» за большой вклад в развитие Горного института. В 2001 г. ему была присуждена Государственная премия Республики Коми в области экономики за цикл работ «Создание научных основ мобилизации производительных сил Республики Коми в период перехода к рыночной экономике и разработка научной стратегии вхождения в

XXI век.

В 2002 г. получил Уральскую горную премию за вклад в изучение минерально-сырьевой базы Республики Коми, создание фундаментальных основ теории минералогии. Избран членом Минералогического общества Великобритании и Ирландии. В 2002—2010 гг. вице-президент Международной минералогической ассоциации. В 2003 г. награжден памятной медалью П. Л. Капицы «Автор научного открытия». В 2004 г. награжден Дипломом фонда им. академика В. И. Смирнова. В 2005 г. избран членом Европейского геологического союза. Награжден памятной медалью «60 лет Победы в Великой Отечественной войне». В 2006 г. награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени. Получил благодарственное письмо Президента Российской Федерации В. В. Путина с поздравлением в связи с 70-летием и благодарностью за заслуги в развитии фундаментальной науки, организаторскую и педагогическую деятельность. Присуждена Российская независимая премия поощрения высших достижений в области науки «Триумф». Присвоено звание «Почетный гражданин города Сыктывкара» за большие заслуги в области научной, научно-организационной и педагогической деятельности. Присвоено звание почетного профессора Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова за выдающийся вклад в развитие образования и науки. Присвоено звание «Почетный разведчик недр». Награжден знаком «Горный инженер России» Санкт-Петербургским государственным горным институтом за большой вклад в развитие горного института. В 2007 г. Международная академия признания лидеров в науке и культуре присудила ученому Золотой диплом за вклад в европейскую науку. Награжден памятной медалью «80 лет Великой Октябрьской социалистической революции». В 2008 г. назначен советником Российской академии наук. Награжден знаком «Горняцкая слава» III степени. Награжден памятной медалью «90 лет ВЛКСМ». У многочисленных коллег Н. П. Юшкина в СНГ и странах дальнего зарубежья нет ни капли

сомнений в том, что перечисленные награды получены им вполне заслуженно как признанным лидером мировой минералогической науки и активным общественным деятелем.

Под руководством Н. П. Юшкина Институт геологии стал одним из ведущих академических институтов геологического профиля. Здесь были развернуты исследования по ряду новых направлений — технологии минерального сырья, геоинформатике, синтезу кристаллов и перспективных высокотехнологичных материалов на минеральной основе и др., выросли многочисленные кадры высокой квалификации. Для решения новых научных задач организованы оснащенные современным оборудованием специализированные лаборатории и, самое главное, периодически проводились специализированные международные минералогические научные семинары по перспективным направлениям генетической, поисковой, технологической, экспериментальной, медицинской, экологической и материаловедческой минералогии путем прочтения докладов на международных геологических конгрессах, съездах международной минералогической ассоциации и минералогических обществ. В частности, за свою более чем 50-летнюю научную деятельность Н. П. Юшкин присутствовал и выступил с докладами на 40 различных международных форумах в зарубежных странах и более 100 научных конференциях, проведенных в СССР, России, Казахстане и других странах СНГ. Ученый участвовал и проводил полевые геологические и научные исследования в 17 странах мира. Является первооткрывателем нового минерала черновит, названным в честь основателя Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Именем ученого назван новый минерал юшкинит, открытый его учениками доктором геолого-минералогических наук А. Б. Макеевым и аспиранткой Н. С. Ковальчук [2].

Постоянное общение, консультации и советы, полученные от академика Н. П. Юшкина по проблемным вопросам минералогии, участие в качестве докладчика и члена оргкомитетов проводимых им международных научных семинаров

положительно повлияли на постановку и развитие ряда новых для Казахстана направлений: по медицинской минералогии и геохимии [6], медицинской наноминералогии и наногеохимии [7-9], медицинской органической минералогии [10], использованию природных минералов в стоматологии и ортопедии [11], ветеринарной медицине [12, 13], в производстве биоэкозащитных материалов [14], совмещенных литобиопрепаратов для лечения стойких заболеваний [8], синтеза монокристаллов для производства изделий медицинского и технического назначения [15]; определены перспективы развития фарминдустрии Республики Казахстан на минеральной основе [16] и т. д.

Молодые ученые Казахстана строго выполняют посвященные им заветы великого просветителя и поэта казахского народа Абая: «болмасақ да ққсап бақ қпы қалымды ккрсеқіз, ондай болмақ қайда деп айтпа қылым сқйсеқіз», что в переводе означает «всячески уподобляйся быть похожим на него во всем, если встретишься с выдающимся ученым, никогда не говори, что не станешь таким, если любишь науку».

Уместно также отметить, что наши научные связи с академиком Н. П. Юшкиным и его научной школой намечается развивать уже в рамках реализации государственной научно-технической проблемы с 50 %-ным участием молодых специалистов Казахстана «Международное сотрудничество и международные научно-технические программы и проекты» на 2011—2015 гг. по разделу «Реализация научно-технических программ и проектов в рамках Программы сотрудничества между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о сотрудничестве в области науки и технологии» по лотам: № 17 «Провести комплексное минералогическое изучение руд Кумдыкольского месторождения микро-наноразмерных алмазов с целью разработки нетрадиционных технологий их извлечения и выявления возможности использования для получения монокристаллов алмаза ювелирных сортов и новых высокотехнологичных материалов специального назначения», № 23



«Разработать геолого-генетические, рудноформационные и технологическо-минералогические критерии оценки промышленных перспектив нетрадиционных рудопроявлений цветных, благородных металлов, особо чистого кварца и асбестов Жезказган-Улытауского района как дополнительной сырьевой базы действующего медькомбината и для создания новых высокотехнологичных материалов

специального назначения», проекты по которым уже представлены на рассмотрение в Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

В свои 75 лет академик Н. П. Юшкин еще полон творческих сил, новаторских идей и энергии. Мы желаем ему новых успехов на научном поприще, здоровья, оставаться лидером и создателем новых направлений в минералогической науке.

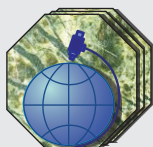
## ЛИТЕРАТУРА

1. *Асхабов А. М., Рундквист Д. В.* Николай Павлович Юшкин. Сыктывкар: Геопринт, 2006. 20 с.
2. *Асхабов А. М., Юхтанов П., Лютоев В. П.* Сыктывкарская минералогическая школа. //Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2006. № 5. С. 4-8.
3. *Бейсеев О. Б.* Механизм образования (онтогенеза) текстурно-морфологических разновидностей родуситов в месторождениях жезказганского типа по данным природных наблюдений и экспериментальных исследований //Минералогическое и технологическое изучение асбестов Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМСа. 1977. Т.1. С. 72 -104.
4. *Юшкин Н. П.* Минералогия и парагенезис самородной серы в экзогенных месторождениях. Л.: Наука.1968. 187с.
5. *Юшкин Н. П., Волкова Н. В., Маркова Г. А.* Оптический флюорит. М.: Наука, 1983. 134 с.
6. *Бейсеев А. О.* К истории использования природных минералов для лечебных целей и развития медицинской минералогии //Вестник КазНТУ. 1999. Вып. 1-2. С. 132-140.
7. *Бейсеев О.Б., Бейсеев А.О.* Медицинская наноминералогия – новое направление в минералотерапии и перспективы ее развития в Казахстане // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения К. И. Сатпаева «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов». Алматы, 2009. С. 147-161.
8. *Бейсеев О. Б., Бейсеев А. О.* Медицинские аспекты наноминералогии // Труды Международного минералогического семинара «Минералогическая интервенция в микро- и наномир». Сыктывкар: Геопринт. 2010. С. 11-21.
9. *Бейсеев А. О., Бейсеев О. Б.* Наноминералогия, наногеохимия + нанотехнология – точки соприкосновения: наномедицинские, нанофармацевтические и нанобиоэкозащитные материалы //Труды международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». Секция XXIII. М.: 2011.
10. *Бейсеев А. О., Бейсеев О. Б.* Медицинские аспекты органической минералогии, органических минералов, минералоидов, биоминеральных соединений и перспективы Казахстана //Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2011. № 5. С. 4-18.
11. *Бейсеев А. О., Бейсеев О. Б.* Перспективы использования ювелирных камней и минералов Казахстана в качестве имплантатов, костных и зубных протезов // Труды международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». Секция VI. М., 2011.
12. *Бейсеев А. О., Бейсеев О. Б.* Использование природных минералов для ветеринарных целей и перспективы Казахстана // Труды IV международного минералогического семинара «Теория, история, философия и практика минералогии». Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 221-226.
13. *Бейсеев А. О.* Ветеринарная минералогия как новое направление в минералотерапии сельскохозяйственных животных и перспективы ее развития в Казахстане // Горно-геологический журнал. 2010. №1-2 (21-22). С. 51-62.

14. *Бейсеев А. О., Бейсеев О. Б.* Перспективы использования биоактивных, биосовместимых, биозащитных, энергоконцентрирующих и преобразующих свойств кварца и кремния Казахстана для технических, лечебных целей и электрообеспечения инфраструктур и медико-ветеринарных служб в отдаленных регионах республики // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2011. № 5. С. 18 - 32.

15. *Бейсеев О. Б., Бейсеев А. О.* Перспективы создания и развития индустрии кристаллов на основе минерального сырья Казахстана и проблемы использования их для организации производства высокотехнологичных изделий технического, ювелирного и медицинского назначения // Горный журнал Казахстана. 2010. № 3. С. 2-10.

16. *Бейсеев А. О.* Перспективы развития фармацевтической индустрии республики Казахстана на минеральной основе и проблемы ее научно-экспериментального и сырьевого обеспечения // Вестник КазНУ. Сер. географ. 2009. № 2 (29). С. 27-37.



# ТОО “АСБЕСТОВОЕ ГРП”

- *Изучение геологического строения месторождения, горно-геологических и инженерно-геологических условий, гидрогеологических характеристик*
- *Проектирование горных выработок, геологическое трехмерное моделирование, прогноз и оценка запасов в программе Micromine*
- *Разработка ТЭО, пересмотр и утверждение локальных технических проектов по горным работам*
- *Бурение скважин на все виды полезных ископаемых*
- *Геолого-маркшейдерское обслуживание при пользовании недрами*
- *Инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания*
- *Проектные и строительно-монтажные работы*
- *Инжиниринговые услуги при выполнении работ для строительства*

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. Статьи в “Горно-геологический журнал” принимаются набранными в текстовом и электронном вариантах MS Word-97/2003 на русском языке.
2. Статьи должны сопровождаться аннотациями, содержащими не более 10 строк. Название статей и аннотаций к ним следует давать на государственном, русском и английском языках.
3. В верхней части статьи по центру строчными буквами жирным шрифтом без переноса - название статьи, на следующей строке полужирным шрифтом - инициалы и фамилии авторов, ученая степень, на следующей строке - полное название организации, где выполнена работа, город, страна.
4. Максимальный объем материала 7 страниц формата А4. Материал печатается через 1,5 интервала, шрифт №12, Times New Roman, выравнивание по ширине, красная строка 0,7 см. Поля - верхнее, нижнее, справа и слева - 2,5 см. Страницы статьи обязательно нумеруются.
5. Рукопись должна иметь индекс УДК.
6. В конце рукописи приводится список литературы, в тексте указываются номера ссылок в порядке цитирования. Таблицы (Word, Excel) и графические материалы (Jpg, Tiff) располагаются по тексту статьи. Графические материалы представляются в черно-белом варианте с условными обозначениями (крап). Цветные иллюстрации печатаются за отдельную плату.
7. Сданные в редакцию статьи авторам не возвращаются.
8. Для публикации статей в журнале представить фото всех авторов.

### Адрес редакции:

110700 г. Житикара Костанайской обл., 4 мкр., д. 5а  
ТОО “Асбестовое ГРП”

E-mail: nizamid@mail.ru, asbestgrp@mosk.ru

Контактные телефоны: 8 (714 35) 2-22-72; 2-35-60. Факс 8 (714 35) 2-22-72.

Журнал  
распространяется в  
Республике Казахстан,  
Российской Федерации

Ответственность  
за достоверность  
фактов и сведений,  
содержащихся в  
публикациях, несут  
авторы

Ответственность  
за содержание рекламы  
несут рекламодатели

При перепечатке  
материалов ссылка на  
“Горно-геологический  
журнал” обязательна



**ТОО “АГРП”**

**110700, г. Житикара, Республика Казахстан**

**тел./факс: 8 (71435) 2-22-72**

**e-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru), [asbestgrp@mosk.ru](mailto:asbestgrp@mosk.ru)**