

# Горно- Геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2015. №1-2 (41-42)

ISBN 9965-431-42-7





Н. Н. Джафаров,  
главный редактор



Ф. Н. Джафаров,  
зам. главного редактора



Т. М. Каскевич,  
ответственный секретарь



Е. В. Альперович-Ландо,  
ученый секретарь



И. Я. Хафизов,  
дизайн



Ю. В. Иванова,  
компьютерная обработка и верстка

## АО «Костанайские минералы» – 50 лет

*2015 год для АО «Костанайские минералы» является юбилейным. В 1965 году началась отработка крупнейшего Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста, и вот уже в течение 50 лет прославленный коллектив добывает уникальное сырье – асбестовое волокно – «горный лен».*

*Уникальность хризотил-асбеста не только в его природной форме образования, но и в природных ценных свойствах, что позволяет применять во многих отраслях промышленности.*

*Являясь единственным в своем роде предприятием в Казахстане, АО «Костанайские минералы» свою продукцию поставляет во многие страны мира, успешно конкурирует с мировыми производителями.*

*Редакция горно-геологического журнала от души поздравляет коллектив АО «Костанайские минералы» с юбилеем, желает процветания во благо региона, страны.*

Уважаемые читатели! 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 [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru).

Годовая подписка на журнал составляет 4 тыс. тенге.

Для оформления подписки на «Горно-геологический журнал» необходимо перечислить на расчетный счет №KZ41319Mo10000392612 в АО «БТА Банк» БИК АВКZ KZ KX КБе 17 необходимую сумму и прислать в адрес редакции копию платежного поручения с указанием почтового адреса и телефона.

**Наш адрес:** 110700 г. Житикара, Республика Казахстан, Костанайская область, 4 мкрн., д. 5а, ТОО «Асбестовое ГРП» Редакция Горно-геологического журнала  
**E-mail:** [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru)

**Наш сайт в интернете:** [www.nizamid.ru](http://www.nizamid.ru)

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



**Главный редактор**

**Н. Н. Джафаров**, доктор  
геол.-мин. наук,  
академик МИА и НИА РК

**Зам. главного редактора**

**Ф. Н. Джафаров**, канд. геол.-мин. наук,  
член-корреспондент МАМР и АМР РК

**Ответственный секретарь**

**Т. М. Каскевич**

**Ученый секретарь**

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

**Редакционная коллегия:**

**А. Б. Бегалинов**, докт. техн. наук, профессор,  
член-кор. НИА РК

**О. Б. Бейсеев**, докт. геол.-мин. наук, профессор,  
академик Каз. НАЕН

**С. Ж. Галиев**, докт. техн. наук, профессор, член-  
кор. НАН РК

**К. К. Жусупов**, докт. техн. наук, академик МАИН

**Ю. А. Поленов**, докт. геол.-мин. наук (Российская  
Федерация)

**Ч. М. Халифа-заде**, докт. геол.-мин. наук,  
профессор, академик РАЕН (Республика  
Азербайджан)

**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

**Литературная обработка**

**М. К. Прокофьева**

**Дизайн**

**И. Я. Хафизов**

**Переводчик**

**С. К. Биримжанова**

**Компьютерная обработка**

**Ю. В. Иванова**

Подписано в печать 29. 05. 2015  
Формат 84X108.1/8 Бум. офсетная.  
Уч.-изд. л. 4,8. Тираж 500 экз.

ISBN 9965-431-42-7

© ТОО «Асбестовое геологоразведочное  
предприятие», 2015  
Отпечатано в ТОО «Костанайполиграфия»,  
г. Костанай, ул. Мауленова, 16

Республика Казахстан

**В. К. ДЕЙНЕКА**

**О ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДОНОСНОСТИ  
СТРАТИФОРМНОГО ТИПА ВАЛЕРЬЯНОВСКОГО  
СИНКЛИНОРИЯ** ..... 3

Республика Казахстан

**Н. Н. ДЖАФАРОВ**

**О ПЕРСПЕКТИВАХ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО  
РУДНОГО РАЙОНА** ..... 9

Российская Федерация

**Ю. А. ПОЛЕНОВ**, **В. Н. ОГОРОДНИКОВ**,

**В. В. БАБЕНКО**, **А. Н. САВИЧЕВ**

**КАКОЙ ЖИЛЬНЫЙ КВАРЦ ОТНОСИТСЯ К ТИПУ  
ГРАНУЛИРОВАННОГО КВАРЦА** ..... 11

Федеративная Республика Германия

**В. Г. СТЕПАНЕЦ**

**К ВОПРОСУ О ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ  
ОФИОЛИТОВ ТЕКТУРМАССКОЙ АККРЕЦИОННОЙ  
ПРИЗМЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)** ..... 17

Республика Узбекистан

**Ф. Б. КАРИМОВА**, **С. О. ЗЕНКОВА**

**ТИПИЗАЦИЯ ДАЕК ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОГО  
РЕГИОНА И СВЯЗЬ С НИМИ ОРУДЕНЕНИЯ** ..... 40

Республика Казахстан

**В. К. ДЕЙНЕКА**

**БЕНКАЛА-БАТАЛИНСКИЙ РАЙОН  
МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД В ТОРГАЕ** ..... 45

Республика Азербайджан

**З. ДЖ. ЭФЕНДИЕВА**

**РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАГЛИКСКОГО АЛУНИТОВОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО СТЕПЕНИ  
ТРЕЩИНОВАТОСТИ** ..... 51

Республика Узбекистан

**П. С. СУЛТОНОВ**

**ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ  
ПАЛЫГОРКИТСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД  
И ИХ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ** ..... 54

Российская Федерация, Соединенные Штаты Америки,

Федеративная Республика Германия

**В. Н. САМАРОВ**, **В. З. НЕПОМНЯЩИЙ**, **Е. В. КОМЛЕВА**

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТРАБОТАВШИЕ ЯДЕРНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ С НЕОПРЕДЕЛЕННЫМ БУДУЩИМ:  
МУРМАН, НОРНИКЕЛЬ И ЧУКОТКА КАК ГАРАНТЫ  
НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ** ..... 60

**НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ** ..... 65



**Editor**

**N. N. Jafarov**, dr. of geological sciences,  
academician NAE RK and IAE

**Co-editor**

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

**Secretary**

**T. M. Kaskevich**

**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,  
academician Kaz. NANS  
**S. G. Caliev**, dr. of technical sciences, professor  
**K. K. Zhusupov**, dr. of technical sciences,  
academician IAIS  
**Yu. A. Polenov**, dr. of geological sciences  
**Ch. M. Khalifa-zaden**, dr. of geological sciences,  
professor

*The magazine is registered in the  
Ministry of Culture, Information and  
Public 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*

Literature processing  
**M. K. Prokofyeva**

Design **I. Y. Hafizov**

Translator  
**S.K.Birimzhanova**

Computer processing  
**Yu. V. Ivanova**

ISBN 9965-431-42-7

© "Asbestos Geological prospecting  
enterprise" LTD, 2015

*V. K. DEINEKA*

**ABOUT POLYMETALLIC ORE-BEARING OF  
STRATIFORM TYPE OF VALERYANOVSKY  
SYNCLINORIUM** ..... 3

*N. N. JAFAROV*

**ABOUT PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF  
MINERAL DEPOSITS OF DZHETYGARINSKY ORE  
DISTRICT** ..... 9

*YU. A. POLENOV, V. N. OGORODNIKOV, V. V. BABENKO,  
A. N. SAVICHEV*

**WHAT VEINED QUARTZ REFERS TO THE  
GRANULATED QUARTZ TYPE** ..... 11

*V. G. STEPANETS*

**TO THE ISSUE ON GEODYNAMICAL NATURE OF  
OPHIOLITES OF TEK MURASS ACCRETIONARY  
PRISM (CENTRAL KAZAKHSTAN)** ..... 17

*F. B. KARIMOVA, S. O. ZENKOVA*

**TIPIFICATION OF DYKES OF CHATKALO-  
KURAMINSKY REGION AND CONNECTION OF  
MINERALIZATION WITH THEM** ..... 40

*V. K. DEINEKA*

**BENKALA-BATALINSKY DISTRICT OF COPPER  
PORPHYRY ORES IN TORGAI** ..... 45

*Z. J. AFANDIEVA*

**ZONING ZAGLIKSKE ALUNITE FIELDS DEGREE  
OF FRACTURING** ..... 51

*P. S. SULTONOV*

**PETROGENETIC TYPES OF PLYGORSKIT-  
CONTAINING ROCKS AND THEIR GENETIC  
CLASSIFICATION** ..... 54

*V. N. SAMAROV, V. Z. NEPOMNUTSHY, E. V. KOMLEVA*

**INTERNATIONAL SPENT NUCLEAR MATERIALS WITH  
UNCLEAR FUTURE: MURMAN, NORILSK NICKEL AND  
CHUKOTKA AS GUARANTORS OF NON-  
PROLIFERATION AND ECOLOGICAL SAFETY** ..... 60

**NEWS OF GEOLOGY** ..... 65





## О ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДОНОСНОСТИ СТРАТИФОРМНОГО ТИПА ВАЛЕРЬЯНОВСКОГО СИНКЛИНОРИЯ

*В. К. ДЕЙНЕКА, академик АМР РК и УГН,  
председатель Северо-Казахстанского филиала АМР РК,  
г. Костанай, Республика Казахстан*

Валерьяновка синклинориіндегі геологиялық, структуралық-тектоника, геохимиялық, және гидрогеохимиялық, аналалған жағдайымен қатар жалпы стратиформалық полиметаллдар кен орындарын іздестіру қарастырылған.

Определены геологические, структурно-тектонические, геохимические и гидрогеохимические критерии рудоносности и перспективы поисков стратиформных месторождений полиметаллов в Валерьяновском синклинории.

Geological, structural-tectonic, geochemical both hydrogeochemical criteria and the general {common} prospects of searches stratiform deposits of polymetals in Valerianov sinklinori's are determined.

Проблема выявления в Валерьяновском синклинории стратиформного полиметаллического оруденения обозначилась после открытия и разведки уникального по интенсивности оруденения и аномально высокого содержания цинка в смитсонит-каламиновых рудах месторождения Шаймерден, выявленного на площади IV рудного участка Красно-октябрьского месторождения бокситов. Здесь в компактной рудной залежи размером 270x100x60 м, сформированной гипсометрически ниже бокситорудных тел, обнаружено скопление 1,26 млн. т цинка со средним содержанием 27,2 % при незначительном присутствии свинца. Богатые окисленные руды были ускоренно извлечены карьером в 2007-2008 гг. АО «Казцинк».

По вопросу условий образования месторождения высказывались разные заключения. Ю. Д. Семенов и другие геологи, проводившие разведочные работы, считали, что месторождение представляет собой зону окисления первичных свинцово-цинковых сульфидных руд. Крутопадающая залежь коренных руд ими прогнозировалась на глубинах 250 – 300 м. Д. А. Венков [6],

В. Ф. Чернов в отчете о разведке связывали происхождение месторождения с гидро-минерально-метасоматической аргиллизацией обломочных пород жерловой фации вулкана, прорвавшего известняки соколовской свиты.

Выполненный А. И. Ивлевым [1] и автором [2] анализ морфологии рудной залежи, минерального состава и характера оруденения пород, особенно после обследования карьера и внимательного просмотра керна разведочных скважин, позволил сделать вывод, что рудовмещающая структура месторождения представляет собой вполне обычную для бокситовых залежей Красно-октябрьского месторождения крупную карстовую котловину, выработанную в практически безрудных известняках соколовской свиты. Полностью выполняющие котловину оруденелые образования сложены сильно выветрелым (до глинистого состояния) на месте залегания делювиально-пролювиальным материалом, представленным обломками вулканогенных пород и меньше известняков валерьяновской серии  $C_1V_2-s$ . В самой верхней части разреза на оруденелых породах залегают сеноман-

туронские бокситоносные породы. Здесь нет места и минеральных следов вулканическому жерлу, подводящим каналам аргиллизующих растворов, равно как и крутопадающему телу первичных сульфидных руд.

Представление, что разведанная рудная залежь месторождения является окисленной частью первичной сульфидной рудной залежи, можно оценить только как явное недоразумение. Смирновым С. С. еще в 1951 г. [3] доказано, что цинк и свинец в гипо- и гипергенных условиях ведут себя совершенно различно. В первом случае пути их миграции очень близки и они образуют, как правило, комплексные сульфидные свинцово-цинковые руды. Но в зоне гипергенеза пути этих элементов расходятся в связи с их резко различной растворимостью в подземных водах, возникающих в зоне окисления соединений свинца и цинка. Галенит замещается англезитом и затем церусситом. Эти минералы в воде практически нерастворимы и в зоне окисления первичных сульфидных руд остаются на месте. Возникающий при окислении сфалерита сульфат цинка, наоборот, отличается очень высокой растворимостью и миграционной способностью в воде и выносится из рудного тела на значительные расстояния. Цинк или рассеивается (в алюмосиликатной среде), или концентрируется в виде залежей смитсонита в карбонатных породах (в благоприятных литолого-структурных ловушках). Известно много примеров разобщения свинца и цинка в зоне окисления (Ачисайское месторождение хребта Каратау, месторождение Ледвилл, штат Колорадо в США). Окисленные рудные тела в них представлены существенно свинцовыми рудами, а выведенный процессами окисления за их пределы цинк образует самостоятельные скопления чаще всего в закарстованных карбонатных толщах.

Если бы на месторождении Шаймерден мы имели дело с окисленной частью тела сульфидных свинцово-цинковых руд, то она была бы сложена устойчивыми в зоне окисления соединениями свинца в форме скоплений церуссита и англезита с резко пониженным содержанием цинковых минералов.

Исходя из совокупности данных по морфологии рудной залежи, субгоризонтально-слоистого распределения окислен-

ных минеральных форм в разрезе месторождения Шаймерден и явно выраженных метасоматических особенностей образования руд, Ивлеву А. И. и автору пришли к представлению о его инфильтрационно-карстовом происхождении. То есть, здесь имеет место вторичное накопление цинка, принесенного из окисленной части сульфидного свинцово-цинкового месторождения или из рассредоточенных рудопроявлений, располагающихся на удалении от выявленного существенно цинкового вторичного месторождения. Приведенные материалы и соображения естественно ставят проблему поисков в небольшом удалении от месторождения Шаймерден залежей первичных сульфидных свинцово-цинковых руд, разрушение которых служило источником цинка для рассматриваемого объекта. Представления о гипогенном генезисе месторождения, никак не подтверждаемые фактическим материалом детально разведанного месторождения, напрочь исключали такой вывод, и проблема вариантности источников рудного вещества не возникала.

Ответ на этот вопрос мог быть получен еще ранее, если бы при составлении геохимической карты района месторождения масштаба 1 : 25 000 (Венков и др., 1997 г.) не была допущена серьезная методическая ошибка. На этой карте геохимические аномалии в коре выветривания выделялись по сумме содержаний цинка и свинца, а не отдельно, учитывая их резко различное поведение в зоне окисления. Поскольку цинк из сульфидных рудных тел в зоне окисления выносится, а свинец остается на месте, то именно геохимические аномалии свинца являются прямыми свидетельствами наличия в зоне гипергенеза окисленных первичных сульфидных свинцово-цинковых руд. Выполненное А. И. Ивлевым в 2006 г. разделение аномалий на существенно свинцовые и цинковые обнаружило их отчетливое пространственное разобщение на две группы: северную – существенно свинцовых и южную, окружающих месторождение Шаймерден, – существенно цинковых. Северная группа преимущественно свинцовых геохимических аномалий, вероятно, фиксирует расположение коренного



свинцово-цинкового оруденения. Аномальная зона выделена им в качестве Кужукульской перспективной площади для первоочередных поисков первичных сульфидных свинцово-цинковых месторождений.

Кужукульская площадь расположена в 1,25 км севернее месторождения Шаймерден, вытянута в широтном направлении с размерами 2,5x1,5 км. Она располагается преимущественно в поле распространения известняков соколовской свиты, а ее крайнюю северную часть, севернее субширотного Кужукульского разлома, слагают вулканиты куржункульской свиты. В большинстве геохимических аномалий на этой площади содержания свинца составляют около 1 % и выше, по данным химанализов 0,5 – 1,18 %. Содержание цинка обычно меньше 1 % (по данным химанализов до 0,6 – 0,8 %), чаще первые десятые и иногда сотые доли процента. То есть, наблюдается устойчивое преобладание свинца над цинком.

Наиболее интенсивные геохимические аномалии свинца установлены на Соркольском перспективном участке, где содержания свинца, по данным химанализов, достигают 2,48 – 3,24 %. Участок располагается среди известняков соколовской свиты, и здесь имеется наибольшая вероятность обнаружения коренного сульфидного свинцово-цинкового оруденения стратиформного типа.

Значительное количество геохимических аномалий свинца и подчиненно цинка располагается севернее Кужукульского разлома, среди вулканитов куржункульской свиты. Некоторые из них имеют четко выраженный линейный характер с северо-северо-восточным и широтным простиранием. Не исключено, что здесь может быть проявлено свинцово-цинковое оруденение жильного или пластового типа, которое в классических месторождениях (Шалкия) образуют стратиформные рудные залежи.

### **Особенности геолого-структурного развития и рудоносности Валерьяновского синклиория**

Уникальность геологического развития уральского мегаэвгеосинклиория, по мнению Нечеухина В. М. и др. [4], заключена в весьма продолжительном времени течения вулканических процессов с участием островодужных систем. Восточно-Уральский

сегмент и его Урало-Тобольское поднятие имеет специфический состав литосферы, сформированный также на меланократовой основе с участием автохтонных структур Центрального Казахстана. Эндогенная рудоносность его верхнего яруса связана с нижнекаменноугольным вулканическим циклом и структурным оформлением Валерьяновского синклиория. По многим признакам он сходен с более ранним Магнитогорским синклиорием. Их общая высокая рудонасыщенность обусловлена поднятием, мобилизацией и многократным перераспределением глубинных меланократово-фемических масс основания и отсутствием гранитного слоя. Можно считать установленным, что именно субмантийный расплав является основным источником металлов, поступающих в верхние слои литосферы. Он же служит энергетическим потенциалом, требующимся для развития геодинамических и гипогенных рудообразующих процессов.

Именно за счет интенсивных магматических, гидротермальных и метасоматических процессов в Валерьяновском вулcano-плутоническом поясе активной окраины мегасинклиория на заключительной стадии рифтогенеза сформировались огромные залежи магнетитовых руд и менее масштабные месторождения и обширные ареалы рудопроявлений сульфидов меди и полиметаллов. Определенную рудообразующую роль сыграли скарновые и гидротермальные процессы, связанные с внедрением интрузий милютинско-михайловского, соколовско-сарбайского и придорожного комплексов. Вероятно, с первым связаны медно-порфиновые месторождения с золотом и молибденом, со вторым – скарново-магнетитовые руды, а с последним – многие рудопроявления полиметаллов и серебряных руд.

На южном Урале прослеживается широтная зональность в виде крупных структурно-металлогенических блоков, чаще ограниченных глубинными разломами и характеризующихся определенным тектоническим режимом и специфичной металлоносностью (Валерьяновская, Александрo-Денисовская и другие СМЗ). Подобная металлогеническая зональность

наблюдается и в пределах самого Валерьяновского синклинория. Для его восточной части, отличающейся очень мощным накоплением вулканогенных образований, характерно преобладание крупномасштабной магнетитовой рудоносности, часто сопровождаемой существенными по объему рудопроявлениями меди и полиметаллов. В приосевой части синклинория, где мощность толщи вулканитов уменьшается, наряду с железными рудами крупных и средних по размерам месторождений появляются пластовые подрудные залежи бедных полиметаллических руд (Ломоносовское месторождение). На западном крыле синклинория с еще более сокращенным объемом вулканитов в разрезе преобладают мелкие по запасам месторождения железных магнетитовых и медно-порфировых руд с молибденом и золотом, а также многочисленные рудопроявления полиметаллов стратиформного типа. Характерной особенностью развития синклинория является закономерное увеличение с востока на запад тектоно-интрузивной активности и явное возрастание сопровождающих ее рудообразующих процессов. Почти все экзоконтактовые зоны интрузий подверглись скарнированию и насыщены сульфидами металлов, часто образующих аномальные концентрации меди, свинца, цинка, молибдена, серебра.

Факт образования в западной краевой зоне синклинория линейного ряда месторождений медно-порфировых руд с молибденом и золотом и наличие многочисленных рудопроявлений полиметаллов с явными признаками стратиформного типа свидетельствуют об интенсивном развитии гидротермально-метасоматических процессов, связанных с пликативными и разрывными деформациями осадочно-вулканогенных пород валерьяновской серии. Повышенный термический режим и наличие мигрирующих металлоносных порово-седиментационных растворов стимулировали перераспределение рудного вещества с его концентрацией в наиболее проницаемых трещиноватых и брекчированных зонах и на химически активных барьерах. Вероятна определенная рудообразующая роль и смежной с запада весьма рудонасыщенной Александровско-Денисовской СМЗ с пограничным временно

активизированным Ливановским глубинным разломом, служившим источником дополнительно привносимых металлоносных флюидов. В этой связи представляются перспективными на выявление медно-порфировых месторождений большинство диоритовых интрузий с их контактовыми измененными зонами, расположенными в западной краевой зоне Валерьяновского синклинория. Прямыми поисковыми признаками на обнаружение медно-порфировых руд в Западно-Торгайском бокситорудном районе являются элювиально-пролювиальные рудопроявления халькозина и золота в карстово-разломных зонах, выявленные при поисках меди (Шайдулин Ф. Ф., 1982 г.) и разведке бокситов Аятской группы (Зубрицкий В. В., 1992 г.) вблизи разрушаемых диоритовых массивов. Содержания золота в отдельных пробах достигают 5-18 г/т. В этой связи поисковый интерес на медь и золото представляют как сами диоритовые массивы, так и прилегающие к ним контактово-минерализованные и карстово-разломные зоны.

Косвенными признаками повышенной рудоносности западной краевой зоны синклинория являются повышенная тектоническая нарушенность пород и весьма интенсивная активность гипергенных процессов, наиболее масштабно выраженных в химической денудации. Ее течению явно благоприятствовали процессы окисления сульфидов, растворение известняков и формирование карстового ландшафта со специфическим полиметалльным характером.

### **Полиметаллическая рудоносность Валерьяновского синклинория**

О возможности обнаружения среди известняков соколовской свиты Валерьяновского синклинория первичного стратиформного сульфидного свинцово-цинкового оруденения говорят следующие факты.

Кроме интенсивных геохимических аномалий свинца и цинка, выявленных в большом количестве на флангах месторождения Шаймерден, отдельные рудопроявления цинка и свинца зафиксированы в известняках и туфах при поисках бокситов также преимущественно в западной части Валерьяновского синклинория. Масштаб оруденения обычно ограничивается



единичными подсечениями рудопроявлений мощностью до 3 – 4 м и содержаниями суммы полиметаллов до 2 – 5 %. Наиболее интенсивное оруденение с максимальными содержаниями свинца и цинка при их совместном нахождении (8,84 и 8,24 %) зафиксировано в литокластическом туфе Белинского бокситорудного поля (Каскырсорское рудопроявление). К сожалению, по техническим причинам вскрытая скважиной 1753 мощность оруденения оказалась всего 0,5 м. Не определен и минеральный состав руды.

Относительно редкие рудоподсечения полиметаллов случайны, так как при поисках и разведке бокситовых месторождений бурение скважин ограничивалось перебуриванием только бокситовых тел. Этим объясняется пропуск богатых окисленных цинковых руд месторождения Шаймерден и его возможных аналогов, а также вероятных коренных руд полиметаллов. Каскырсорское рудопроявление выявлено в результате глубинных геохимических поисков (Муратов, 1991 г.). Но единичные коренные рудопроявления полиметаллов рассредоточены на значительной площади развития вулканогенно-осадочной толщи валерьяновской серии и приурочены к туфогенно-известняковым отложениям соколовской и куржункульской свит. Такое стратиграфическое положение рудопроявлений вероятно обусловлено их формированием на заключительной стадии развития и структурного становления синклиория, происходящего при тектоно-магматической активизации, сопровождающейся внедрением интрузий соколовско-сарбайского комплекса. О перераспределении рудного вещества и его локализации в наиболее проницаемых зонах свидетельствует их нахождение на значительном удалении от интрузий и преимущественно в прослоях туфов. Содержания полиметаллов в известняках обычно более низкие и имеют в основном цинковый состав. Большинство рудопроявлений приурочено к блокам пород, нарушенных тектоническими разломами субширотного простирания.

Преобладание содержания свинца над цинком на Кужукольском и Каскырсорском участках подтверждает коренное залегание руд, принадлежащих именно к стратиформному типу.

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В мире имеется много крупных стратиформных свинцово-цинковых месторождений, связанных с карбонатными толщами (месторождения хребта Каратау в Казахстане, бассейн р. Миссисипи в США и т. д.).

Среди рудоносных карбонатных формаций хребта Каратау продуктивными являются [Борков и др., 1983 г.] известняково-доломитовая и доломит-известковая лагунно-морские литофации, к которым приурочены практически все промышленные свинцово-цинковые месторождения.

На северном продолжении Магнитогорского синклиория в Александровско-Денисовской СМЗ выявлено Амурское месторождение полиметаллов стратиформного типа.

Как и бокситовые залежи Красноярского месторождения, месторождение Шаймерден и Кужукульская перспективная площадь приурочиваются к полосе известняков соколовской свиты северо-восточного простирания. В рассматриваемом районе ширина выхода толщи известняков на поверхность палеозойского фундамента резко возрастает (до 3 км при обычной 0,5 – 1 км), что объясняется раздувом их мощности и относительно пологим падением. Известняки свиты массивные органогенные и органогенно-обломочные.

Отчетливая приуроченность выявленных рудопроявлений и геохимических признаков свинцово-цинкового оруденения к органогенным известнякам и туфам позволяет сделать вывод, что выявленное оруденение относится к типу стратиформных рудных залежей рифовых формаций. Среди известняков свиты отмечены и лагунные литофации (доломитизированные известняки и доломиты).

Наличие стратиформных полиметаллических руд, хотя и бедных, установлено в известняках соколовской свиты на Ломоносовском железорудном месторождении в основании пластовой залежи магнетитовых руд (Дудина Н. С., 1992 г.) [5], в известняках и туфах Красноярского (Венков Д. А., 1997 г.) [6] и Таунсорского бокситорудных полей (Ким Ю. И., 1963 г.), Викентьевского поискового участка на бокситы (Куциенко В. А., 1973 г.). Наиболее

богатое Каскырсорское рудопроявление приурочено к туфам, фациально переходящим в известняки соколовской свиты, слагающим субстрат Белинского бокситорудного поля.

Весьма интенсивные гидрогеохимические аномалии цинка ареального типа были выявлены автором при геологической съемке масштаба 1:50 000 в пределах Белинского бокситорудного поля и в его периферии. В аномальных концентрациях цинк и свинец содержатся также в дренажных водах карьеров №№ 1, 6 и 22, разрабатывающих бокситы Белинского месторождения. Источником металлов в подземных водах являются окисляемые сульфидные руды, находящиеся в окружающих породных блоках, что подтверждается их кислой реакцией (рН до 4,4) и сульфатностью.

Несмотря на имеющиеся факты, подтверждающие наличие полиметаллической рудоносности Валерьяновского синклинория, для разработки программы поисков и обнаружения промышленных месторождений стратиформного типа требуется дополнительный системный анализ имеющейся геологической информации.

Комплексному анализу подлежит информация по западной части территории синклинория с реконструкцией схемы его эволюционного геодинамического развития, процессов рудообразования и условий локализации рудных залежей полиметаллов стратиформного типа. Требуется выявление геологических критериев и поисковых признаков рудоносности и обоснование перспективных площадей, а также эффективной методики и рациональных видов и объемов поисковых комплексов. Особого

внимания заслуживает анализ особенностей геохимических и гидрогеохимических полей, существующих в окружении рудных полей месторождений и рудопроявлений окисленных свинцово-цинковых инфильтрационно-карстовых залежей, а также бокситорудных тел, обогащенных полиметаллами.

На первом этапе аналитических исследований целесообразно сосредоточиться на геологическом прогнозировании выявления только инфильтрационно-карстовых рудных объектов шаймерденского типа, возможно локализованных в карстовых депрессиях Краснооктябрьского, Карабайтальского, Таунсорского и Белинского бокситорудных полей, имеющих много общих структурно-генетических признаков с месторождением Шаймерден. Для этого потребуются комплексный анализ морфологии наиболее глубоких карстовых депрессий, содержащих залежи бокситов и обломочные глинистые образования, залегающие на поверхности известняков. Необходимы палеореконструкции ландшафтно-геохимических и гидрогеохимических полей с определением дренажных центров и очагов возможной аккумуляции рудного вещества. На их основании строятся прогнозно-металлогенетические карты и выделяются перспективные участки для поисков месторождений. Поисково-оценочные работы на перспективных участках позволят определить стратегию поисков коренных руд полиметаллов, служащих источником рудного вещества для образования окисленных богатых цинковых руд карстового типа. Для этой цели наиболее представительным представляется Кужукульский участок, расположенный на северном фланге месторождения Шаймерден.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивлев А. И., Самохвалов В. А., Шестак Г. И.* К оценке перспектив Валерьяновской структурно-формационной зоны Тургайского прогиба на медь, полиметаллы и благородные металлы // Топорковские чтения. Вып. V. Рудный, 2001. С. 84-109.
2. *Дейнека В. К.* О генезисе свинцово-цинковых руд месторождения Шаймерден // Геология и охрана недр. 4/2004, Алматы: КазГЕО. С. 52-57.
3. *Смирнов С. С.* Зона окисления сульфидных месторождений. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 366 с.
4. *Нечеухин В. М., Берлянд Н. Г., Пучков В. Н., Соколов В. Б.* Глубинное строение, тектоника, металлогения Урала. УНЦ АН СССР. Свердловск, 1986. 107 с.
5. *Дудина Н. С.* Материалы к комплексной оценке Ломоносовского магнетитового месторождения // Топорковские чтения. Вып. I. Рудный, 1992. С. 52-58.
6. *Венков Д. А.* Уникальное месторождение цинка Шаймерден – новое важное открытие в Тургайском прогибе // Топорковские чтения. Вып. IV. Рудный, 1999. С. 163-174.





## О ПЕРСПЕКТИВАХ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

**Н. Н. ДЖАФАРОВ,**

*доктор геол.-мин. наук, академик НИИ РК и МИА,*

*Ген. директор ТОО «Асбестовое ГРП»*

*г. Житикара, Республика Казахстан*

Аймақтағы тау-кен саласы күйінің талдауы берілген және кен орнылардың коммерциялық дамыту дайындықтарды тоқтататың факторлары ерекшеленген.

Приведен анализ состояния горнодобывающей отрасли в регионе и выделены факторы, тормозящие подготовку месторождений к промышленному освоению.

An analysis of the mining sector state in the region is given and the factors inhibiting deposits preparation for commercial development are highlighted.

Житикаринский район Костанайской области территориально расположен в пределах Джетыгаринского рудного района, который в геологическом плане является зоной слияния южной части Уральского щита Восточно-Европейской континентальной плиты с Торгайским внутриконтинентальным рифтом, где интенсивные геологические процессы привели к образованию месторождений различных полезных ископаемых [1].

Геологическое изучение и освоение недр района началось в начале прошлого века и продолжается уже более 100 лет. За этот период обнаружено и изучено множество месторождений и рудопроявлений хризотил – асбеста, золота, никеля-кобальта, редких земель, железа, хромитов, строительных материалов, подземных вод и т. д. Золото-добыча в районе имеет вековую историю (количество отработанного золота оценивается более 50 т), а месторождение хризотил – асбеста отрабатывается уже 50 лет (произведено более 16 млн. т товарного асбеста), также отрабатываются месторождения строительных материалов.

Практически вся территория района разделена на контрактные территории, которые переданы инвесторам на недро-

пользование. Однако, несмотря на наличие солидной сырьевой базы, горнодобывающая отрасль не обеспечивает экономическое развитие региона в полной мере, а в последнее время отмечается спад. Ниже приведем короткий анализ состояния дел и перспективы развития освоения месторождений по отдельным видам полезных ископаемых.

**Золото.** В пределах рудного района геологоразведочными работами установлено более 50 объектов золота (месторождения и рудопроявления). Не случайно наибольшее количество недропользователей в регионе занято именно разведкой и добычей золота.

В настоящее время промышленная отработка ведется только на Комаровском месторождении, еще на 2-х месторождениях выполняются опытно-добычные работы. К отработке привлечены, в основном, запасы окисленных руд методом кучного выщелачивания. Объем добываемого драгоценного металла остается на достаточно низком уровне – чуть более 1,0 т в год, что явно не соответствует потенциалу рудного района на золото, который оценивается более 500 т [2]. По оценкам специалистов добыча драгоценного металла в районе должна составлять не менее 5 т в год.

Для дальнейшего развития добычи

золота в районе необходимо, в первую очередь, увеличить интенсивность геологоразведочных работ, привлечение к отработке сульфидных руд, применение новых технологических схем, строительство современных обогатительных фабрик и т. д., одним словом, нужны немалые инвестиции.

Опыт подготовки месторождений в регионе, да и по всей республике показывает, что инвесторы не проводят широко-масштабные геологоразведочные работы на контрактных территориях, а сосредотачиваются на тех участках, где локализованы легкодоступные, легкообогатимые окисленные руды. Инвесторы, планируя опытную добычу этих руд, хотят компенсировать издержки на геологоразведочные работы, технологические исследования. Среди множества причин, придерживающих развитие золотодобычи в регионе, кроме отсутствия современных технологий обогащения золотосодержащих руд, по нашему мнению, отмечается слабая изученность месторождений, отсутствие инфраструктуры и т. д.

**Хризотил-асбест.** Отработка единственного в своем роде в Казахстане Джетыгаринского месторождения в течение последних 50 лет играла и продолжает играть главную роль в экономическом развитии района. В разные периоды своего развития добыча асбеста переживала взлеты и падения. В лучшие годы производство уникального сырья превышало 600 тыс. т волокна. Однако ситуация на мировом рынке, обусловленная изменением спроса на волокно хризотил – асбеста, экономическими кризисами, анти-асбестовой истерией и другими причинами, ведет к снижению спроса на хризотил – асбест. В последние годы объем добычи находится в пределах 180 – 240 тыс. т. Выполненные геолого-экономические расчеты показали, что оставшиеся запасы месторождения в недрах составляют десятки миллионов тонн.

**Кобальт-никель.** В Джетыгаринском рудном районе обнаружены и изучены несколько месторождений кобальта-никеля – Шевченковское, Кундыбаевское, Милютинское, Аккаргинское, Берсуатское и т. д. Крупное Шевченковское месторождение подготовлено к промышленному освоению, на Милютинском месторождении работами последних лет запасы увеличены в 5 раз и т. д. Однако, несмотря на это, в регионе добыча

кобальт-никеля так и не началась. Опять же отмечаются проблемы, связанные со слабой инфраструктурой, отсутствием современных технологий, нестабильностью мировых цен на никель и кобальт и т. д. Предлагаемая технологическая схема для отработки месторождений силикатного кобальта-никеля, к которым относятся месторождения нашего района, очень дорогостоящая и требует больших энергетических, водных и др. ресурсов и экологически небезопасна. В настоящее время какие-либо работы по изучению месторождений никеля – кобальта не проводятся.

**Редкоземельные металлы.** Наличие в рудном районе месторождений и рудопроявлений иттрия и редких земель известно с 60-х годов прошлого столетия. Самое крупное из них Кундыбаевское, которое приурочено к коре выветривания древних сланцев. В течение 50 лет на месторождении частично выполнялись геологоразведочные и технологические исследовательские работы, почти 20 лет месторождение является контрактной территорией, однако так и не подготовлено к промышленному освоению. Частая смена инвесторов не позволила выполнить полномасштабные геологоразведочные работы на месторождении, не разработана технология обогащения руд месторождения и т. д. Только на небольшом участке произведена геолого-экономическая оценка с апробацией запасов. Редкоземельные металлы как сырье будущего являются стратегически важным полезным ископаемым и подготовка Кундыбайского месторождения к промышленному освоению стала бы важным этапом создания сырьевой базы этих металлов в республике.

По другим видам полезных ископаемых за последние десятилетия геологоразведочные работы практически не проводились. О них известно только по данным ранее проводимых работ 50 – 60 -летней давности. Многие залежи ценных компонентов еще ждут своего часа, а геологам предстоит большая работа по открытию, изучению и подготовке их к промышленному освоению. Кроме уже перечисленных месторождений, рудный район интересен для поисков месторождений платиноидов, хромитов, железа, меди, молибдена и др. рудных и нерудных полезных ископаемых.



ЛИТЕРАТУРА

1. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Полезные ископаемые Джетыгаринского рудного района (Костанайское Зауралье). Алматы: Алем, 2002. 244 с.
2. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. О ресурсах золота в Джетыгаринском рудном районе // Горно-геологический журнал. 2014. № 3-4 (39-40). С. 14-17.

УДК: 553.07(470.5)

## КАКОЙ ЖИЛЬНЫЙ КВАРЦ ОТНОСИТСЯ К ТИПУ ГРАНУЛИРОВАННОГО КВАРЦА



**Ю. А. ПОЛЕНОВ,**  
доктор геол.-мин. наук,  
доцент, Уральский  
государственный  
горный университет  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**В. Н. ОГОРОДНИКОВ,**  
доктор геол.-мин. наук,  
доцент, Уральский  
государственный горный  
университет  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**В. В. БАБЕНКО,**  
доктор геол.-мин. наук,  
доцент, Уральский  
государственный  
горный университет  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**А. Н. САВИЧЕВ,**  
канд. геол.-мин. наук,  
СНС, Уральский  
государственный  
горный университет,  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация

Кварцтың кварц - желілі пайда болуының метаморфтық саралау, слюдяногорлық, уфалейдік, қыштымдық және егустиндік түрлері белгіленген, олардың әрқайсысында өз пайда болуы генетикалық процесі (әдісі) бар. Тек қыштымдық түрінің денелерің жасайтын желілі кварцқа «түйіршікті кварц» термині қолданылады.

Выделены кварцево-жильные образования кварца следующих типов: метаморфической дифференциации, слюдяногорского, уфалейского, кыштымского, егустинского, каждый из которых имеет свой собственный генетический процесс (способ) образования. Только к жильному кварцу, слагающему тела кыштымского типа, применим термин «гранулированный кварц».

The following types of quartz-veined formations are highlighted: of metamorphic differentiation, slyudyanogorsky, ufaleisky, kyshtymsky, yegustinsky, each of which has its own genetic process (method) of formation. Only to the veined quartz, forming the bodies of Kyshtymsky type, the term "granular quartz" is applied.

В последнее время появилось большое количество статей и диссертаций, рассматривающих жильный кварц Кыштымского месторождения как однотипный, гранулированный, как-то упускающих из виду, что на Кыштымском месторождении существует несколько генетических типов жильного

кварца, большую часть из которых нельзя называть гранулированным.

Зернистая разновидность жильного кварца, получившая название гранулированного, стала известна благодаря работам С. Ф. Адамса, Г. Н. Вертушкова и его учеников [1]. В течение четверти века после ее описания и

выделения в качестве самостоятельной жильной породы она имела чисто минералогическое значение. И лишь начиная с 1958 г., гранулированный кварц приобрел известность как заменитель дефицитного горного хрусталя при получении прозрачного плавленого кварцевого стекла.

За прошедшее время проделана большая по объему, разнообразная по характеру и плодотворная по результатам работа по исследованию гранулированного кварца. Однако до сих пор многие вопросы, касающиеся геологического строения месторождений, условий образования и закономерностей размещения жил гранулированного кварца, недостаточно исследованы.

Ученики Г. Н. Вертушкова очень долго и последовательно образование любого мелкозернистого жильного кварца рассматривали как тектонит, образовавшийся в результате механической деформации при метаморфизме. «Гранулированный кварц – это агрегат гранобластовой структуры, слагающий часто будинированные и согласные, реже секущие жилы, претерпевшие термодинамометаморфизм совместно с вмещающими породами» [2].

Изучение закономерностей пространственного распределения кварцевых жил (кварцеметрическая съемка), располагающихся вокруг гранитных массивов в пределах гнейсово-мигматитовых комплексов и их ближайшего окружения, позволило научным сотрудникам кафедры минералогии СГИ выделить три генетических семейства, среди них две главных группы, которые можно рассматривать как самостоятельные жильные формации, каждая из них занимает определенную геологическую позицию: А – формация первично кристаллизованного кварца; Б – формация рекристаллизованного гранулированного кварца» [1].

**Кварц формации Б** – относимый к **гранулированному кварцу** – характеризуется вторичными структурами рекристаллизации и перекристаллизации, возникающими в процессе метаморфических преобразований первичного жильного кварца. По размерам, по форме слагающих агрегат гранул и по степени однородности гранулированный кварц подразделяется на две большие, пространственно разобщенные группы: однородный гранулированный кварц

субформации Б-П (кыштымский тип) и неоднородный тонкозернистый гранулированный кварц субформации Б-Г (уфалейский тип) [1]. В эту же совокупность отнесен и микрогранулированный кварц (первое семейство), широко развитый в метаморфических породах допалеозойского возраста. При этом предусматривается одинаковый механизм образования жил гранулированного кварца.

Наши исследования [3, 4] подтвердили наличие разномасштабных разновидностей кварца и позволили найти этому онтогенетические и генетические объяснения. Нами выделены кварцево-жильные образования кварца следующих типов: **1) метаморфической дифференциации, 2) слюдяногорского, 3) уфалейского, 4) кыштымского, 5) егустинского**, каждый из которых имеет свой собственный генетический процесс (способ) образования.

Прожилки **метаморфической дифференциации** являются результатом процессов регионального метаморфизма от гранулитовой до эпидот-амфиболитовой фации, который наиболее интенсивным и мощным на площади Уфалейского рудного поля зафиксирован в докембрии, в карельскую эпоху тектоно-магматической активизации. В это же время формируются тела высокотемпературных гиганто-мигматитов, сложенных К – Na полевыми шпатами, анортотклазитами. Кварцевые прожилки имеют гранобластовую структуру (рис. 1).

**Слюдяногорский тип** жильного кварца являются результатом собирательной перекристаллизации с укрупнением зерна ранних прожилков метаморфической дифференциации, располагающихся в долгоживущей шовной зоне (**Слюдяногорская шовная зона**), заложенной в рифее в результате процессов рифтогенеза (грэнвильская эпоха складчатости), которая сопровождалась изоклинальной складчатостью и приразломным высокотемпературным метаморфизмом (рис. 2).

«К перекристаллизации целесообразно относить изменение формы и величины кристаллов, всесторонне соприкасающихся с другими кристаллами, без привноса-выноса вещества из растворяемого объема и без изменения минерального состава системы» [Попов, 2011]. «Весьма

существенно, что «все индивиды (кристаллы) при перекристаллизации стремятся к изометричной форме. Изометризованные индивиды представляют собой «полиэдры», ограниченные поверхностями, в общем случае не совпадающие с кристаллографи-

ческими формами. Полиэдры перекристаллизации всегда изометричны, независимо от типа структуры минерала» [5, 6]. В результате собирательной перекристаллизации образуется **гранобластовый кварц слюдяногорского типа** (рис. 3).



Рис. 1. Прожилки метаморфической дифференциации в биотит-амфиболовых гнейсах, деформированные при последующих коллизиях. Размер глыбы около одного метра. Карьер по отработке жилы 170, Кыштымское месторождение гранулированного кварца (Уфалейский метаморфический комплекс)



Рис. 2. Жилы метаморфической дифференциации (1), смятые в изоклинальные складки, которые секутся дайками плагиогранитов, аплитов (2) в гнейсах (3) уфалейского метаморфического комплекса

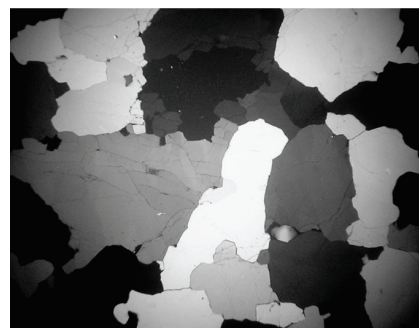
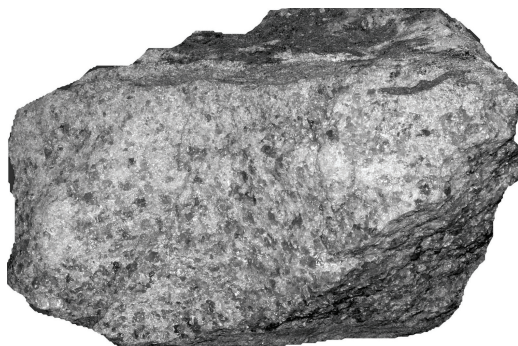


Рис. 3. Перекристаллизация первичного тонкозернистого, грануломорфного кварца (серые реликты) в средне-крупнозернистый, новообразованный, гранобластовый агрегат (размер глыбы 80 см). На врезке шлиф гранобластового кварца № У-28/2, увел. 24X, с анализатором. Жила 170, Кыштымское месторождение кварца (Слюдяногорский тип)



Анортоклазовые гиганто-мигматиты подвергаются смятию в складки и процессам будинажа. В это же время в этих телах появляются крупные кристаллы иттро-содержащего эпидота [3, 4, 7].

Кварцево-жильные образования, сложенные жильным кварцем **уфалейского типа**, приурочены к Слюдяногорской шовной зоне, и их метасоматический генезис связан с альбититами и ураноносными щелочными карбонатитами докембрийского возраста (байкальская эпоха складчатости). Наиболее характерная структурная особенность данной разновидности кварца – полигенный характер образования, как следствие, появляется неоднородное строение агрегата, сформированного под влиянием нескольких последующих этапов геологического развития Уфалейского рудного поля (венд – палеозойского возраста), выраженное в наличии нескольких групп гранул: тонко-мелкозернистых участков исходных индивидов метасоматических тел замещения и новообразованных метаморфогенных, средне-крупнозернистых гранул, являющихся результатом процессов перекристаллизации (рис. 4).

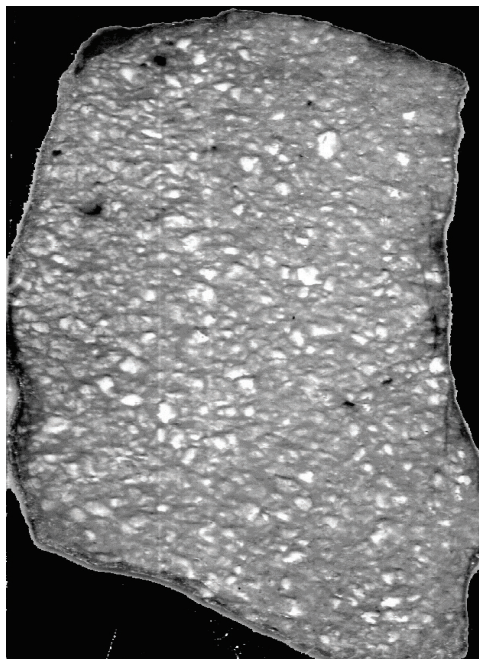


Рис. 4. Неоднородно гранулированный тонко-, среднезернистый кварц (уфалейского типа). Кыштымское месторождение, жила 175. Полированная пластина, натуральная величина

В результате появляется «неоднородно-гранулированный кварц Б-I типа». Для данного типа вторично-зернистого кварца нельзя применять термин гранулированный кварц, так как механизм образования зерен первоначально метасоматический (гранобластовая структура), в последующем метаморфогенный, с образованием отдельных зерен перекристаллизации, порфиробласт, на фоне мелкозернистой основной массы (рис. 5). Целесообразно данный тип структур кварца уфалейского типа называть **грануломорфной, гранобластовой**.

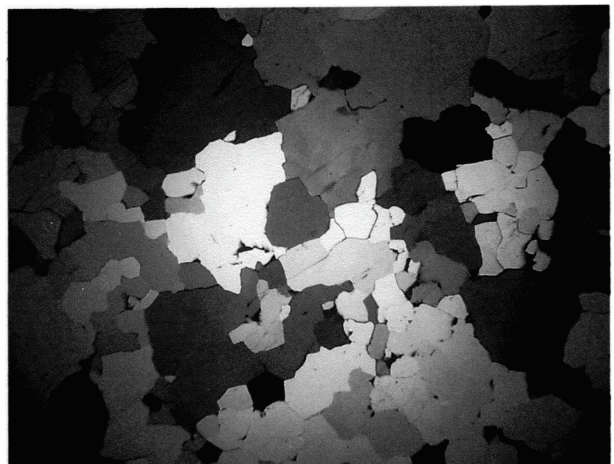


Рис. 5. Неоднородно грануломорфный кварц с неровными, зубчатыми границами зерен. Шлиф У-49/3, николи X, увел 24 X

Только к жильному кварцу, слагающему тела **кыштымского типа**, применим термин «**гранулированный кварц**». Кварц этого типа является продуктом рекристаллизации деформированного первично-гигантозернистого стекловидного кварца жил выполнения палеозойской ранней стадии коллизии под воздействием процессов высокотемпературного дислокационного метаморфизма в стадию поздней коллизии. Основными процессами, приводящими к образованию кварца кыштымского типа, являются деформация и рекристаллизация крупно-гигантозернистого кварца жил выполнения. Рекристаллизация – образование за счет крупных индивидов более мелких, т. е. происходит грануляция индивидов. Грануляция кварца обусловлена наличием градиента температуры, избыточного

тектонического напряжения и инициирована его полиморфным  $\alpha - \beta$  превращением с образованием полигональной системы усадочных трещин, аналогичной «сотовому» кварцу камерных пегматитов. Равномерно-зернистость гранулированного кварца кыштымского типа обусловлена полиморфным  $\alpha - \beta$  преобразованием первичного жильного кварца (рис. 6). С 1959 г. по 1980 г. на Кыштымском месторождении отработаны практически все наиболее крупные жилы гранулированного кварца, и к концу 80-х годов прошлого столетия этот тип полезного ископаемого перестал быть объектом промышленной эксплуатации [8].

Термин «грануляции» не является синонимом «дробления» или «блокования» [9]. К сожалению, основное внимание учеников школы Г. Н. Вертушкова было направлено как раз на деформационные структуры в качестве механизма грануляции, поэтому катакластические структуры разлистования, дробления и постепенное превращение стекловидного кварца в молочно-белый было объявлено грануляцией. Отсюда же появился термин **фрагментарно-гранулированный**, для неполностью деформированных кварцевых жил, хотя правильнее эти жилы и структуры называть **катакластическими**.

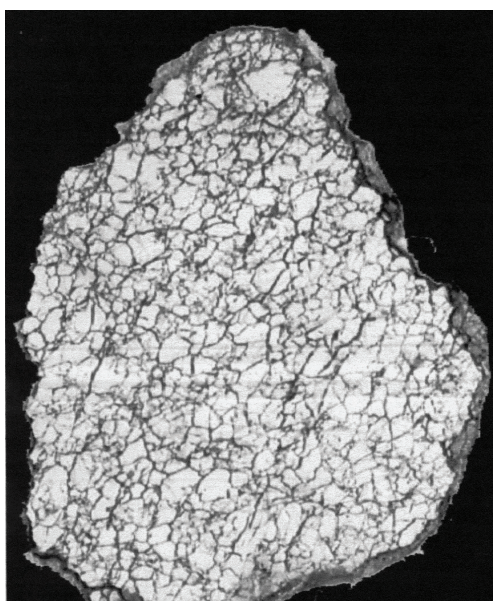


Рис. 6. Однородно гранулированный крупнозернистый кварц кыштымского типа. Кыштымское месторождение, жила 101, обр. С-2-4. Полированная пластина, натуральная величина

Микро-тонкозернистый кварц **егустинского типа** относится к средне-температурному метасоматическому кварцу, который развивается по всем разновидностям кварца грануломорфного уфалейского (рис. 7) и гранулированного кыштымского типов.

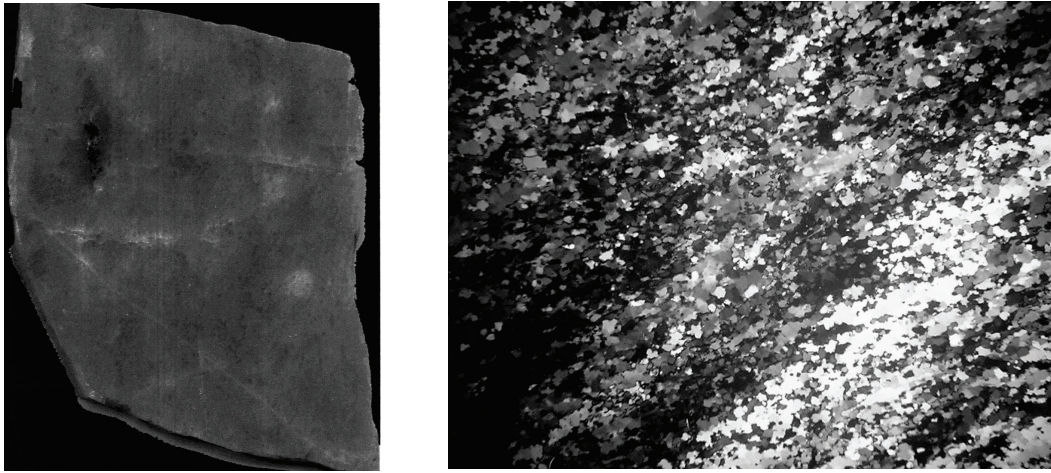


Рис. 7. Развитие высокопрозрачного, тонкозернистого, льдистоподобного кварца егустинского типа (2) по неоднородно гранулированному кварцу уфалейского типа (1). Карьер по отработке жилы 175, Кыштымское месторождение гранулированного кварца

Этот тип кварца связан генетически с развитием поздних редкометалльных и редко-земельных карбонатитовых метасоматитов среди амфиболитов, так называемых «нельсонитов»: ильменорутил-титанит-апатитовых, флогопит-апатитовых, амфибол-апатитовых, апатитовых и других [8,10]. Высокая фтористость растворов привела к очищению зерен кварца от включений и к образованию особо чистого кварца [11]. Структура данного типа кварца является микро-тонкозернистой, гранобластовой (рис. 8).

В качестве заключения подчеркнем, что **только к жильному кварцу кыштымского типа применим термин «гранулированный кварц»**. Этот тип кварца возник в процессе высокотемпературного метаморфизма первично прозрачного или замутненного крупно- и гигантозернистого жильного кварца. Причиной грануляции жильного кварца являются напряжения, возникающие в кварцевом материале при  $\alpha - \beta$  переходе в результате сокращения объема





**Рис. 8. Однородно гранулированный, тонкозернистый кварц егустинского типа. Жила 414. Полированная пластина, натуральная величина. На врезке: шлиф тонкозернистого метасоматического кварца егустинского типа. Жила 2136. Шлиф У-18/6, николи X, увел. 24 X**

жильной массы, приведшие к равномерной грануляции первичного кварца и катаклаз, ориентированное и гидростатическое сжатие [1, 4]. Вновь образованный кварцевый агрегат

в последующие стадии формирования претерпел собирательную перекристаллизацию с образованием полиэдров изометричной формы [3, 4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вертушков Г. Н.* Геология метаморфогенных месторождений гранулированного кварца / Г. Н. Вертушков, В. П. Дроздов, Г. А. Кейльман, Г. П. Саковцев, В. И. Якшин, Е. П. Мельников // Геология метаморфических комплексов. Межвузовский научный тематический сборник. Свердловск, 1980. Вып. 8. С. 3-23.
2. *Емлин Э. Ф., Синкевич Г. А., Якшин В. И.* Жильный кварц Урала в науке и технике. Свердловск: Ср.-Ур. книжное изд-во, 1988. 270 с.
3. *Огородников, В. Н., Сазонов В. Н., Поленов Ю. А.* Минерагения шовных зон Урала. Ч. 3. Уфалейский гнейсово-амфиболитовый комплекс (Южный Урал). - Екатеринбург: Изд-во ИГГ УрО РАН - УГГУ, 2007. 187 с.
4. *Поленов Ю. А.* Эндогенные кварцево-жильные образования Урала. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. 270 с.
5. *Руденко С. А.* Процессы перекристаллизации и их место в лито- и рудогенезе // Проблемы лито- и рудогенеза. Зап. ЛГИ, 1985. Т. 104. С. 9-19.
6. *Попов В. А.* Практическая генетическая минералогия. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 167 с.
7. *Лутц Б. Г., Минеев Д. А.* Парагенетический анализ, геохимия и минералогия метаморфических пород Уфалейского массива на Урале // Редкие элементы в породах различных метаморфических фаций. М.: Наука, 1967. С. 59-104.
8. *Белковский А. И.* Геология и минералогия кварцевых жил Кыштымского месторождения. Миасс: ИМУрО РАН, 2011. 233 с.
9. *Григорьев Д. П., Жабин А. Г.* Онтогенез минералов. М.: Наука, 1975. 339 с.
10. *Свяжин Н. В., Левин В. Я.* Нельсонит из района г. Кыштыма на Урале // Материалы рудных месторождений и пегматитов Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1965. Вып. 70. С. 91-96.
11. *Поленов Ю. А., Огородников В. Н., Савичев А. Н.* РЗЭ в кварцево-жильных образованиях Урала и их индикаторная роль // Горно-геологический журнал, № 3-4 (31-32). 2012. С. 7-15.





## К ВОПРОСУ О ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ ОФИОЛИТОВ ТЕКТУРМАССКОЙ АККРЕЦИОННОЙ ПРИЗМЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

**В. Г. СТЕПАНЕЦ,**

*доктор естественных наук, г. Вильгельмсхафен,  
Федеративная Республика Германия*

Тектурмас аккреционды призмасының офиолиттері субдукционды геодинамикалық жағдайының үстінде қалыптасқан. Қарамұрынды базальтоидтар Палеозойлық суық суперплюмнің еріген өнімі болып табылады

Офиолиты Тектурмасской аккреционной призмы формировались в надсубдукционных геодинамических обстановках. Карамурунские базальтоиды являются продуктом плавления холодного Палеоазиатского суперплюма.

Ophiolites included into the Tekturmas accretionary prism formed in suprasubduction geodynamic conditions. The Karamurun Basalts are produced by melting caused by influence of the Paleoasian cold superplume.

Тектурмасская аккреционная призма находится на северо-западе Жонгаро-Балхашской складчатой системы, где прослеживается на 350 км вдоль субширотной ветви девонского вулканоплутонического пояса и обрамляет с юга Нуринско-Карасорский преддуговой прогиб (рис. 1 А).

На юго-западном фланге (в горах Аркалык – Сарытау и Тортаульской ложбины, рис. 1А (4 – 5)) аккреционная призма круто надвинута на складчатые вулканогенно-осадочные отложения Нуринско-Карасор-

ского преддугового прогиба, в основании которого обнажаются Базарбайские преддуговые офиолиты, на восточном фланге плоскость надвига в районе гор Нурчекен и Сарыкулбалды (рис. 1А (6, 7)) выполаживается до горизонтального положения.

С юго-востока на аккреционную призму надвинуты терригенные отложения Жаман-Сарысуйского окраинного моря, в основании которых вскрываются мощные разрезы турбидитов, наполненных глубоководными кремнистыми фациями.

### 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ

История геологической изученности района гор Тектурмас насчитывает не один десяток лет. Первые сведения о строении гор Тектурмас были получены А. А. Богдановым [1] в процессе изучения геологического строения южной и западной окраин Карагандинского бассейна. Он объединил кремнисто-вулканогенные отложения гор Тектурмас в уртынджалскую серию, состоящую из двух свит – карамурунской базальтоидной и тектурмасской кремнисто-терригенной.

Последовательность, состав и возраст этих отложений обсуждались неоднократно многими геологами и прежде всего в работах

В. Ф. Беспалова [2, 3], Н. П. Четвериковой [4], Р. М. Антонюка [5, 6], Н. А. Афоничева [7], Б. Б. Назарова [8], Ю. А. Зайцева [9].

Особо следует отметить кропотливую работу Л. А. Курковской, Н. А. Герасимовой и М. З. Новиковой [10, 11, 12] в поисках конодонтов в кремнистых фациях гор Тектурмас, Сарытау, Аркалык. Обнаруженные ими конодонты позволили несколько усовершенствовать общую схему строения региона, предложенную ранее А. А. Богдановым.

Новые находки конодонтов позволили им построить, на первый взгляд, непротиво-

речивую стратиграфическую схему строения осадочных, осадочно-вулканогенных отложений столь сложного в тектоническом плане района, которая согласовывалась с современной парадигмой в геологии – тектоникой плит. Одним из основных ее элементов является офиолитовая ассоциация, которая многими геологами [6, 13, 14] в покровно-складчатых структурах современных континентов сопоставляется с океанической корой геологического прошлого. Особо следует упомянуть о выделении олистостромовых комплексов в пределах Тектурмасской зоны [12].

Перидотиты, габброиды, их метаморфиты, гранитоиды, ассоциирующие с вулканитами карамурунской и яшмами тектурмасской свит, неоднократно изучались Н.Ф. Трусовой [15], Н. П. Михайловым и В. Н. Москалевой [16] Р. А. Антонюком [6], И. Е. Кузнецовым [17], Ю. А. Зайцевым [18], Л. Л. Германом [19], В. Г. Степанцом [20].

Учитывая современные направления в геодинамике, Р. М. Антонюк [6] еще в начале семидесятых годов прошлого столетия сопоставил породы офиолитовой ассоциации гор Тектурмас с океанической корой геологического прошлого. Впервые для Казахстана он отнес габбро-перидотиты офиолитовой ассоциации к серпентинитовому меланжу и сопоставил его с меланократовым океаническим фундаментом.

Развивая теорию геосинклинали становления палеозоид Центрального Казахстана, Ю. А. Зайцев [18, 22] рассматривает офиолиты Тектурмаса как результат деструкции и базификации континентальной коры и внедрение ультраосновной и основной магм, что привело к новообразованию квазиокеанической коры.

Впоследствии это направление нашло отражение в диссертации А. С. Якубчука [23], где он сопоставил вулканиды карамурунской

свиты Тектурмасской офиолитовой зоны с базальтами энсиалических окраинных бассейнов Южных Шетландских островов.

Автор в конце 80-х и в начале 90-х годов прошлого столетия в рамках проекта «Геодинамическая карта Центрального Казахстана» [21] занимался исследованием офиолитов Тектурмасской аккреционной призмы.

Существующая схема последовательности верхних членов офиолитовой ассоциации, описанная в работе И. Ф. Никитина [24], отражает широкий возрастной интервал вулканидов карамурунской свиты в объеме  $O_1fl^2 - O_2da^3$ , а возраст яшм тектурмасской свиты определяется только в объеме  $O_3sa$ .

Мощность тектурмасских яшм оценивается около 200 м, что значительно превышает мощность интенсивно конденсированных силицитов, описанных в других аккреционных призмах Центрального Казахстана [25, 26, 27]. Тогда как в первичных материалах Л. А. Курковской, приведенных в диссертации А. С. Якубчука [23], их возраст значительно шире, а нижняя граница опускается до позднего дарривила включительно. То есть нижняя граница яшм синхронна верхам разреза карамурунских базальтоидов, что характерно и для других офиолитовых ассоциаций аккреционных призм Центрального Казахстана [26, 28].

Особо следует отметить недостаток анализа существующих петрохимических данных диабазов и базальтоидов полимиктового серпентинитового меланжа Тектурмасской аккреционной призмы.

Все это требует дополнительного анализа списков конодонтов, составов вулканидов, диабазов, габбро, перидотитов и обсуждения тектонического положения пород офиолитовой ассоциации в разрезе олистостромовой толщи.

## 2. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ

### Паравтохтонные и автохтонные образования

**Сарытауская олистостромовая толща.** Впервые была описана Н. А. Герасимовой и М. З. Новиковой [11, 12] и частично соответствует литологическому составу тектурмасской свиты в понимании А.

А. Богданова [1] и Р. М. Антонюка [6]. Сарытауская олистострома является составной частью неоднократно тектонизированного покровно-олистостромового комплекса Тектурмасской аккреционной призмы. В пределах Краснополянского сектора (рис. 1 (В)) подошва и кровля олистостромовой толщи достоверно не установлены.

Матрикс олистоостромы сложен алевритисто-глинистым и алевро-песчанистым материалом, который неоднократно перемыт и рассланцован, нередко отмечаются оползневые текстуры. Также присутствуют пестроокрашенные алевролиты, глинистые сланцы, кремнистые алевролиты, туфо-алевролиты, пачки осадочных брекчий, туффиты и пепловые туфы.

В матриксе олистоостромы присутствуют олистолиды и олистоплаки яшм и микрокварцитов, базальтов, габброидов, метаморфизованных перидотитов и серпентинитового меланжа, объединяемые ранее в единую офиолитовую ассоциацию [11, 23].

Пере́мыв плутонических пород офиолитового комплекса подтверждается присутствием мелких обломков хромитов, очень высокими содержаниями хрома [23] и мелкими обломками серпентинитов [6] в матриксе олистоостромы.

Матрикс олистоостромы северней гряды Сарытау и в районе гор Дуана-Корасы охарактеризован позднеордовикскими конодонтами *Periodon grandis* (Ethington), *Drepanodus suberectus* (Branson & Mehl). Севернее гряды Сарытау у реки Сулу в матриксе олистоостромы на двух стратиграфических уровнях встречены раннесилурийские граптолиты зоны *Coronograptus gregarius* и пограничного интервала между зонами *Coronograptus gregarius* и *Monograptus convolutus* [12].

**Базарбайский комплекс.** Базарбайский комплекс впервые выделен М. Н. Новиковой и ее коллегами при непосредственном участии автора [20] из состава Тектурмасской офиолитовой зоны [11].

Редуцированные разрезы пород базарбайского комплекса наиболее хорошо обнажены в районе развалов Базарбай (рис. 1 (Е)), гор Кенеспай, где они широкой полосой северо-восточного простирания прослеживаются вдоль юго-восточного борта Нурино-Карасорского преддугового бассейна.

Учитывая сложную тектоническую обстановку прилегающих с юго-востока структур Тектурмасской аккреционной призмы и недостаточную изученность этой части района, автор относит к базарбайскому комплексу только те участки, где встречаются совместно породы расслоенного габбро-диорит-плагиогранитного комплекса,

сменяющегося кератофи́ро-диабазовым дайково-силловым комплексом, который непосредственно контактирует с пиллоу-лавами кузекской свиты.

Включение в состав базарбайского комплекса динамометаморфизованных серпентинитов гарцбургитового и дунитового составов, учитывая их петрохимическое сходство с таковыми Тектурмасской аккреционной призмы [11], ставится под сомнение. Однако развитие бирбиритовой коры выветривания по серпентинитам в пределах данной структуры не исключает их отличие от серпентинитов Тектурмасской аккреционной призмы. Разрешить эту проблему мог бы состав хромитов, встречающихся юго-восточнее ур. Базарбай, однако их состав остался не изучен.

**Расслоенный комплекс.** Его породы наиболее полно сохранились в пределах массива Базарбай [12, 20, 23, 29], где мощность разреза достигает 800 м. Основание разреза сложено габбро-амфиболитами, которые постепенно сменяются офитовыми габбро. В верхней части разреза обособляются прослойки анортозитов и небольшие линзовидные тела плагиогранитов. В этой части разреза встречаются отдельные силлы диабазов, которые выше сменяются сплошным роем силл (рис. 1 (Е)). Плагиограниты, по данным Л. Л. Германа [29], изменяются по составу от рогово-обманковых кварцевых диоритов до лейкократовых гранитов.

**Дайково-силловый комплекс.** Впервые был выделен в 1987 г. Л. Л. Германом и В. Г. Степанцом в совместном маршруте и впоследствии продемонстрирован участникам петрографического совещания [20]. Его выходы закартированы на всех участках распространения базарбайского комплекса [11, 29].

В составе комплекса резко преобладают силлы долеритов (95 %), реже встречаются кератофиры (5 %). Зоны закала обнаружены только с одной стороны тел долеритов и обращены к подошве массива, т. е. силлы наслаивались снизу вверх по разрезу. Мощность сплошного роя силл достигает 500 м. Сплошной рой силл долеритов залегает между габброидами и пиллоу-базальтами кузекской свиты.

В верхней части роя обособляются силлы кератофи́ров и кварцевых кератофи́ров,



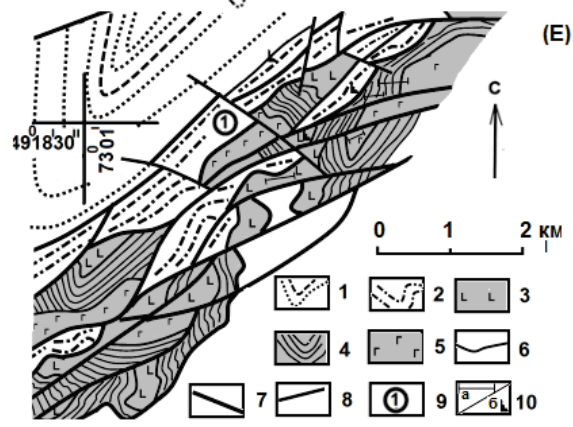
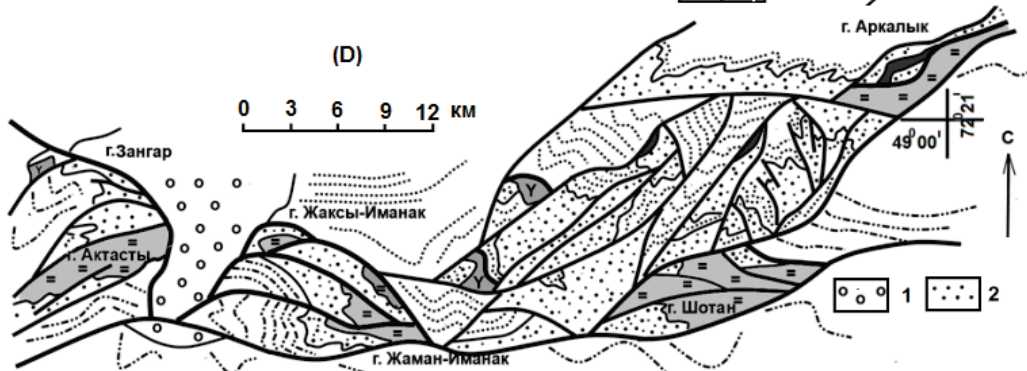
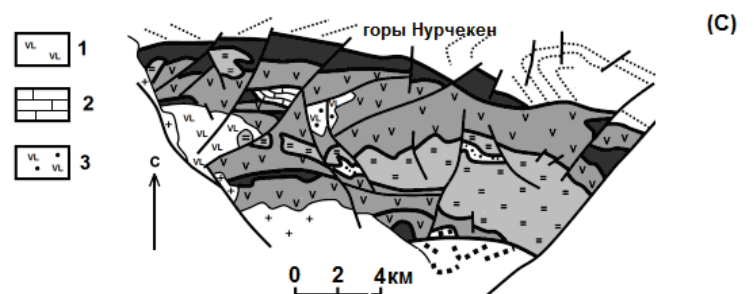
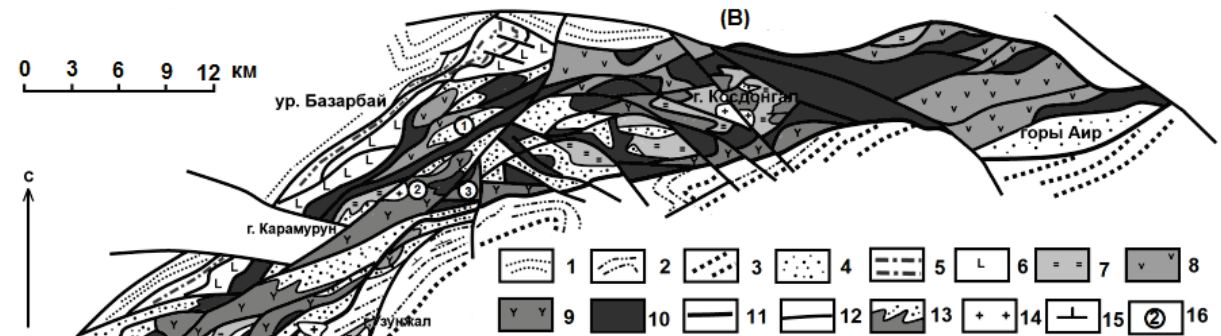
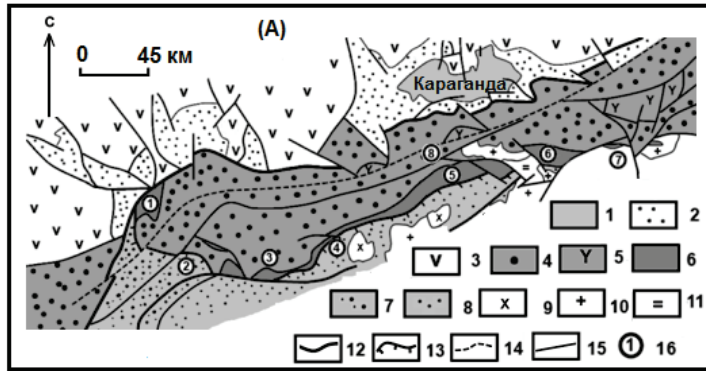


Рис. 1. (А) Геодинамическая схема Девонской активной континентальной окраины построена автором (по: [21]): 1 – мезозойский чехол (J); 2 – углисто-терригенно-карбонатные морские отложения ( $D_3-C_2$ ); 3 – Девонский вулканоплутонический пояс ( $D_{1,2}$ ); 4, 5 – образования преддугового Нуринско-Карасорского бассейна: 4 – вулканогенно-терригенные отложения ( $O_3-D_3$ ), 5 – Байдаулетовская активная континентальная окраина ( $O_{2,3}$ ); 6 – аккреционная призма; 7, 8 – отложения Жаман-Сарысуйского окраинного моря: 7 – турбидитные образования Атасуйской зоны; 8 – терригенная флиш; 9 – гранодиориты среднего девона; 10 – гранитоиды среднего карбона; 11 – риолиты и риодациты Успенского внутриконтинентального рифта; 12 – Карагандинский надвиг; 13 – Тектурмасский надвиг; 14 – зона смятия; 15 – разломы; 16 – географические пункты: 1 – г. Сатыбай, 2 – г. Актасты, 3 – г. Жаман-Иманак, 4 – г. Аркалык, 5 – Тортаульская ложбина, 6 – г. Нурчекен, 7 – г. Сарыкулбалды.

(В) Геологическая схема Краснополянского сегмента (координаты тригопункта Карамурун:  $49^{\circ}15'$  с. ш.,  $73^{\circ}10'$  в. д.) Тектурмасской аккреционной призмы (составлена с использованием материалов Н. А. Герасимовой, М. З. Новиковой, Л. Л. Германа и личных наблюдений автора (1987-1990 гг.)): 1 – зеленоцветная терригенная ермекская свита нижнего силура Нуринско-Карасорского преддугового прогиба; 2 – вероятно, верхнеордовикские зеленоцветные терригенные отложения с протяженными олистоплаками яшм; 3 – терригенные раннее-верхнесилурийские отложения Сарысуйского окраинного моря; 4 – олистостромы сарытауской свиты ( $O_3-S_1$ ); 5 – кремнисто-туфогенно-терригенная базарбайская свита ( $O_3sa^1-S_1$ ); 6 – базальты кузекской свиты ( $O_3sa^1$ ), в основании диабазы, кератофиры и расслоенный габбро-плагиогранитный комплекс; 7 – тектурмасские силициты ( $O_2da^3-O_3sa$ ); 8 – дуана-корасыские базальты ( $O_2da^3-O_3sa$ ); 9 – карамурунские базальты ( $O_2da^3$ ); 10 – серпентинитовый меланж; 11 – надвиг; 12 – тектонические нарушения; 13 – геологические границы, а также границы между аллохтонами серпентинитов, базальтов и силицитов; 14 – диориты и габбро-диориты ( $C_{2,3}$ ); 15 – элементы залегания; 16 – цифрами обозначены: 1 – г. Дуана-Корасы, 2 – горы Тектурмас ( $49,16^{\circ}$  с.ш.,  $73,2^{\circ}$  в.д.), 3 – Тортаульская ложбина.

(С) Геологическая схема района горы Нурчекен (по материалам Е. Ю. Барабошкина, А. Ф. Читалина, А. С. Якубчука с упрощениями автора): 1 – орогенные вулканы ( $C_{1,2}$ ); 2 – известняки и известковистые алевриты ( $D_3fm-C_1t$ ); 3 – андезито-дациты ( $D_{2,3}$ ).

(Д) Геологическая схема района гор Актасты и Аркалык (составлена по материалам М. З. Новиковой, А. С. Якубчука): 1 – терригенные отложения ( $D_{2,3}$ ); 2 – карашошакская олистострома ( $O_3$ ).

(Е) Схема геологического строения района развалин Базарбай (составлена по материалам Л. Л. Германа, Н. А. Герасимовой, М. З. Новиковой, А. С. Якубчука и личных наблюдений): 1 – ермекская свита ( $S_1$ ); 2 – базарбайская свита ( $O_3sa^1-S_1$ ); 3 – 5 – базарбайский комплекс: 3 – кузекская свита ( $O_3sa$ ), 4 – дайково-силловый комплекс, 5 – габбро-плагиогранитный комплекс; 6 – геологические границы; 7 – надвиги; 8 – разломы; 9 – географические пункты: 1 – развалины Базарбая; 10 а – места отбора ориентированных образцов на палеомагнитные исследования; 10 б – места находок конодонтов.

образующие ритм мощностью до 120 м. Они содержат ксенолиты долеритов и, следовательно, внедрились позже них и, в свою очередь, также прорываются диабазами. Отдельные мощные тела кератофиров проникают в основание разреза пиллоу-базальтов, а силлы долеритов прорывают габброиды расслоенного комплекса. Мощность отдельно взятых силл не превышает 30 см.

А. С. Якубчук [29] в южной части массива Базарбай выполнил замеры ориенти-

ровки тел диабазов, в результате которых были выявлены кроме силлов и дайки. Наиболее часто дайки обнаруживаются в верхах роя силл, примыкающего к подошве толщи пиллоу-лав.

**Кузекская свита**, выделена М. З. Новиковой [11] из состава базарбайской свиты [6]. В ур. Базарбай подошва пиллоу-лав контактирует с долеритами дайково-силового комплекса. Силлы, слагающие отдельные тела долеритов, прорывают пиллоу-базальты.

Контакты с перекрывающей ее базарбайской свитой, как правило, тектонические. Только в отдельных случаях фиксируется налегание базарбайской свиты с линзовидным горизонтом базальных конгломератов на вулканиты кузекской свиты.

Кузекская свита сложена афировыми пиллоу-базальтами, базальтовыми андезитами, трахибазальтами, базальтовыми трахиандезитами, трахиандезитами, однородными диабазами и долеритами с редкими линзовидными прослоями туффитов и красных кремнистых алевролитов, содержащими позднеордовикские сандбские конодонты: *Periodon aculeatus* Hadding, *Pygodus anserinus* Lamont & Lindstrom [11]. Видимая мощность кузекской свиты оценивается от 200 м до 700 м.

**Базарбайская свита.** Вскрывается в юго-восточном борту Нуринско-Карасорского преддугового прогиба (рис. 1 (А)), где образует систему тектонических покровов, шарьированных на магматические разрезы базарбайского комплекса, реже они встречаются в пределах Тектурмасской аккреционной призмы.

Базарбайская кремнисто-туфогенно-терригенная свита на отдельных участках с размывом залегает на вулканитах кузекской свиты и согласно перекрывается терригенными отложениями ермекской свиты раннего силура [11, 31].

Основание свиты сложено зелеными туфогенными песчаниками с линзами базальных конгломератов, а выше прослаиваются красные и вишневые глинистые и пеплистые яшмы, кремнистые алевролиты, мелкообломочные, пеплистые туфы дацитового, реже риолитового состава, а в самых верхах появляются пеплистые туфы среднего и основного состава. Мощность этой пачки не превышает 150 м.

Выше залегает мощный горизонт (до 170 м) пеплистых, глинистых яшм с конодонтами – *Periodon grandis* (Ethington), *Panderodus mutatus* (Branson & Mehl), *Scabbardella* cf. *altipes* (Henningsmøen), прослоенные редкими горизонтами кремнистых алевролитов и пеплистых туфов кислого состава.

Завершает разрез мощная толща (350 м) переслаивающихся туфогенных песчаников, прослоенных горизонтами пепловых туфов кислого состава, туфоалевро-

литами. Выше по разрезу увеличивается количество пепловых туфов андезитового и андезибазальтового состава, а завершают разрез известковистые песчаники и алевролиты с среднелландоверийскими граптолитами зоны *Coronograptus gregarius*.

Юго-западнее гор Сарытау в районе гор Аркалык и Шотан, западнее гор Жаман-и Жаксы-Иманак (рис. 1(D)) также вскрываются разрезы сарытауской олистостромы, выделяемые А. С. Якубчуком [23] в Аркалыкский сегмент.

Здесь в горах Жаман-Иманак отчетливо наблюдается налегание сарытауской олистостромы на верхнеордовикские зеленоцветные терригенные отложения Сарысуйского окраинного моря. Северной гор Шотан можно предположить налегание зеленоцветных терригенных отложений ермекской свиты нижнего силура на хаотический комплекс сарытауской свиты.

#### Аллохтонные комплексы

**Тектурмасский полимиктовый серпентинитовый меланж.** Состав и строение полимиктового серпентинитового меланжа неоднократно описано в работах [6, 20, 23, 32, 33, 34].

Серпентинитовый меланж является неотъемлемой составной частью Тектурмасской аккреционной призмы (рис. 1(B)) и повсеместно сопряжен с выходами сарытауской олистостромы. Матрикс меланжа сложен интенсивно серпентинизированными и динамометаморфизованными лизардитовыми и хризотил-лизардитовыми апогарцбургитами, в который закатаны разновеликие блоки и будин дунитов, шпинелевых и плагиоклазовых лерцолитов, жильных пироксенитов, также известны разбудинированные тела диабазов, габбро-диабазов, габбро, габбро-амфиболитов и родингитизированных по ним пород.

Наряду с породами габбро-перидотитового комплекса в серпентинитовом меланже в районе Тортаульской ложбины встречаются блоки гнейсов, кварцитов, базальтов, яшм и обрывки пород олистостромового комплекса, а у северного подножья гряды Тектурмас описаны протяженные глыбы плагиогранитов, встречаются также сиениты, мигматиты и плагиогранитогнейсы, амфибо-



литы с голубовато-зеленой роговой обманкой, сиенито-гнейсы с гранатом. У северного подножья гор Тектурмас известны глыбы амфиболитов в парагенезисе с мраморизованными известняками, содержащими онколито-подобные образования и железистые кварциты.

В районе южной гряды Сарытау и южнее ур. Пожарища в серпентинитах встречаются подиформные тела хромитов.

Все ранее выдвинутые предположения о горячих контактах перидотитов и габброидов с базальтами карамурунской толщи [17] при ревизии этих соотношений оказались тектоническими [6, 20, 32].

В 1987 г. автором восточнее пос. Красная Поляна был описан разрез верхней части расслоенного комплекса, где плагиограниты соприкасались с афировыми базальтами. Позднее этот разрез изучал Л. Л. Герман [34], он двояко объяснил происхождение закаленной фации, что также не позволило решить проблему возраста расслоенного комплекса. Важно отметить, что подобные соотношения отмечены в пределах паравтохтона Караулчеку [25], где плагиограниты являются составной частью преддуговых офиолитов.

Не решают проблему времени образования плутонических офиолитов и цифры абсолютного возраста, полученные К–Аг методом [6], а также и цифры, определенные дисперсионным методом [17], тем более, что их данные расходятся.

**Карамурунская толща** [6] представлена вулканитами известково-щелочной и абсарокит-шошонитовой серий, их пиллоулавы и лавобрекчии, прослоены туфами, туфопесчаниками с линзами гравелитов, разбуринированных, развальцованных яшм и туфосилицитов. В яшмах Тортаульской ложбины присутствуют верхнедарривилские конодонты: *Periodon aculeatus* (Hadding), *Protopanderodus cf. parvibasis* Löfgren [11, 12].

Вулканиты слагают тектонические покровы и протяженные олистоплаки, запечатанные сарытауской олистостромой. Нижняя граница покровов нередко подстилается серпентинитовым меланжем. На контактах с серпентинитовым меланжем вулканиты рассланцованы и зонально метаморфизованы, а ранее принимаемые за первичные стратиграфические соотношения с

базит-гипербазитами [6, 23] на проверку оказались фрагментами олистостромовых фаций или брекчиями доорогенного происхождения.

Восточнее горы Косдонгал А. С. Якубчуком [23] описано налегание со стратиграфическим контактом на карамурунские базальты тектурмасских микрокварцитов. Однако, как отмечает автор [23], сам контакт не обнажен, что не дает права утверждать о наличии такового. Силициты перекрываются толщей вишневых алевролитов и зеленоцветных песчаников, среди которых присутствуют обломки яшм. Яшмы в наиболее крупных пластинах смяты в мелкие изоклиналильные складки, что в принципе исключает обнаружение стратиграфических контактов с вулканитами карамурунской толщи.

В левом борту Тортаульской ложбины среди базальтов встречается рой даек кератофиров мощностью до 10 м, на других участках развития вулканитов карамурунской толщи кератофиры встречаются реже. Их родство с базальтами определяется величиной отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  [6], что дало основание авторам [6, 35] объединить их в контрастную базальт-риолитовую формацию.

Тектонические покровы и олистоплаки вулканитов в составе сарытауской олистостромы, выделяемые в карамурунскую толщу, неоднородны по составу. В горах Сарытау и Тортаульской ложбины (рис. 1(В)) олистоплаки карамурунской толщи по петрографическому составу довольно близки и представлены базальтами, трахибазальтами, базальтовыми трахиандезитами, реже трахиандезитами, также базанитами, тефритами, фонотефритами и теффрифонолитами. Тогда как в районе горы Косдонгал и ур. Пожарище встречаются только базальты, базальтовые андезиты, трахибазальты и трахиандезиты, которые, по-видимому, следует выделить в самостоятельную толщу.

Отдельные потоки пиллоулавы в составе олистоплака достигают 80 м и ограничены линзовидными горизонтами туфосилицитов. Размеры и формы подушек весьма разнообразны, как правило, межшаровые пространства заполнены кремнистым или кремнисто-гематитовым веществом.

**Дуана-Корасынская толща**

обнажается в районе одноименных гор (рис. 1(В)), где ее породы слагают протяженную олистоплаку, запечатанную сарытауской олистостромой. Наиболее полный разрез толщи описан М. З. Новиковой [11] на северном склоне горы Дуана-Корасы, который сопоставлялся ею с кузекской свитой. Пиллоу-лавы и лавобрекчии отвечают по составу вулканитам толеитовой и известково-щелочной серий. Базальты, базальтовые андезиты, реже андезиты, трахибазальты и базальтовые трахиандезиты прослоены туффитами, линзами яшмо-кварцитов, которые смяты в изоклинальные складки. Вверх по разрезу увеличивается количество линз яшмокварцитов, завершает разрез пачка зеленых кремнистых туффитов и красных яшм. Мощность толщи достигает 200 м. Также известны блоки пиллоу-базальтов с линзами известняков [23].

На северном склоне горы Дуана-Корасы яшмы, ассоциирующие с пиллоу-лавами, содержат позднедарривилские конодонты: *Periodon aculeatus* (Hadding), *Pygodus serra* (Hadding), а яшмы юго-западных отрогов горы Дуана-Корасы охарактеризованы позднеордовикскими сандбскими конодонтами – *Periodon aculeatus* (Hadding), *Pygodus ancerinus* Lamont & Lindstr m [11].

По-видимому, аналогичные толщи вскрываются в обрамлении гор Нурчекен (рис. 1 (С)), которые сложены тектурмасскими силицитами. Здесь интенсивно тектонизированные, смятые в изоклинальные складки вулканиты слагают тектонические покровы, надвинутые с севера на серпентинитовый меланж с глыбами габброидов, пла-

гиогранитов и кварцито-гнейсов. В свою очередь покров серпентинитового меланжа шарьирован на зеленоцветные терригенные отложения нижнего силура.

На одном из участков в окрестности гор Нурчекен, по данным О. Е. Беляева [23], скважина на глубине 80 м вскрыла подошву пластины базальтов и вошла в рассланцованные черные известковистые алевролиты, схожие с фаменскими.

**Тектурмасская толща.** Тектурмасские силициты представлены красными яшмами, микрокварцитами по ним, фтанитами, тяготеющими к основанию разреза, кремнистыми алевролитами, яшмы прослоены темно-вишневыми пеплистыми яшмами и кремнистыми туффитами, реже встречаются кремнеобломочные породы [11]. В яшмах обнаружены позднедарривилские конодонты: *Pygodus serra* (Hadding), *P. ancerinus* Lamont & Lindstr m [12, 24, 36], фтаниты содержат дарривилские конодонты: *Drepanodus suberectus* (Branson, Mehl) s.f., *Paroistodus cf. originalis* (Sergeeva), *Periodon aculeatus* (Hadding), *Drepanodus arcuatus* Pander, а розово-красные яшмы охарактеризованы позднеордовикскими сандбскими конодонтами – *Pygodus ancerinus* Lamont & Lindstr m, *Periodon aculeatus* (Hadding) [12].

Силициты слагают олистолиты и олистоплаки в составе сарытауской олистостромы, таковые встречаются и среди терригенной толщи в районе гор Узунжал (рис. 1 (В)), а также образуют тектонические покровы в горах Донгал, Нурчекен, Косдонгал. Мощность наиболее крупных пластин силицитов достигает 200 м.

### 3. ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

#### Аллохтонные комплексы

**Тектурмасский полимиктовый серпентинитовый меланж.** Состав динамометаморфизованных перидотитов серпентинитового меланжа изменяется в довольно узких пределах, что в целом характерно для дунитов и гарцбургитов офиолитовых комплексов [37]. Преобладают гарцбургиты с довольно низким колебанием  $Al_2O_3$  (0,75 до 1,87 мас. %). Все

серпентиниты характеризуются крайне низкими концентрациями  $P_2O_5$  (0,01 – 0,11 мас. %), а уровень концентрации  $CaO$  не превышает 1,05 мас. %. Отношение  $MgO/(MgO+FeO)$  вычислено с переводом  $Fe_2O_3$  в  $FeO$ . Средняя величина этого отношения в серпентинитах составляет 0,85–0,86. В низкоглиноземистых серпентинитах это отношение не превышает 0,86, что наиболее свойственно дунитам.

Для лерцолитов Тортаульской ложбины характерны более высокие содержания щелочей (до 1,40 мас. %) и  $Al_2O_3$  (3,42 – 4,04 мас. %), чем для гарцбургитов.

По характеру накопления  $Al_2O_3$  и CaO (рис. 2) серпентиниты тяготеют к полю гарцбургитов преддуговых бассейнов, и только отдельные их фигуративные точки, с повышенным содержанием  $Al_2O_3$ , выходят за пределы этого поля. Богатые клинопироксеном гарцбургиты смещаются в область обогащения алюминием. Лерцолиты Тортаульской ложбины, имея сходный тренд с абиссальными перидотитами, выходят за пределы ареала их распространения.

Акцессорные хромшпинели перидотитов серпентинитового меланжа неоднородны по составу [11]. Хромшпинели перидотитов

Тортаульской ложбины обладают высокими концентрациями  $Fe_2O_3$  и  $TiO_2$ , что характерно для перидотитов преддуговых бассейнов. Хромшпинели перидотитов гор Нурчекен характеризуются высокой хромистостью, что также указывает на их надсубдукционную природу. Присутствие рудных хромитов в составе полимиктового меланжа также не противоречит надсубдукционной природе вмещающих их пород.

Известны (неопубликованные данные Э. М. Спиридонова) крайне деплетированные по  $TiO_2$  алюмохромиты, которые характеризуются высокой Mg# (37 – 58) и Cr# (47 – 67), что позволяет также отнести содержащие их перидотиты к надсубдукционным спилитофиолитам толпакского типа [39].

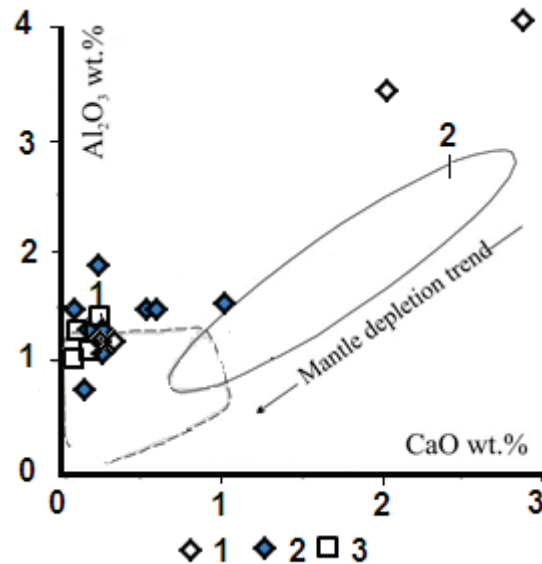


Рис. 2. Диаграмма  $Al_2O_3$ -CaO для серпентинитов (1, 2) Тектурмасской аккреционной призмы и преддуговых перидотитов (3) Базарбайского комплекса. Поля: 1 – преддуговые гарцбургиты, 2 – абиссальные перидотиты [38]. Перидотиты: 1 – Тортаульской ложбины, 2 – гор Дуана-Корасы-Тектурмас, 3 – урочища Базарбай

*Клинопироксены пироксенитов* Тортаульской ложбины на ковариантных диаграммах отношений  $Al(t)$ -Ti,  $Ti-Al^{IV}$  (рис. 3) совпадают с полями клинопироксенов бонинитов, формирование которых геодинамически ограничивается преддуговыми рифтами. На ковариантной диаграмме  $Al_2 - TiO_2$  (рис. 4) фигуративные точки клинопироксенов пироксенитов также тяготеют к основанию тренда островодужных и преддуговых кумулятивных комплексов. По петрохимическому

составу они аналогичны безнатровым клинопироксенам перидотитов террейна Центральный Толпак Агырек-Арсаланской аккреционной призмы.

*Габброиды, габбро-диориты, трондземиты и плагиограниты* серпентинитового меланжа, расположенного южнее пос. Красная Поляна, различаются по характеру накопления основных петрогенных компонентов. Общим для основных и средних пород являются низкие концентрации  $TiO_2$  (<0,96



мас. %),  $P_2O_5$  (<0,10 мас. %). Первая группа габброидов расслоенного комплекса представлена породами островодужной известково-щелочной серии с явно выраженной натровой специализацией. Для них также характерны пониженные концентрации  $MgO$  (6,86 мас. %) и слабое обогащение  $Al_2O_3$  (<17,29 мас. %). Они имеют явно выраженный максимум по иттрию (24,5 г/т) и слабо выраженный минимум по ниобию (2,3 г/т), что специфично для габброидов преддуговых офиолитовых комплексов палеозойских Центрального Казахстана.

Породы второй группы встречаются

реже и отвечают островодужным толеитам. Для габброидов этой группы характерны низкие концентрации  $TiO_2$  (0,21 мас. %),  $Al_2O_3$  (14,75 мас. %) и  $Na_2O$  (1,47 мас. %) при  $K_2O = 0,19$  мас. %.

Плагииграниты, ассоциирующие с габброидами первой группы, также обогащены натрием (5,13 мас. %).

Гранитоиды урочища Торгаул и южнее пос. Красная Поляна с высокими содержаниями калия (1,80 – 2,05 мас. %) отвечают трондjemитам континентальных окраин по классификации [43].

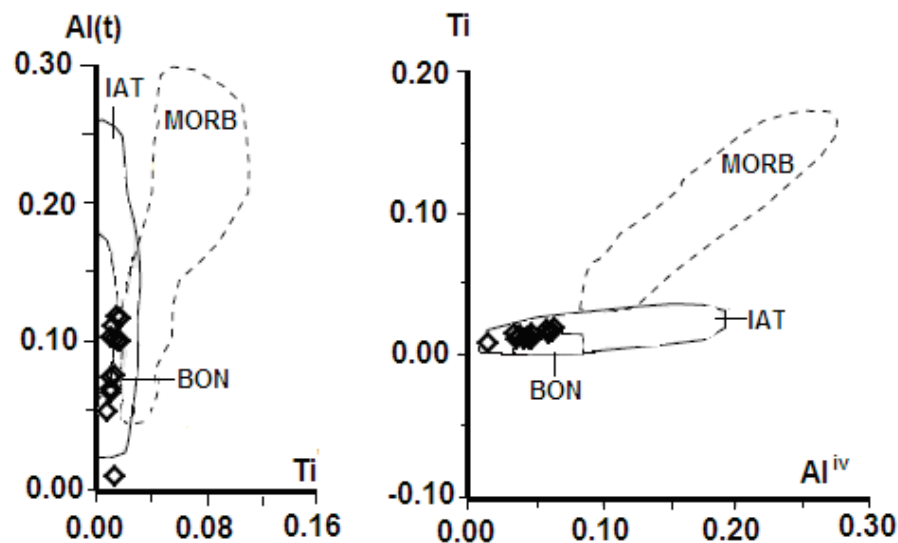


Рис. 3. Ковариационные диаграммы клинопироксенов. Поля: IAT – островодужные толеиты; BON – бониниты; MORB – базальты срединно-океанических хребтов (по: [40]);  $Al(t) - Ti$  (атомные отношения);  $Ti - Al^{iv}$  (атомные отношения)

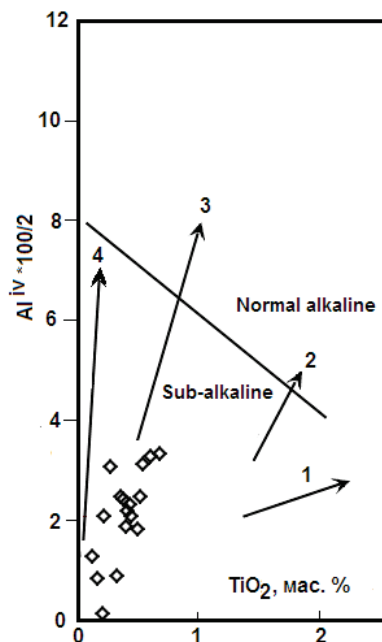


Рис. 4. Ковариационная диаграмма  $Alz = (Al^{iv*100/2}) - TiO_2$  клинопироксенов. Тренды: 1 – перидотитов океанических хребтов; 2 – палеозойских офиолитовых комплексов; 3 – островодужных и преддуговых кумулятивных комплексов (по: [41]); 4 – перидотитов (с горизонтами хромитов) задуговых спрединговых бассейнов (по: [39]). Линия раздела на субщелочные и нормальной щелочности породы (по: [42])

Диабазы и долериты серпентинитового меланжа Тортаульской ложбины резко различаются по содержанию основных петрогенных окислов (рис. 5).

Довольно четко выделяется группа low-TiO<sub>2</sub> (0,89 – 0,24 мас. %) диабазов (SiO<sub>2</sub>: 50,37 – 51,96 мас. %, MgO: 5,96 – 6,73 мас. %) с крайне низкими концентрациями P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,01 – 0,03 мас. %) и преобладанием FeO (<8,02 мас. %) над Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (<1,16 мас. %), что сближает их с оригинальными бонинитами острова Бонин [44], это отчетливо демонстрирует и диаграмма Е. Д. Муллена (рис. 6). Однако отсутствие элементов – примесей для этих пород не позволяет уверенно классифицировать их как бониниты. Особо следует отметить наличие нормативного оливина, тогда как бониниты являются кварц – нормативными породами [44].

Med-Ti (TiO<sub>2</sub>: 0,77 – 1,47 мас. %) примитивные диабазы (SiO<sub>2</sub>: 50,37 – 51,96 мас. %, MgO: 6,67 – 7,81 мас. %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0,09 – 0,15 мас. %) отвечают островодужным толеитам с известково-щелочным уклоном (рис. 5, 6).

По характеру накопления породообразующих окислов долериты (SiO<sub>2</sub>: 44,49 – 46,42 мас. %) приближаются к составу базальтовых коматиитов, на что указывают крайне низкие концентрации щелочей (рис. 5) и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0,03 – 0,1 мас. %). Это также подтверждают и низкие содержания TiO<sub>2</sub> (0,67 – 0,98 мас. %), невысокий уровень Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (13,34 – 14,66 мас.

%) и стабильно выраженное преобладание FeO (<6,98 мас. %) над Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (<2,21 мас. %). По соотношениям MgO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – FeOt [46] они могут быть сопоставлены с MORB и частично с OIB (рис. 7), но на диаграмме 10 \* MnO – 10 \* P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – TiO<sub>2</sub> [47] их фигуративные точки располагаются в поле островодужных толеитов.

В горах Сарытау встречаются диабазы близкие таковым Тортаульской ложбины (рис. 5). Однако они более высокомагнезиальные (MgO <8,64 мас. %), а P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> не превышает 0,08 мас. %. Они также как и диабазы Тортаульской ложбины содержат нормативный оливин. На диаграмме MgO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – FeOt [46] диабазы гор Сарытау, как и базальтовые коматииты Тортаульской ложбины располагаются в поле MORB (рис. 7).

Такое сочетание пород характерно для бонинитовых серий примитивных островных дуг. В таких структурах бониниты и подобные им породы рассматриваются как примитивные расплавы частичного плавления значительно гидратированного истощенного мантийного вещества над зоной субдукции [48].

Базальтоиды карамурунской свиты Тортаульской ложбины (рис. 5 – 7) имеют совершенно иной петрохимический состав, чем диабазы, что не дает нам основания рассматривать их как подводные каналы и объединять эти породы в единый офиолитовый комплекс.

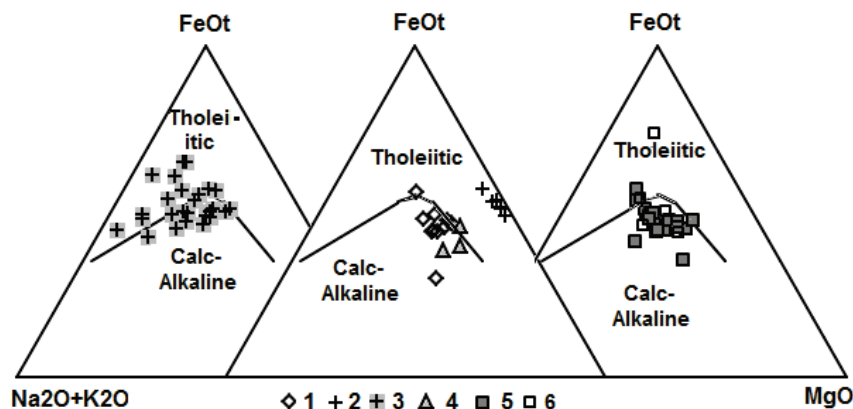


Рис. 5. Бинарная диаграмма Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O-FeO<sub>общ</sub>-MgO [45] для пород Тектурмасской аккреционной призмы. Тортаульская ложбина: 1 – диабазы; 2 – долериты; 3 – карамурунские базальты; 4 – диабазы гор Сарытау; 5 – базальты гор Дуана-Корасы; 6 – базальты гор Косдонгал

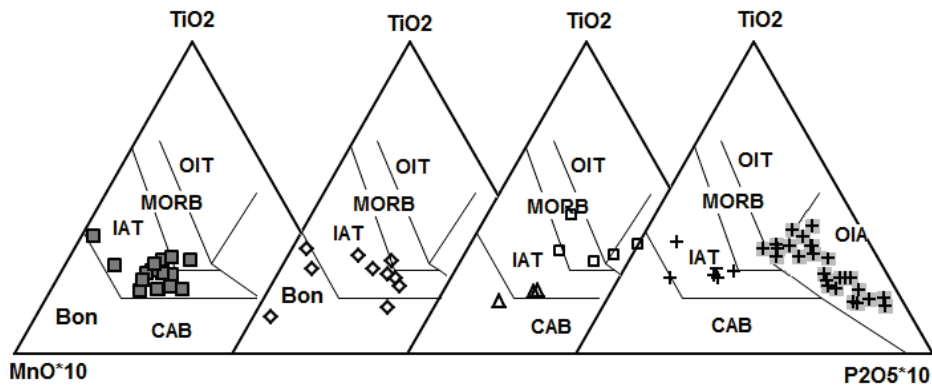


Рис. 6. Бинарная диаграмма  $10 * \text{MnO} - 10 * \text{P}_2\text{O}_5 - \text{TiO}_2$  [47] для пород Тектурмасской аккреционной призмы: OIT – толеитовые базальты океанических островов; OIA – щелочные базальты океанических островов; MORB – базальты срединно-океанических хребтов и дна океанов; IAT – островодужные толеиты; CAB – известково-щелочные базальты; Bon – бониниты. Условные обозначения см. на рис. 5

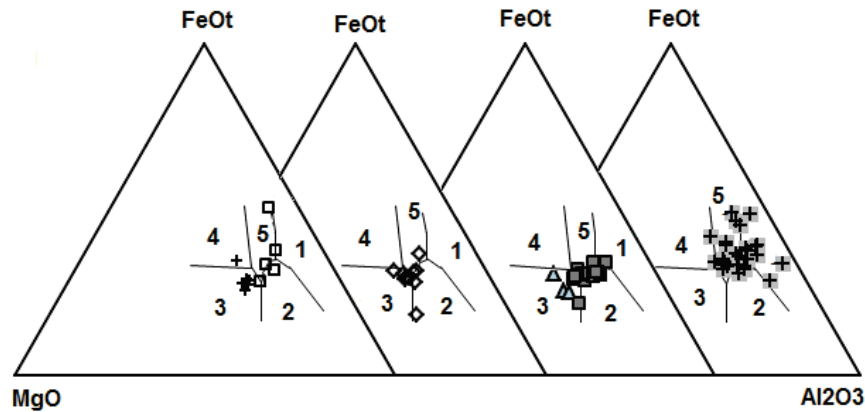


Рис. 7. Бинарная диаграмма  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{FeO}_{\text{общ}}$  [46] для диабазов серпентинитового меланжа и базальтов карамурунской свиты Тектурмасской аккреционной призмы. Базальты: 1 – спрединговых зон; 2 – островных дуг; 3 – срединно-океанических хребтов и океанического дна; 4 – океанических островов; 5 – континентальных рифтов. Условные обозначения см. на рис. 5

**Карамурунская толща** имеет довольно пестрый состав и представлена базальтами, трахибазальтами, базальтовыми трахиандезитами, реже трахиандезитами, также базанитами, тефритами, фонотефритами и тефрифенолитами (рис. 8).

Общим для всех вулканитов карамурунской толщи являются высокие концентрации  $\text{TiO}_2$  (<3,25 мас. %),  $\text{FeO}_{\text{общ}}$  (<14,76 мас. %),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (<1,35 мас. %) и рост щелочей с увеличением  $\text{SiO}_2$ .

Они также обогащены Nb (35 – 42 г/т), V (185 г/т), Ba (350 – 460 г/т), Sr (300 г/т), Zr (278 г/т), Rb (27 г/т), Y (29 г/т) и резко обеднены Cr (10 г/т), Ni (50 г/т), Co (23 г/т) и MgO (< 5,59 мас. %), что свидетельствует об интенсивной дифференциации исходной обогащенной магмы. Все вулканиты

карамурунской толщи отвечают нефелин-оливин-нормативным породам.

Плюмовая составляющая базальтоидов карамурунской толщи находит подтверждение на диаграмме  $10 * \text{MnO} - 10 * \text{P}_2\text{O}_5 - \text{TiO}_2$  [47], где они в основном ложатся в поле щелочных базальтов океанических островов (рис. 6). Тогда как на диаграмме  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{FeO}$  [46] они соответствуют базальтам континентальных рифтов и базальтам спрединговых зон (рис. 7).

Контаминация исходной магмы карамурунских вулканитов веществом континентальной коры подтверждается и величиной отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , изменяющейся от 0,7086 до 0,7170 [6]; это очевидно и по отношениям  $\text{Nb}/\text{Y}=1,45$   $\text{Zr}/\text{Y}=9,6$ .



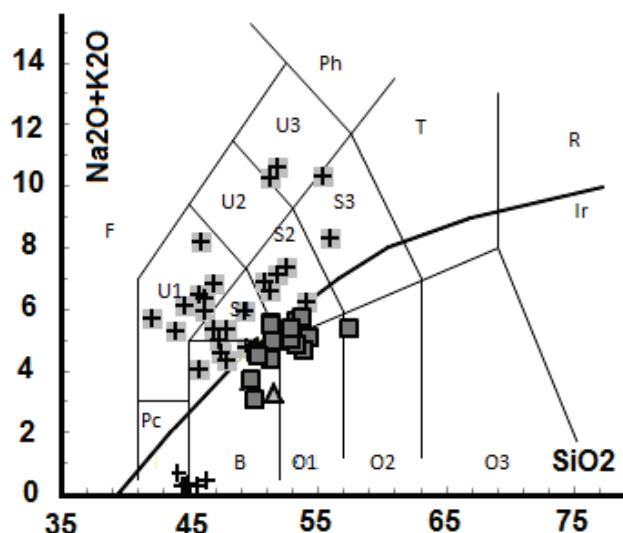


Рис. 8. Диаграмма  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  для пород Тектурмасской аккреционной призмы: F – фойтид; Pc – пикритобазальт; U1 – базанит, тефрит; U2 – фонотефрит; U3 – тефрофонолит; Ph – фонолит; S1 – трахибазальт; S2 – базальтовый трахиандезит; S3 – трахиандезит; T – трахит; B – базальт; O1 – базальтовый андезит; O2 – андезит; O3 – дацит. Условные обозначения см. на рис. 5

**Дуана-Корасынская толща.** Базальты и базальтовые андезиты сопоставляются с low-Ti ( $\text{TiO}_2$ : 0,63 – 1,15 мас. %), low-Al ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 13,96 – 15,75 мас. %), low-P ( $\text{P}_2\text{O}_5$ : 0,08 – 0,15 мас. %), high-Na ( $\text{Na}_2\text{O}$ : 2,65 – 7,89 мас. %) толеитами с известково-щелочным уклоном. По содержанию калия они относятся к низкокалийевым толеитам и среднекалийевым известково-щелочным островодужным базальтам (рис. 6, 7). С увеличением роли кремнезема ( $\text{SiO}_2 < 53,87$  мас. %) в вулканитах повышается уровень концентраций  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (до 17,36 мас. %) и  $\text{TiO}_2$  (<1,15 мас. %), по характеру распределения MgO (3,41 – 6,90 мас. %) они преимущественно отвечают дифференцированным, реже примитивным базальтам. Редко встречаются базальты с крайне низкими концентрациями  $\text{P}_2\text{O}_5$  (<0,04 мас. %), чем находят аналогию с породами примитивных островных дуг. По характеру накопления петрогенных окислов базальты дуана-корасынской толщи близки диабазам серпентинитового меланжа Тортаульской ложбины (рис. 6, 7).

**Косдонгалская толща** представлена преимущественно титанистыми ( $\text{TiO}_2$ : 1,14 – 1,69 мас. %) толеитовыми базальтами с умеренными концентрациями  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (12,76 – 15,21 мас. %) при низких содержаниях  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,09 – 0,22 мас. %) и  $\text{K}_2\text{O}$  (>0,05 мас. %), что сближает

их с базальтами задуговых спрединговых бассейнов (рис. 6, 7), обогащенных  $\text{Na}_2\text{O}$  (3,46 – 6,25 мас. %). Также встречаются дифференцированные высокотитанистые ( $\text{TiO}_2 = 3,36$  мас. %), низкоглиноземистые ( $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12,25$  мас. %) и низкокалийевые ( $\text{K}_2\text{O} = 0,05$  мас. %) базальты, но с невысокими содержаниями  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,22 – 0,45 мас. %), что в целом отличает их от плюмовых базальтов карамурунской толщи.

По-видимому, в отдельную толщу следует выделить вулканиты ур. Пожарище и гор Сарытау, где встречены базальты трех различных типов.

Известны собственно плюмовые базальты, аналогичные таковым карамурунской толщи ур. Тортаул (рис. 9). Особо следует отметить появление низкотитанистых ( $\text{TiO}_2$ : 0,76 – 0,96 мас. %), низкожелезистых ( $\text{FeO}_{\text{общ}}$ : 7,45 – 8,17 мас. %), умеренноглиноземистых ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ : 14,79 – 15,09 мас. %), фосфористых ( $\text{P}_2\text{O}_5$ : 0,32 – 0,38 мас. %) известково-щелочных базальтов, широко известных в пределах активных континентальных окраин. Важно отметить появление примитивных титанистых ( $\text{TiO}_2 < 3,37$  мас. %), высококальциевых ( $\text{CaO} < 11,51$  мас. %) толеитовых базальтов с известково-щелочным уклоном известных в задуговых спрединговых бассейнах.

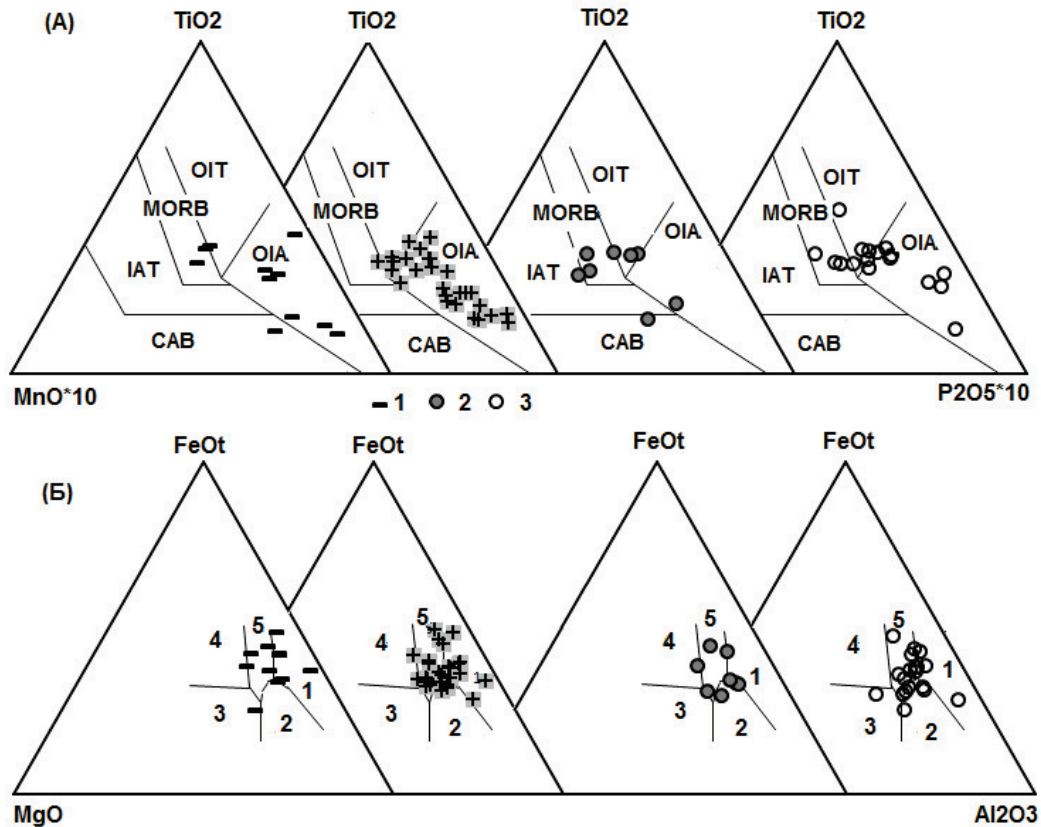


Рис. 9. Бинарные диаграммы (А)  $10 \cdot \text{MnO} - 10 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 - \text{TiO}_2$  [47], (Б)  $\text{FeOt} - \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$  [46] для пород Тектурмасской аккреционной призмы: 1 – базальты ур. Пожарище; 2 – базальты севера гор Сарытау; 3 – базальты гор Сарытау. Условные обозначения см. на рис. 5 и 7

### Паравтохтонные комплексы

#### *Расслоенный базарбайский комплекс.*

Габброиды, габбро-диориты и трондземиты базарбайского комплекса по петрохимическому составу отвечают low-Ti ( $\text{TiO}_2$ : 0,79 – 0,59 мас. %), low-K ( $\text{K}_2\text{O} < 0,1$  мас. %) и high-Na ( $\text{Na}_2\text{O} < 8,0$  мас. %) породам известково-щелочной серии (рис. 10).

*Дайково-силловый комплекс.* Диабазы и кварцевые диабазы, образующие, как правило, одиночные силлы и дайки, отвечают high-Na ( $\text{Na}_2\text{O} < 5,29$  мас. %) дифференцированным ( $\text{MgO} > 2,54$  мас. %) и реже примитивным ( $\text{MgO} < 7,08$  мас. %) породам толеитовой и известково-щелочной сериям. В примитивных известково-щелочных диабазах по отношению к дифференцированным диабазам несколько повышены  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (14,96 – 15,44 мас. %) и  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,1 – 0,13 мас. %), но они менее железистые ( $\text{FeO}_{\text{общ}} < 9,39$  мас. %), а уровень  $\text{Na}_2\text{O}$  не превышает 3,08 мас. %. Для кварцевых диабазов характерны крайне низ-

кие концентрации  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,05 – 0,07 мас. %), тогда как в дифференцированных диабазах содержания  $\text{P}_2\text{O}_5$  достигают 0,22 мас. %.

Долериты являются примитивными известково-щелочными породами и довольно четко разделяются на низкотитанистые ( $\text{TiO}_2 > 1,0$  мас. %) и умереннотитанистые. С увеличением кремнезема постепенно понижается уровень концентраций глинозема и железа, однако в умереннотитанистых эта тенденция не проявлена. Породы дайково-силлового комплекса по характеру накопления основных петрогенных окислов неэквивалентны вулканитам кузекской свиты, что демонстрируют бинарные диаграммы (рис. 11).

На диаграмме (рис. 11 (А)) отчетливо видны различные направления трендов накопления глинозема в примитивных вулканитах и примитивных диабазах, а уровень глинозема в долеритах выше, чем в вулканитах кузекской свиты.

*Кузекская свита.* Вулканиты свиты по

петрохимическому составу принадлежат примитивным базальтам и дифференцированным базальтам, трахибазальтам, базальтовым трахиандезитам и трахиандезитам с явно выраженным обогащением по  $\text{Na}_2\text{O}$  (<2,51 мас. %) при  $\text{K}_2\text{O}$  не более 1,58 мас. %, что наиболее характерно для известково-щелочных серий (рис. 10). Обособленную группу составляют высокожелезистые диф-

ференцированные вулканиты, которые могут быть сопоставлены с толеитами с известково-щелочным уклоном. По характеру накопления титана они отвечают низко- и умеренно-титанистым вулканитам с характерно высоким трендом обогащения фосфором для вулканитов активных континентальных окраин (рис. 11).

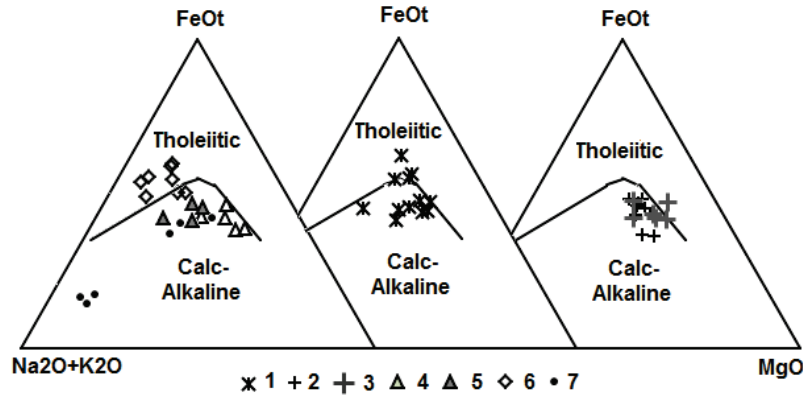


Рис. 10. Бинарная диаграмма  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{FeO} - \text{MgO}$  [45] для пород базарбайского офиолитового комплекса: 1 – диабазы и кварцевые диабазы; 2, 3 – долериты: 2 – low-Ti, 3 – med-Ti; 4 – 6 – кузекская свита: 4 – примитивные вулканиты, 5, 6 – дифференцированные вулканиты: 5 – low-Fe, 6 – high-Fe; 7 – породы расслоенного габбро-плаггиогранитного комплекса

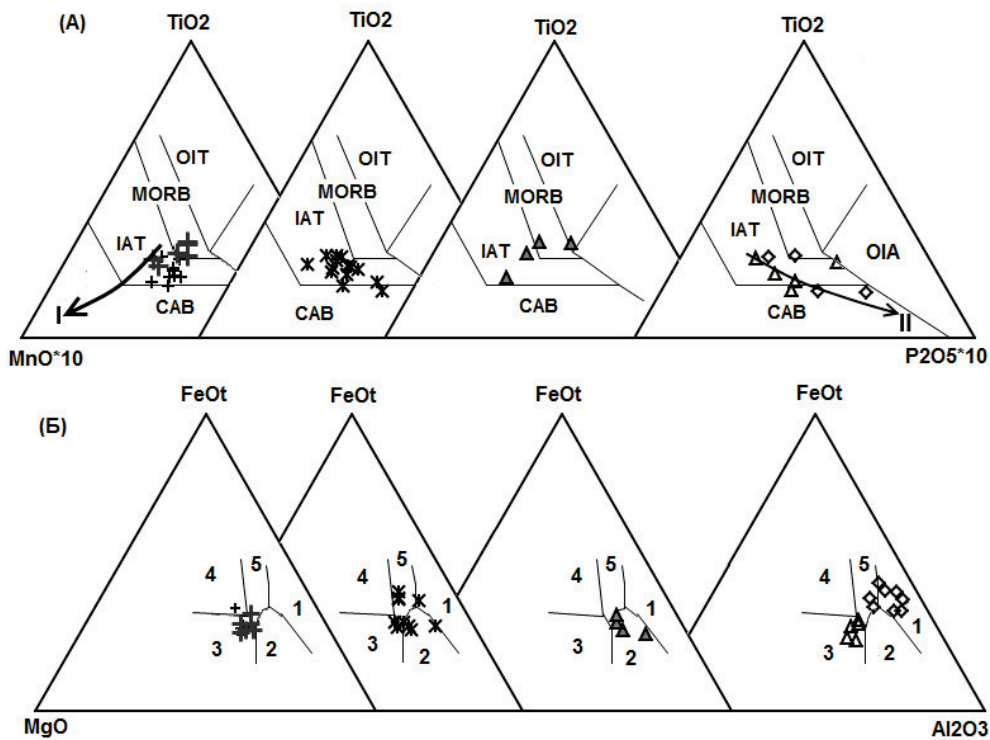


Рис. 11. Бинарные диаграммы (А)  $10^* \text{MnO} - 10^* \text{P}_2\text{O}_5 - \text{TiO}_2$  [47] и (Б)  $\text{FeO} - \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$  [46] для пород базарбайского офиолитового комплекса. Линиями показаны тренды: I – примитивных островных дуг; II – активных континентальных окраин. Условные обозначения см. на рис. 10 и 7



На диаграмме (рис. 11 (А)) отчетливо видны различные направления трендов накопления глинозема в примитивных вулканитах и примитивных диабазах, а уровень глинозема в долеритах выше, чем в вулканитах кузекской свиты. При этом на дискриминационной диаграмме отношений  $FeOt-MgO-Al_2O_3$  (рис. 11 (Б)) их фигуративные точки тяготеют к полю базальтов срединно-океанических хребтов.

Характерно, что low-Fe и high-Fe дифференцированные вулканиты кузекской свиты довольно четко различаются по составу (рис. 11 (Б)), фигуративные точки первых

ложатся в поле вулканитов островных дуг, а вторых перекрывают как поле континентальных базальтов, так и спрединговых зон островодужных комплексов, как правило, формирующихся у активных окраин континентов.

Фигуративные точки диабазов и кв. диабазов дайково-силлового комплекса на диаграмме (рис. 11 (Б)) в своем большинстве перекрывают поля базальтов континентальных рифтов, частично островных дуг и срединно-океанических хребтов. Все это указывает на неоднородность состава дайково-силлового комплекса.

#### 4. ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Стратиграфическая последовательность базальтоидных и осадочных толщ Тектурмасского района, предложенная М. З. Новиковой и ее коллегами [11, 12], с позиций классического строения верхних членов офиолитовой триады, отражающей океаническую историю их формирования [14, 37], как бы не вызывает сомнений. Это в том случае, если океаническая природа исследуемых базальтов четко определена, ассоциирующие с океаническими перидотитами и габброидами тела диабазов являются комагматами базальтоидов, а конденсированные силициты содержат металлоносные илы и железомарганцевые конкреции.

Как было показано выше, ни один из перечисленных критериев определения океанической природы нижнепалеозойских образований в пределах Тектурмаса не установлен.

Тем более все изученные перидотиты и габброиды, как и их порообразующие и акцессорные минералы, отвечают плутоническим породам преддуговых бассейнов и островных дуг. В серпентинитовом меланже встречаются породы марианит-бонинитовой серии, образование которых также ограничивается рифтами преддуговых бассейнов. В составе тектонических покровов известны базальты дуана-корасынской толщи, аналоги вулканитов примитивных островных дуг марианского типа, а также покровы вулканитов задуговых спрединговых бассейнов, одновозрастных high-Ti базальтам

карамурунской и силицитам тектурмасской толщ (рис. 12).

Если рассмотреть имеющиеся по магматическим породам Тектурмасской аккреционной призмы палеомагнитные определения [49], к примеру, для базальтов гор Дуана-Корасы и базальтов карамурунской толщи Тортаульской ложбины (рис. 12), то для их совмещения в один разрез они должны были бы преодолеть расстояние почти в одну тысячу километров. Такое же расстояние можно констатировать и между базальтами карамурунской толщи и вулканитами кузекской свиты. При этом базальты гор Дуана-Корасы аномально повернуты на  $80^\circ$  по часовой стрелке относительно как карамурунских базальтов, так и вулканитов кузекской свиты.

Геодинамические условия образования дифференцированных high-Ti/Fe/Nb базальтов гор Тектурмас является одной из основных проблем в истории геологического развития Жонгаро-Балхашской складчатой системы. А. С. Якубчук [23], анализируя спайдерграммы базальтов карамурунской свиты, используя при этом данные полуколичественного спектрального анализа, сделал вывод, что они наиболее близки вулканитам энсиалического окраинного бассейна Южных Шетландских островов, ссылаясь при этом на спайдерграммы третичных базальтов, приведенных в работе [50]. Прежде следует отметить, что в геологическом строении Южных Шетландских островов ведущее место занимают

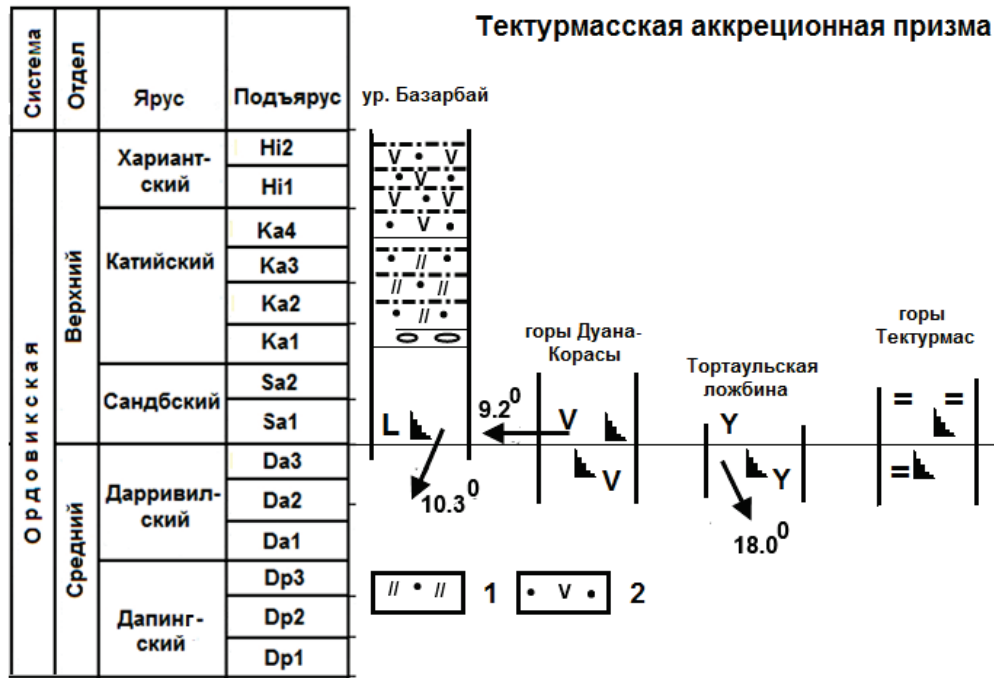


Рис.12. Корреляционная схема образований Тектурмасской аккреционной призмы: 1 – пепловые туфы кислого состава; 2 – пепловые туфы среднего и основного состава. Стрелками показано склонение, а в градусах палеоширота (по [49]). Остальные условные обозначения см. на рис. 1(В)

известково-щелочные интрузивные породы, пирокласты кислого состава и субаэральные лавы, дифференцированные от базальтов до риолитов [51]. Базальты, как правило, занимают незначительный объем в составе этих серий и представлены low-Fe примитивными базальтами, явно обогащенными элементами группы железа, в которых содержание Nb не превышает 3 г/т. Дифференцированные базальты карамурунской толщи района Тортаульской ложбины напротив обогащены Nb (35 – 42 г/т), концентрации Ba (460 г/т), Rb (28 г/т) в них на порядок выше, а Cr (10 г/т), Ni (50 г/т) значительно меньше, чем в третичных базальтах Южных Шетландских островов.

Высокие отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  дарривилских базальтов карамурунской толщи, как правило, связывают с контаминацией исходной магмы веществом континентальной коры. Однако отсутствие их парагенезиса с субаэральными лавами, дифференцированными от базальтов до риолит-дацитов известково-щелочной серии, столь характерных для сиалических бассейнов [50], дает основание предполагать, что высокая доля сиалического компонента базальтов указывает

на значительный объем отслоившейся нижней части мантии континентальной литосферы, вовлеченной в конвективный поток [52]. Предполагается, что такие отслоения могут происходить в результате воздействия флюидов, отделяющихся от поддвигаемой океанической плиты в зону субдукции [53]. Этому не противоречат низкие концентрации Cr, Ni, Co, V, Mg, а также высокие содержания Ba, Pb, Zr базальтов карамурунской толщи, что вполне соответствует составу базальтов холодного суперплюма [54].

Отсутствие в составе серпентинитового меланжа Тортаульской ложбины диабазов комагматических базальтам карамурунской толщи, как и их палеоширота образования, свидетельствуют о том, что последние были сорваны с материнского ложа и тектонически совмещены с меланжированными породами габбро-перидотитового комплекса преддуговых бассейнов. Это исключает возможность объединения описанных пород в единый офиолитовый комплекс.

Присутствие в разрезе тектурмасских яшм вишневого кремнистых туффитов, пеплистых яшм, несмотря на отсутствие

прямых соотношений последних с базальтами карамурунской толщи, может свидетельствовать о принадлежности их одному палеобассейну. По-видимому, еще предстоит выработать критерии, которые помогут нам распознавать силициты из различных палеогеографических обстановок, совмещенные в один пакет покровов.

Учитывая некоторое петрохимическое родство между диабазами серпентинитового меланжа и базальтами дуана-корасынской толщи, можно предположить, что только эти комплексы Тектурмасской аккреционной призмы могут быть объединены в единый офиолитовый комплекс.

Н. А. Герасимова [12], ссылаясь на изменчивость строения, состава матрикса и аллохтонного материала сарытауской олистостромы, предлагает выделять в ее составе проксимальные (Тектурмасская подзона) и дистальные (Сарытауская подзона) фации, что характерно для турбидитовых толщ подножия островных дуг и континентальных склонов. По-видимому, дистальные фации турбидитов гор Зангар, Иманак и северных склонов гор Сарытау отвечают таковым, тогда как собственно для Тектурмасской подзоны наиболее характерны олистостромы, связанные с тектоническими перемещениями в зонах поглощения тектонических плит, формирующих систему аккреционных призм.

Палеошироты базальтов кузекской свиты и габброидов базарбайского массива различаются всего на  $4^{\circ}$  при близком их склонении, тогда как породы дайково-силлового комплекса повернуты относительно габбро и базальтов на  $20^{\circ}$  по часовой стрелке при палеошироте на  $6^{\circ}$  больше, чем палеоширота габбро.

Отсутствие прямых петрогеохимических связей между базальтами кузекской свиты, аналогичных составу вулканитов активных континентальных окраин, породами

дайково-силлового и габбро-плагиогранитного комплексов, также ставят вопрос правомерности объединения этих пород в единую вулканоплутоническую ассоциацию.

Особого внимания заслуживает краткое обсуждение тектонического положения серпентинитового меланжа в структуре Тектурмасской аккреционной призмы. Естественно, в конце 80-х и начале 90-х гг. прошлого столетия, в период геосинклинальной доктрины в геологи Казахстана, большинство исследователей, обращающихся к этой проблеме, основываясь на магнитных и гравиметрических данных [55], рассматривали структуру гор Тектурмас как глубинный разлом, где массивы габбро-перидотитов [16] или серпентинитового меланжа [23] своими корнями достигали границы Мохо. Также предполагалось, что под горами Тектурмас и смежными с ними структурами отсутствует гранитно-метаморфический слой, что в целом обосновывало существование в пределах покровно-складчатых структур мантийных диапиров, поставляющих габбро-перидотитовые массы на дневную поверхность. Следует помнить и примеры расчетов залегания подошвы ультрамафитов и базальтов района ур. Пожарище на глубине не более 4,5 км. Вероятнее всего эта мощность на порядок завышена, поскольку в расчетах, как правило, принималось, что с глубиной увеличивается плотность перидотитов.

По-видимому, современное решение этой проблемы лежит в плоскости понимания аллохтонной природы пород офиолитовой триады на флангах Тектурмасской аккреционной призмы, которую еще раньше распознала М. З. Новикова [11]. Очевидно, что и террейны разноформационных офиолитов Тектурмасской аккреционной призмы слагают бескорневые тела, запечатанные сарытауской олистостромой, образование которой обусловлено схождением двух тектонических плит в зоне субдукции.

## 5. ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ПАЛИНСПАСТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

В пределах северной части Жонгаро-Балхашской складчатой области можно выделить все геодинамические элементы, присущие структурам современных активных континентальных окраин западно-

тихоокеанского типа, где центральное место занимает девонский вулканоплутонический пояс и обрамляющий его с севера (в современных координатах) Шидертинский сиалический задуговой бассейн, а с юга



Нурино-Карасорский преддуговой прогиб ( $S_2 - D_3$ ), который тектонически сопряжен с Тектурмасской аккреционной призмой ( $O_3 - S_1$ ). С юга геологические комплексы Тектурмасской аккреционной призмы тектонически перекрыты флишоидными и турбидитными отложениями Сарысуйского сиалического окраинного моря ( $O_3 - S_2$ ).

Опираясь на палеомагнитные данные [56], можно заключить, что Девонский вулканоплутонический пояс и сопряженные с ним структуры имели субширотное простирание, а также можно констатировать, что эти структуры относительно ордовикских и силурийских образований были смещены на юг, однако общая тенденция простирания нижнепалеозойских и девонских комплексов сохранилась.

Относительный разворот девонских структур, как показали авторы [56], произошел в послепермское время, то есть современную подковообразную форму они приобрели только в мезозое.

Принципиально важным моментом для понимания истории геодинамического разви-

тия северной части Жонгаро-Балхашской складчатой области является механизм и последовательность образования Тектурмасской аккреционной призмы, формирование которой протекало на протяжении верхнего ордовика и нижнего силура. В свете решения этих проблем, одновременно с петрологическими исследованиями разновозрастных магматических комплексов Тектурмасской аккреционной призмы, были проведены палеомагнитные исследования [49] офиолитовых террейнов, включающих как плутонические, так и осадочно-вулканогенные комплексы.

Для наглядности результаты палеомагнитных исследований вынесены на предлагаемый автором палеогеодинамические профили северной части Жонгаро-Балхашской складчатой области (рис. 13). Важно отметить, что палеомагнитные исследования были выполнены в пределах террейнов, возраст которых документирован ископаемой фауной. Такой подход позволил создать более или менее правдоподобную модель образования аккреционной призмы.

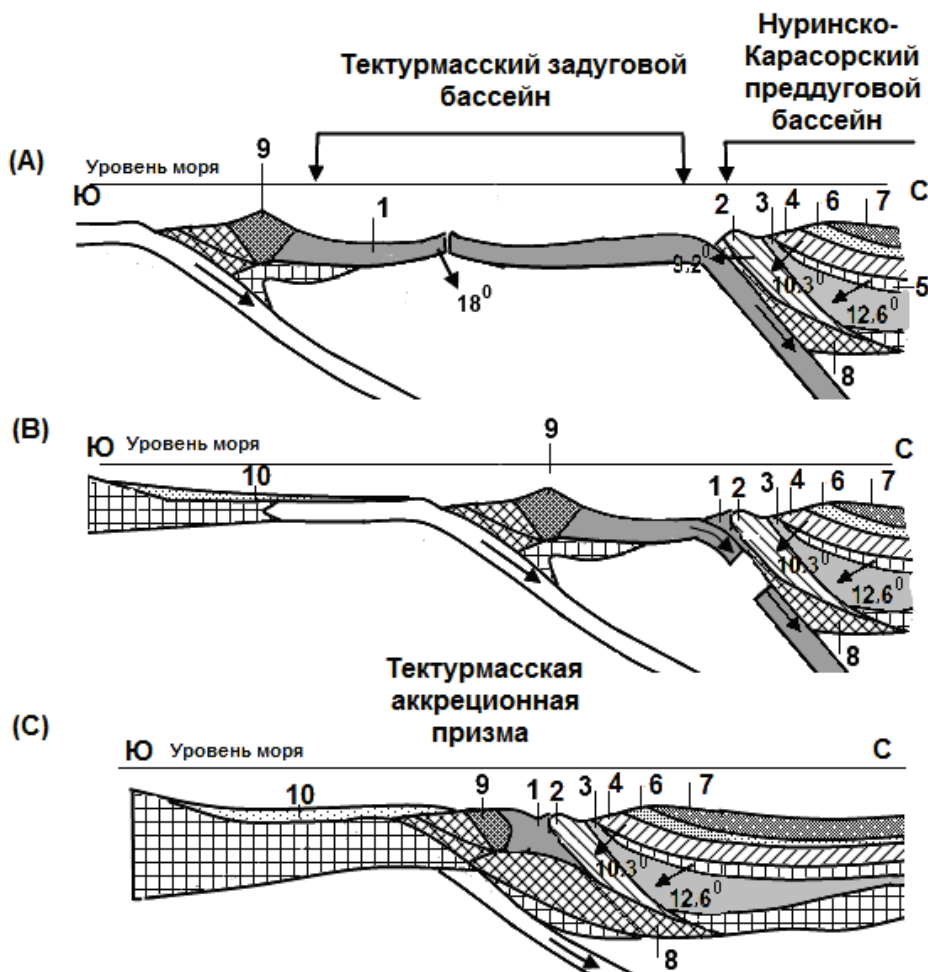


Рис. 13. (А) Палеогеодинамический профиль для среднего и верхнего ордовика северной части Жонгаро-Балхашской складчатой области: 1 – базальты карамурунской свиты (вновь образованная среднеордовикская кора задугового бассейна); 2 – островодужный вулканогенный комплекс ( $O_{2-3}$ ) гор Дуана-Карасу; 3 – преддуговые офиолиты базарбайского комплекса; 4 – базальты кузекская свиты ( $O_3$ ); 5 – дайково-силловый комплекс; 6, 7 – базарбайский осадочно-вулканогенный комплекс ( $O_3-S_1$ ): 6 – кислые пепловые туфы, 7 – туфы основного состава; 8 – преддуговые офиолиты; 9 – островодужные спилит-офиолиты ( $O_2$ ); 10 – турбидитные отложения пассивной окраины Атасу-Маинтинского микроконтинента; стрелкой показано склонение, а цифрой – палеоширота.

(В) Палеогеодинамический профиль для верхнего ордовика северной части Жонгаро-Балхашской складчатой области.

(С) Палеогеодинамический профиль для силура северной части Жонгаро-Балхашской складчатой области

Если палеошироты собственно островодужных комплексов значимо не отличаются и находятся в поле погрешности метода, то палеоширота и склонение базальтоидов карамурунской толщи, отражающих состав молодой коры сиалического задугового бассейна, отличается от вулканитов островодужных комплексов на  $8^\circ$  (рис. 13 (А)). Это дает основание предполагать, что для совмещения с островодужными комплексами базальтам карамурунской толщи пришлось преодолеть расстояние около одной тысячи километров. Следовательно, в процессе субдукции был поглощен основной объем молодой коры сиалического задугового бассейна, и только незначительная часть коры

задугового бассейна из области гребневой зоны хребта в процессе обдукции была надвинута на прилегающую палеоостровную дугу (рис. 13 (В)).

По мнению авторов [57], такие процессы протекают в любом бассейне, в пределах которого четко проявлен гребневой участок срединного хребта. Такие участки срединных хребтов, как правило, интенсивно расчленены разломами и особенно их верхние хрупкие части плиты, которые будут обдуцироваться на прилегающую тектоническую плиту (островную дугу).

Такая ассоциация пород повсеместно наблюдается в пределах аккреционных призм Центрального Казахстана [39].

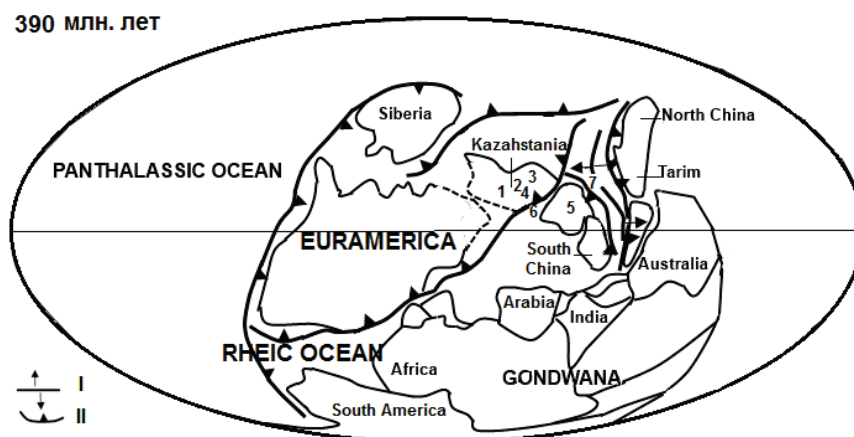


Рис. 14. Палинспастическая реконструкция Палеотетиса и континентальных блоков для раннего девона (по: [Scötese, 1997] с изменениями и дополнениями автора): 1 – Кокшетауский микроконтинент; 2 – Урумбайско-Селетинская внутриокеаническая островодужная система; 3 – Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайский вулканоплутонический пояс; 4 – Ангренсорско-Майкаинский энсиалический бассейн; 5 – Атасу-Моинтинская плита; 6 – Тектурмасская (аккреционная призма) зона субдукции; I – срединно-океанические рифты; II – зоны субдукции

В силуре завершилось формирование Тектурмасской аккреционной призмы (рис.13 (С)), где в единый пакет покровов были спаяны различные фрагменты нижнепалеозойской островодужной системы, формирующейся вдоль северо-восточной окраины Евразии. Одной из характерных особенностей Тектурмасской аккреционной призмы является отсутствие в его составе метаморфических пород высоких и ультравысоких давлений.

Латеральный структурный ряд вдоль северо-восточной окраины Евразии (рис. 14) на протяжении девона включал в себя: невулканическую (Тектурмасскую аккреционную призму) относительно узкую островную

дугу – Нуринско-Карасорский преддуговой прогиб – Девонский вулканоплутонический пояс – Шидертинский задуговой бассейн. Такой латеральный ряд вполне может отражать строение окраинно-материковой зоны субдукции зондского типа, где на протяжении силура происходило пододвигание кембрийской субокеанической плиты под переходную или утонченную субконтинентальную кору раннепалеозойского этапа стабилизации. Для таких типов зон субдукции, как предполагают авторы [58], характерно отсутствие метаморфических пород высокого давления в составе аккреционных призм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов А. А. Новые данные о геологическом строении южной и западной окраин Карагандинского бассейна. Изд-во АН СССР. Сер. геол. 1939. №4.
2. Беспалов В. Ф. Тектонические покровы в Центральном Казахстане. ДАН СССР. 1976. Т. 227. № 3. С. 676-680.
3. Беспалов В. Ф. Система тектонических покровов Казахстана // Геотектоника. 1980. №2. С. 78-94.
4. Четверикова Н. П. и др. Стратиграфия и фауна силурийских и нижнедевонских отложений Нуринского синклинория // Материалы Центрального Казахстана. 1966. Т. VI. 255 с.
5. Антонюк Р. М. Раннегеосинклинальные магматические формации палеозоя Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1976. №4.
6. Антонюк Р. М. Океаническая кора эвгеосинклинальной области востока Центрального Казахстана // Тектоника Урало-Монгольского складчатого пояса. М.: 1974.
7. Афоничев и др. О возрасте уртынжальской серии Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1976. №5.
8. Назаров Б. Б. Радиоларии нижнего-среднего палеозоя Казахстана. М.: 1975. 201 с.
9. Зайцев Ю. А. Некоторые аспекты геологической истории области палеозойской складчатости Казахстана. Геология и полезные ископаемые Центрального Казахстана. М.: Наука, 1977. С. 19-46.
10. Курковская Л. А. Комплекс конодонтов из кремнистых и вулканогенных отложений ордовика Центрального Казахстана // Геология раннегеосинклинальных комплексов Центрального Казахстана / МГУ. М., 1985. С. 164-177.
11. Новикова М. З., Герман Л. Л., Кузнецов И. Е., Якубчук А. С. Офиолиты Тектурмасской зоны // Магматизм и рудоносность Казахстана. Алма-Ата: Гылым, 1991. С. 92-102.
12. Герасимова Н. А., Новикова М. З., Курковская Л. А. и др. Новые данные по стратиграфии нижнего палеозоя Тектурмасского офиолитового пояса // Бил. МОИП. Отд. геолог. 1992. Вып. 3. Т. 67. С. 60-76.
13. Dietz, R.S. Alpine serpentinites as oceanic rind fragments. Geol. Soc. Am. Bull.. 74. 1963. P. 947-952.
14. Пейве А. В. Океаническая кора геологического прошлого // Геотектоника. 1969. № 4. С. 5-23.
15. Трусова И. Ф. Нижнепалеозойские ультраосновные и основные породы Центрального Казахстана // Тр. ГИН АН СССР. Сер. 27. 1948. Вып. 92. 106 с.
16. Михайлов Н. П. и Москалева В. Н. Альпинотипные ультраосновные интрузии // В кн.



Геология СССР. Т. XX. М., 1972.

17. *Кузнецов И. Е.* Ультрабазиты Тектурмасского антиклинория. Проблемы геологии Казахстана. Изд-во МГУ. 1980. Кн.1. С.122-139.

18. *Зайцев Ю. А.* Мантийные гипербазитовые валы – особый тип геосинклинальных глубинных структур в палеозоидах эвгеосинклиналях Казахстана. Материалы по геологии Центрального Казахстана. Из-во МГУ. 1980. Т. XIX. С. 140-182.

19. *Герман Л. Л.* Продукты кристаллизации остаточных расплавов при фракционировании базальтовой магмы в офиолитах Тектурмаса (Центральный Казахстан). Тез. докл. IV Каз. петрографического совещания. Караганда, 1988. С. 36-38.

20. Магматические комплексы Центрального Казахстана. Путеводитель экскурсии IV Казахстанского петрографического совещания. Караганда, 1988. 62 с.

21. *Антонюк Р. М., Евсеенко Р. Д., Степанец В. Г., Гранки М. С., Мальченко Е. Г.* Геодинамическая карта Казахстана. Серия Центрально-Казахстанская. Масштаб 1: 1 500 000, 1995. 251 с.

22. *Зайцев Ю. А.* Эволюция геосинклиналей (овальный концентрически зональный тип). М.: Недра, 1984. 208 с.

23. *Якубчук А. С.* Тектоническая позиция и строение офиолитов Центрального Казахстана на примере Тектурмасской и юго-западной части Майкаин-Кызылтасской зоны: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. М.: Изд-во МГУ, 1991. 16 с.

24. *Никитин И. Ф.* Ордовикские кремнистые и кремнисто-базальтовые комплексы Казахстана // Геология и геофизика. 2002. Т. 43. С. 512-527.

25. *Степанец В. Г.* Петрология и геологическая позиция офиолитов Северо-Востока Центрального Казахстана: Дис... канд. геол.- мин. наук / ИГН АН РК. Алма-Ата, 1992. 325 с.

26. *Popov L. E., Tolmacheva T. J.* Conodont distribution in a deep-water Cambrian-Ordovician Boundary Sequence from South-Central Kazakhstan // Ordovician Odyssey: Short Papers for the International Symposium on Ordovician System. Las Vegas, Nevada, 1995. USA. P. 121-124.

27. *Гридина Н. М.* Конодонты в кремнистых отложениях северо-востока Центрального Казахстана // Геонауки в Казахстане. МГК-32. Доклады казахстанских геологов. 2003. С. 135-140.

28. *Степанец В. Г., Гридина Н. М., Коник В. Е.* Верхнеордовикские олистостромы и стратиграфия вулканогенно-кремнистых комплексов гор Агырек и Косгомбай (Центральный Казахстан) // Геология Казахстана. 1998. №1. С. 12-23.

29. *Якубчук А. А., Степанец В. Г., Герман Л. Л.* Рои пластинчатых даек, субпараллельных в офиолитовых массивах – свидетели спрединга // ДАН СССР. 1988. Т. 298. № 5. С. 1193-1197.

30. *Антонюк Р. М.* Вулканогенно-кремнистые формации Центрального Казахстана // Стратиграфия докембрия Казахстана и Тянь-Шаня. М.: Изд-во МГУ, 1971. С. 152-160.

31. Геологическая карта Казахской ССР. Масштаб 1: 500 000. Серия Центрально-Казахстанская. Объяснительная записка. Алма-Ата, 1981. 324 с.

32. *Авдеев А. В.* Геология офиолитовых зон Казахстана: Автореф. дис. д-р. геол.- мин. наук. Новосибирск, 1986. 32 с.

33. *Новикова М. З., Герман Л. Л., Кузнецов И. Е., Якубчук А. С.* Офиолиты Тектурмасской зоны // Магматизм и рудоносность Казахстана. Алма-Ата: Гылым, 1991. С. 92-102.

34. *Герман Л. Л., Рязанцев А. В.* Микроаббровая зона в офиолитовых массивах и проблема родоначальной магмы. Вестник МГУ. Сер. геол. 1988. № 5. С. 71-75.

35. *Звонцов В. С.* Кремнисто-спилитовая формация Тектурмасского антиклинория. Труды ИГН КазССР. 1967. Т. 24. С. 11-25.

36. *Барaboшкин Е. Ю., Читалин А. Ф.* Строение условия образования нурчекенской толщи Тектурмасского антиклинория. Вестник МГУ. Сер. геол. 1989. № 1. С. 34-44.

37. *Колман Р. Г.* Офиолиты. М.: Мир, 1979. 262 с.

38. *Ishii T., Robinson P.T., Maekawa H., Fiske R.* Petrological studies of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the Isu-Ogasawara-Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer, P., Pearce L., Stokking, L. (Eds.), Proc. Ocean Drill. Prog., College Station, TX (Ocean Drilling Program). 1992. P. 445-485.

39. Степанец В. Г. Клинопироксены и шпинелиды как петрогенетические индикаторы надсубдукционных офиолитов северо-востока Центрального Казахстана // Отечественная геология. 2012. № 4. С. 40-48.
40. *Beccaluva L., Macciotta G., Piccardo G.B., and Zeda O.* Clinopyroxene composition of ophiolite basalts as petrogenetic indicator. *Chem. Geol.* 1989. 77. P. 165-182.
41. *Loucks R. R.* Discrimination of ophiolitic from nonophiolitic ultramafic-mafic allochthons in orogenic belts by the Al/Ti ratio in clinopyroxene: *Geology*, 1990. Vol. 18. P. 346–349.
42. *LeBas M. H.* The role of aluminum in igneous clinopyroxenes with relation to their parentage: *American Journal of Science*, 1962. Vol. 260. P. 267-288.
43. Баркер Ф., Эварт А., Арт. Дж. Г. и др. Трондjemиты, дациты и связанные с ними породы. М.: Мир, 1983. 488 с.
44. *Cameron W. E., Nisbet E. G., Dietrich V. J.* Boninites, komatiites and ophiolitic basalts // *Nature*. 1979. Vol. 280. P. 550-553.
45. *Irvine T. N. & Baragar W. R. A.* A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1971. P. 523-548.
46. *Pearce T. H., Gorman B. E., Birkett, T. C.* The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. *Earth and Planetary Science Letters* 36. 1977. P. 121–132.
47. *Mullen E. D.* MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A minor element discrimination for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters* 62. 1983. P. 53–62.
48. *Ishikawa T., Nagaishi K. and Umino S.* Boninitic volcanism in the Oman ophiolite: Implications for thermal condition during transition from spreading ridge to arc // *Geology*, 2002. Vol. 30. № 10. P. 899-902.
49. Турманидзе Т. Л., Гришин Д. М., Печерский Д. М., Степанец В. Г. Палеомагнитная информация об ордовикских офиолитах из аллохтонных массивов Караулчеку, Толпак и Базарбай (Центральный Казахстан) // *Геодинамика*. 1991. № 4. С. 54-69.
50. Сондерс А. Д. и Тарни Дж. Геохимические характеристики базальтового вулканизма в задуговых бассейнах. *Геология окраинных бассейнов*. М.: Мир, 1987. С. 102-133.
51. *Hamer R. D.* Petrogenetic aspects of the Jurassic-Early Cretaceous volcanism, northernmost Antarctic Peninsula. In Oliver R. J., James P. R. y Jago J. B. (eds). *Antarctic Earth Sciences*, Canberra, Australian Academy of Sciences y Cambridge University. Cambridge, 1983. P. 338-342.
52. *McKenzie D., O'Nion R. K.* Mantle reservoirs and ocean island basalts. *Nature*. 1983. Vol. 301. P. 229–231.
53. *Tatsumoto M., Basu A. R., Wankang H.* Sr-Nd-Pb isotopes of ultramafic xenoliths in volcanic rocks of eastern China: enriched components EM I and EM II in subcontinental lithosphere // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1992. V. 113. P. 107-128.
54. *Maruyama S., Plume tectonics J.* *Geol. Soc. Japan*, 1994. V. 100. P. 24–49.
55. Суворов А. И. Новые данные о строении Тектурмасской зоны (Центральный Казахстан). *ДАН СССР*. 1973. Т. 213. №3. С. 677-680.
56. Печерский Д. М. и Диденко А. Н. Палеоазиатский океан: Петромагнитная и палеомагнитная информации о его литосфере. М.: ОИФЗ РАН, 1995. 298 с.
57. *Christensen N. I., Salisbury V.H.* Structure and constitution of the lower oceanic crust. *Reviews of Geophysics*. Volume 13, Issue 1. 1975. P.57-86.
58. *Xiao W., Han C., Yuan C., Sun M., Zhao G., Shan Y.* Transitions among Mariana-, Japan-, Cordillera- and Alaska-type arc systems and their final juxtapositions leading to accretionary and collisional orogenesis. From: Kusky, T. M., Zhai, M.-G. & Xiao, W. (eds) *The Evolving Continents: Understanding Processes of Continental Growth*. Geological Society, London, Special Publications, 338. P. 35–53. DOI: 10.1144/SP338.3 0305-8719/10/\$15.00 # The Geological Society of London 2010.

## ТИПИЗАЦИЯ ДАЕК ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОГО РЕГИОНА И СВЯЗЬ С НИМИ ОРУДЕНЕНИЯ



**Ф. Б. КАРИМОВА,**  
*младший научный сотрудник  
ИГиГ АН РУз, Институт  
геологии и геофизики им.  
Х.М. Абдуллаева, Академии  
наук Республики Узбекистан,  
г. Ташкент,  
Республика Узбекистан*



**С. О. ЗЕНКОВА,**  
*младший научный сотрудник  
ИГиГ АН РУз, Институт  
геологии и геофизики им.  
Х.М. Абдуллаева, Академии  
наук Республики Узбекистан,  
г. Ташкент,  
Республика Узбекистан*

Чаткало-Кураминск аймақтың зерделенгендіктің қазіргі деңгейі қарастырылған. Ішкіплиттік кезеңнің негізгі бөлеттердің геологиялық және петрографиялық сипаттамасы берілген. Олардың магманың ішкі қабатты генезис туралы қорытынды шығарылған.

Рассмотрен современный уровень изученности даек Чаткало-Кураминского региона. Дана геолого-петрографическая характеристика основных даек внутриплитного этапа. Сделан вывод о мантийном генезисе их магм.

Considered the current level of knowledge dikes Chatkal-Kurama region. Dana geological and petrographic characteristics of the main dikes within-step process. Concluded mantle origin of magma.

Генетическая систематика дайковых образований является довольно сложной и слабо разработанной проблемой. В существующих классификациях изверженных пород в основном принимаются во внимание вещественный состав и структурно-текстурные особенности магматических образований. Что касается попытки некоторых петрографов подойти к систематике дайковых образований, основанной на структуре слагающих дайку минеральных агрегатов или их метаморфизме, то можно сказать, что едва ли эти признаки будут иметь какое-нибудь самостоятельное значение. Скорее всего они могут быть использованы как дополнительные при петрографических и других классификациях. Таким образом, независимо от имеющихся

классификаций (главным образом, по петрографическим и морфологическим признакам) должна существовать генетическая классификация, построенная на учете способов образования даек и определения их места в магматических процессах и в истории геологического развития регионов.

В геологической литературе сравнительно давно делаются попытки выделить важнейшие геологические особенности и типы дайковых образований. В. Бреггер (1894 г.) разделял дайки на: 1) ашистовые (асхистовые), т. е. дайки, образовавшиеся из первичной нерасщепленной магмы, и 2) диашистовые (диасхистовые), образовавшиеся благодаря расщеплению магмы и обычно резко отличающиеся от материнских



глубинных пород по составу, а часто и по структуре. Морфологические особенности дайковых образований рассматривал Р. Дэли (1936 г.). На основании сравнительного изучения материалов по многим районам среди несогласных инъекций (имеющих дайковые формы) он выделил: а) дайки однородные, дифференцированные – простые, повторные и сложные; б) изверженные жилы, шлировые выделения; в) апофизы и отпрыски; г) кольцевые дайки и конусовидные жилы; д) трещинные излияния или питающие дайки.

Еще генетическое разнообразие даек связано с тем, что в их образовании участвуют интрузивные, эффузивные, постмагматические, метаморфические и эндогенные процессы. Наряду с этим дайками могут быть самостоятельными интрузивными образованиями в виде малых по размерам и дайковых по форме интрузий. Следовательно, дайки по условиям образования значительно более разнообразны, чем интрузивы или эффузивы. Поэтому любая систематика должна отражать разнообразие дайковых образований и тех процессов, которые участвуют в их формировании. Характер проявления даек меняется во времени в ходе геолого-исторического развития тех или иных регионов. Различные по условиям образования дайки по-разному ведут себя во времени и пространстве по отношению к главным этапам интрузивной деятельности (батолитовому, малых интрузий) и эффузивным процессам. Поэтому среди них по характеру участия тех или иных геологических процессов должно быть выделено несколько больших групп, а в пределах последних должны выделяться классы и генетические типы. Генетическая классификация даек и их роль в рудообразовании определены Х. М. Абдуллаевым [1, 2]. Им выделены магматические, метасоматические и осадочные генетические типы даек. Магматические дайки определены как простые – однократного внедрения расплава и сложные. Последние разделены на: зональные – как результат внутридайковой дифференциации или ассимиляции вмещающих пород; многократные – неоднократное внедрение расплава разнородного состава; псевдосложные – две – три сближенные дайки с ксенолитами или междайковыми зонами вмещающих пород.

При обсуждении вопроса об исходном составе магмы и состоянии магматического очага одни исследователи считают, что дайки являются продуктами эволюции единого долгоживущего корового магматического очага базальтового состава. Другие допускают контаминацию исходной гранитной магмы. Многие признают наличие самостоятельных очагов гранитной и базальтовой магмы.

По вопросам последовательности формирования, генезиса и геологической позиции даек проявляется пестрая картина. Особенно спорным являлся вопрос о взаимоотношениях даек с оруденением. Например, одни исследователи считают, что все дайковые образования дорудные, а другие признают наличие как дорудных, так и пострудных даек.

Малым интрузиям и дайковым образованиям Кураминской зоны посвящены несколько специальных работ (О. П. Горьковой, В. И. Айзенштат, Дж. Матчанов, Э. В. Пояркова, В. Я. Клипенштейн, Г. Т. Таджибаев). В результате были получены общие сведения о геологии и распространенности, петрографическом и частично химическом составе отдельных типов пород малых интрузий Алмалыка, правобережья р. Ангрэн и даек северного и южного склона Кураминского хребта.

Простые и сложные дайки пермского возраста, сложенные диабазами, долеритами, диоритовыми порфиридами, сиенит-порфирами, кварцевыми сиенит-порфирами, риолит-порфирами, объединяются в Чильтенскую серию, или комплекс даек «кызылнуринского типа», и относятся к самостоятельным порфиридовым малым интрузиям габбро-сиенитового ряда. Выделены Чорух-Дайронский, Бабайобский, Шавазский, Кассанский пояса (дуги) развития этих даек. В юго-западных отрогах Чаткальского хребта (правобережье р. Ангрэн) они развиты лишь в виде даек северо-восточного, запад-северо-западного и широтного направлений. Металлогеническая специфика этого района (золото, уран, медь, свинец, цинк, олово, литий, флюорит) близка к таковой гор Кармазар и Моголтау, где размещены петротипы рудоносных малых интрузий. Поэтому предполагаемая дайковая форма выражения малых интрузий не

исключает возможную генетическую связь с ними оруденения.

Анализ материалов по распространению лампрофировых даек на территории Узбекистана показал постоянную ассоциацию полевошпатовых (плагиоклазовых) лампрофиров (спессартиты, в меньшей мере керсантиты) с гранитоидными плутонами [3, 4, 5, 6]. Отмечено также наличие ортоклазовых типов – вогезитов, минеттов и редких фельдшпатоидных – мончикитов. Характерными послегранитоидными дайковыми образованиями, наряду с вышеуказанными, являются диоритовые порфириды, предшествующие спессартитам, возможно также относящиеся к группе плагиоклазовых лампрофиров. Спессартиты представляются продуктами глубинной ассимиляции расплавов, внедренных из-под донной части коровых очагов магм интрузивов Нуратинского батолита [1, 5]. Наиболее поздними лампрофировыми образованиями Узбекистана являются дайки фельдшпатоидных пород – мончикитов и камптонитов с высокотитанистыми фемическими минералами и их переходных разновидностей с полевошпатовыми лампрофирами [3, 4, 7]. Большинство лампрофиров размещено в пределах дайковых поясов, полей, отнесены к дайкам регионального распространения и включены в триасовый комплекс даек и трубок взрыва. Это породы, относящиеся к фельдшпатоидным лампрофирам (камптониты) и образованиям между полевошпатовыми фельдшпатоидными лампрофирами (кампто-спессартиты, кампто-вогезиты), а также щелочными лампрофирами и базальтоидами (мончикито-лимбургиты) [3, 5, 6, 8-12]. Ассоциация щелочных базальтоидов и лампрофиров впервые была установлена И. В. Мушкиным [4] в Юго-Западных отрогах Чаткальского хребта. По минералогическому и химическому составу лампрофиры этого региона относятся к породам промежуточным между минеттами (полевошпатовые) и оливинowymi мончикитами (фельдшпатоидные) [13, 14]. Известны единичные исследования дайковых образований указанной территории. Породы, промежуточные между камптонитами и мончикитами в ассоциации с кварцевыми сиенит-порфирами и гранит-порфирами, изучены И. М. Мушкиным [4]. Они

приурочены к Чильтенскому разлому северо-восточного простирания. Являются дорудными по отношению к свинцово-барит-флюоритовой минерализации. Судя по химическому составу лампрофиров и гранит-порфиров, И. В. Мушкин отмечает их комагматичность. Особенно резко выражен калиевый характер их щелочности: в лампрофирах  $K_2O$  – 7,10 %;  $Na_2O$  – 1,78 %; в гранит-порфирах  $K_2O$  – 8,00 %;  $Na_2O$  – 0,40 %. Появление в эндоконтакте гранит-порфиров щелочных кварцевых сиенит-порфиров он связывает с комплексным проявлением ассимиляции лампрофиров и их метасоматической амфиболизацией, турмалинизацией и обогащением кварцем под воздействием расплава гранит-порфиров.

Нами в адамеллитах Карабаш-Шавазского интрузива установлены дайки камптонитов. К востоку от габброидного Акчинского интрузива в ассоциации с пироксенитами Курташского тела выделены дайки одинитов. Определена геохимическая специализация этих лампрофиров на Cu, Pb, Zn, Cd, W, Sn, Mo, Re, Au, Ag, As, Bi, Se, Te, Sb, Sc и PЗЭ. Одиниты и камптониты имеют металлогеническую специализацию на железо и титан. Их минеральные формы (ильменит, титаномагнетит, магнетит) с идиоморфными очертаниями размещены, в основном, в роговой обманке и наблюдаются в основной массе в виде микропорфировых выделений, единичных зерен и их скоплений в межзерновом пространстве между роговой обманкой, плагиоклазами. Концентраторами титана, кроме ильменита и титаномагнетита, являются роговая обманка (Ti – от 0,57 до 1,35 %, ср. из 16 ан. – 1,07 %) и магнетит (Ti – от 0,05 до 0,22 %, ср. из 4 ан. – 0,11 %) (табл. 1, 2). Данные свидетельствуют об обедненности магмы одинитов и камптонитов никелем, кобальтом и возможной связи с ними железотитанового оруденения с марганцем и ванадием.

Распределение титана и других элементов группы железа несколько иное в минералах ксенолита роговообманкового пироксенита (табл. 2). Главными отличительными чертами минералов ксенолита роговообманкового пироксенита от однотипных минералов камптонитов являются относительно повышенные содержания в магнетитах – титана, марганца, ванадия и отсутствие

хрома, никеля и кобальта. Эти два элемента установлены в пиритах основной массы и обрамляющих роговую обманку камптонитов – 0,20 %. Кроме них, пириды содержат (%): Ag – 0,14; As – 0,10; La – 0,52; Ce – 0,03; Pt – 0,31. Платина определена в магнетите (0,08 %). В магнетите ксенолитов роговообманковых пироксенитов установлено Au – 0,39 %, а в гидрогетите Au – 0,58 % и Ag – 0,06 %.

Апатиты камптонитов содержат иттрий в количестве 1,42 %, а ксенолитов – иттербий 0,68 %. В апатитах ксенолитов больше хлора (0,78 %), нежели в апатитах камптонитов (0,32 %, ср. из 3 ан.). Наиболее обогащены РЗЭ апатиты единитов Курташской площади, в которых суммарное содержание Y, Ce, Yb составляет 3,5 % (табл. 3).

Таблица 1. Распределение элементов группы железа в породообразующих, рудных и второстепенных минералах дайки единита, %

Элемент	Титан-авгит	Роговая обманка	Хлорит	Магнетит	Ильменит	Сфен	Калиевый полевой шпат
Ti	6,58 (1)	0,79 (10)	0,81 (4)	0,49 (2)	29,08	20,57	-
Mn	0,22 (1)	0,28 (11)	0,26 (2)	0,14 (2)	0,53 (2)	-	-
Cr	-	0,10 (1)	-	-	-	-	0,35
V	0,17 (1)	0,08 (3)	-	0,41 (11)	0,45 (2)	0,31 (1)	-
Ni	-	-	-	0,74 (1)	-	-	-
Co	-	-	-	-	-	-	-

\*Примечание. Анализы выполнены на микроанализаторе фирмы Jeol-8800Rh (Япония) в ИГиГ АН РУз С. О. Зенковой. В скобках – количество анализов.

Таблица 2. Распределение элементов группы железа в породообразующих и рудных минералах дайки камптонита и ксенолита роговообманкового пироксенита, %

Элемент	Роговая обманка		Роговая обманка хлоритизированная	Магнетит		Гидрогетит
	1	2	2	1	2	2
Ti	1,07 (16)	1,28 (21)	0,76 (9)	0,11 (4)	0,48 (3)	1,46 (4)
Mn	0,23 (10)	0,12 (10)	0,19 (8)	0,71 (8)	1,34 (8)	0,83 (4)
Cr	0,03 (4)	0,04 (3)	0,04 (2)	0,41 (3)	-	0,03 (1)
V	0,09 (5)	0,11 (6)	0,06 (4)	0,28 (8)	0,49 (8)	0,32 (3)
Ni	0,06 (1)	-	-	0,12 (1)	-	-
Co	-	-	-	0,09 (2)	-	-

\*Примечание. Роговая обманка, магнетит и гидрогетит: 1 – из камптонита (пр. Ф8 - 46); 2 – из ксенолита роговообманкового пироксенита (пр. Ф8 - 48). В магнетите пробы Ф8 - 46 установлена Pt – 0,08 %. Анализы выполнены на микроанализаторе фирмы Jeol-8800Rh (Япония) в ИГиГ АН РУз С.О.Зенковой. В скобках – количество анализов.



Таблица 3. Содержание редкоземельных элементов и хлора в апатитах, %

Элемент	Апатит единита	Апатит камптонита	Апатит ксенолита роговообманкового пироксенита
Y	2,51 (14)	1,42 (1)	
Ce	0,22 (6)		
Yb	0,77 (8)		0,68 (1)
?	3,5		
Cl	0,54 (5)	0,32 (3)	0,78 (1)

\*Примечание. Анализы выполнены на микроанализаторе фирмы «Jeol» 8800Rh (Япония) в ИГиГ АН РУз С. О. Зенковой. В скобках – количество анализов.

Таким образом, лампрофиры имеют металлогеническую специализацию на Fe, Ti, в меньшей мере – Cr, V, PЗЭ. По содержанию рудных элементов лампрофиры можно охарактеризовать как имеющие общую

геохимическую специализацию на Cu, Pb, Zn, Cd, W, Sn, Mo, Re, Au, Ag, As, Bi, Se, Te, Sb, Sc и редкоземельные металлы.

Работа выполнена по гранту АН РУз ФА-Ф8-Т004.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Х. М. Дайки и оруденение. М., 1957. 232 с.
2. Абдуллаев Х. М. К вопросу о металлогеническом значении дайковых образований // Зап. Узб. отд. ВМО. Ташкент: Фан, 1954. Вып. 6. С. 3-16.
3. Мушкин И. В. Петрология верхней мантии Южного Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1979. 136 с.
4. Мушкин И. В. Щелочные базальтоиды и лампрофиры верховьев р. Карабау (Южный склон Чаткальского хребта) // Узб. геол. журнал, 1966. № 2. С. 28-36.
5. Петрография Узбекистана / Под ред. И. Х. Хамрабаева. Ташкент: Наука. Кн. 1. (1964). 446 с.; Кн. 2. (1965). 660 с.
6. Формационный анализ гранитоидов Западного Узбекистана / Изох Э. П., Юдалевич З. А., Пономарева А. П. и др. Новосибирск: Наука, 1975. 518 с.
7. Ахунджанов Р., Зенкова С. О., Сайдиганиев С. С., Каримова Ф. Б. Ассоциации основных ультрабазитов Чаткало-Кураминского региона (Срединный Тянь-Шань) // Геология и минеральные ресурсы. 2013. № 2. С. 11-23.
8. Глубинные ксенолиты и верхняя мантия / Под ред. В. С. Соболева, Н. Л. Добрецова, Н. В. Соболева. Новосибирск: Наука, 1975. 271 с.
9. Далимов Т. Н., Ишбаев Х. Д. К проблеме изучения глубинных включений в пермских щелочных и субщелочных базальтоидах Тянь-Шаня (обзор) // Узб. геол. журнал. 1996. № 6. С. 22-31.
10. Добрецов Н. Л., Кепежинская В. В., Кнауф В. В., Усова Л. В. Ультрамафитовые включения в лимбургитах Северного Тянь-Шаня и проблема пироксенитов в верхней мантии // Геология и геофизика. 1979. № 3. С. 65-77.
11. Туляганов Х. Т., Юдалевич З. А., Коржаев В. П. и др. Карта магматических комплексов УзССР. Ташкент: Фан, 1983. 346 с.
12. Каталог интрузивных массивов Узбекистана / Под ред. И. Х. Хамрабаева. Ташкент: Фан, 1975. Ч. 1. 260 с.; Ч. 2. 430 с.
13. Митейз Д., Чейз Ф. Разновидности лампрофира // Экспериментальная петрология и минералогия. М.: Недра, 1969. С. 133-135.
14. Петрографический кодекс России / Под ред. О. А. Богатикова, О. В. Петрова, А. Ф. Морозова. С. Пб.: ВСЕГЕИ, 2009. 198 с.



## БЕНКАЛА-БАТАЛИНСКИЙ РАЙОН МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ РУД В ТОРГАЕ

*В. К. ДЕЙНЕКА, академик АМР РК и УГН,  
председатель Северо-Казахстанского филиала АМР РК,  
г. Костанай, Республика Казахстан*

Бенкала-Баталы кен орны аймағы және мыс-порфир кенінің молибден мен алтын бар екендігі геодинамика, құрылым және тектоника-магмалық жағдайдың сонымен қатар кенпайда болу ерекшеліктерінің сараптау нәтижінде анықталған.

Бенкала-Баталинский район месторождений и проявлений медно-порфировых руд с молибденом и золотом выделен на основе анализа геодинамических, структурных и тектоно-магматических условий и особенностей развития рудообразующих процессов.

The area Benkala-Batalinsky of deposits and displays of copper-porphyrific ores with molybdenum and gold is allocated on the basis of the analysis of geodynamic, structural and tectonic-magmatic conditions and features of development of ore-forming processes.

### Введение

Месторождения медно-порфирового промышленного типа, несмотря на относительно убогость руд, занимают ведущее положение в мировых запасах и добыче меди. Наряду с медью из таких руд извлекаются молибден, золото и рений.

Открытие Бенкалинской и Баталинской групп месторождений и ряда проявлений медно-порфировых руд с молибденом и золотом в западной части Торгайского прогиба стимулировало геологическую мысль на более углубленный анализ истории геологического развития рудоносных структур Восточного Зауралья и их металлогении. Потребовалось определение пространственно-временных рамок, особенностей тектономагматического режима и рудообразующих процессов. Представления о моножелезородной специализации Валерьяновского синклинория явно устарели, особенно в связи с установлением его цветной, полиметаллической и серебряной рудоносности. На большой вынос цветных металлов, сопровождавших извержения огромных масс вулканитов и гидротермальных растворов, обращал внимание еще Н. М. Беляшов (1957 г.). К сожалению, целевые научно-прогнозные и

поисковые работы, направленные на выявление закономерных связей вулканизма, тектоники и связанных с ними процессов рудообразования, отсутствовали. Взамен их были предприняты только ограниченные тематические работы по палеовулканическому картированию и формализованному выделению структурно-металлогенических зон, обособлению перспективных геохимических и геофизических площадей, рекомендованных для выявления меднорудных объектов. Серьезный анализ меднорудной проблематики региона содержится в работе М. И. Русинова [1].

Разведка медно-порфировых месторождений Бенкалинской и Баталинской групп, приуроченных к штокверкам небольших тел диорит-порфиров и вмещающим их вулканитам, а также выявление ряда перспективных рудопроявлений, тяготеющих к зоне Ливановского долгоживущего глубинного разлома, позволяют выделить здесь перспективный Бенкала – Баталинский район с месторождениями медно-порфирового промышленного типа. В отличие от ранее сделанных выводов площадь и границы рудного района существенно расширены.

### Геолого-структурное положение и особенности геологического развития и строения района

В структурно-тектоническом плане рассматриваемый район находится на стыке Александровско-Денисовской и Валерьяновской структурно-формационных зон (СФЗ), разграниченных Ливановским глубинным разломом. Александровско-Денисовская СФЗ сформировалась в силурийско-девонское время и является приподнятым консолидированным блоком каледонид (см. рисунок). Судя по литолого-петрографическому облику и составу разреза, в своем геологическом развитии он прошел полный геосинклинальный и инверсионный циклы, а его опущенный восточный блок, вероятно, находится в основании Валерьяновской СФЗ. Разрез последней в западной погранично-тектонической зоне существенно сокращен. Об этом свидетельствуют ограниченная мощность вулканитов и известняковых пород, особенно в антиклинальном Адаевско-Бенкалинском блоке, а также его высокая насыщенность интрузиями.

По данным глубинного зондирования земной коры и заключению И. Д. Соболева [2], в южной части Восточного Зауралья гранитный слой находится в сиалическом интервале на относительно небольшой глубине, имеет ограниченную мощность. По этим причинам интрузивный магматизм среднекаменноугольного времени в виде милютинско-михайловского и сарбайско-соколовского комплексов наиболее интенсивно проявлен в активной окраине и имеет преимущественно диорит-гранодиоритовый состав. Обилие малых интрузий штоково-дайкового типа подтверждает высокую тектоническую раздробленность приразломных зон и близповерхностное залегание магматических очагов, не имеющих связи с мантией. Часто выражены многофазные внедрения и сопутствующие им метасоматические изменения пород. Предполагается, что в составе магматических расплавов присутствовала значительная масса и рудогенного материала Александровско-Денисовской СФЗ, характеризующаяся полиминеральными, в том числе колчеданными

комплексами меди, золота и молибдена. Их частичное перемещение в Валерьяновскую СФЗ могло произойти как за счет тектонических надвигов отдельных блоков, так и путем латерального сноса при денудации соседних с запада рудных полей. В последующем, на заключительном инверсионном этапе развития структур, произошли регенерация и телескопирование разнородного рудного вещества эндогенными процессами.

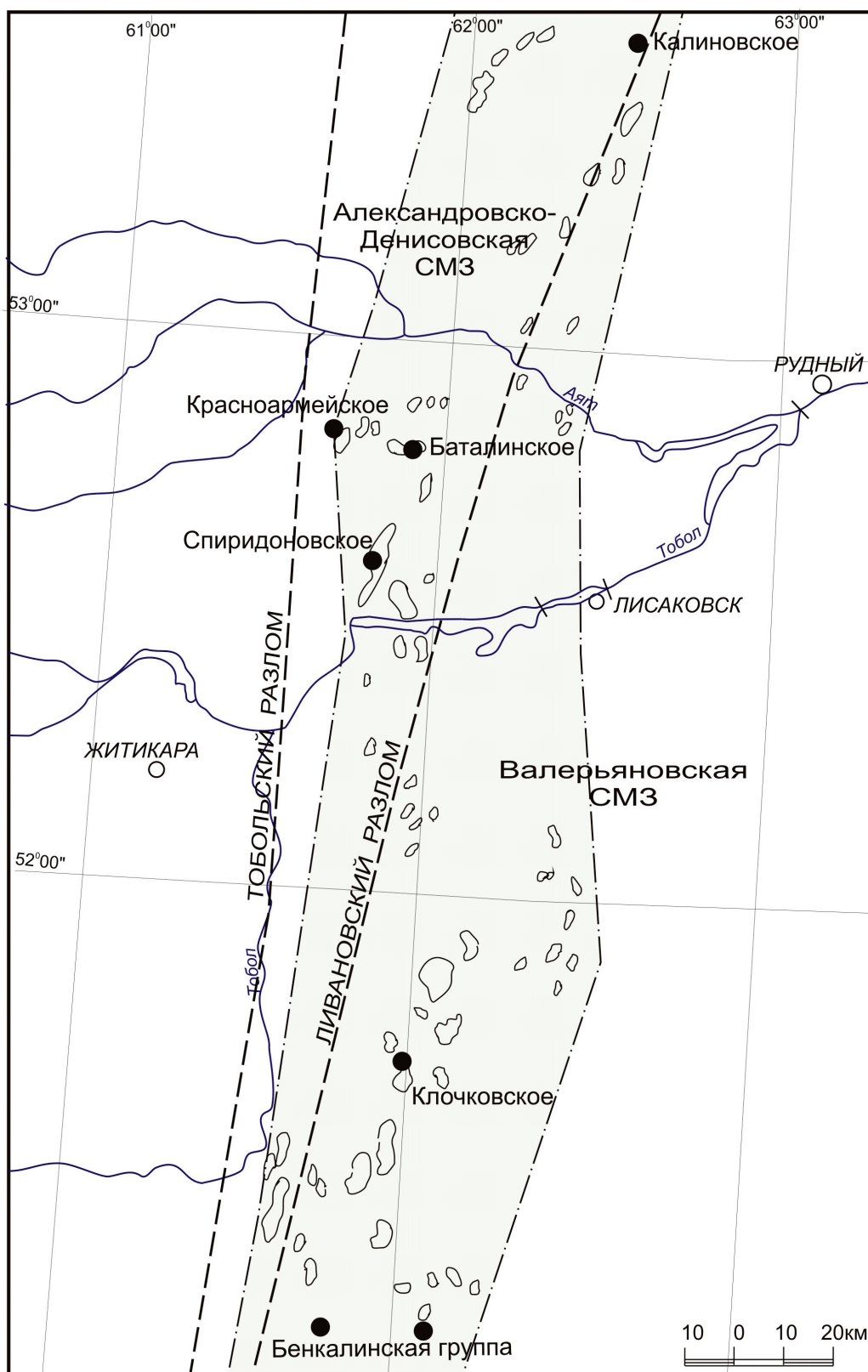
Субмеридиональное развитие уральских тектонических структур и региональных разломных зон предопределило такое же пространственно-зональное распределение тектонических напряжений, магматизма и связанных с ними рудогенерирующих систем, ставших основой для выделения соответствующих металлогенических зон.

Характерным для района является участие обеих смежных СФЗ в развитии разновременных вулcano-плутонических поясов с наличием остоводужных систем, имеющих гетерогенное миогеосинклинальное основание, располагающееся на флангах соответствующих срединных (ранее консолидированных) массивов. По этим признакам медно-порфировые месторождения Торгая весьма сходны с некоторыми месторождениями Северного Прибалхашья (Борлы, Бесшоки, Алмалы), связанными с нормальными гранодиоритовыми комплексами и так же представленными молибден-золотомедным составом руд. Все они сосредоточены в краевой части вулканогенного пояса и приурочены к гранодиоритам натрового состава, а рудообразование в них происходило в течение всей продолжительности интрузивного цикла. При этом наиболее рудоносны многофазные интрузии, которые имеются и в Бенкала-Баталинском рудном районе.

«Диоритовая» модель медно-порфировых месторождений по Холлистеру (1975 г.), охарактеризованная А. И. Кривцовым в работе [3], является ведущей в формировании порядка 66 % всех месторождений, связанных с гранодиоритовыми плутонами.

Площадь рассматриваемого меднорудного района характеризуется очень высокой плотностью малых интрузивных тел обычно порфировой структуры и вытянутых по





1. 
2. 
3. 

Схема Бенкала-Баталинского района медно-порфировых руд: 1 – медно-порфировые месторождения и проявления; 2 – интрузии гранодиоритового состава; 3 – рудный район

простирацию основных СФЗ. Вероятно, они представляют верхнюю (приподнятую) часть крупного гетерогенного батолита, сформированного в процессе длительно действующего магматического очага. По представлениям А. И. Ивлева [4,] гранодиоритовые массивы милютинско-михайловского и сарбай-соколовского комплексов формировались на мезоабиссальном уровне глубинности на протяжении нижнего и среднего карбона. При этом выделяется до трех интрузивных фаз, обилие сателлитов и широкое развитие гибридных пород. Эти особенности магматизма являются характерным региональным признаком развития медно-порфирового оруденения.

Очень активно проявлены разрывная тектоника, дробление и метасоматизм пород. Характерно обилие рудопроявлений меди с молибденом и золотом. Последнее присутствует и в гипергенной зоне в виде делювиально-пролювиальных россыпей, приуроченных к продуктам коры выветривания, накопившихся в разломных зонах и карстовых полостях, соседствующих с малыми интрузиями диоритов. Такие россыпи обнаружены в Адаевско-Бенкалинском блоке и на площади Аятского бокситорудного поля, что является очень важным поисковым признаком и предполагает наличие в них коренных медно-порфировых руд с золотом.

В пределах рудного района находятся месторождения Бенкалинской и Баталинской групп, а также перспективные рудопроявления, показанные на схеме. Локализация месторождений и рудопроявлений приурочена к наиболее тектонизированным и приподнятым блокам, пересекаемым разломами разных направлений и узлам их пересечений. Характерно, что медно-порфировые сульфидные руды сосредоточены в обильно трещиноватых зонах, породы в которых подвергнуты неоднократному и весьма интенсивному окварцеванию, аргиллизации и другим метасоматическим изменениям.

### **Особенности рудообразования и рудообразующих процессов**

Течение и интенсивность рудогенерирующих процессов в районе были предопределены благоприятным сочетанием условий геодинамического режима и металлогени-

ческой специализацией гранитоидных магматических комплексов пород, участвующих в формировании Александровско-Денисовской и западной части Валерьяновской структурно-металлогенических зон. Решающая роль в проявлении рудообразующих процессов и формировании медно-порфировых руд, видимо, принадлежит тектоно-магматической активизации позднекаменноугольной фазы инверсионного развития района с максимальным проявлением гранодиоритового интрузивного магматизма. Рудоотложение явно связано с интенсивными разрывными дислокациями и внедрением большого количества малых быстро дифференцируемых интрузий порфирового типа. Их приуроченность к зоне активного влияния долгоживущего Ливановского разлома не случайна, так как в ней была максимально развита трещиноватость и высокая проницаемость пород, обеспечившие интенсивное внедрение интрузий, продолжительное течение последующих гидротермально-метасоматических процессов и рудоотложения.

Источником рудного вещества (меди, молибдена, золота и др.) служили как ранее сформированные рудные объекты и минерализованные зоны, находящиеся в составе Александровско-Денисовской СФЗ и вулканогенной толщи сарбайской свиты нижней части колонны Валерьяновской СФЗ, так и сами магматические тела милютинско-михайловского и сарбай-соколовского комплексов. Не исключена и рудомобилизующая роль придорожного (пермского) дайково-интрузивного комплекса, сопровождавшегося дополнительным дроблением пород, их локальным прогревом и гидротермальными процессами в заключительную стадию орогенного развития района. С ним связана серия субширотных разломов, на пересечениях которых с региональными локализовано обильное оруденение.

Как видно из результатов разведки месторождений Бенкалинской и Баталинской групп, халькофильно-сульфидное оруденение проявлено на заключительном этапе гидротермально-метасоматических минеральных преобразований гранодиорит-порфиров и диорит-порфиритов. Типичными являются минералообразующие процессы и ассоциации, хорошо изученные на Бенка-

линском месторождении.

Породы порфирового интрузива в виде его мощной апофизы и вмещающие вулканыты и туффиты в зонах экзоконтактов, особенно вдоль разрывных нарушений, интенсивно преобразованы в околорудно-измененные породы оксеталитового типа, которые пересекаются многочисленными прожилками кварцевого, кварц-кальцитового состава, редко турмалина, ангидрита, гипса. Изменения представлены следующими минеральными ассоциациями (в порядке проявления): 1) калишпатовая, 2) кварц-турмалиновая, 3) альбит-кварц-серицит-хлоритовая. С глубиной калишпатизация усиливается. Кварц-турмалиновая ассоциация развита в виде прожилков, гнезд и радиально-лучистых сростков в породах. Альбит-кварц-серицит-хлоритовая ассоциация с эпидотом проявлена с образованием метасоматитов переменного состава, среди которых преобладают кварц-серицит-хлоритовые и кварц-серицитовые породы. Эпидот развит в виде гнезд и прожилков вместе с хлоритом, серицитом и кальцитом. Альбитизация проявлена в деанортитизации плагиоклаза. Кальцит-кварц-серицитовая ассоциация накладывается на все более ранние парагенезисы в виде вкрапленности, прожилков и т. д.

Отмечена также биотитизация, проявленная в виде гнезд, включений и прожилков совместно с кварцем. Биотит развит по роговой обманке и другим темноцветным, выражены также ангидритизация и каолинизация. Каолиновые прожилки часто пересекают прожилки сульфидов.

Рудная минерализация на месторождении разделена на две стадии – раннюю и последующую гидротермальную сульфидную. В раннюю стадию были образованы магнетит, пирротин, рутил, лейкоксен, сфен и частично пирит.

Гидротермальная сульфидная стадия является основной, в процессе которой была сформирована молибденово-медная минерализация, представленная пиритом, халькопиритом, молибденитом, гематитом; редко встречаются блеклые руды, борнит, галенит, сфалерит, валлериит, самородное золото, киноварь.

Пирит – самый распространенный среди сульфидов месторождения. Количество его достигает 3 – 25 % объема породы. Развит в

виде вкрапленности зерен неправильной формы размером до 0,5 – 3 мм, присутствует в виде сростков и прожилков совместно с кварцем, эпидотом, турмалином, халькопиритом и др. Халькопирит является основным медьсодержащим минералом, развит в виде прожилков, гнездообразных скоплений и вкрапленности в породе. Мощность его прожилков достигает 2 – 3 мм. Встречается вместе с кварцем, турмалином, пиритом, молибденитом, хлоритом, серицитом. Молибденит встречается в виде вкрапленности, гнезд и тонких (до 0,5 – 1 мм) прожилков совместно с кварцем, пиритом, халькопиритом, приурочиваясь к участкам прокварцевания и краевым частям кварцевых и кварц-полевошпатовых прожилков. Гематит развит в форме выделений в породе и в пирите, иногда по магнетиту.

Борнит развивается по халькопириту. Блеклые руды, галенит и сфалерит встречаются в виде отдельных зерен размером 0,1 – 1 мм совместно с пиритом и халькопиритом. Валлериит установлен в виде включений в пирите, в сростании с халькопиритом. Золото встречено в пирите и кварце в виде вкрапленности размером от долей до 2 мм. Зерна киновари обнаружены в искусственных шлихах.

Основная прожилково-вкрапленная молибденово-медная минерализация связана с метасоматитами кварц-серицит-хлоритового, кварц-серицитового состава и кварцевыми, кварц-полевошпатовыми прожилками. Относительно повышенные концентрации сульфидов отмечаются в зонах турмалинизации и в кварц-турмалиновых прожилках.

Рудная минерализация образует штокверк в теле порфирового интрузива и в зоне его экзоконтакта во вмещающих осадочно-вулканогенных породах. Падение штокверка вертикальное, с глубиной его размеры увеличиваются.

На месторождениях широко развита кора выветривания, прослеженная до глубин 110 – 250 м, иногда больше. Над штокверком в ней выделяются (сверху вниз) зона окисления, выщелачивания и вторичного сульфидного обогащения. В зоне окисления и выщелачивания широко развиты гетит, ярозит, лимонит; вместе с каолинитом, монтмориллонитом и кварцем встречаются малахит и хризокolla в форме налетов и



редких гнезд. В зоне вторичного сульфидного обогащения медная минерализация представлена вкрапленниками, гнездами и прожилками землистых масс халькозина с одиночными зернами борнита, ковеллина, халькопирита. Первичные руды залегают на глубинах 50 – 710 м. При бортовом содержании меди 0,3 % оконтурены рудные тела с содержаниями меди 0,36 – 0,60 %, среднее по месторождению 0,44 %. Руды содержат в среднем 0,0035 % Мо, 0,7 г/т Ag и 0,07 г/т Au. Кровля зоны вторичного сульфидного обогащения залегает на глубинах 10 – 20 м, ее средняя мощность 25,7 м. Окисленные руды содержат 0,0035 % Мо, 0,78 г/т Ag и 0,09 г/т Au.

### Заключение

Предварительно выделенный Бенкалинско-Баталинский район медно-порфировых руд приурочен к зоне тектонического сопряжения Александровско-Денисовской и Валерьяновской СМЗ. Он контролируется Ливановским глубинным разломом, интенсивной тектонической раздробленностью пород и серией мелких

порфировых интрузий диорит-гранодиоритового состава милютинско-михайловского и сарбай-соколовского комплексов.

Медно-порфировая сульфидная рудность с молибденом и золотом сосредоточена в наиболее тектонически нарушенных узлах и штокверках с максимально проявленными многоэтапными метасоматическими процессами. Ведущую роль в наложенном минералообразовании имеют калишпатизация, кварц-турмалинизация и альбит-кварц-хлорит-серититизация.

Источником меди, молибдена и золота являются магматические рудогенные комплексы геологической колонны силур – девона и каменноугольной системы и сами интрузивы с их гидротермальными системами.

По структурно-геологическим признакам район сходен с Северным Прибалхашьем, включающим месторождения Борлы, Бешоки и Алмалы.

Первоочередными для поисковой оценки являются Ключковско-Камышлыкское и Аятское рудные поля, сопровождаемые гипергенной золотоносностью.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Русинов М. И.* Закономерности размещения медно-молибденовых месторождений и рудопроявлений западного Тургая // Сб. Медь и полиметаллы Северного Казахстана. Кустанай, 1977. С. 17-20.
2. *Соболев И. Д.* О связи магматизма с глубинным строением Урала и Зауралья // Сб. Магматизм и эндогенная металлогения Зауралья. Кустанай, 1970. С. 8-11.
3. *Кривцов А. И.* Типы районов медно-порфирового оруденения и геологические основы их прогнозирования // Тр. ЦНИГРИ. М., 1978. Вып. 134. С. 3-21.
4. *Ивлев А. И.* Магматизм и геодинамика области сочленения Урала и Казахстана. Костанай, 2008. 497 с.



## РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАГЛИКСКОГО АЛУНИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО СТЕПЕНИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ

**З. ДЖ. ЭФЕНДИЕВА,**  
канд. техн. наук, доцент,  
Азербайджанская государственная  
нефтяная академия  
г. Баку, Республика Азербайджан

Пайдалы қазбалар кен орындарын технологиясы дамуына әсер ететін пайдалы қазбалардың сілемнің жағдайы белгіленген.

Кеуектілік дәрежесіне сәйкес Заглик кен орны 4 топқа бөлінеді. Оның жалпы өлшенген ұзақтығына кертпеш телімдердің жиынтық ұзындықтың қатынасы ретінде карьер далаларын аудандастыру әр кертпеш шеңберінде әр түрлі кеуектілік санаттар жыныстардың арақатынасты анықтауға мүмкіндік берді.

Түйінді сөздер: алунит кен орны, кеуектілік дәрежесі, бұрғылау-жару жұмыстары, габарит емес, жарылығы, кеуекті жыныстар, жыныстардың беріктігі, бұрғылау-жару технологиясы.

Установлено состояние массива полезного ископаемого, влияющего на технологию разработки месторождений полезных ископаемых.

По степени трещиноватости Загликское месторождение разделено на 4 группы. Районирование карьерных полей позволило определить соотношение пород различной категории трещиноватости в пределах каждого уступа как отношение суммарной длины участков уступа к общей измеренной его протяженности.

Ключевые слова: алунитовое месторождение, степени трещиноватости, буровзрывных работ, негабарит, взрываемость, трещиноватых пород, крепость пород, технологию буровзрывных работ.

Installed state of the array of minerals that influence technology development of mineral deposits. According to the degree fracture Zaglikское field is divided into 4 groups.

Zoning career fields it possible to determine the ratio of rocks of different categories of fracture within each bench as the ratio of the total length of the shoulder portions to the total measured its length: the ratio of the same species by Category fractures within the entire circuit career - as the ratio of the total length of all land ledges to the total measured length of the ledges quarries.

Keywords: alunite deposit, fracture degree, blasting, outsized, Explosion fractured rock, castle rock, blasting technology.

Загликское алунитовое месторождение в тектоническом отношении располагается на северном крыле Дашкесанского Малого Кавказа. В пределах месторождения литологический состав пород представлен в основном интенсивно алунитизированными туфами и известняками мезозойского возраста, на контактах которых залегают глинистые породы. На месторождении широко распространены четвертичные отложения, представленные глиной и щебнем. Они распространены по всему месторождению и сравнительно большой мощности достигают по склонам ущелья ручья Су-Теклан [1, 2].

Месторождение алунитизированных

пород, состоящее из нескольких участков, разрабатывается с 1963 года. Первый участок сложен из двух параллельно расположенных пластообразных рудных тел, причем распространение верхнего пласта составляет 35 – 40 % от общей площади первого участка. Карьер разрабатывается горизонтальными слоями – уступами, расположенными по простиранию рудной залежи, высотой 13 – 14 м. Мощность рудных пластов колеблется в больших пределах (от 4 м до 54 м), в связи с чем соответственно меняется высота разрабатываемых уступов.

В целях уменьшения разубоживания руды часто скважины пробуривают до подстилающих пород. Коэффициент вскрыши

равен 0,24 м<sup>3</sup>/тонн. Вмещающие породы Загликского алунитового рудника представлены туфами, туфобрекчиями, туфопесчанниками, в той или иной степени затронутыми процессами алунитизации с крепостью 12–14 по М. М. Протодяконову. Подрудные туфогенные породы туфопесчанниками, с коэффициентом крепости 6–8 [3].

Руда, залегающая согласно вмещающим породам, представлена алунитизированными туфами с коэффициентом крепости 12–14. Высокая крепость пород и руд требует производство буровзрывных работ.

Расположение скважин чаще 2–3-рядное, количество скважин в серии 60–80 штук, что обеспечивает работу экскаватора на 20–30 суток. Сетка скважин определяется с учетом крепости пород, высоты уступа и диаметра скважины, а глубина последней обуславливается высотой уступа. Скважины вертикальные, перебур 1,5–2 м.

Анализируя расчетные данные буровзрывных работ, можно сказать, что фактические параметры сильно отличаются от проектных, особенно по СПП. Анализ состояния взрывных работ на Загликском карьере показал, что выход негабарита составляет 30–35%. Такой выход негабарита объясняется рядом факторов, одним из существенных является недостаточно правильный выбор методов и установление параметров буровзрывных работ. Буровзрывные работы в карьере ведутся без учета основного и главного фактора, влияющего на дробление горных пород, структурных особенностей массива, а именно трещиноватости.

Исследуемое месторождение отличается разнообразием физико-механических свойств руд и пород, текстурой и трещиноватостью, что вызывает, прежде всего, необходимость изучения свойств пород и классификации их по степени трещиноватости, определения степени взрываемости и разработки на их основе рациональных параметров взрывных работ различных категорий взрываемости.

Комплексное изучение физико-механических свойств структурных особенностей полезных ископаемых, знание зависимости между этими показателями, позволяющее прогнозировать свойства пород,

является одной из важнейших физико-технических проблем в горной науке.

Массовое определение этих свойств, а также установление влияния вещественного состава руд на них, дает возможность без разрушения исследуемого массива предварительно определять механические и другие характеристики пород – такие, например, как прочность, трещиноватость, неоднородность и др. Это дает, в свою очередь, возможность выбрать рациональные параметры, технологию буровзрывных работ и прогнозировать технико-экономические показатели [4].

Взрываемость трещиноватого массива пород в карьерах значительно ухудшается при нарушении естественной структуры массива в результате предшествующих некачественных массовых взрывов. На эффективность взрывания массивов горных пород, характеризующихся наличием трещин различного порядка, существенное влияние оказывают эндогенные трещины, тектонические трещины, трещины выветривания, а также искусственные трещины, образующиеся в породах при ведении горных работ, имеющие большую протяженность и степень раскрытия (от 10<sup>-6</sup> до 10<sup>-1</sup> м).

Как известно, блочность при дроблении горных пород, в зависимости от степени трещиноватости массива и параметров буровзрывных работ, оказывает положительное и отрицательное влияние на кусковатость взорванной массы. Для сильнотрещиноватых и мелкослоистых пород достаточно только сотрясения массива, нарушения равновесия системы; при мелкослоистом же напластовании необходимо направить дробящее действие взрыва вкрест напластования.

В крупноблочных породах чем больше размеры отдельностей, тем меньше размер зоны регулируемого дробления. Следовательно, степень дробления трещиноватых пород во многом зависит не только от физико-механических свойств пород массива, но и структурных характеристик самого массива. Алунитовая руда Загликского рудника является крупноблочной.

В целях изучения блочности массива в условиях Загликского карьера произведено районирование карьерных полей по степени трещиноватости. Районирование производилось следующим образом. Все уступы карьера



с применением визуальной оценки и контрольного измерения среднего расстояния между трещинами в интервале 10 м были разделены на участки различной степени трещиноватости. Границы этих участков в забое уступов нумеровались, а затем наносились на планы горных работ.

Таким образом, определялась длина участков пород различной степени трещиноватости. Районирование карьерных полей позволило определить соотношение пород различной категории трещиноватости в пределах каждого уступа как отношение суммарной длины участков уступа к общей измеренной его протяженности: соотношение же пород по категориям трещиноватости в пределах всего контура карьера – как

отношение суммарной длины участков всех уступов к общей измеренной протяженности уступов карьеров.

Соотношение пород различных категорий для Загликского карьера изменяется следующим образом: I категория – 0 %, II категория – 14 %, III категория – 11 %, IV категория – 11 %, V категория – 64 %.

Для исследования влияния рассредоточенных зарядов на степень рассматриваемых карьеров в породах и рудах различной степени трещиноватости были произведены опытные взрывы при параметрах взрывных работ, отработанных практикой данных предприятий. Результаты взрывных работ приведены в таблице.

### Результаты взрывных работ

Порода	Коэффициент крепости, $f$	Высота уступа, $H$ , м	Глубина скважины, $z$ , м	Сопротивление по подошве, $W$ , м	Расстояние между скважинами, м	Расчетный удельный расход, $q$ кг/м <sup>3</sup>	Вместимость 1 м скважины $\rho$ , кг/м
Алунизированные туфы	12-14	12	14,5	8,5	6,5	0,4	29

$$\text{Вес заряда} = 14,5 - (265,2 : 29 + 2) = 3,4 \text{ м.} \quad (6)$$

$$Q = qaWH = 0,4 \cdot 6,5 \cdot 8,5 \cdot 12 = 265,2 \text{ кг.} \quad (1)$$

Заряд рассредоточен на две части:  
Вес нижней части заряда

$$Q_1 = 0,7 \cdot 280 = 185,6 \text{ кг.} \quad (2)$$

Вес верхней части заряда

$$Q_2 = Q - Q_1 = 265,2 - 185,6 = 79,6 \text{ кг.} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} l_{1зар} &= 185,6 : 29 = 6,4 \text{ м;} \\ l_{2зар} &= 79,6 : 29 = 2,7 \text{ м;} \\ l_{зар} &= l_{1зар} + 2,7 = 9,1 \text{ м.} \end{aligned} \quad (4)$$

Исходя из средней крепости пород, отношение высоты воздушного промежутка к длине колонки заряда принимаем равным 0,2, что определит высоту бездушного промежутка

$$h_{ен} = 0,2 \cdot Q : l_{зар} = 0,2 \cdot 265,2 : 29 = 1,82 \text{ м} \sim 2 \text{ м.} \quad (5)$$

$$\text{Длина забойки} \\ l_{зар} = z \cdot (l_{зар} + h_{ен}) = z \cdot \left( \frac{Q}{\rho} + h_{ен} \right) =$$

Взрывание короткозамедленное при многоразрядном расположении скважин заряд рассредоточен на три части: вес нижней части заряда

$$Q_H = 0,5 \cdot Q = 132,6 \text{ кг.} \quad (7)$$

Тогда оставшаяся часть суммарного заряда распределяется на равные части, пропорционально принятому количеству воздушных промежутков:

$$Q_1 = Q_2 = 66,3 \text{ кг.} \quad (8)$$

Отношение  $\frac{\sum h_{вп}}{h_{зар}}$  принимаем 0,2, тогда высота каждого воздушного промежутка будет равна 1 м. Длина забойки 3,4 м.

Проведенные опыты показали, что затраты на разделку негабарита значительно снизятся, уменьшатся потери времени на буровзрывные работы, увеличится производительность экскаваторного парка и, в конечном счете, значительно снизится себестоимость добычи 1 т руды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана. Баку: Изд-во Озан, 2005. С. 807.
2. *Каишай М. А. Бабаев И. А.* Алуниты. Геология СССР. Т. 47 Азерб. ССР.
3. *Исаева З. Дж.* Районирование Загликского месторождения по факторам устойчивости. Депонированные научные работы. 1990. № 10. С. 142-144.
4. *Кутузов Б. Н., Рубцов В. К., Носков В. Ф. Таурбекова А. Г, Захаров В. Н, Кудрявцева А. И.* Исследование зависимости взрываемости горных пород от их физических свойств // Изв. АН Азерб. ССР. Серия наук о Земле. 1971. № 2.

УДК: 553.06 + 553.611



## ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ПАЛЫГОРСКИТСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД И ИХ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

**П. С. СУЛТОНОВ**, кандидат геол.-мин. наук,  
старший научный сотрудник,  
Институт геологии и геофизики им. Х. М. Абдуллаева,  
Академии Наук Республики Узбекистан,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Магнезиалдық силикаттарға қатысты әдеби деректерді толық қайта өңдеу нәтижесінде жер қабығының континенттік және онымен қатар мұхиттық блоктарда кездесетін, палыгорскит тобының минералдардың біршама толығырақ петрогенетикалық сыныптамасы берілген. Палыгорскитті жыныстар үш топқа бөлінеді, олар тау жыныстарының түрлі литологиялық айырмашылығы болатын он алты подтиптермен алты түрлерін қамтиды. Минералдардың палыгорскит-сепиолит тобы ең жиі саз және карбонатты жыныстарға орайластырылғанын белгіленіп жатыр. Өнеркәсіптік қызығушылықты тудыратын және елеулі қуатты палыгорскитті жыныстар көбінесе хемоген - шөгінді және гидротермалды генетикалық типтарына жатады. Жер геологиялық тарихында, Ферғана депрессия соның ішінде, палыгорскит пайда болуының үдемелі кезі жоғарғы бор және эоцен дәуірлерге түседі.

В результате детальной переработки литературных данных, касающихся магнезиальных силикатов, дается сравнительно более детальная петрогенетическая классификация минералов палыгорскит-сепиолитовой группы, встречающихся как в континентальных, так и океанических блоках земной коры. Палыгорскитсодержащие породы подразделяются на три группы, которые включают в себя шесть типов с шестнадцатью подтипами, отличающимися литологическими разновидностями пород. Отмечается, что наиболее часто палыгорскит-сепиолитовая группы минералов приурочены к глинистым и карбонатным породам. Палыгорскитсодержащие породы, имеющие значительную мощность и представляющие промышленный интерес, относятся преимущественно к хемогенно-осадочному и гидротермальному генетическим типам. Пик палыгорскитообразования в геологической истории Земли, в том числе в Ферганской депрессии, падает на верхнемеловую и эоценовую эпохи.

As a result of detailed processing of data in literature relating to the magnesium silicates there given relatively more detailed petrogenetic classification on minerals palygorskit-sepiolite group, occurring in both continental and oceanic crustal blocks. Palygorskit containing rocks are divided into three groups, which include six types of sixteen subtypes, which differ in lithological varieties of rocks. It is noted that most palygorskit-sepiolite group minerals are confined to clay and carbonate rocks. Palygorskit containing rocks with significant power and representing commercial interest mainly relate to hemogen-sedimentary and hydrothermal genetic types. Peak of palygorskit formation in Earth's geological history, including the Fergana depression, falls to the Upper Cretaceous and Eocene epoch.

Описанию петрогенетических типов минералов палыгорскит-сепиолитовой группы, несмотря на давность их открытия, до сих пор уделено мало внимания. Только в работах М. З. Закирова [1] и О. С. Ломова [2] частично рассматривается этот вопрос.

Автор данной статьи, проработав литературные данные по магнезиальным силикатам, попытался дать сравнительно более детальную петрогенетическую класси-

фикацию минералов палыгорскит-сепиолитовой группы, встречающихся как в континентальных, так и океанических блоках земной коры. Палыгорскит и сепиолит являются полигенными и метастабильными (при переносах водными потоками) минералами. По своим петрогенетическим особенностям они разделяются на следующие группы, типы и подтипы пород, содержащих палыгорскит (табл. 1).

Таблица 1. Петрографические типы палыгорскитсодержащих пород

Группа	Тип	Подтип
I. Мономинеральная	Палыгорскитовый	
II. Полиминеральная (Сингенетическая)	1. Карбонатный	1.1. Известковый 1.2. Доломитовый 1.3. Мергелистый
	2. Глинистый	2.1. Монтмориллонитовый 2.2. Монтмориллонитовый-гидролюдистый 2.3. Гидролюдистый 2.4. Палыгорскит-сепиолитовый 2.5. Глины смешанного состава 2.6. Опоковидный 2.7. Палыгорскит-цеолитовый
	3. Терригенный	
	4. Туфогенный	
	5. Терригенно-эвапоритовый	5.1. Гипсоносный 5.2. Гемопелагический
III. Полиминеральная (Эпигенетическая)	6. Гипергенный (новообразованный)	6.1. Каменно-лессовый 6.2. Почвенный 6.3. Метаморфогенный 6.4. Кимберлитовый (жерловый)

**I. Группа мономинеральная. Тип палыгорскитовый** встречается в природе в основном в виде жильных прожилковых образований, связанных с разрывными нарушениями, а также образует на поверхности корки, гнезда, пропластки, глинки трения, а в пещерах – сталактиты. Вмещающими породами мономинерального палыгорскита могут быть как магматические, так и осадочные. Палыгорскиты такого типа обычно называют «горной кожей», «пробкой» или «бумагой». Окраска минерала изменяется от идеально белого до серого с желтоватым или красноватым оттенком, блеск его шелковистый. Сам палыгорскит, по мнению одних исследователей, образовался в результате

взаимодействия Mg-содержащих растворов, циркулирующих по разрывным нарушениям, с вмещающими породами; по мнению других, он отлагался из коллоидных растворов по трещинам и гнездам различных горных пород и имеет экзогенное происхождение.

**II. Группа полиминеральная (сингенетическая). Тип карбонатный** распространен в природе довольно широко. Минералы палыгорскит-сепиолитовой группы этого типа сосредоточены в основном в виде примесей, образующих иногда пластообразные залежи. Среди них выделяются следующие подтипы: известковый подтип известен в известняковых формациях верхнего девона Сибирской платформы и



Припятского бассейна Белоруссии [3], карбона Русской платформы [4]; *доломитовый подтип* описан для бассейна Верхнего Дона; *мергелистый подтип* образует самостоятельные пласты, иногда чередующиеся с известняками и глинами. По мнению большинства исследователей [1, 4, 5], палыгорскиты этого типа образуются в замкнутых бассейнах в условиях аридного климата, с высокой или нормальной соленостью и повышенной щелочностью воды при периодических осушениях. Кроме того одни ученые связывают палыгорскитообразование этого типа с процессами новообразования, а другие – с действием щелочных растворов и проникновением альпийских вод или вод остывающих интрузивных массивов в зоны распространения карбонатных толщ [3].

**Тип глинистый.** По составу и содержанию глинистых минералов и условиям их образования разделяется на 7 подтипов (табл. 1).

*Монтмориллонитовый подтип* в природе достаточно широко распространен [1, 6, 7, 8]. По утверждению большинства исследователей, данный подтип палыгорскита образуется в основном осадочно-хемогенным путем в эвапоритовых бассейнах. Палыгорскит-монтмориллонитовые породы Черкасского месторождения возникли в результате развития коры выветривания на палеозойском фундаменте.

*Монтмориллонит - гидрослюдистый подтип* описан на всей территории Узбекистана в разрезах мел-палеогеновых осадочных формаций [1, 7, 8, 9]; мощность составляет от 1 – 2 до 20 м, представляет промышленный интерес. Все исследователи считают эти палыгорскитсодержащие глины седиментационно-осадочными. Об источниках кремния и магния, необходимых для образования палыгорскита, мнения расходятся. Так, Н. Н. Верзилин [10] полагает, что кремнезем возникает в результате растворения терригенного кварца, отложенного на дне водного бассейна; по мнению Б. И. Юсмана [8], кремний и магний в виде раствора поступают из эндогенных источников по разломам; М. З. Закиров [1], Н. М. Страхов [11], Ш. Г. Саидходжаев [7] и др. утверждают, что окислы кремния и магния являются обычными компонентами водных бассейнов аридного климата, а насыщение ими

происходит по мере засоления бассейна.

*Гидрослюдистый подтип* (красноцветы, лессы и каменные лессы) широко распространен на территории Узбекистана и содержит в своем составе до 50 % палыгорскита. Особенно им богаты миоценовые красноцветные отложения Центральных Кызылкумов: лессы и каменные лессы [1].

*Палыгорскит-сепиолитовый подтип* сравнительно широко развит в природе. Обычно такие осадки переслаиваются с кремнистыми сланцами, доломитами, известняками, фосфоритами и другими неомочными породами. В литературе приводятся примеры морских и не морских палыгорскит - сепиолитовых осадочных месторождений [2, 5], образование которых обычно связано либо с изменением вулканического пепла, либо со структурными превращениями смектитовых глин, либо с процессами новообразования (непосредственной кристаллизации).

*Подтип глины смешанного состава.* Этот подтип содержит минимум три, а иногда более глинистых минералов. Они развиты в основном в составе мезо-кайнозойских, частично палеозойских отложениях [6]; по генетическим особенностям этот подтип разделяется на: а) осадочно-хемогенный; б) гидротермальный; в) аллотигенный; г) эоловый; д) новообразованный.

*Опоковидный подтип* описан М. З. Закировым [1] на Карманинском месторождении и Муллалинском проявлении, где палыгорскит присутствует в качестве незначительной примеси и обязан своим происхождением осадочно-хемогенным процессам.

*Палыгорскит-цеолитовый подтип* (филлипсит, клиноптилолит, а также кристобалиты) – цеолит-палыгорскитовые глины, распространенные в мел-эоценовых осадках Тихого океана и Африканской окраины Атлантического океана, а также в миоценовых отложениях Украинского кристаллического щита, Русской платформы [2].

По поводу образования палыгорскита, связанного с цеолитами, существуют противоположные точки зрения. Одни исследователи считают их вулканогенно-осадочными, другие – гидротермальными в результате обработки вулканических материалов цеолитсодержащих пород или

Таблица 2. Генетическая классификация минералов палыгорскит-сепиолитовой группы

Генезис	Примеры встречаемости	Авторы
Элювиальный	В зонах коры выветривания, базальтов (трансвальские агтапультиты), ультраосновные породы Южной Ферганы, рудных месторождений Якутии.	Ж. Мило (1968), О. Н. Козлова (1979), Б. Л. Фролов (1977), [14]
Хемогенно-осадочный (эвапоритовый)	В составе карбонатных и глинистых пород различного возраста Ферганской впадины, Русской и Сибирской платформ, во Франции, Испании, Кубы, Средней Азии, Туниса, в современных осадках Средиземного, Каспийского морей, Персидского залива, Египта, Марокко, плато Колорадо, Армении, Молдавии, Самалийской впадины, острова Девона и др.	М. З. Закриров (1974), А. И. Осипова и др. (1983), В. Г. Самодуров (1976), А. И. Мизин (1972), Schulz Leonard G. (1978) Р. А. Миндальян (1965), Б. Ф. Мороз (1969) и др.
Инфильтрационно-гидротермальный	В глубоководных глинах Восточной Атлантики, в миоценовых глинах Украинского кристаллического щита, Русской платформы, в миоценовых осадках Тихого океана, в северных и южных частях Филиппинского моря, Алданского залива, Красного, Ионического морей и др.	О. С. Ломова(1979), Ф. М. Church (1979), E. V. Calvert(1971), А. Г. Косовская и др. (1976), В. С. Heezon (1965), Н. Chamley и др. (1970); и др.
Вулканогенно-гидротермальный	В неогеновых отложениях Закавказья, в верхнемел-эоценовых осадках Испании и Туниса, в современных осадках дна Атлантического океана, в надолевых отложениях Припятского прогиба, в плиоценовых глинах Бакинского архипелага и др.	А. Л. Озол и др. (1978), М. R. Rampino и др. (1983), Г. С. Харин (1975), А. Ф. Ажгирович (1976)
Новообразованный (вторичный, гипергенный)	В областях пустынного выветривания: в почвах Саудовской Аравии, Берега Слоновой Кости, в солончаках Средней Азии, в почвах Израиля; в миоценовых глинах – Черкасское месторождение, месторождение Южная Джорджия и Северная Флорида, в третичных и четвертичных глинах Испании, в современных осадках озера Киннерет и др.	А. И. Перельман (1950), Minato Hideo и др. (1969), А. Т. Каржаув (1988), I. V. Hostermon (1973), E. Pardo и др. (1974), A. Sinder и др. (1972); D. H. Vaalon (1976) и др.
Аллоитогенно-трансформированный	В поверхностных осадках Аравийского и Палагского морей, в русловых осадках Ферганы, в меловых отложениях Юго-Западной Африки, Алданского залива и Индийского океана, в дельтовых осадках Сенегала. В каменных лессах Узбекистана	Н. Н. Верзилин (1973), Н. Chemley (1980), П. П. Тимофеев и др. (1978), М. З. Закриров (1974),
Гидрогенный Эоловый	В пустынях Южной Африки и Самали, Сахары, в осадках Западно-Африканского шельфа и континентального склона; в верхне-кайнозойских отложениях Срединно-Атлантического хребта и др.	Э. М. Вайман (1975), K. Wenkatarathem и др. (1982); и др.

смектитов Mg – содержащими гидротермальными растворами [2, 6], третьи – новообразованными при трансформации на контакте современных осадков и базальтового субстрата, либо под действием процессов подводного выветривания самих базальтов.

**Тип терригенный** – обычно приурочен к дельтам рек или приконтинентальным зонам бассейнов в условиях аридного климата или к молассам. Условием консервации палыгорскита является щелочная среда, обеспечиваемая присутствием карбоната кальция во вмещающих породах. Палыгорскит в этих осадках встречается в основном в составе их цемента, формировавшегося в процессе диагенеза и раннего эпигенеза [4].

**Тип туфогенный** – описан А. Н. Озолем [12] в составе неогеновых отложений Закавказья, в тортонских Альба-Нулиа, в мезозойских отложениях Восточной Атлантики. Подобный тип может образоваться как путем новообразования, так и вулканогенно-осадочным.

**Тип терригенно – эвапоритовый** подразделяется на два подтипа.

**Гипсоносный подтип** известен в верхнемеловых и раннеэоценовых отложениях Ферганской впадины [1, 8, 9, 11], четвертичных осадках Египта [13] и третичных гипсоносных глинах Испании. Все исследователи, изучавшие данный подтип, единогласно утверждают, что палыгорскит в них образовался в результате интенсивного выпаривания рассолов в тектонически спокойной обстановке в условиях очень сухого аридного климата, т. е. хемогенно – осадочным путем.

**Гемопелагический подтип** – это донные осадки, состоящие из смектита, палыгорскита, с примесью кальцита, доломита, галита, гипса. Образование подобного подтипа связано с выветриванием вулканитов, скорее всего известково-щелочных андезитов или эрозией домезозойских метаморфических пород и накоплением осадков в континентальных условиях.

**III. Группа полиминеральная (эпигенетическая). Тип гипергенный (новообразованный).** Данный тип палыгорскита разделяется на четыре подтипа.

**Каменно-лессовый подтип** широко распространен на территории Средней Азии. Образование его, как нам представляется,

происходит в результате типичного гидрогенного процесса.

**Почвенный подтип** также хорошо известен в природе, где минералы палыгорскит-сепиолитовой группы встречаются вместе с другими глинистыми и терригенными минералами. Иногда различают древние и современные почвы. Некоторые ученые предполагают, что палыгорскит в составе почв образуется за счет трансформации монтмориллонита; при этом источником Mg служит диагенетическая инверсия высокомагнезиального кальцита в более стабильный низко-магнезиальный кальцит.

**Метаморфогенный подтип** встречен на территории Узбекистана, где палыгорскит обнаружен в составе глинистой фракции силурийских сланцев Нуратау, Аристантау и Тамдытау и составляет незначительную примесь. Такой палыгорскит образовался совместно с другими глинистыми минералами путем трансформации обломочного материала, привнесенного из областей сноса.

**Кимберлитовый подтип** выявлен на территории Индии, где палыгорскит ассоциирует с серпентином, вермикулитом, хлоритом и смектитом. Здесь палыгорскит является минералом новообразованным.

Нами предлагается более подробная генетическая классификация, отражающая на данном этапе, как нам представляется, всю совокупность генетических особенностей этих полигенных образований (табл. 2).

Резюмируя, можно отметить следующее. Палыгорскитсодержащие породы подразделяются на три группы, которые включают в себя шесть типов с шестнадцатью подтипами, отличающимися литологическими разновидностями пород. При этом наиболее часто палыгорскит-сепиолитовая группы минералов приурочены к глинистым и карбонатным породам.

Палыгорскитсодержащие породы, имеющие значительную мощность и представляющие промышленный интерес, относятся преимущественно к хемогенно-осадочному (эвапоритовому) и гидротермально-осадочному генетическим типам.

Возрастной диапазон встречаемости минералов палыгорскит-сепиолитовой группы очень широк (от силура до современного). Пик палыгорскитообразования в геологической истории Земли



падает на верхнемеловую и эоценовую эпохи.

Наиболее мощные процессы палыгорскитообразования на территории Ферганской депрессии были приурочены к верхнемеловому и нижнеэоценовому времени с господством аридного климата. Это

опровергает теорию накопления этих минералов в результате вымывания и переноса реками из материнских пород или почв, тем более, что они являются механически неустойчивыми.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закиров М. З. Петрографические типы палыгорскитсодержащих глин Узбекистана. Узб. геол. журнал. 1974. № 4. С. 21-25.
2. Ломова О. С. Палыгорскиты и сепиолиты как индикаторы геологических обстановок. Тр. ГИН АН СССР. 1979. Вып. 336. 180 с.
3. Ажгиревич Л. Н., Палер М. М., Самодуров В. П., Курочка В. П., Фролов Г. Н., Беловская П. В. Распределение палыгорскита в надсолевых отложениях севера-запада Припятского прогиба // Геология нерудных полезных ископаемых Белорусской ССР. Минск, 1976. С. 176-182.
4. Ратеев М. А. Глинистые минералы в донных осадках современных водоемов. Образование осадков в современных водоемах. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 270 с.
5. Galan E., Ferrero A. Palygorskite-sepiolite clays of Lebrija, southern Spain. Clays and Clays Miner. 1982. P. 30, 3, 191.
6. Коссовская А. Г. и др. Минералогия и генезис мезозойско-кайнозойских отложений Атлантического океана по материалам рейса-2 «Гломер Челенджер». Литология и полезные ископаемые. 1975. № 6. С. 12-35.
7. Саидходжаев Ш. Г. Литология, геохимия и палеогеография нефтегазоносных осадочных формаций Узбекистана. Ташкент: Изд-во САИГИМС, 1972. 237 с.
8. Юсман Б. И., Чевкина Р. И. Особенности формирования эвгеоаллювиально-осадочного генетического типа палыгорскитовых глин. Узб. геол. журнал. 1986. № 6. С. 21-26.
9. Султонов П. С. Литолого-фациальные особенности формирования палыгорскитовых глин палеогена Южной Ферганы и пути их использования // Автореферат канд. дисс. Ташкент: ТашГУ, 1991. С. 32.
10. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза (в трех томах). М.: Изд-во АН СССР. 1960. Т. 1. 212 с., Т-2. 574 с.; 1962. Т. 3. 550 с.
11. Султонов П. С. Генетические особенности формирования палыгорскитсодержащих глин Южной Ферганы. Вестник НУУз, 2012. № 2/1. С. 108-111.
12. Озол А. Л. и др. Палыгорскитсодержащие туфогенные глины Закавказья. Литология и полезные ископаемые. 1975. № 2. С. 65-79.
13. Hassouba H., Shaw H. F. The occurrence of palygorskite in Quaternary sediments of the coastal plain of north-west Egypt. Clay Miner. 1980. P. 15, 1, 77-83.
14. Фролов В. Л. Минералы эндогенных образований Якутии. Якутия, 1977. С. 156.
15. Couture Rex A. Composition and origin of palygorskite-rich and montmorillonite-rich zeolite-containing sediments from the Pacific Ocean. Ghem Geol. 1977. P. 19, 2, 113-130.

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТРАБОТАВШИЕ ЯДЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С НЕОПРЕДЕЛЕННЫМ БУДУЩИМ: МУРМАН, НОРНИКЕЛЬ И ЧУКОТКА КАК ГАРАНТЫ НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**В. Н. САМАРОВ, В. З. НЕПОМНЯЩИЙ**

*фирма «Лаборатория Новых Технологий», Москва, Российская Федерация-Калифорния, Соединенные Штаты Америки*



**Е. В. КОМЛЕВА,**

*институт философии и политологии,  
Технический университет, Дортмунд,  
Федеративная Республика Германия*

Жан-жақты авторлық кәсіби тәжірибені және басқа жарияланған материалдар есептеуімен, ең қауіпті радиоактивті материалдармен айналысатын технологиялар (оларды сапалық көрсеткішіне жеткізуінен ұзақ мерзімді сақтау/ кому дейін) әжептәуір толық және аяқталған халықаралық кезеннің тұжырымдамасы жетілдірілген. Ең алдымен Кольск түбегінің және барлық аумағында әлдебір халықаралық консорциумның шеңберінде жүзеге асыру қамтитын Тұжырымдамасының негізгі қағидалары сондай-ақ идеялық негізі қысқаша берілген.

Түйінді сөздер: ядролық энергия, ядролық қалдықтары, пайдаланылған ядролық отын, ыстық изостатикалық сығымдау, халықаралық қоймалар, геологиялық және тау-кен технологиялар, никель, Печенга, Росатом, Ресей.

С учетом разностороннего авторского профессионального опыта и других опубликованных материалов, разработана Концепция достаточно полного и завершеного международного цикла технологий обращения с наиболее опасными радиоактивными материалами (от их кондиционирования до долговременного хранения/захоронения). Кратко приведены идейная база, а также основные положения Концепции, предусматривающие реализацию в рамках некоего международного консорциума на территории, прежде всего, Кольского полуострова.

Ключевые слова: ядерная энергия, ядерные отходы, отработавшее ядерное топливо, горячее изостатическое прессование, международные хранилища, геологические и горные технологии, никель, Печенга, Росатом, Россия.

Based on the multi-faceted professional authors' experience as well as other publications, there was developed a Concept of a rather complete international cycle of technologies to handle the most dangerous kinds of radioactive materials (from their conditioning up to the long-term storage/ burial). This paper briefly gives a platform as well as basic framework of the Concept to be realized by an international consortium primarily on the territory of the Kola peninsula.

Key words: nuclear energy, nuclear waste, spent nuclear fuel, hot isostatic pressing, international depositories, geological and mining technologies, nickel, Pechenga, Rosatom, Russia.

### Введение

Ядерные материалы, военного и невоенного назначения, обязаны своим появлением четкой мотивации и конкретным важнейшим государственным задачам, имеют конкретное национальное/корпоративное происхождение и конкретного национального

владельца. За рамками срока использования по первоначальному жизненно важному назначению дальнейшая судьба большинства из них либо даже концептуально не была своевременно определена, либо постоянно рассматривалась как явление не главной повестки дня. За прошедшие десятилетия реализации в режиме «ядерной гонки»

различных национальных программ, характеризовавшихся высочайшим уровнем централизации и секретности работ, накопились большие объемы отработавших и отложенных до разработки приемлемых уже для человечества в целом решений по их дальнейшей судьбе вторичных ядерных сырьевых материалов, а также прямых ядерных отходов. Реальность такова, что «ядерное наследие» национальных программ превратилось в крупную международную проблему, которая потребовала перехода на новый, международный, уровень работ посредством претворения в жизнь ряда международных проектов по обеспечению безопасности этого «наследия». Многие представители «зеленого» движения, к слову, считают обеспечение безопасности отработанных ядерных материалов существующими методами невозможным.

Новый уровень и изменившиеся со времени начала «ядерной эры» политические, научно-технические и многие иные условия должны порождать не только объединение финансовых, технических, методических, нормативных баз без существенного, как правило, изменения ориентации исключительно на возникшие ранее национально-ядерные технологические схемы и сеть построенных объектов для иных целей, нежели задачи управления безопасностью «ядерного наследия». Для новых задач, генерирующих новые потребности и возможности, нужны и новые идеи, ориентиры, разумный выход за ограничительные рамки ядерной отрасли, комплексный потенциал которой хотя и велик, но все же по многим новым позициям недостаточен и может быть дополнен за счет заимствования из других отраслей промышленности.

Далее, на примере Концепции Кольского международного кластера технологий обращения с высокоактивными отходами (ВАО) и отработанным ядерным топливом (ОЯТ), показаны возможность и отдельные фрагменты нового подхода.

**Контуры Концепции Кольского международного кластера технологий обращения с высокоактивными отходами и отработанным ядерным топливом**

**Основания:**

1) международный принцип ядерного нераспространения;

2) озвученные президентом РФ В. В. Путиным инициативы Росатома о расширении спектра международных ядерных услуг (2006 г.) в условиях, когда инициатор, желающий продавать, выдавливается с зарубежного рынка со своим свежим ядерным топливом. Есть предположение, что аналогично будет и относительно перспектив Росатома получать для коммерческой утилизации отработавшее ядерное топливо других производителей [1]. Надо успеть, максимально используя готовую научно-техническую и производственную базу (как ядерной, так и других отраслей промышленности), сформировать на международном уровне, с удобной логистикой, высокой коллективной безопасностью и в технологических традициях большинства стран, российский приоритет для завершающей стадии жизни ядерного топлива и без его радиохимической переработки (что более приемлемо для зарубежья, учитывая господствующие там взгляды на оценку технологий с позиций нераспространения и экологии), значительно и нестандартно усиливая тем самым набор потенциальных предложений и партнеров (в том числе, вне ядерной сферы) Росатома. Этот приоритет не будет противоречить внутреннему национальному курсу на переработку российского отработавшего топлива, но дополнит его новой международной нишей весьма прибыльных услуг;

3) научные дискуссии среди профессионалов-ядерщиков (например [2]) и потенциал знаний и умений, суммарно накопленный при разнообразном освоении и комплексной переработке минерального сырья (горно-геологические и химико-обогачительно-металлургические аналоги-объекты и аналоги-технологии [3], а также конкретно компетенции ОАО «ГМК 'Норильский никель'»);

4) уже действующее российское законодательство и потенциально возможное, стимулирующее поиск адекватных научно-технических решений;

5) тенденции развития горно-промышленного и атомного кластеров Мурманской области, обозначенные



“РЕКОМЕНДАЦИЯМИ «круглого стола» на тему «Развитие законодательной базы в области природных ресурсов, природопользования и экологии: региональный аспект»“ (ГД РФ, КОМИТЕТ ПО ПРИРОДНЫМ РЕСУРСАМ, ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ И ЭКОЛОГИИ, г. Мурманск 29 октября 2013 г.) и выявленные дополнительно при анализе этого документа. В частности, отсутствие каких-либо зафиксированных исторических перспектив применительно к некогда важным для страны и области медно-никелевым месторождениям Печенги и, к сожалению, ОАО «ГМК 'Норильский никель'» в регионе [4];

6) междисциплинарный подход и тенденции интернационализации усилий в сфере ядерной и радиационной безопасности, преимущества периферийных (особенно приграничных, с развитой инфраструктурой) регионов РФ при международной изоляции ядерных отходов [5];

7) арктический вектор развития России, Мурманской области (при несостоявшемся газовом счастье Мурманска) и ОАО «ГМК 'Норильский никель'».

#### **Цели:**

1) объединение современных научно-технических решений, материаловедческих и горно-геологическо-технологических, для повышения эффективности среднесрочной и долговременной изоляции российских и зарубежных (либо изначально зарубежных) радиоактивных материалов (прежде всего, ВАО и ОЯТ) от биоты;

2) расширение геополитического значения и международных функций Мурманского транспортного узла;

3) поддержка, модернизация и диверсификация промышленного потенциала Мурманского побережья, Печенгского района Мурманской области и ОАО «ГМК 'Норильский никель'».

***Горячее изостатическое прессование (ГИП) и кондиционирование контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ:***

а) Основа ГИП-технологии – пластическая деформация (в замкнутом объеме газостата) внешней оболочки герметизируемых упаковок, циркония и засыпного материала при высоких давлении и температуре в атмосфере инертного газа.

б) Суть новой технологической идеи:

адаптация освоенных в аэрокосмической промышленности методов и средств для герметизации и омоноличивания ВАО/ОЯТ (один из прецедентов, американско-австралийский, адаптации и поставщиков оборудования применительно к некоторым другим видам радиоактивных материалов [6, 7]).

в) Варианты материала оболочки:

- модификации нержавеющей стали, в том числе с добавками обедненного урана;
- карбид кремния;
- алюминиевые сплавы;
- новые камнеподобные материалы (литые или прессованные) на основе природных минералов.

г) Варианты засыпного материала:

- ферробор;
- природные минералы, способные, в частности, модифицироваться в герметики, эффективно поглощать тепловые нейтроны и/или сорбировать радионуклиды ([8, 9]; аналогия – технология Synrock, Synthetic Rock, которая очень хорошо обоснована по части физики и геохимии, разработана, широко описана и уже применяется австралийцами, ANSTO, в связке с газостатами АИР).

#### ***Площадки размещения газостатов***

Варианты:

- РТП «Атомфлот», Мурманск;
- «Дальние Зеленцы» (пос. Порчниха);
- Центр кондиционирования и хранения радиоактивных отходов (РАО) «Сайда-Губа», СевРАО;
- База хранения ОЯТ/ВАО «Губа Андреева», СевРАО;
- п. Никель / г. Заполярный, замещение выбывающей со временем металлургической/обоганительной инфраструктуры ОАО «ГМК 'Норильский никель'»;
- предварительно ГИП – технология/ее элементы могут быть отработаны по новому назначению под контролем и при участии российских и зарубежных (например, компании Westinghouse) специалистов ядерной отрасли при одной из ближайших АЭС (в городах Полярные Зори либо Сосновый Бор), в крайнем случае (на неактивных моделях), - на базе ОАО «ГМК 'Норильский никель'», в Австралии (ANSTO) или на площадке «Лаборатории Новых Технологий» в Калифорнии.

**Площадки наземного временного складирования контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ** (до/после ГИП-кондиционирования).

Варианты:

- Центр кондиционирования и хранения РАО «Сайда-Губа», СевРАО;

- База хранения ОЯТ/ВАО «Губа Андреева», СевРАО.

**Площадки подземного долго-временного хранения / захоронения контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ** (после ГИП-кондиционирования)

В контексте времени и потенциальной опасности - это главное звено Концепции.

Варианты:

- «Дальние Зеленцы» (пос. Порчница), определена как наилучшая (но с излишними, неадекватно международным реалиям, ограничениями: только для РАО гражданских объектов Северо-Запада РФ, без ОЯТ, не вблизи месторождений полезных ископаемых) по состоянию на 2000 г. [10], проект NUCRUS 95410 программы TACIS, западно-европейский консорциум (фирмы SGN-ANDRA-ANTEA, Франция и Tractebel/Belgatom, Бельгия), ВНИПИЭТ и Горный институт КНЦ РАН;

- «Печенга» (вблизи п. Никель и г. Заполярный, при выборе площадки «Дальние Зеленцы» не рассматривалась, так как попала под ограничения проекта NUCRUS 95410, неуместные сейчас), замещение выбывшей и выбывающей горной инфраструктуры ОАО «ГМК 'Норильский никель'» (глубокий карьер, подземные выработки и сочетание сооружений под и над земной поверхностью), потенциальную возможность наличия принципиально пригодных для размещения ВАО породных толщ независимо показали Ф. Ф. Горбачевич (Геологический институт КНЦ РАН, 1994 г., устное сообщение, исследование керна СГС-3), Ю. И. Кузнецов (МНТЦ, «Герс», проект № 262, исследование керна СГС-3, 1994-1996 гг., [11]), В. Н. Комлев и др. (данные по разведочным скважинам, 1999 г., [12]), А. С. Сергеев и Р. В. Богданов ([13], исследование керна СГС-3).

**Примечание:**

1) подобный подход к организации работ с национальными/зарубежными ВАО/ОЯТ (ГИП-кондиционирование + существующая ядерная, геологическая и горная инфраструктура), в принципе, видится

и относительно Казахстана (бывший Семипалатинский полигон), а также еще одного какого-либо региона РФ: например, Урала (в том числе, с привлечением исследований по СГС-4), Камчатки (объекты ДальРАО как, прежде всего, площадки для газостатов и временного хранения упаковок с ВАО/ОЯТ), Магаданской области, Якутии, Красноярского края или Забайкалья (в Краснокаменске, как и на Печенге, проблемы с рудой [14]);

2) особое значение в ряду примеров потенциально перспективных регионов РФ может быть у северо-восточного приморского аналога (одновременно и антипода, в зоне многолетнемерзлых пород) Мурман – Чукотского полуострова (как второго важного элемента мировой системы подземного хранения/захоронения ВАО/ОЯТ, включая генерированные Билибинской АЭС, и «аналога наоборот» значению Чукотки после второй мировой войны, «Нам бы только за бережок...зацепиться...» [15]). Глобальная история учит, что успешным может быть только такое сотрудничество / «сотрудничество», когда европейский вектор дополнен американским. Газостаты целесообразно было бы разместить в помещениях снимаемой с эксплуатации Билибинской АЭС, тем самым продлевая жизнь ядерному объекту Чукотки. Вполне возможно, что при большом прошлом российском опыте в части проектирования для условий мерзлоты (впрочем, как и для пород с положительным температурным режимом), подземные объекты хранения/захоронения на Чукотке и Печенге, синхронно выпестованные ВНИПИПТ и/или ГИПРОНИКЕЛЕМ совместно с зарубежными партнерами (преимущественно из Германии, Финляндии, Швеции и Канады), выявили бы еще одну причину необходимости окончательного отказа от хранилища США Yucca Mountain с перераспределением финансирования в пользу российских вариантов;

3) отдельные положения Концепции рассмотрены и одобрены Научным советом по металлургии и металловедению ОХНМ РАН.

**Заключение**

Формирование нового баланса неоднородных интересов разных стран и корпораций при выходе на международный уровень обеспечения безопасности ОЯТ и ВАО,

привлечение к решению этой проблемы нетрадиционных для ядерной деятельности участников из других сфер науки, техники и промышленности, пересмотр социально-экономических и географических принципов принятия решений при создании конкретных объектов – все это может позволить создать надежную систему среднесрочного/чрезвычайно долговременного хранения или окончательной изоляции/захоронения таких суперопасных высокоэнергетических материалов, прежде всего, в России.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5900>.
2. [newmdb.iaea.org/GetLibraryFile.aspx?RRoomID=694](http://newmdb.iaea.org/GetLibraryFile.aspx?RRoomID=694).
3. *Конухин В. П., Комлев В. Н.* Ядерные технологии и экосфера. Апатиты. Изд-во Кольского НЦ РАН, 1995. 335 с.
4. [DOC]Рекомендации 14.11.doc - Комитет Государственной ...
5. <http://viperson.ru/wind.php?ID=678896>.
6. <http://labdepot.ru/images/file/AIP/Utilizacyia%20radioaktivnih%20othodov%20s%20ispolzovaniem%20metoda%20HIP.pdf>.
7. [https://www.google.ru/search?hl=enRU&source=hp&q=ANSTO+HIP+of+nuclear+wastes&gbv=2&oq=ANSTO+HIP+of+nuclear+wastes&gs\\_l=heirloomhp.12...1610.14047.0.15188.29.9.0.20.20.0.63.532.9.9.0.msedr...0...1ac.1.34.heirloom-hp..20.9.532.jhcqnHbRr-0](https://www.google.ru/search?hl=enRU&source=hp&q=ANSTO+HIP+of+nuclear+wastes&gbv=2&oq=ANSTO+HIP+of+nuclear+wastes&gs_l=heirloomhp.12...1610.14047.0.15188.29.9.0.20.20.0.63.532.9.9.0.msedr...0...1ac.1.34.heirloom-hp..20.9.532.jhcqnHbRr-0).
8. *Komlev V. N.* Use of Natural Materials from Northern Russia for the Isolation of Radioactive Wastes and Spent Nuclear Fuel / NATO ASI Series, Defence Nuclear Waste Disposal in Russia: International Perspective, 1998. P. 85-98.
9. *Мельников Н. Н., Конухин В. П., Комлев В. Н.* Материалы на основе минерального и техногенного сырья в инженерных барьерах для изоляции радиоактивных отходов. Апатиты. Изд-во Кольского НЦ РАН, 1998. 94 с.
10. [http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob\\_no=86000](http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000).
11. <http://www.istc.ru/istc/db/projects.nsf/0/95B6194D05AA3BB6C3256C8C003EC62D?OpenDocument>.
12. <http://www.biodiversity.ru/publications/arctic/archive/n12/nikel.html>.
13. Тез. докладов конференции “Радиационная безопасность: радиоактивные отходы и экология”. Санкт-Петербург, 1999.
14. <http://zabmedia.ru/news/75054/>; <http://baikalfinans.com/ekonomika/nuzhno-produmat-shagi-po-razvitiyu-uranovoy-stolitsyi-rossii-i-vyiiti-s-predlozheniyami-na-rukovodstvo-stranyi-polpred-27032015-14914616.html>.
15. <http://www.arms-expo.ru/analytics/vospominaniya/nam-by-tolko-za-berezhok-alyaski-zatsepitsya-/>.



## НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ

### **Геофизики сообщают о том, что европейская часть России смещается**

Геофизики с Урала обработали данные, полученные за последние 5 лет, и обнаружили, что Русская платформа (европейская часть Российской Федерации) смещается на северо-восток на два сантиметра в год. А если быть точнее — 2 сантиметра на восток и 0,5 сантиметра на север. Данные были предоставлены Аркадием Овчаренко, старшим научным сотрудником Института геофизики Уральского отделения РАН.

Проведенная работа основывается на принципе измерения координат геодезических реперов, которые в свою очередь, представляют собой специальные точки, которые жестко закреплены на поверхности земли. В течение пяти лет ученые наблюдали и снимали сверхточные показатели координат реперов. Измерения проводились на 20 метеостанциях в Башкирии, Челябинской, Свердловской, Курганской, Тюменской областях. В результате исследований так же стало известно о том, что земная поверхность в данном регионе деформируется одинаково. Это говорит о том, что Уральские горы находятся в низкой сейсмической опасности, а значит жители Центральной России и Урала могут не беспокоиться о возможности появления землетрясения.

### **Россия на втором месте по добыче золота в 2014 году**

В прошедшем году Российская Федерация нарастила объемы добычи золота на 7 процентов и данный показатель достиг 272 тонн. Таким образом, Россия вышла на второе место по добыче золота в мире за 2014 год, сдвинув Австралию с их 269 тоннами на третье место.

На первом же месте остается Китай, в стране ежегодно добывается более 400 тонн золота, а в прошедшем году данный показатель достиг отметки в 465,5 тонн драгоценного металла.

Мировой показатель производства золота вырос на 2 процента и составил 3109 тонн. Предложение на рынке осталось неизменным — 4274 тонны.

Спрос на драгоценный металл в прошедшем году упал на 18,5 процента и достиг отметки в 4040 тонн.

### **В первом квартале в Казахстане была увеличена добыча золота**

В период с января по март в Казахстане было произведено 8 тонн аффинированного золота, данный показатель вырос на 34,6 процента по сравнению с отчетным периодом прошедшего года. Производство аффинированного серебра выросло в 1,5 раза и составило 320,5 тонн.

Объем добычи необработанного, полупереработанного и в виде порошка золота вырос на 31 процент и составил 13,3 тонны. Объем производства необработанного, полупереработанного и в виде порошка серебра увеличился в 1,5 раза и составил 321 тонну.

Самый высокий показатель по выдаче необработанного и полупереработанного золота зафиксирован в Восточно-Казахстанской области, где было произведено 5,77 тонны драгоценного металла. Акмолинская область выдала 2,87 тонны, Астана — 2,2 тонны, Карагандинская область — 1,3 тонны, Костанайская область — 774 килограмма, Жамбылская — 299 килограммов, Павлодарская — 41 килограмм, Северо-Казахстанская — 6 килограммов золота.

Что касается производства серебра, то Восточно-Казахстанская область выдала 231,6 тонны драгметалла, Карагандинская область — 88,8 тонны, Павлодарская область —

647 килограммов, Жамбылская область — 74 килограмма.

В первом квартале текущего года объем добычи рафинированной необработанной, нелегированной меди вырос на 38,3 процента и составил 94,7 тысячи тонн. Уровень производства необработанного цинка снизился на 0,3 процента и составил 80 тысяч тонн. Объем добычи необработанного рафинированного свинца снизился на 9,5 процентов и составил 29,3 тысячи тонн.

В денежном эквиваленте в стране было добыто цветных металлов, общая стоимость которых составила 123 миллиарда тенге, или 660 миллионов долларов.

### **Третье место в мире по нефтедобыче заняла Россия**

В итоге прошедшего года Россия заняла третье место среди мировых лидеров по производству и добыче нефти.

Общий объем нефтедобычи российских компаний составляет 10,6 миллиона баррелей в день. Данная информация опубликована экономическими специалистами CNN.

Первое место в тройке лидеров нефтедобычи заняли Соединенные Штаты Америки. Общий объем добычи нефти американскими компаниями составил 12,4 миллиона баррелей в день. Второе место досталось Саудовской Аравии, объем добычи «черного золота» в этой стране достиг отметки 11,6 миллиона баррелей в день. В предыдущем 2013 году Саудовская Аравия стояла на первом месте.

После Российской Федерации в десятку входит Китай, нефтедобывающие компании этой страны производят 4,4 миллиона баррелей в день. На пятом месте Канада с добычей 4 миллионов баррелей в день. Затем идет Ирак с 3,2 миллиона баррелей, далее Ирак, ОАЭ, Мексика, Кувейт.

### **Индия начнет геологоразведочные работы на дне Индийского океана**

Правительство Индии планирует приступить к геологоразведочным работам полезных ископаемых, золота, серебра и платины. Периметр разведки составит 10 тыс. км<sup>2</sup> на дне Индийского океана. Данную информацию предоставил Национальный центр антарктических и океанических исследований.

В настоящее время идет подготовка к соглашению с Международным органом по морскому дну, в результате которого станет возможна геологическая разведка участка на период 15 лет. Техническая и юридическая комиссия Международного органа по морскому дну дала положительный ответ на предложенный Индией предварительный план геологической разведки.

Срединно-океанические хребты на дне Индийского океана имеют большую концентрацию основных и благородных металлов, таким образом представляя большой интерес для геологов. По данным Национального центра антарктических и океанических исследований территория, на которой предстоит развернуться геологоразведке, имеет в своих недрах медь, цинк, свинец, золото, серебро, палладий и платину.

### **Геофизики нашли трехслойное ядро Земли**

Геофизики из Китая и США сообщили, что в центре Земли расположено не двухслойное, а трехслойное ядро.

Результаты своих исследований ученые опубликовали в журнале Nature Geoscience, а кратко с ними можно ознакомиться на сайте Иллинойского университета в Урбане-Шампейне.

Согласно принятой точке зрения, в центре Земли на глубине около 2,9 тысячи километров под ее мантией располагается железо-никелевое ядро. Оно имеет радиус около 3,5 тысячи километров и состоит из двух слоев. Внешний слой - жидкий. Его толщина достигает, как считается, около 2,2 тысячи километров. Внутренний - твердый. Теперь ученые считают, что

эта твердая сердцевина ядра Земли состоит из двух частей.

Внешняя ее часть имеет те же свойства, которые приписываются "старому" ядру - кристаллы в нем ориентированы по линиям магнитного поля Земли вдоль направления север-юг.

Внутренняя же часть содержит кристаллы, которые расположены вдоль направления восток-запад. Как отмечают ученые, это может означать, что внутри этого ядра находятся не железо-никелевые кристаллы, а другие структуры. По мнению геофизиков, это свидетельствует о необычной истории формирования Земли.

К таким выводам ученые пришли, изучая статистику сейсмических волн за период с 1992 года по 2012 год. Они наблюдали не только за первичными волнами, возникающими после первого толчка, но и за афтершоками. Эти волны возникают из-за повторных отражений первичной волны внутри.

### **Казахстанец нашел на территории Китая золотой самородок**

Около полумесяца назад СМИ Китая рассказали об уникальной находке на территории страны. Пастух из Казахстана обнаружил золотой самородок, вес которого составляет 8 килограммов, а 80 процентов его состава — чистое золото. Сенсационен тот факт, что самородок находился не в грунте, а на открытой поверхности.

В настоящий момент человек, обнаруживший уникальную находку, опасается конфискации самородка. Китайскими властями было заведено дело для выяснения принадлежности золотого самородка.

Правительство Китая заявило о своем намерении присвоить находку государству, так как считают, что такое полезное ископаемое автоматически входит в собственность государства.

Другие же правозащитники говорят о том, что самородок найден на поверхности земли, а не выкопан, поэтому о нем как о полезном ископаемом говорить нельзя.

Региональное ведомство по охране природы и окружающей среды решило не высказываться о данной находке, так как не имеет к ней личного интереса — самородок не может стать частью культурного наследия страны.

### **Животные чувствуют приближающиеся землетрясения**

Современные технологии пока еще не развиты на столько, чтобы надежно предсказывать надвигающиеся сейсмические события. Это служит причиной тому, что из-за внезапных подземных толчков порой страдает большое количество людей.

Ученые решили доказать, что некоторые животные имеют изменения в поведении в преддверии сейсмических событий. Специалисты также желали, чтобы данный факт был официально признан наукой и признан одним из вариантов прогнозирования подземных толчков.

Исследования проводили в Национальном парке Яначага-Чемильен в Перу. Ученые установили на звериных тропах горного тропического леса видеокамеры, которые фиксировали число животных, которые проходили той или иной зоной за некоторый отрезок времени. Обычно камера фиксировала 5-15 животных в день. В момент перед землетрясением число животных сначала уменьшилось до 5 и менее, а за неделю до сейсмического события, магнитуда которого оказалась равна 7 баллам, животные совсем перестали ходить по тропам.

Данный факт ученые смогли объяснить тем, что животные чувствуют изменения в атмосферном слое, который состоит из плотной концентрации ионов и свободных электронов (ионосфера). Специальные приборы зафиксировали изменения состава ионосферы за неделю до подземного толчка. В итоге исследователи смогли сделать вывод, что изменения в атмосфере напрямую связаны с поведением животных. Тектонические движения литосферных плит вызывают эмиссию положительных ионов, высокая концентрация которых у животных провоцирует серотониновый синдром или интоксикацию. Повышенный уровень серотонина в крови животных приводит к их беспокойному поведению и гиперактивности, а также вызывает



спутанность сознания. Именно животные избегают зон, в которых в ближайшее время случится сейсмическое событие.

**В 2014 году мировая добыча алмазов достигла 131,5 миллиона карат**

По итогам прошедшего года глобальная добыча алмазов достигла 131,5 миллиона карат по сравнению с предыдущим годом, когда данный показатель составлял 130,5 миллиона карат.

Рынок добычи драгоценных камней в основном наполняется восемью главными алмазодобывающими государствами — Россией, Ботсваной, Конго, Австралией, Канадой, Зимбабве, Анголой и ЮАР. Перечисленные страны в общем обеспечивают производство 97 процентов всех мировых алмазов.

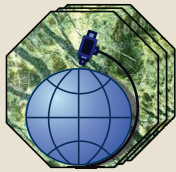
Предполагается, что в текущем году производство алмазов вырастет до 135 миллионов карат.

Лидером по производству алмазов в количественном выражении стала Российская Федерация, а по стоимости камней лидирующая позиция за Ботсваной.

Компании АЛРОСА, De Beers SA, Rio Tinto Plc, Dominion Diamond Corporation и Petra Diamonds являются лидирующими корпорациями по добыче драгоценных камней, предприятия обеспечивают почти 70 процентов всей мировой добычи алмазов.

Мировой запас алмазов оценивается в 730 миллионов карат, 72 процента от общего объема сосредоточены в Австралии, Ботсване и Демократической Республике Конго.

*По материалам интернет-сайтов.*



# 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**
- **Контактные телефоны: 8 (714 35) 2-22-72; 2-35-60. Факс 8 (714 35) 2-22-72**
- **E-mail: nizamid@mail.ru; agrpgeol@mail.ru**

## 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 в цветном варианте.

### Адрес редакции:

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

E-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru)

Наш сайт в интернете: [www.nizamid.ru](http://www.nizamid.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)**