

# Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2012. №3-4 (31-32)

ISBN 9965-431-42-7





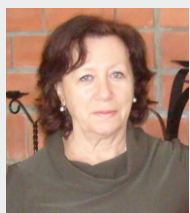
Н. Н. Джафаров,  
главный редактор



Ф. Н. Джафаров,  
зам. главного  
редактора



Т. М. Каскевич,  
ответственный  
секретарь



Т. И. Исакова,  
компьютерная  
обработка и  
верстка



И. Я. Хафизов,  
дизайн

Дорогой читатель!

Номер, который Вы держите в руках, завершает десятилетний период издания «Горно-геологического журнала». С 2003 г. выпущено 32 номера. Каждый номер являлся результатом творческого союза авторов и редакции журнала и, уверяю Вас, что это был нелегкий труд.

Наш журнал приобрел международный статус. У нас появилось много друзей не только в Казахстане, но и за его пределами - в Китае, Российской Федерации, Германии, Азербайджане, Киргизии, Узбекистане и др. странах. Редакция старалась максимально использовать возможности издания для распространения результатов новых научных исследований, поисков и открытий в области горного дела и геологической отрасли.

Наш журнал не является коммерческим проектом, и мы не ставили задачу увеличения тиража, хотя к этому стремились. Очень рады были всем предложениям, по усовершенствованию подходов для решения задач нашего журнала, которые поступали к нам, и старались учитывать при подготовке издания.

Благодарим всех, кто сотрудничал с нами в эти годы: тех, кто выписывал журнал, и тех, кто опубликовал свои труды на страницах нашего издания.

## Горно-геологический журнал приглашает к сотрудничеству

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

Выписывайте, читайте «Горно-геологический журнал» и Вы узнаете много нового и полезного. Годовая подписка на журнал составляет всего 3 тыс. тенге.

Для оформления подписки на «Горно-геологический журнал» необходимо перечислить на расчетный счет № KZ41319M010000392612 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:** <http://geo.33b.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 АМРРК

**Ответственный секретарь**

**Т. М. Каскевич**

**Ученый секретарь**

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

**Редакционная коллегия:**

**А. Б. Бегалинов**, докт. техн. наук,  
профессор

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

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

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

**Л. И. Кованова**, канд. техн. наук

**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,  
Т. И. Исакова**

**Переводчик**

**С. К. Биримжанова**

**Компьютерная обработка**

**Т. И. Исакова**

Подписано в печать 2.12.2012  
Формат 84X108.1/8 Бум. офсетная.  
Уч.-изд. л. 4,8. Тираже 500 экз.

ISBN 9965-431-42-7

© ТОО «Асбестовое геологоразведочное  
предприятие», 2012

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

Республика Казахстан

**ДЖАФАРОВ Н. Н., ДЖАФАРОВ Ф. Н.**

**О РЕСУРСНОМ ПОТЕНЦИАЛЕ  
ДЖЕТЫГАРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА** ..... 3

Российская Федерация

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

**РЗЭ В КВАРЦЕВО-ЖИЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ  
УРАЛА И ИХ ИНДИКАТОРНАЯ РОЛЬ** ..... 7

Российская Федерация

**ВАЛИЕВ Н. Г., СИМИСИНОВ Д. И., АПАКАШЕВ Р. А.,  
ГАРИФОВ В. С.**

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ  
И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ  
АЛМАЗНО-КАНАТНОЙ КАМНЕРЕЗНОЙ  
МАШИНЫ** ..... 16

Республика Узбекистан

**АХМЕРОВ Р. З.**

**НОВЫЕ УГОЛЬНЫЕ ПЛАСТЫ НА  
АНГРЕНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**..... 23

**АХМЕРОВ Р. З.**

**ПОСТРОЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ  
ДЕТАЛЬНОЙ СЕЙСМОТОМОГРАФИИ** ..... 28

Республика Азербайджан

**ГУСЕЙНОВ Г. С., ДЖАФАРОВ С. Э.**

**ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ САМОРОДНОГО  
ЗОЛОТА В ЗОНЕ ОКИСЛЕНИЯ КЕДАБЕКСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)**..... 32

Республика Азербайджан

**АСАДОВА М., АБДУЛЛАЕВ Ф.**

**ПЛАТИНОИДЫ И ФАКТОРЫ ИХ  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
(МАЛЫЙ КАВКАЗ)** ..... 37

Китайская Народная Республика

**И МИН, ГО МИНЬ, ЧЖАН ХАЙДУН, ЛИ ЮЧЖУ,**

**НОВОЕ О ГИНЕЗИСЕ БИРМАНСКОГО  
ЖАДЕИТА** ..... 41

**КАН МИН, СИ ЦИНЬБИЛИГЕ, ЛЮ ЧЭНЬ,**

**МА ЦУФЭЙ, ЛИ ЮЧЖУ**

**ОБРАЗОВАНИЕ ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ  
ИОННЫХ ОРЕОЛОВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ  
ПОИСКАХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ** ..... 46

Республика Казахстан

**С. С. ЧУДИН**

**К ПРОБЛЕМЕ ПЛАТИНОНОСНОСТИ НЕДР  
КАЗАХСТАНА** ..... 54

Некролог

**Ниязов Амантай Рустемович** ..... 59



**Editor**

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

**Co-editor**

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

**Secretary**

**T. M. Kaskevitch**

**Secretary of sciences**

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

**EDITORIAL BOARD:**

**A. B. Begalinov**, dr. of technical sciences, professor

**O. B. Beiseyev**, dr. of geological Sciences, professor

**S. G. Caliev**, dr. of technical sciences, professor

**K. K. Zhukupov**, dr. of technical sciences,  
academician IAIS

**L. I. Kovanova**, candidate of technical sciences

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

*Certificate of registration  
№ 8109-Ж dated 22.11.2007*

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

Literature processing  
**M. K. Prokofyeva**  
Design **I. Y. Hafizov**,  
**T. I. Issakova**

Translator  
S.K.Birimzhanova

Computer processing  
**T. I. Issakova**

ISBN 9965-431-42-7

© "Asbestos Geological prospecting  
enterprise" LTD, 2012

*N. N. JAFAROV, F. N. JAFAROV*

**ABOUT THE RESOURCE POTENTIAL  
OF DZHETYGARINSKY ORE DISTRICT** ..... 3

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

**RARE-EARTH ELEMENTS IN QUARTZ-VEIN  
FORMATIONS OF THE URALS AND THEIR  
INDICATING ROLE** ..... 7

*N.G. VALIEV, D.I. SIMISINOV, R. A. APAKASHEV,  
V.S. GARIFOV*

**PROVISION OF TECHNOLOGICAL AND  
REPAIRABILITY OF THE DIAMOND WIRE  
CUTTING MACHINE** ..... 16

*R.Z.AKHMEROV*

**NEW COAL SEAMS AT ANGREN DEPOSIT** ..... 23

*R.Z.AKHMEROV*

**THREE –DIMENSIONAL GEOLOGICAL  
SUBSURFACE IMAGING BY METHOD OF THE  
DETAILED SEISMIC TOMOGRAPHY** ..... 28

*G. S. GUSEINOV, S. E. JAFAROV*

**FEATURES OF THE BEHAVIOR OF NATIVE  
GOLD IN THE OXIDATION ZONE OF THE  
KEDABEK DEPOSIT** ..... 32

*M. ASADOVA, F. ABDULLAYEV*

**PLATINOIDS AND FACTORS OF THEIR  
FORECASTING (LESSER CAUCASUS)** ..... 37

*YI MING, GUO MIN, ZHANG HAI DONG  
AND LI YOUZHU*

**NEW IDEAS ABOUT GENETIC  
OF MYANMAR JADEITE** ..... 41

*KANG MING, SI QINBILIGE, LIU CHEN,  
MA ZUFEI, LI YOUZHU*

**THE FORMATION OF ELECTROGEOCHEMICAL  
IONIC HALOES AND ITS EXPLORATION  
FOR METALLIC ORE DEPOSITS** ..... 46

*S.S.CHUDIN*

**TO THE PROBLEM OF PLATINUM BEARING  
OF KAZAKHSTAN MINERAL RESOURCES** .... 54

**Necrologue**

**Niyazov Amantai Rustemovich** ..... 59



## О РЕСУРСНОМ ПОТЕНЦИАЛЕ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА



**Н. Н. ДЖАФАРОВ,**  
доктор геол.-мин. наук, академик  
МИА и НИА РК  
ТОО «Асбестовое ГРП»,  
г. Житикара, Республика Казахстан



**Ф. Н. ДЖАФАРОВ,**  
канд. геол.-мин. наук,  
член-корреспондент МАМР  
и АМР РК,  
ТОО «КазКопер»,  
г. Алматы, Республика Казахстан

*Зерттеуі елеулі кейбір аз зерттелген пайдалы қазбалардың ерекиеленген, жер асты ресурстар туралы қысқа ақпарат келтірілген.*

*Приведена короткая информация о подземных ресурсах, выделены некоторые малоизученные полезные ископаемые, поиски которых заслуживают внимания.*

*Brief information is given about groundwater resources, some poorly studied minerals are highlighted, which study deserves attention.*

На территории Джетыгаринского рудного района еще в советское время были выполнены большие объемы геологоразведочных работ и геологическая изученность района сравнительно высокая. В результате были обнаружены более ста месторождений и рудопроявлений по более чем 20 видам полезных ископаемых [1]. Однако до полной картины распространения полезных ископаемых еще далеко.

В постсоветское время геологическое изучение территории выполняется инвесторами-недропользователями. Практически на всех лицензионных участках района, где проводились геологоразведочные работы, были получены положительные результаты и увеличены запасы многих видов полезных ископаемых, впервые было обнаружено и изучено единственное пока в Казахстане месторождения нефрита [2]. В целом

результаты выполненных геологоразведочных работ свидетельствуют о высоком потенциале рудного района и требуют выполнения более масштабных работ по поискам месторождений.

Многолетние исследования особенностей геологического строения региона поставили акценты по распространению полезных ископаемых. Однако, по нашему мнению, потенциал Джетыгаринского рудного района по многим видам полезных ископаемых еще остается не выясненным.

В районе уже почти полвека эксплуатируется крупное месторождение хризотил-асбеста. Обеспеченность запасами составляет больше 100 лет [3].

Золотодобыча с перерывами продолжается больше века. Ресурсы рудного района позволяют увеличить добычу драгоценного металла в разы. Изучение потенциала рудного района на золото продолжается практически вся территория Житикаринского района

разделена на контрактные территории и на них выполняются работы для оценки их золотоносности.

В целом район является одним из богатых в Казахстане по никелю и кобальту. Подготовлено к промышленному освоению Шевченковское месторождения силикатного никеля и кобальта. Кроме него в рудном районе в корях выветривания ультрамафитов обнаружены еще несколько месторождений. Среди них самым перспективным является Милютинское, где работами последних лет установлены новые залежи с большими запасами никеля и кобальта.

Распространение в рудном районе редкоземельного и титанового оруденения усановлено почти полвека назад. По данным Ниязова А.Р., Кундыбайское месторождение иттрия и редких земель с развитием попутного титана занимает всего около 4 % от территории распространения древних сланцев, в коре выветривания которых оно обнаружено. Перспективы обнаружения новых залежей редкоземельного оруденения по ареалам распространения древних сланцев в районе достаточно высоки.

Имеющиеся сведения о распространении хромитов свидетельствуют о целесообразности проведения специальных работ по их поискам. По мнению геологов, наличие крупных залежей в ультрамафитах района маловероятно, однако обнаружение средних и небольших рудных тел вполне возможно. Простая технология обогащения и высокий спрос на хромиты позволяет предположить экономическую эффективность мелких и средних месторождений.

Перспективы района на полезные ископаемые освещены во многих работах и геологических отчетах. Хотелось остановиться на малоизученных, но перспективных полезных ископаемых, таких как тантал, ниобий, молибден, медь и др.

В пределах Джетыгаринского рудного района рудопоявление **тантала и ниобия** обнаружено в 1958 г. в корях выветривания гранитных пегматитов – аплитов и кварц-полевошпатовых пород в южной части Шевченковского массива ультрамафитов А. Н. Кругловым. Здесь, на *Участке Южный – III*, были установлены кондиционные содержания ниобия в количестве до 0,3 %.

В 1959-61 гг. территория участка была разбурена по сети 400x800м, составлена карта масштаба 1:25 000. Для изучения на глубину в центре территории была пробурена скважина глубиной 175м. В 1962 г. по коре выветривания пройдены несколько скважин. Анализируя результаты проведенных работ, А.Р. Ниязов сделал вывод о перспективности рудопоявления Участок Южный–III на тантал-ниобий.

В районе участка вмещающие докембрийские метаморфические амфиболито-гнейсовые породы прорваны ультрамафитами Шевченковского массива и более поздними гранитоидами южного продолжения Милютинского массива, представленными широким комплексом пород – от аплитов до пегматоидных гранитов и пегматитов.

Гнейсы представлены плотными породами зеленовато-серого цвета и состоят из хлоритизированного биотита, кварца и полевого шпата и др.

Пегматиты имеют гранитную структуру с неравномерной зернистостью. Основные порообразующие минералы представлены калиевым полевым шпатом, кислым плагиоклазом, кварцем и мусковитом. Из второстепенных минералов встречается гранат – альмандин.

Аплиты – светлые породы с равномерной зернистой структурой и сложены полевым шпатом и кварцем. Присутствуют мусковит, биотит и гранат.

В пределах участка естественных выходов на поверхность гранитоидов и их коры выветривания нет. Они покрыты бурыми и пестроцветными глинами мощностью от 1 до 18 м. Кора выветривания характеризуются довольно большой мощностью – 45 – 50 м, но иногда может достигать 70 – 80 м.

Кора пегматитов представлена бесструктурными, жирными на ощупь глинами белого цвета и ксеноморфными зернами бесцветного и дымчатого кварца. Иногда наблюдаются маломощные пегматитовые участки с реликтами графической структуры. В отличие от пегматитов в коре выветривания аплитов кварц мелкозернистый и кора окрашена гидроокислами железа и марганца в пестрые тона.



В шлихах из коры выветривания пегматитов установлены рудные минералы – фосфаты редких земель – ксенотим и монацит в количестве 0,2 – 1,0 кг/т. Спектральные анализы определили содержание ниобия в количестве 0,001 – 0,1 %, пятиокиси тантала от следов до 0,075 %. Они присутствуют совместно с иттрием, иттербием, лантаном и другими элементами цериевой группы.

Минералогический анализ в коре пегматитов, пегматоидных гранитов и аплитов показал присутствие значительной концентрации тантала - ниобиеносного ильменита в количестве до 30 кг/т и рутила до 12 кг/т.

Химические анализы ильменита и рутила на пятиокись ниобия и тантала в количестве 12 проб показали, что ильменит содержит пятиокись ниобия в количестве от 0,021 % до 0,124 % (среднее 0,051 %) и пятиокись тантала в количестве от 0,001 % до 0,008 % (среднее 0,004 %), а рутил содержит пятиокись ниобия в количестве от 0,012 % до 0,067 % (среднее 0,043 %) и пятиокись тантала от 0,01 % до 0,041 % (среднее 0,022 %).

Приведенные данные свидетельствуют, что Участок Южный-III перспективен не только на тантал и ниобий, а так же на титан и редкие земли, связанные с корами выветривания пегматитов, пегматоидных гранитов и аплитов, и требует дальнейшего изучения.

Впервые поиском *молибдена* в Джетыгаринском рудном районе занимался П. И. Кутюхин. В 1945 г. им были выявлены два участка с повышенным содержанием молибдена. Оба участка расположены рядом с Джетыгаринским золоторудным месторождением. Молибденовая минерализация представлена молибденитом, который встречается в кварцевых жилах и во вмещающих их породах в виде примазок.

На участке «*Белая глина*», 3–4 км севернее от золоторудного месторождения молибден связан с кварцевыми жилами мощностью 0,1 – 0,5 м в кварцевых диоритах и порфиroidных плагиогранитах и по единичным пробам содержание составляет от следов до 0,5 %.

Повышенная минерализация установлена в районе Джетыгаринского

месторождения талька. При бурении на линиях 15, 19 и 23 по отдельным скважинам содержание молибдена составило 0,11 – 0,3 %. Промышленных месторождений *меди* в районе не обнаружено, выявлено несколько рудопроявлений: Мариновское в скарнах, Аккаргинское проявление медистых магнетитов в ультрамафитах, Шевченковское медно-кобальтовое рудопроявление и др. [4].

*Мариновское* рудопроявление А. И. Ивлевым и А. Б. Жвикасом названо непромышленным месторождением. Оно приурочено к зоне контакта Мариновского массива гранитоидов с гнейсами и кварцитами верхнего протерозоя. Медносодержащие скарновые жиллообразные тела прослежены на участке размерами 3 км по длине и 1,5 км по ширине. Четыре рудных тела мощностью 3 – 8 м имеют длину от 80 до 100 м, по падению прослеживаются до 30 – 100 м. Строение их зональное, подвержены позднему окварцеванию с вкрапленностью медных минералов: халькопиритом, борнитом, реже ковеллином. Кроме них отмечены магнетит, молибденит, пирротин, ортит, шеелит и др. минералы.

*Аккаргинское* рудопроявление меди установлено в магнетитовых жилах, развитых в серпентинитах одноименного интрузива. По единичным анализам содержание меди в жилах доходит до 2,5 – 3 %.

Медистые магнетитовые жилы обнаружены вблизи западного контакта интрузива на участке размерами 800 x 150 – 200 м. Небольшие рудные тела имеют формы линзы или жиллообразные, длина 3 – 10 м, мощностью до 2 м. Руды массивные. Содержание железа – 61,77 %, меди – 1,55 %, никеля – 0,19 %, кобальта 0,022 %. Сплошные магнетитовые руды с поверхности мартитизированные и покрыты пленкой медной зелени. На глубине 50 м в магнетитах появляются сульфиды – кубанит и пирротин, содержание меди составляют 2,26 %, никеля – 0,04 %, кобальта – 0,013 %, что свидетельствует о наличии сульфидного никель - медного оруденения.

Сульфидное медно-никелевое оруденение, связанное с гидротермально измененными ультрамафитами подобно Аккаргинскому, установлено в южной части Джетыгаринского массива и названо *участок «Южный»*. Здесь по скважине встречены вкрапленность и

прожилки сульфидов: пирротина, пентландита, халькопирита, кубанита и др., приуроченных к зоне кварц-хлоритовых пород, расположенных между дайками кварцевых диорит-порфиритов. Прожилки сплошных сульфидов имеют мощность 0,2 - 0,3 м, общая мощность оруденения достигает 14 - 15 м. В многокомпонентных прожилках содержание меди колеблется в пределах 0,47 - 11,6 %, никеля - 0,11 - 0,36 %, кобальта - 0,009 - 0,020 %. Здесь также установлены висмут в количестве 0,04 %, свинец - 0,3 %, молибден - 0,01 %. Для прослеживания оруденения на глубину пробурено несколько скважин. По скважине 2241 в интервале 129 - 132 м содержание меди составило 2 %, серебра - 21,8 г/т. По другим скважинам, расположенным вблизи, вкрапленное и прожилковое оруденение, представлено пирротинном (45).

**Шевченковское рудопроявление** установлено на контакте одноименного ультраосновного массива в кристаллических сланцах с сульфидной минерализацией (пирит, халькопирит, галенит) в виде примазок и мелкой вкрапленности. Мощность зон минерализации от 1,5 до 21,0 м. Минерализация отмечается как в коре выветривания, так и в коренных измененных породах. По скважинам 6025, 6026, 6023, 6014

отмечено наибольшее оруденение: содержания меди - 0,2 %, серебра - 20 г/т. Халькопирит и пирит в сланцах развиваются вдоль сланцеватости [4].

В целом специализированные исследования на медь в районе не проводились. Однако нельзя исключить выявления медно-никелевых и колчеданных месторождений мелко-среднего масштаба.

Не дана оценка развитию каолиновых глин в районе, хотя прежними работами в пределах района были установлены крупные проявления этого ценного сырья.

Остаются невыясненными также перспективы платиноносности рудного района и т.д.

Таким образом, особое геологическое строение района – широкое развитие фрагментов древней платформы (кристаллические сланцы), океанической коры (пластины ультрамафитов) и поздних интрузивов сиалического профиля, в конечном счете, определили широкий спектр полезных ископаемых рудного района. Часть из них получили более углубленные оценки в ходе геологоразведочных работ, однако потенциал таких ископаемых как тантал, ниобий, хром, медь, молибден, платина и др. не раскрыт и требует дальнейшего изучения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Полезные ископаемые Джетыгаринского рудного района (Костанайское Зауралье). Алматы: «Алем», 2002. 244 с.
2. Джафаров Н. Н., Каскевич Т. М., Лещенко Л. Н. Об открытии Джетыгаринского месторождения нефрита и цветного камня. – Горно-геологический журнал, 2003, № 1. С. 3-6.
3. Джафаров Н. Н. Хризотил-асбест Казахстана. Алматы, РИО ВАК РК, 2000. 180 с.
4. Геология СССР, Т. XXXIV. Тургайский прогиб. Полезные ископаемые. Под редакцией Г. М. Тетерева. Москва. Недра. 1971. 304 с.



## РЗЭ В КВАРЦЕВО-ЖИЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ УРАЛА И ИХ ИНДИКАТОРНАЯ РОЛЬ



**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



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

*Мақалада жетілдірілген арқан тас кескіш машинасын қолдануы тиімділігің жоғарылау мәселелер қарастырылған, технологиялылығына және жөндеуге жарамдылығына бағалауы берілген, және машинаның құрылымдығың жоғары сатыға көтеруі бағыттары қарастырылған. Маңызды сөздер: тас кескіш арқан машинасы, тиімділікті жоғарылауы, құрымдылық ерекшеліктер, технологиялылықтық.*

*В настоящей статье по материалам авторов приводятся результаты исследования закономерностей распределения РЗЭ в различных типах жильного кварца эндогенных кварцево-жильных образованиях Урала. Исследование различных типов кварца на содержание в них РЗЭ выявило возможность интерпретации полученных данных для расшифровки генезиса кварцево-жильных образований, поскольку содержания структурных примесей и РЗЭ в кварце объективно отражают особенности его генезиса и могут быть использованы в качестве критерия прогнозирования и оценки объектов, как рудного, так и нерудного минерального сырья.*

*The given article presents results of the authors' investigations of regularities of distribution of rare-earth elements (REE) in various types of vein quartz of endogenic quartz-vein formations of the Urals.*

*The investigation of various types of quartz on content of REE in them revealed the possibility of interpretation of the obtained data for decryption of quartz-vein formations genesis, because the content of structural impurities and REE in quartz, objectively reflects peculiarities of their genesis and may be used as a criterion of forecast and objects assessment of both metallic and non-metallic raw materials.*

### Введение

В настоящей статье по материалам авторов приводятся результаты исследования закономерностей распределения РЗЭ в различных типах жильного кварца эндогенных кварцево-жильных образованиях Урала.

На первоначальном этапе изучение кварцевых жил и определение в них содержания РЗЭ авторами велось с

практической целью, для оценки возможности использования жильного кварца и получения высококачественного кварцевого стекла. По мере накопления материалов исследований различных типов кварца на содержание в них РЗЭ, появилась возможность интерпретации полученных данных для расшифровки генезиса кварцево-жильных образований. Поскольку содержания структурных примесей и РЗЭ в кварце объективно

отражают особенности его генезиса и могут быть использованы в качестве критерия прогнозирования и оценки объектов, как рудного, так и нерудного минерального сырья.

Изучение онтогении кварцево-жильных образований Кочкарского, Теренсайского, Березовского, Уфалейского и других кварцево-жильных и рудных полей позволило выделить среди кварцевых жил несколько групп, которые можно рассматривать как самостоятельные формации и субформации

кварцево-жильных образований, каждая из которых имеет свой механизм образования и занимает определенную геологическую позицию [2–5]. Разработанная классификация кварцево-жильных образований приведена в таблице. Более подробно онтогенетические типы кварцево-жильных образований были описаны в Горно-геологическом журнале, 2007, № 1 (9). В настоящей статье приводятся краткие сведения о формациях *первично-зернистого и вторично-зернистого кварца*.

Таблица. **Формации, субформации и минерально-технологические типы кварцево-жильных образований Урала [5]**

Геодинамический режим	Формация	Субформация (онтогенетический тип)	Генетический тип	Структура кварца	Минералогический тип (эталон)
1	2	3	4	5	6
Ранняя коллизия	Кварцево-жильные образования первично-зернистого кварца	Жилы перекристаллизации (метаморфической дифференциации)	Метаморфогенный	Грануломорфная, мелко-, среднезернистая, с ровными границами зерен	
		Тела замещения (метасоматические кварциты)	Гидротермально-метасоматический	Мелкозернистая с зубчатыми границами зерен	Серебровский
		Жилы выполнения (включая рудные)	Гидротермальный	Шестоватая, крупно-гигантозернистая (молочно-белого кварца)	Караяновский, Березовский
Поздняя коллизия	Кварцево-жильные образования первично-зернистого кварца	Пегматитовые ядра	Магматогенно-гидротермальный	Шестоватая, крупно-гигантозернистая	Светлинский
		Жилы выполнения	Гидротермальный	Шестоватая, крупно-гигантозернистая (стекловидного кварца)	Пугачевский, г. Хрустальная
		Минерализованные полости	Гидротермально-метасоматический	Кристаллы в полости	Астафьевский, Додо
		Тела замещения (метасоматический кварц)	Гидротермально-метасоматический	Мелкозернистая с зубчатыми границами зерен	Грейзеновые месторождения
	Кварцево-жильные образования вторично-зернистого гранулированного кварца	Жилы перекристаллизации (по жилам метаморфической дифференциации)	Метаморфогенный	Гетеробластовая, крупнозернистая с ровными границами зерен	Слюдяногорский
		Жилы, сложенные неоднородно гранулированным кварцем (по телам замещения)	Метаморфогенно-метасоматический	Гетеробластовая, мелко-среднезернистая	Уфалейский
		Тела, сложенные однородно гранулированным кварцем (по жилам выполнения)	Метаморфогенно-метасоматический	Гранобластовая, средне-крупнозернистая с ровными границами зерен	Кыштымский
		Тела, сложенные тонкозернистым (метасоматическим, льдистоподобным кварцем)	Гидротермально-метасоматический	Гранобластовая, тонкозернистая с зубчатыми границами зерен	Егустинский
Постколлизийный	Кварцево-жильные образования первично-зернистого кварца	Тела выполнения, сложенные друзовидным кварцем и полосчатым переливтом	Гидротермально-метасоматический	Друзовые агрегаты, мелкозернистый кварцевый агрегат (переливт)	Шайтанский



**Формация первично-зернистого кварца** включает в себя метаморфогенные кварцевые прожилки и мелкие жилы метаморфической дифференциации, тела метасоматических кварцитов, образовавшихся в результате замещения горных пород кварцем на стадии кислотного выщелачивания, и кварцевые жилы выполнения, сложенные стекловидным, молочно-белым кварцем и мелкозернистым друзовидным кварцевым агрегатом.

**Формация вторично-зернистого кварца** включает жилы перекристаллизации по прожилкам и мелким жилам метаморфической дифференциации; кварцевые тела, сложенные неоднородно гранулированным кварцем по кварцево-жильным телам замещения; кварцевые жилы, сложенные средне-крупнозернистым однородно гранулированным кварцем и кварцевые жилы, сложенные тонкозернистым (льдиноподобным) кварцем. Перечисленные типы кварца в практике относят к одной категории – гранулированного кварца. Следует иметь в виду, что гранулированный кварц является вторичным по отношению к первичному кварцу, слагавшему кварцево-жильные тела на первоначальной стадии их образования.

Для изучения химической специализации жильного кварца кварцевых тел различных онтогенических типов были отобраны образцы кварца, визуально не содержащие включения других минералов. Эти кварцы были исследованы на содержание 50 химических элементов ICP-MS (ИГиГ УрО РАН).

Был исследован кварц Светлинского, Теренсайского, Уфалейского, Вязовского, Ларинского, Березовского, Гумбейского, Великопетровского, Айдырлинского и некоторых других кварцево-жильных и рудных полей. На основе полученной базы данных был проведен факторный анализ.

Ниже приводится интерпретация результатов факторного анализа, как она видится авторам. Жильный кварц кварцевых жил по сравнению с вмещающими породами имеет повышенную чистоту, но состав микро- и изоморфных примесей и состав газожидких включений (ГЖВ) в жильном кварце отражают состав гидротермальной системы, существовавший при формировании

кварцево-жильных тел при определенном влиянии на них вмещающих горных пород.

Так фактор-1

$$15,95 \frac{Be, Ga, Sr, Y, Zr, Nb, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th}{0}$$

характеризует обстановку AR-PR времени, внедрения субщелочных гранитоидов и образования анортотлазовых редкоземельных пегматитов (иттровой специализации) с иттроэпидотом и метасоматических кварцитов во вмещающих гнейсах.

$$\text{Фактор-2} \quad 7,62 \quad \frac{Ti, V, La, Ce, Pr, Nd, Sm}{0}$$

характеризует рифтогенную обстановку рифейского времени, с внедрения в рифтогенных шовных зонах нефелиновых сиенитов и карбонатитов, с формированием пегматитов и альбититов с редкоземельной минерализацией. Редкоземельные минералы рассматриваемых пегматитов в большинстве своем характеризуются резким преобладанием редких земель цериевой группы над иттриевыми землями. Эти преобразования отражаются на составе ГЖВ в метасоматических кварцитах.

Фактор-3

$$4,35 \quad \frac{Mn, Zn, Tl, (Li, Be, Co, Ni, Sn, U)}{0}$$

характеризует обстановку ранней коллизии палеозоя, с внедрением гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации и образования редкометальных (Li-Be) пегматитов, а также образования шеелит-золото-кварцевых и безрудных кварцевых жил выполнения.

$$\text{Фактор-4} \quad 3,72 \quad \frac{0}{Cu, Ag, Sb, (Te, Bi)}$$

Положительные значения этого фактора характеризуют безрудные кварцевые жилы, а отрицательные значения указывают на шеелитовые и золоторудные кварцевые жилы.

$$\text{Фактор 5} \quad 4,03 \quad \frac{Ge, Rb, Cs, Ba(Eu)}{0}$$

характеризует обстановку поздней коллизии верхнего палеозоя с внедрением нормальных микроклиновых гранитов с образованием хрусталеносных и керамических пегматитов, безрудных кварцевых жил выполнения и гранулированных кварцево-жильных тел.

Геологические наблюдения над конкретными кварцево-жильными телами в метаморфических комплексах Урала и проведенный факторный анализ показывают, что образование различных кварцевых жил происходит в породах ранее претерпевших различные метаморфогенно-магматогенные воздействия, имеющих полигенный и полихронный характер. Телескопирование, наложение магматогенно-гидротермальных флюидов в том или ином виде сохраняется в газовой-жидких включениях в кварце и позволяет делать определенные генетические выводы.

При анализе поведения редких, рассеянных, редкоземельных, благородных и радиоактивных элементов в кварцево-жильных телах различных формаций и субформаций установлено, что наиболее информативными являются редкоземельные элементы (РЗЭ). Они имеют наиболее широкий размах изменений (рис. 1), что

наглядно видно на примере кварца Уфалейского метаморфического комплекса, а поэтому далее будем анализировать только характер поведения РЗЭ.

Ниже характеризуется распределение РЗЭ на базе анализа спайдер-диаграмм в эндогенных кварцево-жильных образованиях.

На сводной спайдер-диаграмме распределения РЗЭ в кварцево-жильных образованиях месторождений кварцево-жильной и хрусталоносной минерализаций, и в рудных кварцевых жилах золотой и вольфрамовой специализаций выделяются четыре поля (рис. 2).

Поле № 1 (показаны только крайние пробы Р-3/3 и Свл-51/4, оконтуривающие поле распределения) соответствует типичному для жил выполнения кварцу молочно-белого цвета крупно-, гигантозернистой структуры, генетически связанных с массивами раннеколлизийных гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации.

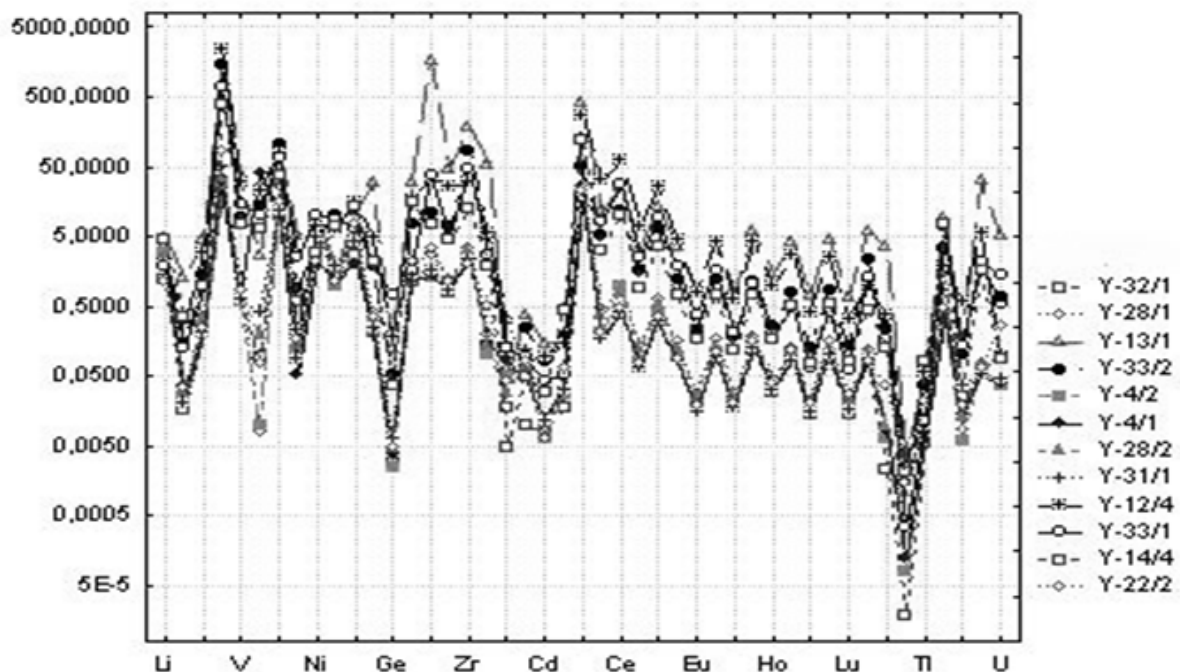


Рис. 1. Поведение редких, рассеянных, редкоземельных, благородных и радиоактивных элементов в кварцево-жильных телах Уфалейского метаморфического комплекса



Поле № 2 (окопнено по крайним пробам Хр-1 и КУ-21/7) отвечает стекловидному кварцу бесцветной, иногда дымчатой окраски, крупно-, гигантозернистой структуры, характерному для жил выполнения, генетически связанных с массивами позднеколлизийных гранитоидов гранитной формации.

Поле № 3 (окопнено по крайним пробам С4/2 и С1/1) по содержанию РЗЭ характеризует кристаллы кварца из наложенных хрустальных гнезд и пегматитов Светлинского хрусталоносного месторождения.

Поле № 4 совпадает с полями молочного и стекловидного кварцев. Это поле гранулированного кварца (окопнено по крайним пробам 175-уф и У-32/1), который является продуктом преобразования жил первично-зернистого кварца под действием высокотемпературного и высокобарического метаморфизма. Поле гранулированного кварца практически не затрагивает площадь кристаллов кварца и чистейшего стекловидного кварца, что наглядно видно на рис. 2.

Прослеживается четко выраженная закономерность в поведении РЗЭ в разных типах кварца. В целом содержание РЗЭ в жильном кварце и кристаллах очень низкое. Количество РЗЭ понижается с увеличением прозрачности кварца или, точнее, с уменьшением содержания в кварце газово-жидких включений. В гранулированном кварце концентрация РЗЭ находится на уровне их содержания в молочном и стекловидном кварцах.

На рис. № 3 представлена в укрупненном варианте спайдер-диаграмма распределения РЗЭ в гранулированном кварце, на которой прослеживается три поля. Верхнее поле характеризует поведение РЗЭ в кварце уфалейского типа (пробы 175-уф, У-28/1, У-28/2), среднее – в кварце егустинского типа (пробы 175-ег, У-22/2), а нижнее – в кварце кыштымского типа (пробы Л-258, У-31/1, У-32/1, Л-163).

Повышенное содержание РЗЭ отмечено в кварце уфалейского типов, что вполне естественно, поскольку этот тип гранулированного кварца является

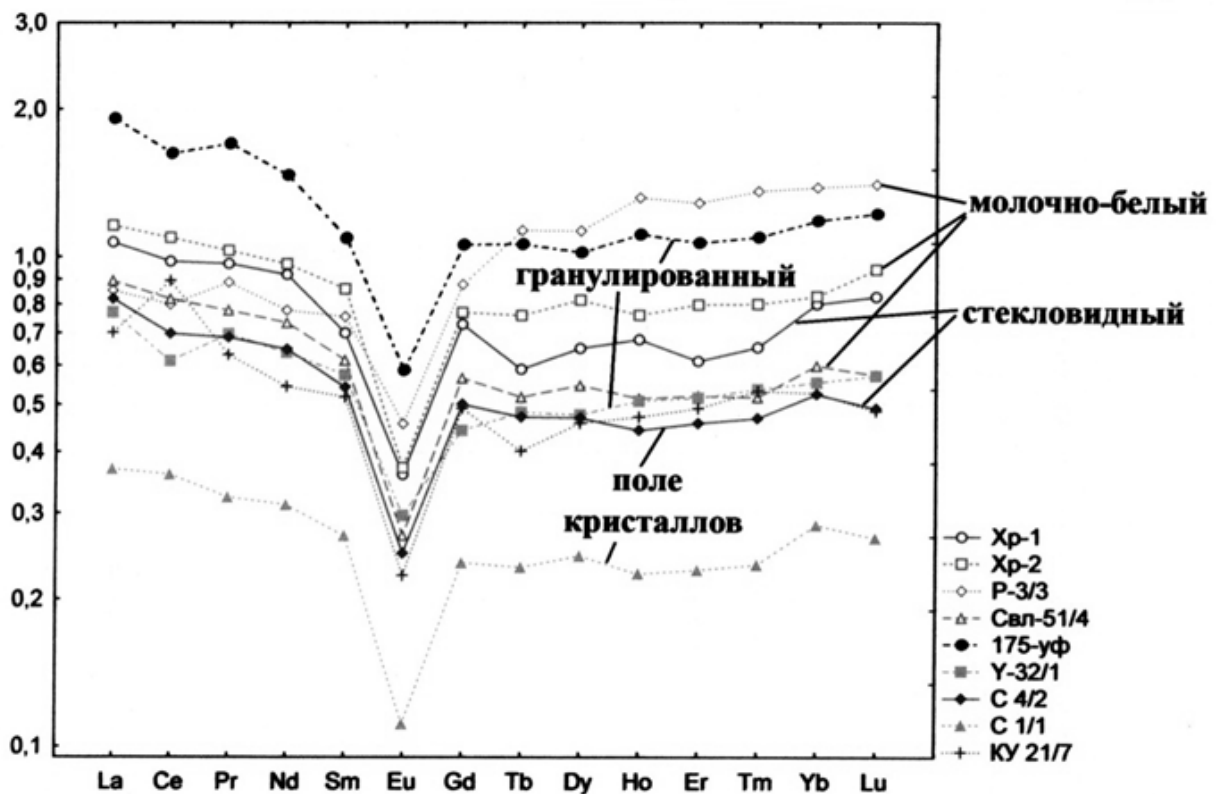


Рис. 2. Поведение РЗЭ нормированных на хондрит в кварцево-жильных телах

результатом процесса перекристаллизации с укрупнением зерна первичного мелко-, среднезернистого кварца жил мелкозернистого кварца метасоматических кварцитов, которые изначально имели более высокие содержания РЗЭ.

Гранулированный кварц кыштымского типа, который образовался в результате рекристаллизации изначально относительно чистого крупно-гигантозернистого жильного кварца раннеколлизиионных жил выполнения с последующей перекристаллизацией и образованием зерен полигональной формы, по содержанию РЗЭ сопоставим с кварцем жил выполнения, с направленностью в сторону уменьшения содержания РЗЭ.

Характер кривых распределения РЗЭ в метасоматическом кварце егустинского типа (175-ег), образовавшемся по кварцу уфалейского типа (175-уф), полностью аналогичен кривым распределения элементов в гранулированном кварце уфалейского типа, но со значительно пониженным их содержанием.

Такой характер распределения РЗЭ явно свидетельствует о том, что при развитии кварца егустинского типа происходит очищение кварца уфалейского типа от РЗЭ. В то же время кварц егустинского типа (175-ег), сформировавшийся по жилам уфалейского типа, является менее чистым по РЗЭ по сравнению с его разностью, развившейся по жилам с кварцем кыштымского типа (У-22/2). Остановимся более детально на характеристике поля № 1 (см. рис. 2) «безрудного» молочно-белого кварца. Для исследования был отобран кварц из жил месторождений кварцево-жильной минерализации, которые относятся к так называемым «безрудным» месторождениям (Гора Хрустальная, Светлореченское, Жила Белая, Астафьевское, Светлинское, Новотроицкое, Теренсайское, Гогинское). На рис. 4 представлена спайдер-диаграмма распределения РЗЭ в кварце вышеназванных месторождений, из которой наглядно видно, что содержание РЗЭ в этих кварцах находится в очень узких пределах, а тип поведения РЗЭ однотипный.

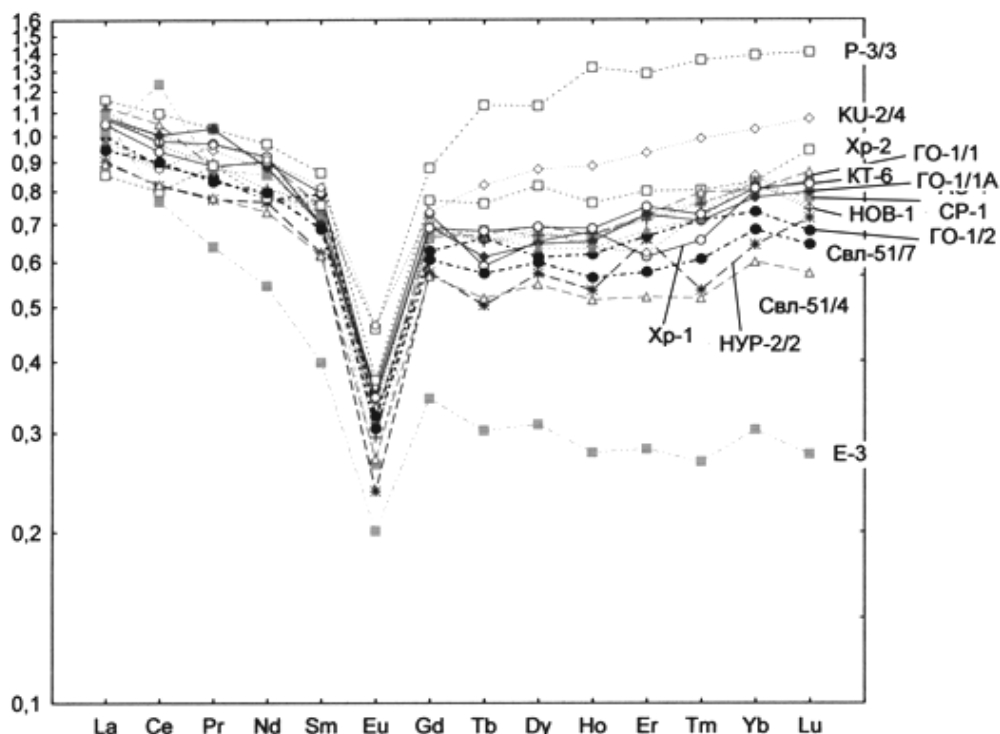


Рис. 3. Поведение РЗЭ нормированных на хондрит в кварцево-жильных объектах гранулированного кварца Уфалейского рудного поля

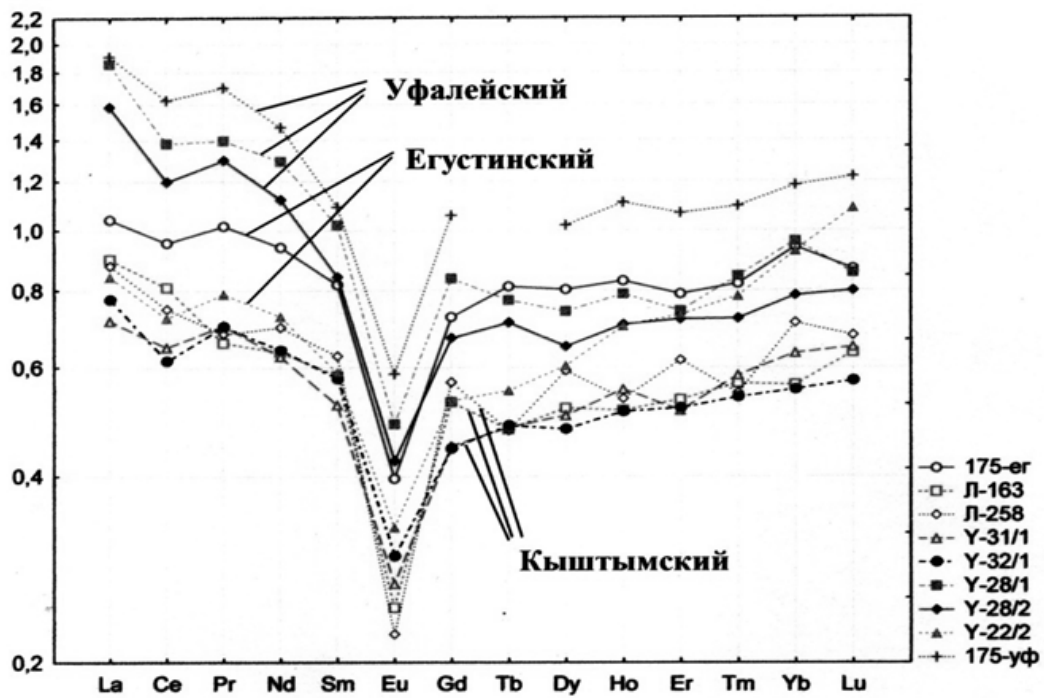


Рис. 4. Поведение РЗЭ нормированных на хондрит в «безрудных» кварцевых жилах

Из диаграммы следует, что кварц жил Радиомайского (обр. Р-3/3) и Кидышского (обр. Ки 2/4) кварцево-жильных проявлений, а также месторождения «Гора Хрустальная» (обр. Хр-1) имеет относительно повышенное содержание элементов иттриевой группы, что обусловлено расположением этих проявлений в экзоконтакте массивов гранитов (соответственно – Санарского и Верхисетского).

Другим исключением является кварц (обр. Е-3) из жилы, рассекающей толщу крупногигантозернистого мрамора (Еленовский карьер, Южный Урал). Благодаря расположению в карбонатной толще кварц имеет очень низкие содержания рекоземельных элементов цериевой группы и особенно низкие – элементов иттриевой группы.

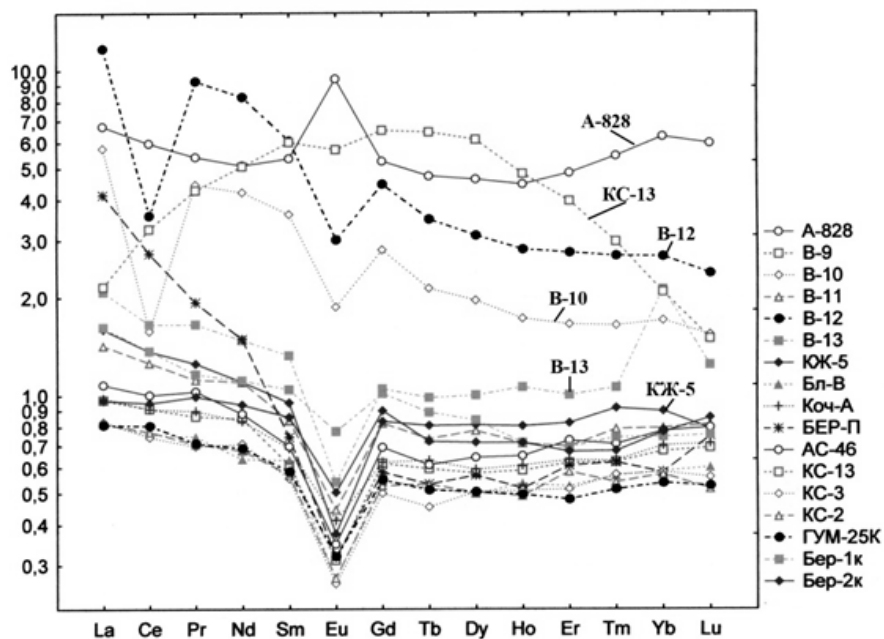


Рис. 5. Поведение РЗЭ нормированных на хондрит в кварцевых жилах золоторудных и шеелитоносных месторождениях



Был изучен жильный кварц золото-рудных и шеелитоносных месторождений Урала: Березовское (Бер-1к, Бер-2к, Бер-П), Кочкарское (Коч-А), Светлинское КС-2, КС-3, КС-13), Великопетровское (В-9, В-10, В-11, В-12, В-13), Айдерлинское А-828), Кожубаевское (КЖ-5), Астафьевское (АС-46). Спайдер-диаграмма распределения РЗЭ в кварце названных месторождений отображена на рис. 5. На диаграмме наглядно выделяется поле содержания РЗЭ, близкое к содержанию РЗЭ в жильном молочно-белом и

а вторая занимает нижнюю его часть и отвечает кварцево-жильным образованиям. На поле кварцево-жильных образований выделяются две зоны: верхняя – зона жил гранулированного кварца Уфалейского рудного поля, а нижняя – зона стекловидных кварцевых жил выполнения и кристаллов горного хрусталя Светлинского рудного поля.

Учитывая, что РТХ-параметры образования субстанций обеих групп сопоставимы, причину такого различия, очевидно, следует искать в составе эдуктов

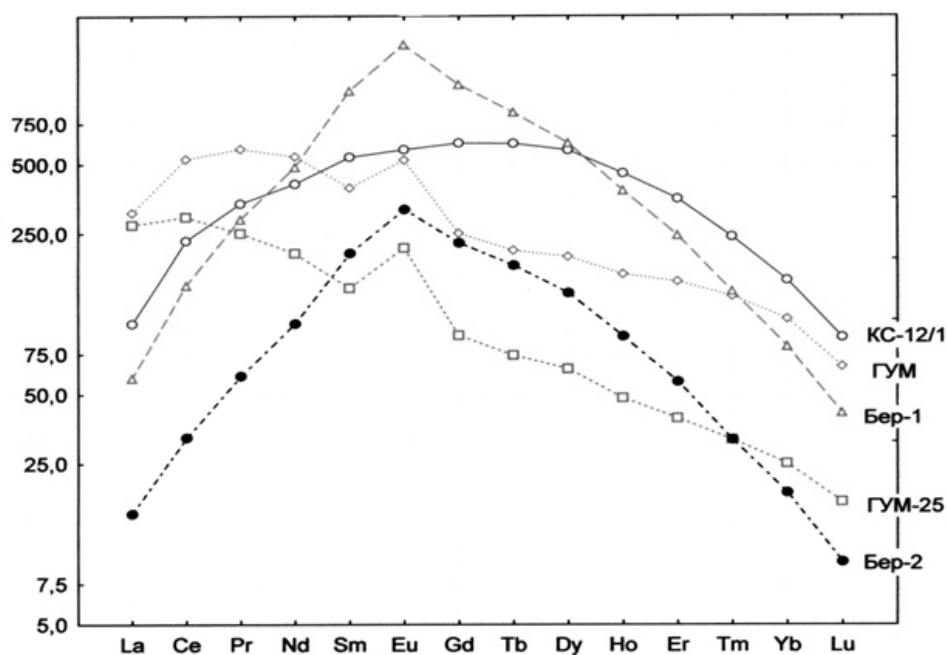


Рис. 6. Поведение РЗЭ нормированных на хондрит в шеелитах шеелитоносных месторождений Урала

стекловидном, «безрудном» кварце. Поле с повышенным содержанием РЗЭ и аналогичным характером распределения элементов, как в «безрудном» кварце, отвечает кварцу с наложенной сульфидной минерализацией. Кварц с ранним шеелитом золото-рудных месторождений характеризуется совершенно иным распределением РЗЭ, повторяющим характер поведения элементов в собственно шеелитах этих месторождений (рис. 6). На рис. 7 приведено сравнение распределения РЗЭ в кварцитах и кварцево-жильных образованиях. По уровню концентрации РЗЭ в исследуемых образованиях отчетливо выделяют две их группы: первая расположена в верхней части диаграммы и соответствует метасоматическим кварцитам,

(для кварцитов) и вмещающих пород (для кварцево-жильных образований).

Представляется, что главными эдуктами в пределах Уфалейского метаморфического блока, где сосредоточена основная масса кварцитов и кварцево-жильных образований, являются гнейсы и амфиболиты, а для кварцевых жил Светлинского поля вмещающими породами являются кристаллические сланцы. Таким образом, приведенные данные по химическому составу и физическим свойствам жильного кварца, формам вхождения в него элементов-примесей, их концентрациям дают основания сделать следующие выводы.

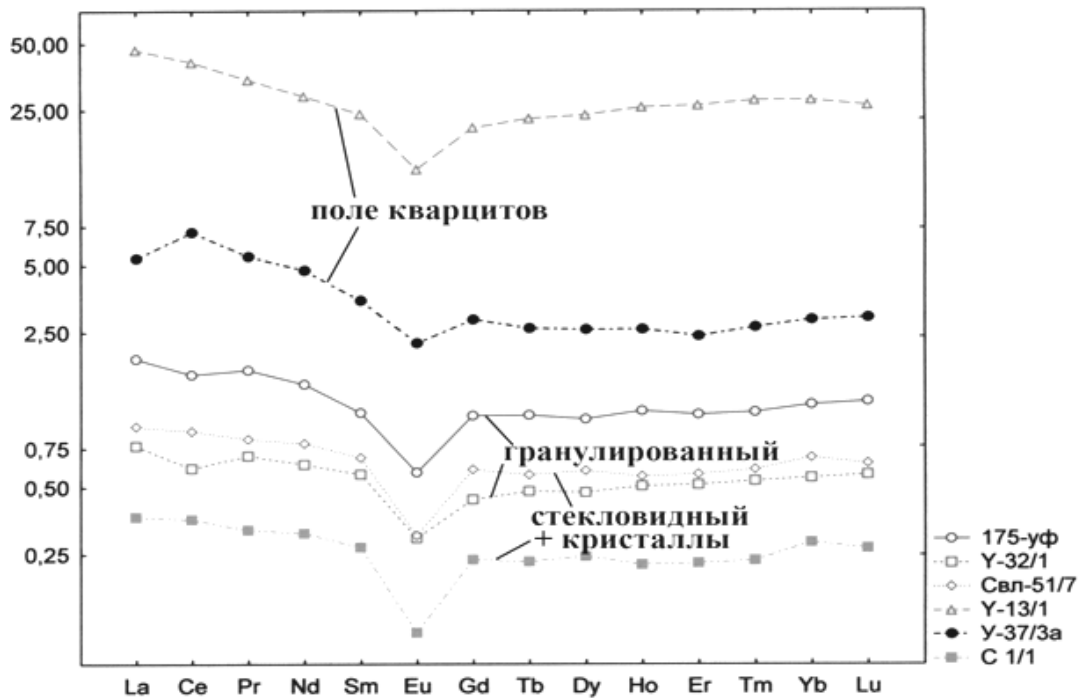


Рис. 7. Поведение РЗЭ в метасоматических кварцитах и кварц-жильных образованиях

1. Схожий характер кривых распределения РЗЭ в кварце жил выполнения месторождений «рудных» и «нерудных» полезных ископаемых позволяет сделать вывод о наложенности рудной минерализации на жильный кварц тел выполнения, которые служат рудовмещающей средой. Загрязнение рудного кварца элементами-примесями связано с многостадийным наложением рудной минерализации, сопровождающейся развитием мелкозернистого метасоматического кварца, на кварц жил выполнения и замещения.

2. Поле содержания РЗЭ гранулированного

кварца совпадает с полем содержания РЗЭ молочно-белого и стекловидного кварцев. Такое явление свидетельствует о явной наследственности гранулированным кварцем содержания РЗЭ своего эдукта, что подтверждает заключение о вторичности гранулированного кварца по отношению к первичному кварцу.

3. Содержание структурных примесей в кварце объективно отражает особенности его генезиса и может быть использовано в качестве критерия прогнозирования и оценки объектов, в особенности на ранних стадиях геологоразведочных работ.

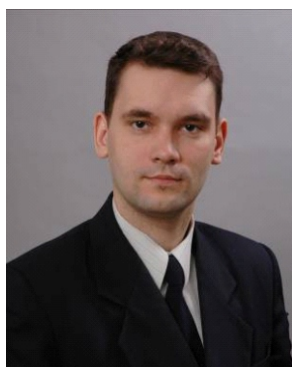
#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коротеев В. А., Огородников В. Н., Сазонов В. Н., Поленов Ю. А. Минерагения шовных зон Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 416 с.
2. Поленов Ю. А., Огородников В. Н., Сазонов В. Н., Савичев А. Н. Закономерности размещения и условия образования особо чистого кварца // ДАН, 2005. Т.405, № 2. С. 1–4.
3. Поленов Ю. А., Огородников В. Н., Сазонов В. Н. и др. Кварцево-жильная минерализация Уфалейского коллизионного блока (Южный Урал) // Литосфера. 2006. № 2. С. 123-134.
4. Поленов Ю. А., Огородников В. Н., Сазонов В. Н. РЗЭ в метасоматических кварцитах и кварцево-жильных образованиях Уфалейско-Карабашского блока (Южный Урал) и их индикаторная роль // Горно-геологический журнал. 2007. № 1. (Казахстан: Житикара). С. 9–16.
5. Поленов Ю. А. Эндогенные кварцево-жильные образования Урала: научное издание. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. 269 с.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ АЛМАЗНО-КАНАТНОЙ КАМНЕРЕЗНОЙ МАШИНЫ



**Н. Г. ВАЛИЕВ,**  
доктор техн. наук,  
профессор, Уральский  
государственный  
горный университет,  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**Д. И. СИМИСИНОВ,**  
канд. техн. наук, до-  
цент, Уральский  
государственный  
горный университет,  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**Р. А. АПАКАШЕВ,**  
доктор хим. наук,  
профессор, Уральский  
государственный  
горный университет,  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**В. С. ГАРИФОВ,**  
гл. конструктор ООО  
НПО «Эксперимен-  
тальный завод»,  
г. Реж,  
Российская Федерация

Осы мақалада авторлар материалдардың бойынша Оралдың ішкітектік кварц - желілі құрылымдарда желілі кварцтың әртүрлі тұрпаттарында РЗЭнің үлестіруі заңдылықтар зерттеуінің нәтижелер келтірілген. Олардың ішінде РЗЭның молшері кварцтың әртүрлі тұрпаттарың зерттеуі кварц - желілі құрылымдарда генезистің шифрды шешуі үшін алынған мәліметтерді түсіндіруінің мүмкіндігің анықтады, себебі кварцта құрылымдық қоспаларды және РЗЭнің молшері оның генезисінің ерекшелігін бейнелеп көрсетеді және руда емес сондай-ақ руда шығатын минералдық шикізаттың объектілерді болжауы және бағалау критерийдің ретінде пайдалануы мүмкін болады.

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности применения разрабатываемой канатной камнерезной машины, дана оценка технологичности и ремонтпригодности, рассмотрены направления совершенствования конструкции машины.

Ключевые слова: камнерезная канатная машина, повышение эффективности, конструктивные особенности, технологичность.

In the article statement the task of raising the efficiency application of stone-cutting machine and technological indices, consider ways to improve construction of the diamond wire cutting machine.

Keywords: Diamond wire cutting machine, Raising the efficiency, Constructive features, Technological, Repairability.

В мировой практике доля камнерезных машин составляет 90 % от общего числа применяемого оборудования при добыче и обработке природного камня. Ориентация карьеров на камнерезные машины не случайна, так как совмещение работы камнерезных машин с баровым и канатно-алмазным исполнительными органами позволило добиться крупных успехов в повышении производительности и

эффективности добычи блоков природного камня.

Одной из причин значительного отставания темпов роста отрасли добычи и переработки природного камня в России является неэффективная эксплуатация камнерезных машин, ведущая к повышенному расходу рабочего инструмента и, как следствие, к существенному удорожанию стоимости выпускаемой блочной продукции



[1].

По условию выполнения договора № 79 от 15.07.2010 г. «Организация производства высокотехнологичного оборудования для добычи природного камня открытым способом», заключенного ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет» с ООО НПО «Экспериментальный завод» в рамках реализации Постановления Правительства России от 9.04.2010 г. № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций», разрабатываются новые камнерезные баровая [2] и канатная машины. Базой реализации проекта стала кафедра горных машин и комплексов и организованное студенческое конструкторское бюро «Горных и нефтегазопромысловых машин и оборудования».

Все проектируемые и изготавливаемые ранее в России канатные камнерезные машины имеют электрический привод. Поэтому они могут использоваться только на месторождениях, располагающихся в освоенных районах, обеспеченных

электрической энергией. Однако многие особо ценные месторождения природного камня, имеющие высокий показатель декоративности и повышенный спрос на рынке, расположены в неосвоенных районах. Для соответствующих случаев разработана алмазно-канатная машина с автономным дизельным приводом, обладающая следующими преимуществами:

- имеет механизированный поворот каретки на  $360^\circ$  с возможностью бокового перемещения, позволяющего производить два параллельных реза без переустановки рельсового пути;

- применение дизельного привода с повышенным пусковым моментом обеспечивает надежный запуск в работу режущего каната без предварительного «раскачивания» при значительной протяженности режущего контура, а также при повышении нагрузок при заштыбовке каната в резе и при высокоабразивных включениях в горных породах. Это выгодно отличает дизельный привод от электропривода на базе асинхронных двигателей с относительно небольшим пусковым моментом.

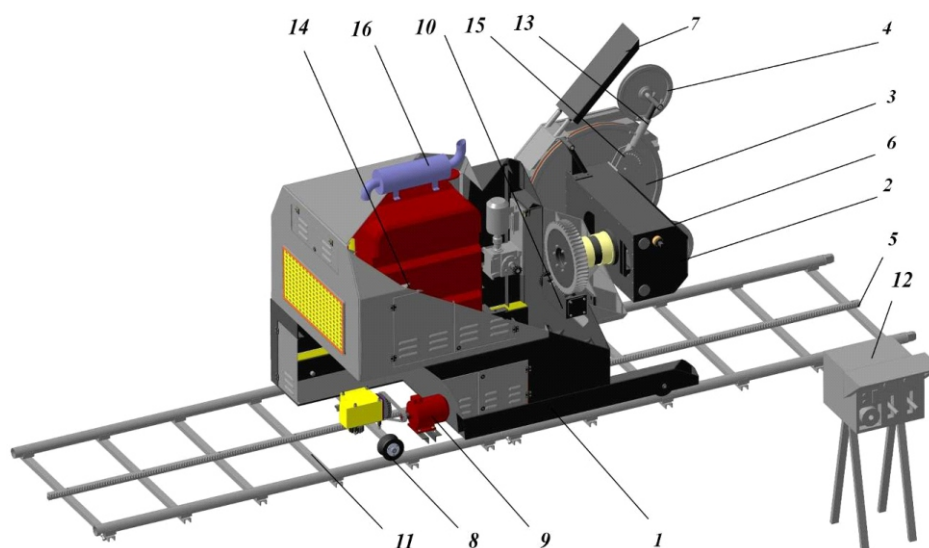


Рис. 1. Узлы и механизмы канатной машины: 1 – станина; 2 – каретка; 3 – шкив  $\varnothing 1000$ ; 4 – ролик отклоняющий; 5 – секция пути; 6 – механизм привода бокового перемещения каретки; 7 – ограждение шкива; 8 – колесо ходовое; 9 – привод перемещения; 10 – привод поворота каретки; 11 – дополнительная секция пути ходового; 12 – пульт управления; 13 – штанга; 14 – шкаф электрический; 15 – устройство поджимное; 16 – глушитель.

Разработанная канатная машина (рис. 1) состоит из станины, с размещенными на ней основными узлами: дизельным двигателем, поворотной каретки с ведущим маховиком, отклоняющими роликами, механизмом бокового перемещения ведущего маховика, приводом перемещения машины по рельсовым путям. Машина комплектуется рельсовыми путями и выносным пультом управления.

На этапе разработки технического проекта техническим заданием были поставлены задачи обеспечения высокого уровня технологичности и ремонтпригодности канатной машины.

В условиях мелкосерийного типа производства на ООО «Экспериментальный завод», принимая во внимание, что на действующем предприятии выпускаются аналогичные изделия, выбран вариант разработки группового технологического процесса изготовления канатной машины.

Обеспечение технологичности конструкции изделия наряду с отработкой самой конструкции включает ее количественную оценку.

#### **Расчет показателей технологичности канатной машины.**

Оценка технологичности конструкции опытного образца канатной машины проведена расчетным методом по следующим показателям [3]:

– трудоемкости изготовления, определяемой на основе предварительно разработанного маршрутного технологического процесса, ориентировочная трудоемкость изготовления машины составляет 920 ч;

– удельной материалоемкости, определяемой отношением стоимости материальных затрат к стоимости произведенной с их помощью машины ( $580000 / 1600000 = 0,36$ );

– технологической себестоимости изделия, вычисляемой произведением трудоемкости изготовления и стоимости нормо-часа ( $920 \times 75 = 69000$  (руб.));

– коэффициента применяемости металла, получаемого путем деления массы

металла в машине на массу металла заготовок ( $K_n = 1640 / 2450 = 0,7$ ).

– коэффициента унификации конструкции машины:

$$K_y = (E_y + D_y) / (E + D) = (14 + 99) / (36 + 164) = 0,6. \quad (1)$$

где  $E_y = E_{y.z} + E_{y.n} + E_{ct}$  - число унифицированных сборочных единиц в изделии;  $D_y = D_{y.z} + D_{y.n} + D_{ct}$  - число унифицированных деталей, являющихся составными частями изделия и не вошедших в  $E_y$  (стандартные крепежные детали не учитываются);  $E_{y.z}$  и  $D_{y.z}$  - соответственно число заимствованных унифицированных сборочных единиц и деталей;  $E_{y.n}$  и  $D_{y.n}$  - соответственно число покупных унифицированных сборочных единиц и деталей;  $E_{ct}$  и  $D_{ct}$  - соответственно число стандартных сборочных единиц и деталей;  $E = E_y + E_{op}$  - количество сборочных единиц в изделии;  $D = D_y + D_{op}$  - количество деталей, являющихся составными частями изделия;  $E_{op}$  и  $D_{op}$  - соответственно число оригинальных сборочных единиц и деталей.

Коэффициент унификации сборочных единиц:

$$K_{уд} = D_y / D = 99 / 164 = 0,6. \quad (2)$$

Значения  $K_n$ ,  $K_y$ ,  $K_{уд}$  соответствуют рекомендуемому уровню (0,6 ... 0,7), характерному для мелкосерийного производства.

#### **Поэлементная отработка конструкции деталей и сборочных единиц на технологичность.**

В конструкции машины следует достичь максимально возможного уровня стандартизации, унификации и заимствования сборочных единиц и деталей с существующими машинами. Основными целями унификации в машиностроении являются: сокращение сроков разработки и улучшение качества, а также снижение затрат на разработку, изготовление и эксплуатацию изделий. Поэтому, для оценки технологичности деталей машины выбраны следующие показатели [4]- коэффициенты:

- унификации деталей изделия ( $K_{уд}$ ),

конструктивных элементов ( $K_{y3}$ );

- точности  $K_t$ ;
- шероховатости  $K_m$ ;
- использования материалов  $K_{mm}$ .

Технические показатели унификации конструкции [5]:

Коэффициент унификации деталей изделия ( $K_{yд}$ ) определяется как отношение унифицированных деталей к общему числу деталей в изделии, кроме крепежных:

$$K_{yд} = K_{yд} / D. \quad (3)$$

Коэффициент унификации конструктивных элементов ( $K_{y3}$ ):

$$K_{y3} = Q_{y3} / Q_3. \quad (4)$$

где  $Q_{y3}$  – число унифицированных типоразмеров конструктивных элементов;  $Q_3$  – число типоразмеров конструктивных элементов в изделии.

Примерами конструктивных элементов изделия являются резьбы, крепления, галтели, фаски, проточки, отверстия и т. д.

Для анализа возможности унификации деталей и их конструктивных элементов, при разработке группового технологического процесса, в условиях мелкосерийного производства, детали канатной машины рассмотрены в виде групп деталей машин, относящихся к 6-ти классам (корпусные детали, круглые стержни, полые цилиндры, диски, некруглые стержни и крепежные детали), принятым в технологии машиностроения (табл. 1).

Коэффициент использования материала

$$\hat{E}_{ei} = \frac{\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{o}}}{\dot{I}_{\check{c}\check{a}\check{a}}} \quad (5)$$

Коэффициент точности

$$\hat{E}_{\ddot{o}} = 1 - \frac{1}{\dot{O}_{\check{n}\check{o}}}, \quad (6)$$

где  $T_{cp}$  – средний квалитет точности обработки поверхности изделия определяется по формуле:

$$\dot{O}_{\check{n}\check{o}} = \frac{\sum \dot{O}_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (7)$$

где  $T_i$  – квалитет точности обрабатываемых поверхностей;  $T_{cp}$  – среднее значение этого параметра;  $n_i$  – число размеров или поверхностей для каждого квалитета.

Коэффициент шероховатости  $K_m$  определяется по ГОСТ 14202 – 73 и принимается в пределах от 0 до 1.

$$\hat{E}_{\ddot{o}} = \frac{1}{Ra_{\check{n}\check{o}}} \quad (8)$$

при этом  $Ra_{\check{n}\check{o}} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i}$  где  $Ra_i$  – значения шероховатости обрабатываемых поверхностей;  $Ra_{cp}$  – среднее значение;  $n_i$  – число размеров или поверхностей для каждого значения шероховатости.

Средние значения показателей для классов деталей приведены в табл. 1.

Узлы и детали, расчетные показатели технологичности которых имеют худшие значения в классе, подвергаются изменениям и пересмотру.

### Проверка соответствия технологичности конструкций разрабатываемой машины требованиям ремонтпригодности.

Для уменьшения потребности в техническом обслуживании (ТО) и ремонте к изделиям предъявляются требования [6]:

1) использование в конструкции изделия составных частей с высоким уровнем показателей долговечности, безотказности и сохранности, обеспечивающих минимальное число их замен за срок службы изделия;

2) использование составных частей, не требующих совсем или требующих минимального количества операций ТО и ремонта, позволяющих уменьшить: номенклатуру видов ТО и ремонта, число операций ТО и ремонта, число точек обслуживания, номенклатуру смазочных материалов, принятие мер, предупреждающих или уменьшающих коррозию составных частей в процессе эксплуатации (в соответствии с требованиями единой системы защиты от коррозии), их эрозийное разрушение и т. д.

При отработке изделий и их составных



Таблица 1. Средние значения показателей технологичности по классам деталей

Класс	Группа	Количество деталей в машине	$K_{уд}$	$K_{им}$	$K_T$	$K_{ш}$
Корпусные детали	Каретка	1	0,15	0,89	0,93	0,08
	Ящик	3				
	Направляющая	2				
	Корпус	3				
	Коробка	2				
Круглые стержни	Вал малый	12	0,1	0,81	0,91	0,33
	Вал средний	6				
Диски	Крышка	8	0,21	0,8	0,89	0,25
	Колесо зубчатое	12				
	Маховик	3				
Полюе цилиндры	Гильза	2	0,12	0,84	0,88	0,33
	Втулка	15				
Некруглые стержни	Кронштейн	7	0,21	0,8	0,88	0,2
	Тяга	7				
	Рычаг	6				
	Пластина	54				

частей на ремонтпригодность должны учитываться [7]: контролепригодность, доступность, легкоъемность, взаимозаменяемость, стандартизация и унификация составных частей изделий и инструмента, восстанавливаемость составных частей, преемственность технологических процессов ТО и ремонта изделий, эргономические характеристики изделий, безопасность выполнения ТО и ремонта.

Для разрабатываемой машины предусмотрена система периодических ремонтов.

Для оценки ремонтпригодности изделий на стадии разработки рабочей конструкторской документации в соответствии с ГОСТ 23146-78 и 23660-79 [7, 8] следует использовать показатели ремонтпригодности: средняя оперативная трудоемкость операций технического обслуживания; коэффициент доступности; коэффициент взаимозаменяемости; коэффициент легкоъемности; коэффициент унификации.

Кроме этого, для принятой системы ремонтов высокие требования следует предъявлять приспособленности к диагностированию – свойству изделия, характеризующему его пригодность к

проведению контроля заданными методами и средствами технического диагностирования.

Для оценки приспособленности к диагностированию используем коэффициент безразборного диагностирования [9] – отношение числа контролируемых параметров изделия данного вида диагностирования, для измерения которых не требуются демонтно-монтажные работы, к общему числу контролируемых параметров изделия данного вида диагностирования:

$$K_{б.д.} = P_k / P_n \quad (9)$$

где  $P_k$  – число контролируемых параметров изделия данного вида диагностирования, для измерения которых не требуются демонтно-монтажные работы;  $P_n$  – общее число контролируемых параметров данного вида диагностирования.

Для расчета показателей составляется ведомость расчета коэффициента безразборного диагностирования (табл. 2). В таблицу включаем основные узлы машин за исключением унифицированных, в том числе дизельного двигателя канатной машины.

Расчитанные значения коэффициентов безразборного диагностирования (см. табл. 2) находятся в

диапазоне 0,5 ... 0,8, соответствующем для общего машиностроения. Таким образом, конструкция разрабатываемых машин может быть рекомендована для эксплуатации по критерию контролепригодности.

Расчитанные значения показателей ремонтпригодности (табл. 3) находятся в диапазонах, соответствующих горному машиностроению. Таким образом,

конструкция разрабатываемых машин может быть рекомендована для эксплуатации по критерию ремонтпригодности.

**Проверка соответствия технологичности конструкции разрабатываемых машин требованиям транспортабельности.**

Требования транспортабельности предусматривают обеспечение перевозки

Таблица 2. Ведомость расчета коэффициента безразборного диагностирования

Наименование изделия и его составных частей	Число контролируемых параметров изделия данного вида диагностирования, для измерения которых не требуются демонтажно-монтажные работы $P_k$	Общее число контролируемых параметров изделия данного вида диагностирования $P_n$	Коэффициент безразборного диагностирования $K_{б.д}$
Станина	4	4	1
Каретка	5	8	0,63
Привод подачи	5	9	0,56
Привод поворота каретки	4	6	0,67
Машина канатная, итого	18	27	0,67

Таблица 3. Ведомость расчета показателей ремонтпригодности

Показатель	Определение и расчет	Обозначение, ед. измерения	Значение показателя
Средняя оперативная трудоемкость операций технического обслуживания	Математическое ожидание оперативной трудоемкости выполнения операций технического обслуживания Расчет по ГОСТ 22952-78	$T_{т.о.}$ , ч	6,5*
Коэффициент доступности	Определение по ГОСТ 21623-76 Расчет по ГОСТ 22952-78	$K_d$ По ГОСТ 22952-78	0,7*
Коэффициент взаимозаменяемости	То же	$K_{вз}$ По ГОСТ 22952-78	0,3*
Коэффициент легкосъемности	- « -	$K_{лс}$ По ГОСТ 22952-78	0,4
Коэффициент унификации	Определение по ГОСТ 18831-73	$K_y$ По ГОСТ 18831-73	0,23
*При расчетах обслуживание дизельного двигателя не учитывалось			

груза без повреждений и потерь, эффективное использование транспортных средств, производство погрузочно-разгрузочных и складских работ и всего комплекса операций, связанных с его перемещением от отправителя к получателю. ГОСТ Р 51005-96 Услуги транспортные. Грузовые перевозки. Номенклатура показателей качества.

В соответствии с проектом технических условий к канатной машине ТУ 37839-11 предъявляются следующие требования транспортабельности: транспортирование машины может

осуществляться на любое расстояние железнодорожным, автомобильным и водным транспортом в соответствии с правилами и требованиями, действующими на этих видах транспорта; условия транспортирования в части воздействия климатических факторов 8 по ГОСТ 15150, в части воздействия механических факторов по ГОСТ 23170; при погрузке и разгрузке строповку производить за специально предусмотренные места.

Принятые показатели транспортабельности приведены в табл. 4

Таблица 4. Показатели транспортабельности

Показатель	Обозначение	Условия выполнения показателя	Значения показателей
Масса (сухая), кг	<i>M</i>	Соответствие грузоподъемности подъемно-транспортного оборудования	2500
Габаритные размеры, мм	<i>L; B; H</i>	Соответствие габаритам транспортных средств	3300; 1350; 2050

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации Постановления Правительства России от 9 апреля 2010 г. № 218 "О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций".*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Валиев Н. Г., Гармс А. Я., Бычков Г. В.* Повышение эффективности баровых и алмазно-канатных камнерезных машин для добычи природного камня открытым способом // Известия вузов. Горный журнал». 2010. № 8. С. 13–17.
2. *Валиев Н. Г., Лагунова Ю. А., Симисинов Д. И., Гарифов В. С.* Совершенствование конструкции и обеспечение технологичности и ремонтпригодности камнерезной машины // Горное оборудование и электромеханика. 2011. № 12. С. 33–37.
3. ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделия изделий. Общие требования М.: Издательство стандартов, 1983.
4. Единая система технологической подготовки производства: Правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.202-73 - ГОСТ 14. 204-73. М.: Издательство стандартов, 1974.
5. ГОСТ 23945.0-80. Унификация изделий. Основные положения. М.: Издательство стандартов, 1980.
6. ГОСТ 19152-80. Ремонтпригодность М.: Издательство стандартов, 1980.
7. ГОСТ 23660-79. Обеспечение ремонтпригодности при разработке изделий М.: Издательство стандартов, 1979.
8. ГОСТ 23146-78. Выбор и задание показателей ремонтпригодности М.: Издательство стандартов, 1978.
9. ГОСТ 26656-85. Контролепригодность М.: Издательство стандартов, 1985.





## НОВЫЕ УГОЛЬНЫЕ ПЛАСТЫ НА АНГРЕНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

**Р. З. АХМЕРОВ,**

канд. геол.-мин. наук, ст. научный сотрудник,  
Институт геологии и геофизики  
Академии наук Республики Узбекистан,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан

*Ангрен кен орнында көмір қатпарларын іздестіру үшін толық сейсмографияның әдісін қолдану туралы ақпарат келтірілген.*

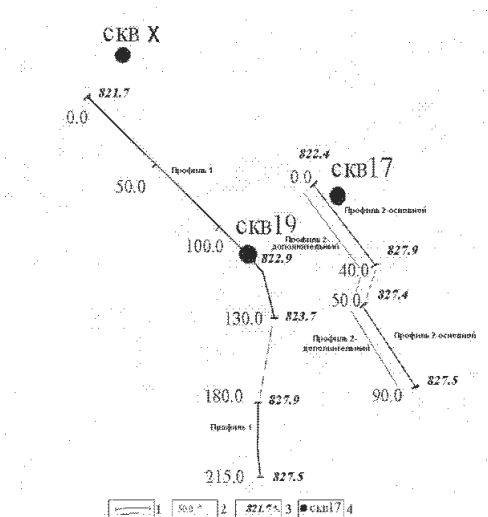
*Приведена информация о применении метода детальной сейсмотомографии для поиска угольных пластов на Ангрэнском месторождении.*

*Information is given on application of detailed seismography for searching of coal seams at Angren deposit.*

Метод детальной сейсмотомографии [1] может быть использован для поисков угольных пластов. Проверка его эффективности была проведена на действующем угольном месторождении – Ангрэнском. Добыча бурого угля ведется открытым способом, отрабатывается карьером. Методика работ при сейсмотомографии не потерпела изменения. Шаг между пунктами приема составлял 2 м, между пунктами возбуждения сигналов – 23 м. Наблюдения проводились 24-канальной станцией. Способ возбуждения сигналов – механические удары. Сейсмические профили располагались на дне карьера (рис.1). Исследуемая геологическая среда представляет собой осадочную толщу мощностью 25–30 м. Ее подошвой, как считалось, служит кровля выветрелого каолина. Абсолютные отметки последней колеблются в пределах 790–800 м. Дневная поверхность располагается на отметках 820–830 м. Геологическая среда сложена комплексами осадочных пород юрского возраста – известняками, сланцами, песчаниками с прослоями глин. Мощности слоев колеблются в пределах 3–5 м, иногда достигают 8–10 м.

Целевым горизонтом при исследованиях являлся, так называемый, «ранее оставленный угольный пласт». Он залегает непосредственно на кровле выветрелого каолина. Ранее пласт был обуен скважинами, три из которых расположены непосредственно на участке работ – X, 19 и 17.

Мощность пласта по данным бурения составляет 3–5 м, глубина залегания 25–30 м. По материалам полевых сейсмических наблюдений построены разрезы по профилям 1 и 2–«основному», а также по профилю 2 – «дополнительному», проходящему параллельно 2–«основному» в 5 м на запад. Разрезы на ранее оставленный угольный пласт представлены на рис. 2 и 3. Пласт имеет следующие границы распространения: на профиле 1, кровля его прослеживается на абсолютной отметке 795 м (ПК 00), затем – 790 м (ПК 50). Далее пласт испытывает подъем до уровня 800 м (ПК 120) и через разлом погружается до 795–794 м (ПК 120–130). Мощность пласта меняется с севера на юг от 2,0 до 1,5 м (ПК 50) и до 2,0–2,5 (ПК 70–130). По пласту зафиксированы два разлома – на ПК60 (амплитуда 1,5 м) и на ПК 120 (амплитуда 5 м). Пласт вскрыт скважинами: X



**Рис. 1.** Схема расположения сейсмических профилей на дне карьера Ангренский: 1 - сейсмические профили; 2 - пикеты; 3 - абсолютные отметки концов профилей; 4 - пробуренные скважины

– вблизи ПК00 и №19 – ПК104 (рис. 2). Наши построения практически совпали с данными бурения.

На южном окончании профиля 1 (ПК 180–220) ранее оставленный уголь прослеживается в виде двух пластов. Кровля верхнего пласта залегает на отметках 805, 807, 805 м; второго – на 800–803 и 800–800 м. Между пластами выделяется пропласток пустых пород мощностью 1,5–2,0 м. По пластам зафиксировано нарушение амплитудой 1,5–2,0 м (ПК 205). Суммарная мощность обоих пластов составляет 5–6 м.

На профиле 2 – «основном» картина залегания угля выглядит следующим образом. Здесь четко прослеживаются два пласта с пропластком мощностью 2–3 м. Мощность самих угольных пластов меняется в больших пределах – от 1–2 м на ПК 0–5 и 50–55 до 5–6 м на ПК 15 и 85. На профиле 2 – «дополнительном», ситуация выглядит более сложной. В интервале пикетов 15–40, угли образуют свиту из трех пластов общей мощностью 15–20 м. Далее к юго-востоку толщина пачки значительно сокращается и доходит до 10 м. Верхняя кромка углей залегает на абсолютных отметках 800 м (ПК 00–10) и 803 (ПК 50–80). На ПК10 пласты вскрыты скважиной 17. Наши данные так же совпали с материалами по бурению.

Итак, ранее оставленный уголь прослеживается повсеместно вдоль всех линий наблюдения. Абсолютные отметки его кровли имеют неодинаковые значения – на

северной половине профиля №1 (ПК 00–100) они равны 791–795 м, а на других участках возрастают до 800 м и 805–810 м. Непостоянны также и мощности пласта. В интервале ПК 00–100 профиля 1 они минимальны: 2–1 м. В южной части площади (ПК 180–200 профиля №1 и профиля 2) наблюдается значительное увеличение мощностей, уголь прослеживается в виде свиты из двух и, местами, трех пластов с общей мощностью 7–10 м, иногда достигающей 15–20 м.

Кроме ранее оставленного угольного пласта исследованиями выявлены и другие угольные пласты. Они получили название «глубокий» и «сверхглубокий».

**«Глубокий» и «сверхглубокий» угольные пласты.** Описанный выше целевой пласт залегает, как отмечалось, на слое выветрелого каолина. Считалось, что этот горизонт соответствует кровле палеозойского фундамента, а, следовательно, ниже его угольных пластов ожидать не следует. Наши материалы позволяют опровергнуть подобное мнение. На рис. 4 приведен разрез по пласту угля, кровля которого располагается на 5–6 м ниже горизонта каолинов. Пласт, а возможно свита, имеет значительную мощность – около 15 м. Глубина залегания его кровли – порядка 40 м, что соответствует абсолютной отметке 780 м. При попытке исследовать более глубокие уровни обнаруживается целая серия угольных слоев, следующих до глубин 140–150 м с небольшими перерывами (рис. 5)

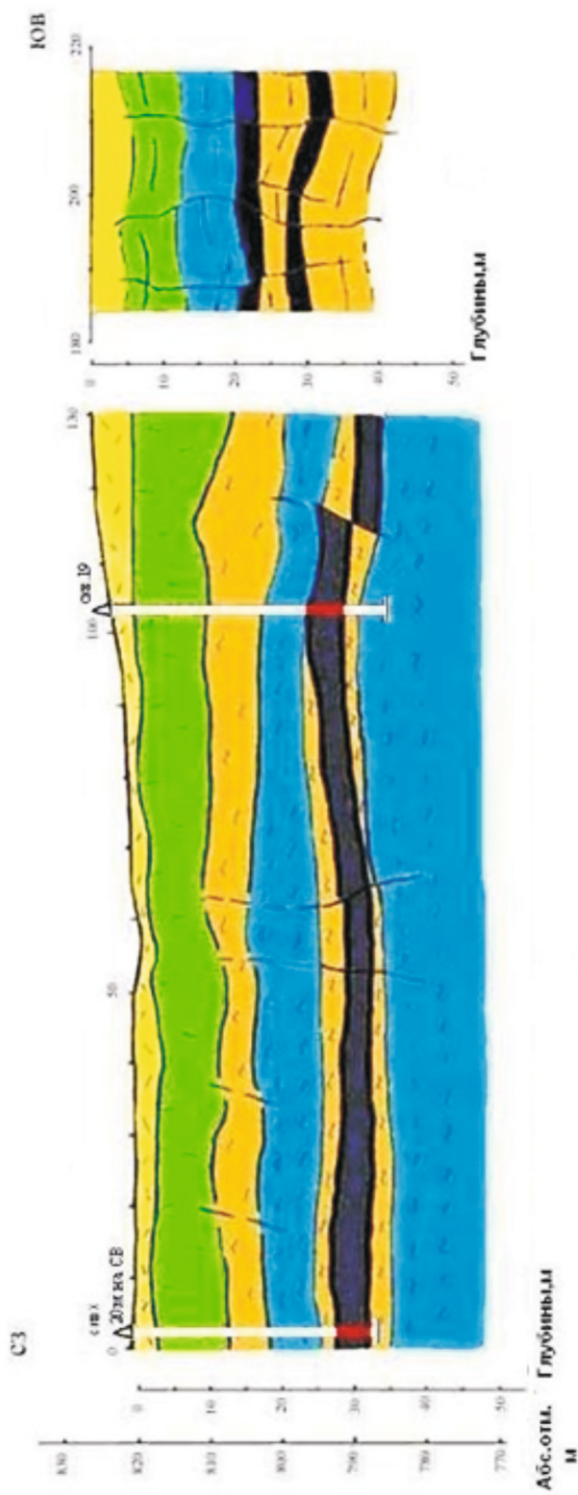


Рис.2. Прогнозные разрезы на пласты ранеосоствленного угля по профилю 1:  
 ■ - пласты угля по данным сейсморазведки; ■ - уголь выявленный бурением

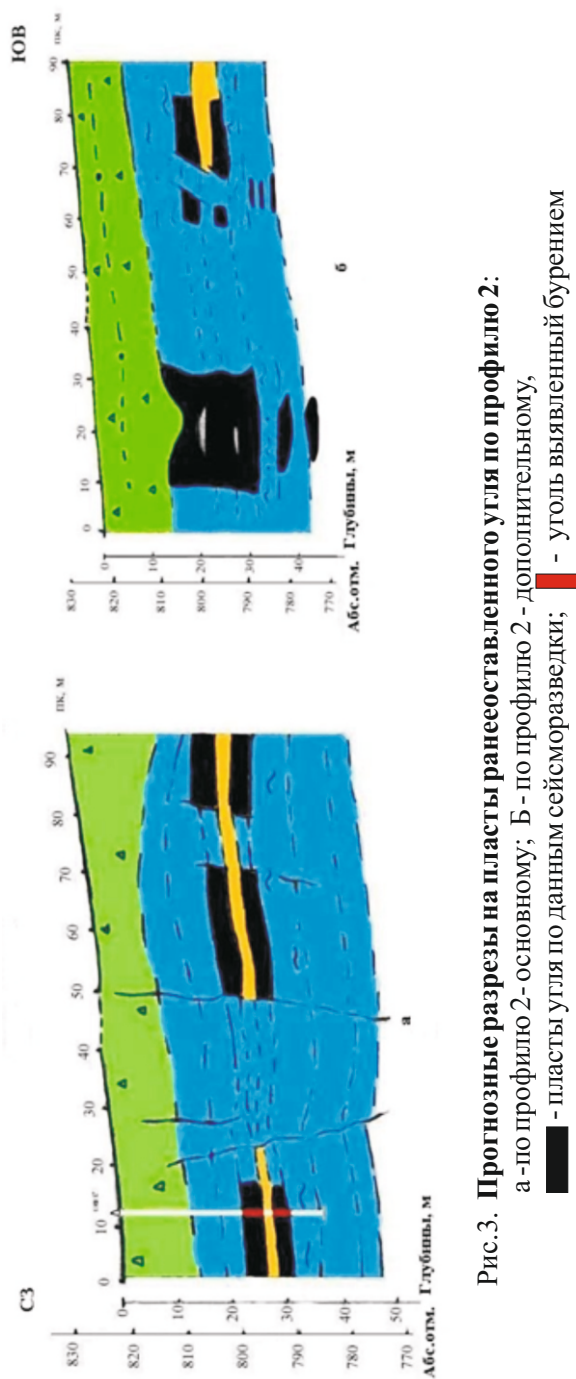


Рис.3. Прогнозные разрезы на пласты ранеосоствленного угля по профилю 2:  
 а - по профилю 2 - основному; б - по профилю 2 - дополнительно.  
 ■ - пласты угля по данным сейсморазведки; ■ - уголь выявленный бурением



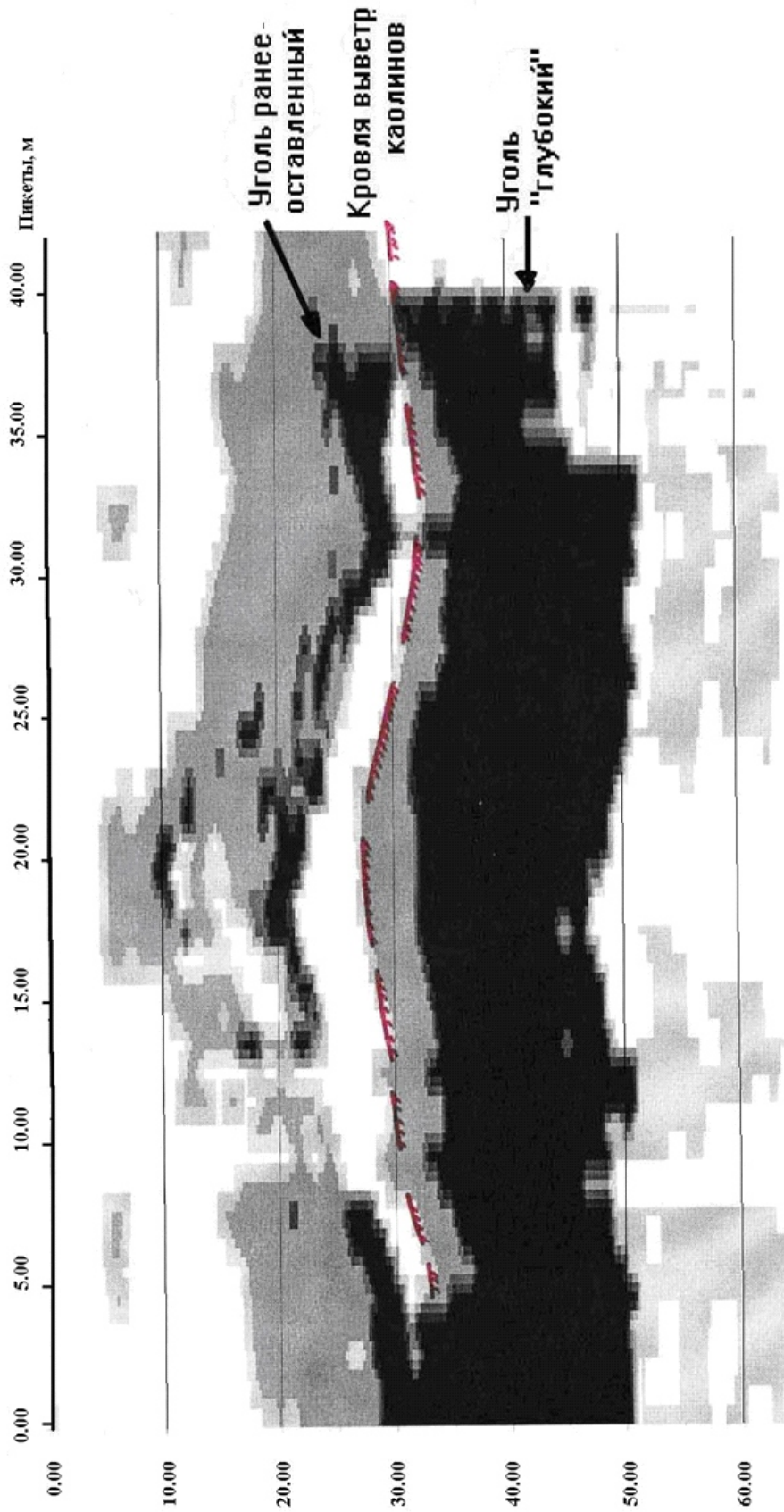


Рис.4. Пример выделения угля под пластом выветренных каолинов  
[*"Глубокий уголь"*]

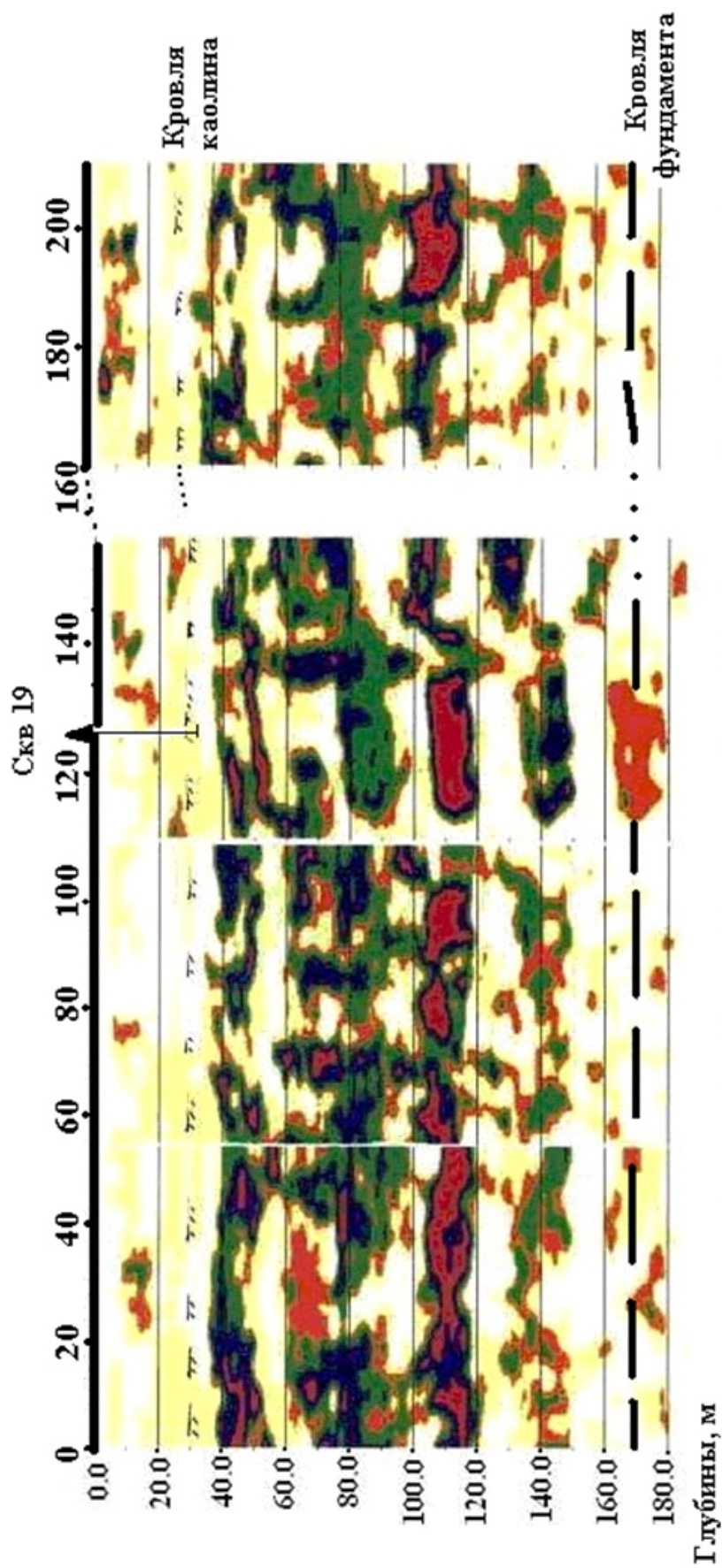


Рис. 5. Выделение всех углей в толще осадочного чехла от дна карьера до кровли фундамента по профилю 1.

(«сверхглубокие угли»). Мощности пластов значительные – от 5 до 10 м. Интервалы между пластами не превышают 10–15 м. Подобная информация свидетельствует о том, что выветрелые каолины, в общем, не связаны с кровлей фундамента, и под ними залегает мощный слой осадочных пород и мощность продуктивной на уголь толщи значительно превышает те значения, которые известны на сегодняшний день.

В результате исследований построены прогнозные разрезы на пласты ранее оставленного угля, результаты совпадают с данными бурения; открыты новые перспективные горизонты; существенно расширена мощность углевмещающей среды. Полученные данные свидетельствуют об эффективности использования детальной сейсмотомографии при поисках угольных месторождений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмеров Р. З., Барсукова Н. В., Каримова Г. Г. Результаты исследований методом детальной сейсмотомографии на площади Кызылалмасайского рудного поля. Горный вестник Узбекистана, 38. 2009 г.

УДК 550.834.53:553.41(575.11)

## ПОСТРОЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ ДЕТАЛЬНОЙ СЕЙСМОТОМОГРАФИИ

**Р. З. АХМЕРОВ**, канд. геол.-мин. наук, ст. научный сотрудник,  
Институт геологии и геофизики Академии наук Республики Узбекистан,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан

*Буркеулі геологиялық объектілердің көлемдік бейнелерді алу үшін 3D нұсқада сейсмографияның әдісін пайдалану туралы әкелінген мәлімет.*

*Приведены данные об использовании метода сейсмотомографии в варианте 3D для получения объемных изображений скрытых геологических объектов.*

*Data is given on use of the method of seismography in 3D version to obtain three-dimensional images of hidden geological features.*

Метод детальной сейсмотомографии [1] может быть использован в варианте 3D для получения объемных изображений скрытых геологических объектов и по результатам работ предложить рекомендации для проведения буровых и горных работ.

Подобная модификация была применена при поисковых работах на участке Акташ месторождения Пирмираб Чадакского

рудного поля (Чаткало-Кураминский регион) в 2008–09 гг., отрабатывались два профиля – 1ус и 3. Оба профиля пересекают основной рудосодержащий элемент участка – Восточную жилу.

При полевых наблюдениях использовалась 24-канальная станция "Эллис-2" (Россия, 2008 г.). Сейсмоприемники расставлялись по профилю



с шагом 4 м, что обеспечивало базу приема 92 м. Сейсмические колебания возбуждались ударами. Пункты ударов (ПУ) располагались поочередно: на линии профиля в точке на конце расстановки и на выносной линии по перпендикуляру к линии профиля в той же точке. Выносные ПУ расставлялись в обе стороны от профиля – по 4 – 5 в каждом направлении с шагом 10 м. Система обеспечивала построение разрезов по серии параллельных линий, составляющих основу для построения объемных изображений. Объемные изображения получены в двух модификациях:

- 1) в виде трехмерного геометрического тела («кубическая» форма);
- 2) в виде совокупности разрезов по линиям, параллельным линии основного профиля («профильная» форма).

«Кубическая» форма представляется как совокупность срезов геологической среды через постоянный глубинный интервал, равный 20 м. В этой форме приводятся данные по профилям 1ус и 3 (рис. 1 и 2). Глубина построений составляет 200 м. По профилю

1ус приводятся изображения геологической и рудной ситуаций. Линия основного профиля обозначена цифрой 1, дополнительные линии – цифрами 15, 14, ... 7, 8 с интервалом 5 м. Всего линий 9, длина линий – 46 м. Горизонтальная грань «куба» имеет площадь, равную 40 x 25 м<sup>2</sup>. Рисунок 1а освещает глубинное литологическое строение в окрестностях профиля, рис. 1б – рудную ситуацию. Породы, слагающие разрез (рис.1б), представлены осадочными и обломочными образованиями, эффузивами и гранодиоритами (?). В средней части «куба» темными цветами отбивается зона окварцевания, приуроченная к одной из ветвей Восточной жилы. Рудная зона (рис.1а) выделена светлыми тонами, вмещающая среда – темными. Основной объем оруденения приходится на Восточную жилу. На рис. 1 приведены не только пробуренные ранее скважины, а также намеченное по их данным расположение ствола штольни (1). На основе результатов сейсмотомографии нами предлагается другой вариант штольни (на рисунке отмечен цифрой 2).

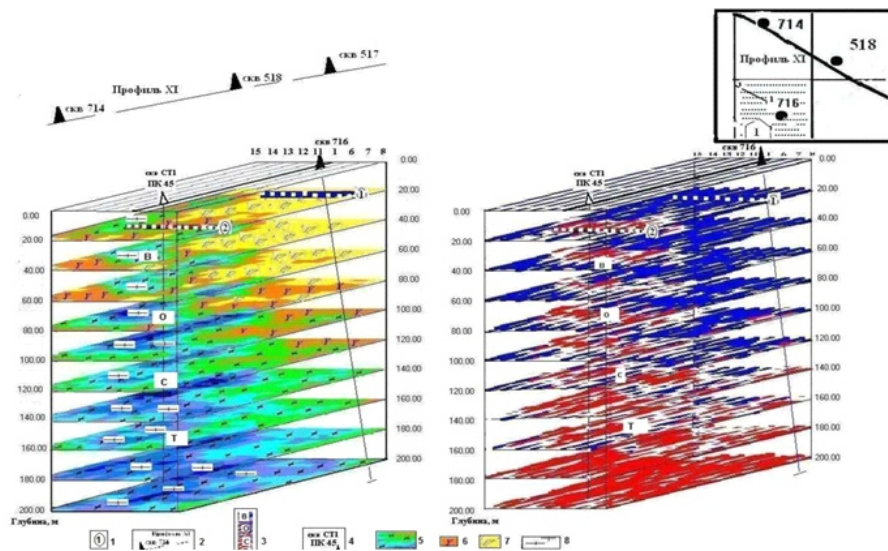


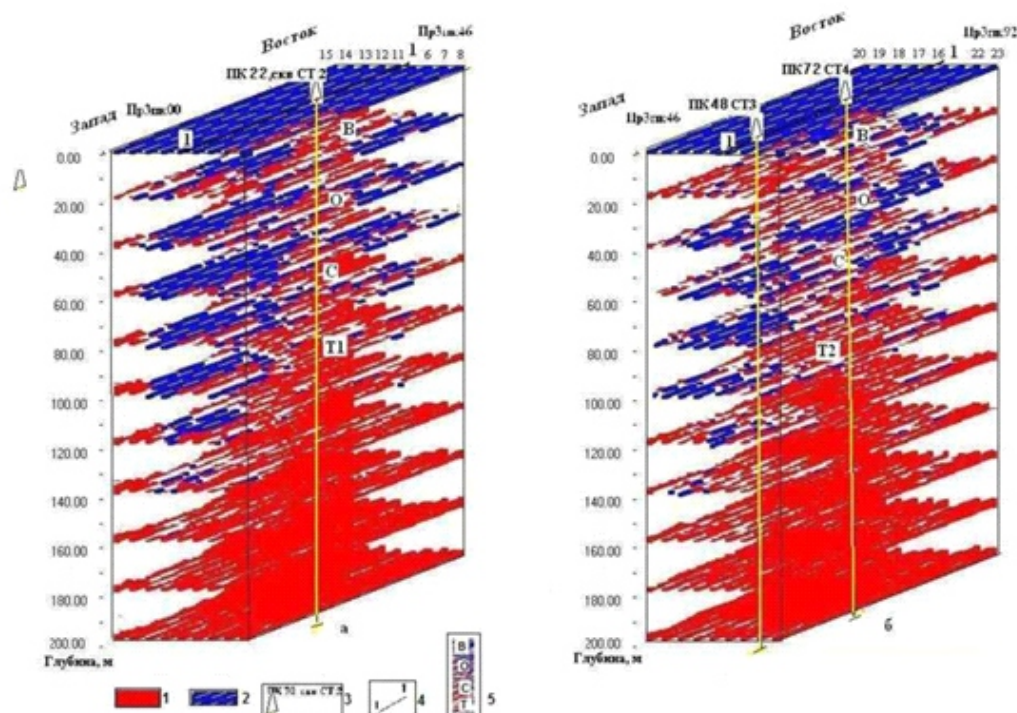
Рис. 1. Участок Акташ, профиль 1 ус. Объемное изображение геологической и рудной ситуаций, прогнозируемой на основе детальной сейсмографии (месторождение Пирамираб, участок Акташ, Чадарское РП): 1 – стволы намеченных штолен: 1 – по данным бурения, 2 - по результатам сейсмотомографии; 2 – геологический профиль и пробуренные скважины; 3 – ветвь Восточной жилы; 4 – рекомендуемая скважина; 5 – эффузивные породы; 6 – эффузивы; 7 – осадочные и обломочные образования; 8 – кварцевый порфир.

Кроме того, рекомендуется к бурению скважина - **СТ1**, расположенная на пикете 45: направление ствола – вертикальное, глубина бурения – 200 м. Скважина проходит по прогнозируемому рудному телу, пространственно совпадающему с жилой Восточной.

Объемная картина рудной ситуации вдоль профиля 3 приведена на рис. 2, на которой выделено 2 рудных тела: на рис. 2а – для интервала пикетов от 0 до 46, на рис. 2б – от 46 до 92, совпадающих с ветвями Восточной жилы. Рудные тела начинают прослеживаться с малых глубин (не более 20 м), круто падают в западном направлении с заметным расширением до глубины 200 м. Здесь нами рекомендуются три скважины с вертикальными стволами, глубиной заложения 200 м: на пк 22 – **скв. 2**, на пк 48 – **скв. 3** и на пк 72 – **скв. 4**. Поэтому же профилю, по его западной половине, приводится объемное изображение рудной ситуации в виде совокупности разрезов (рис. 3). На рисунке представлены вертикальные сечения трехмерного пространства через линию

основного профиля и через параллельные ей выносные линии («профильная» форма). Сечения выставлены кулисообразно, начиная с самой северной линии (15) до самой южной (10). В центре расположено сечение через линию основного профиля (5). Удаления сечений от основного профиля возрастают с шагом 5 м (подписано под каждым сечением). В верхнем правом углу общего рисунка приводится разрез через линию основного профиля. Глубина каждого сечения – 50 м. По работам на данном профиле и по ряду соседних с ним предложена проходка **штольни 1300**. Светлой линией на сечениях проведен горизонт этой штольни. В виде параллелограммов изображены пересечения ее ствола разрезами по выносным линиям.

Объемные изображения скрытой геологической ситуации более удобны, чем общепринятая форма представлений в виде двумерных разрезов. Они дают возможность всесторонне проследить направление намечаемых к отработке скважин и штолен и при необходимости внести коррективы в дальнейший ход поисковых работ.



**Рис. 2. Объемное изображение прогнозируемой рудоносной зоны по профилю 3 (а – пикеты 0 – 46, б – пикеты 46 – 92): 1 – рудоносная зона; 2 – вмещающая среда; 3 – рекомендуемые скважины; 4 – линия профиля 3; 5 – ветви Восточной жилы.**

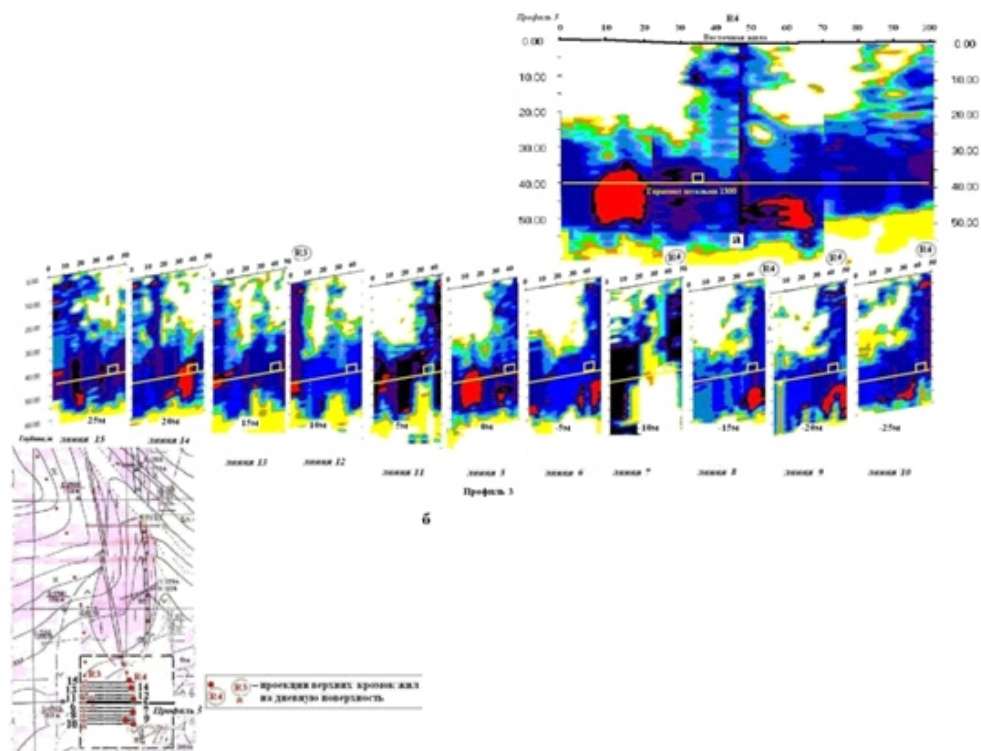


Рис. 3. Уч-Акташ, профиль 3. Объемное изображение рудной ситуации на западной части профиля: прогнозные разрезы вкрест простирания ветвей Восточной жилы: а – по линиям профиля 3; б – по выносимым линиям 15, 14, 13, 12, 11, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмеров Р. З., Барсукова Н. В., Каримова Г. Г. Результаты исследований методом детальной сейсмотомографии на площади Кызылалмасайского рудного поля // Горный вестник Узбекистана, №38. 2009. 38 с.



## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА В ЗОНЕ ОКИСЛЕНИЯ КЕДАБЕКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)



**Г. С. ГУСЕЙНОВ,**  
канд. геол.-мин. наук, доцент  
НИИ Минерального Сырья при  
Министерстве Экологии и  
Природных Ресурсов  
Азербайджана,  
г. Баку



**С. Э. ДЖАФАРОВ,**  
магистр геологии, ВР  
Exploration (Caspian Sea) Ltd.  
Республика Азербайджан,  
г. Баку

*Нақты материалдарын негізінде әр түрлі гипергенез аймақтарда және астыңғы аймақтарда алтынның үлестіруін өзгешілігі зерттелен, гипергенезінің аймағында алтынның қылығының негізгі ерекшеліктеріне әсер ететін жоғарғы гендік минералдармен оның парагенезісінің анықтауы үшін, оны тотығылған кендерінен шығару кезінде үлкен практикалық маңызы бар болуы жоғары гендік алтынның типоморфтік ерекшеліктер белгіленген.*

*На основании фактических материалов изучен характер распределения золота в различных зонах и подзонах гипергенеза, для выяснения его парагенезиса с гипергенными минералами, которые оказывают влияние на основные особенности поведения золота в зоне гипергенезиса, установлены типоморфные особенности гипергенного золота, имеющие большое практическое значение при извлечении его из окисленных руд.*

*On the facts, the nature of gold distribution in zones and subzones was researched to find out gold paragenesis with hypergenic minerals, which are general features of gold behavior in paragenesis zone. The typomorphic features of hypergenic gold were determined, which have the large practical significance in gold extraction from oxidated ores.*

В настоящее время одним из важнейших вопросов, возникающих при изучении колчеданных месторождений, является определение роли зоны окисления, где накоплено значительное количество золота. Как известно, накопление золота происходит в верхних частях рудных тел, за счет окисления золотосодержащих сульфидов, и в результате этих процессов образуется так называемая «Железная шляпа», сложенная гидроокислами железа (гетит, гидрогетит), карбонатами меди (малахитом, азуритом), и глинистыми минералами (каолинитом и др.), в которых золото и серебро переотлагаются, а затем

концентрируются кислыми рудничными водами [5, 6, 7].

По мнению ряда исследователей [1], при гипергенных процессах протекающих с преобразованием сульфидных месторождений, новообразованные минералы и золото сохраняют в себе информацию о первичной золотоносности, что позволяет использовать полученные данные для целей прогноза оруденения на глубину и принадлежности его к определенному минеральному типу.

Наличие в пределах азербайджанской части Малого Кавказа многочисленных колчеданных месторождений и

рудопроявлений, содержащих значительное количество гипергенного золота, предопределяет актуальность поставленного вопроса.

В качестве объекта для изучения было выбрано Кадабекское золото-медноколчеданное месторождение, в пределах которого широко развиты окисленные руды типа «Железной шляпы» (рис.1). Мощность

зон окисления охваченных месторождений составляет 25–34 м.

Учитывая вышеизложенное и в связи с началом эксплуатационных работ на данном месторождении, возникает необходимость подробного изучения зоны окисления, надежной оценки масштабов переотложения золота, что позволит определить перспективы месторождения на глубину.

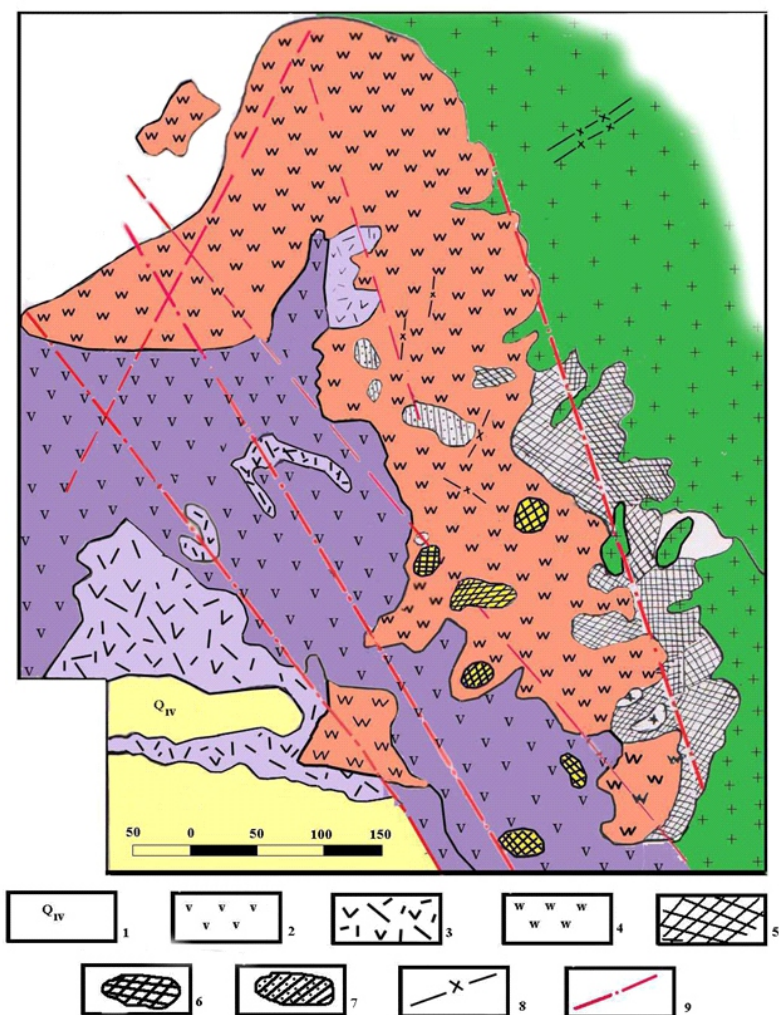


Рис. 1. Геологическая карта Кадабекского месторождения: 1—Четвертичные отложения; 2—андезитовые и диабазовые порфириты; 3—разнообломочные туфы андезитовых и диабазовых порфиритов; 4—вторичные кварциты с краплено-прожилковой сульфидной минерализацией, слагающие штокверковое тело золото-медноколчеданных руд; 5—роговики и орогивикованные породы (андезитовые и диабазовые порфириты и их туфы); 6—потенциально перспективные на золото скарны и скарнированные породы; 7—окисленные руды выходов штоков на дневную поверхность, подвергнутые гипергенному выщелачиванию сульфидов («Железные шляпы»); 8—дайки кварц диоритового и диабазового состава; 9—разрывные нарушения.

Этапы и стадии	Гипогенные			Гипергенные
	Кварц-пиритовая	Пирит-халькопирит-сфалеритовая	Кварц-карбонатная	
Пирит	—————	-----		
Халькопирит		—————		
Сфалерит		—————		
Галенит		-----		
Гематит		-----		
Золото	-----			
Кварц	-----		-----	
Кальцит	-----		—————	
Гетит				—————
Гидрогетит				—————
Малахит				—————
Азурит				-----
Ярозит				-----

————— Главные минералы  
 ----- Второстепенные минералы  
 ----- Редковстречающиеся минералы

Рис. 2. Схема последовательности минералообразования Кедабекского месторождения

Таблица Распределение золота в зоне окисления Кедабекского месторождения

Зона гипергенеза	Подзоны	Содержание Au, г/т	
		Предел	Среднее
Окисления	Железной шляпы (бурые железняки)	0,8-5,2	3,2
	Кварц-ярозит	3,5-13,2	7,6
Выщелачивания	Кварцево-баритовой сыпучки с ярозитом	0,5-1,6	0,9
	Кварцево-баритовой сыпучки с самородной серой	4,8-16,5	9,3
Вторичного сульфидного обогащения	Колчеданная сыпучка	5,0-26,5	13,8
Первичных руд	Серно-колчеданные руды	0,1-0,7	0,3

Таким образом, характер распределения золота в зоне гипергенеза Кедабекского месторождения в основном остается неизменным по сравнению с распределением его в первичных рудах. Изменение первичного распределения происходило, вероятно, в небольших масштабах лишь на отдельных участках, где преобладали выделения сплошных сульфидов.



При изучении полированных шлифов, изготовленных из окисленных руд, содержащих золото, установлено, что золото присутствует в гетите, гидрогетите, ярозите и представлено тончайшими пленками, колломорфными образованиями, дендритами и мелкими кристаллами.

Кроме вышеотмеченных, наблюдаются также чешуйчатые и губчатые формы выделения, находящиеся в пустотах и трещинах бурых железняков. Парагенетические взаимоотношения золота с гетитом, гидрогетитом и частично ярозитом, позволяют предполагать, что видимое золото, в основном является гипергенным, а гипогенное золото хотя и встречается, но имеет резко подчиненное значение по сравнению с золотом гипергенным.

В отдельных случаях тонкие золотишки располагаются на плоскостях трещин, которые пересекают гетит и гидрогетит. Это однозначно указывает, что на описываемом месторождении золото выделялось позже всех минералогических разновидностей окислов и гидроксидов железа, соответствующих бурым железнякам.

По сравнению с зоной окисления более крупные выделения золота наблюдаются в зоне выщелачивания и вторичного сульфидного обогащения. В отмеченных зонах форма золотинок разнообразная - комковатая, пластинчатая, амебовидная, каплевидная, изометричная.

Размеры золота, находящегося в зоне гипергенеза, варьируют в широком диапазоне (0,001–0,65 мм, реже 1,5–2,0 мм). По данным микрондовых анализов, гипергенное золото имеет высокую пробность (930–980 ‰). Это, вероятно, объясняется выщелачиванием серебра из самородного золота при обогащении сульфидных руд. Кроме высокопробного золота в зоне гипергенеза, также встречается гипогенное золото, которое содержит сравнительно большое количество элементов-примесей и характеризуется как низкопробное (530–650 ‰).

Изучение внутреннего строения самородного золота, преимущественно тонкодисперсного из зоны гипергенеза показало, что они неоднородны. Малая часть золотин имеет монозернистую и однородную структуру. Это, вероятно, связано с

переотложением тонкодисперсного золота из первичных руд. Как известно [4], золотины, образовавшиеся в процессе переотложения руд, очищаются от всяких элементов-примесей и становятся высокопробными. А высокопробное золото обычно имеет монозернистую и однородную внутреннюю структуру. Самородные золотины из зоны вторичного сульфидного обогащения, содержащие большое количество элементов-примесей, характеризуются зональными и неясно зональными внутренними строениями.

Наиболее интересной особенностью поведения золота в зоне гипергенеза является его растворение и миграция. Так, степень растворения золота, в основном, зависит от его размерности в зоне гипергенеза. Известно, что видимое золото (микроскопическое и макроскопическое) является устойчивым по отношению к агентам растворения, причиной которого является его малая удельная поверхность [7]. Такое золото, находящееся в трещинах сульфидов, при выветривании остается на месте, сохраняя морфологические особенности первичных выделений. Это обстоятельство может быть использовано при суждении условий формирования золото-содержащих колчеданных месторождений.

Золото с тонкодисперсным и субмикроскопическим выделениями в зоне гипергенеза находится в наиболее благоприятных условиях растворения. Поэтому оно часто незаметно даже при наиболее значительных увеличениях, поскольку частицы золота не превышают нескольких микронов. При такой величине золотые частицы будут находиться в весьма благоприятных условиях растворения и перехода в раствор.

Подобные явления показывают себя и в окисленных рудах Гедабекского месторождения. Так, минералогическое изучение показало, что эти руды, помимо субмикроскопического и тонкодисперсного золота в подзоне кварц-ярозитов и бурых железняков, также содержат более крупное золото в зоне вторичного сульфидного обогащения, которым свойственна различная степень растворения. Полученные нами результаты имеют большое практическое значение при извлечении золота из окисленных руд месторождения.

Следует подчеркнуть, что на растворение и миграцию золота в колчеданных рудах имеются различные мнения исследователей. Так, некоторые считают, что золото может растворяться и мигрировать при участии феррисульфата или феррихлорида, другие пришли к заключению, что растворение золота, содержащегося в колчеданных рудах, может происходить под действием сульфата окисного железа.

Имеются и другие способы растворения золота в зоне гипергенеза. Это хлористые растворы. Растворяющее воздействие хлора на золото было известно исследователям еще в начале XX века [8, 9, 10]. Они подтверждали, что растворение и миграция Au под его действием будет происходить даже при низкой концентрации

хлористо-водородной кислоты (в присутствия двуокиси марганца) при обычных температурах.

Для растворения золота из зоны гипергенеза также используются цианистые растворы. Цианистые растворы используются и на Кедабекском месторождении.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время впервые в Азербайджане проводятся испытания по переработке руд из зоны гипергенеза месторождения растворением и переотложением золота в хлористых растворах. Этими работами руководит Ч. Кашкай, зав. отделом Института Геологии НАНА. При благополучных результатах в дальнейшем, возможно, использовать данный способ переработки, который эффективен экономически и экологически.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гуреев В. Ф., Зверева Е. А. Особенности поведения золота в зоне окисления вкрапленных пирит-арсенопиритовых руд Кокпатасского рудного поля (центральные Кызылкумы). М.: Тр. ЦНИГРИ. 1971. Вып. 96, ч.1. С.166–179.
2. Гусейнов Г. С., Мобили Р. Б. Золотоносность колчеданных месторождений Локско-Агдамской металлогенической зоны Малого Кавказа. Баку, изд. «Зардаби LTD». 2010, 286 с.
3. Крейтер В. М., Аристов В. В., Вальнский И. С. и др. Поведение золота в зоне окисления золотосульфидных месторождений. М.: Госгеолтехздат, 1958, 235 с.
4. Петровская Н. В. Самородное золото. М.: Изд-во «Наука», 1973, 347 с.
5. Росляков Н. А. Геохимия золота в зоне гипергенеза. Изд-во «Наука». Сибирское отд. 1981, 227с.
6. Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных м-ний М. Изд-во АН СССР. 1951, 385 с.
7. Чухров Ф. В. О миграции золота в зоне окисления Изв. АН СССР, серия геол., 1974. С.137–148.
8. Brokaw A. D. The secondary Precipitation of Gold in Ore Bodies/ Journ of Geol., v. 21, 1913.
9. Blanchard R. Post-Mine Redistribution of Gold in New Guinea. Eng.a. min Joura., v. 134, 1933.

## ПЛАТИНОИДЫ И ФАКТОРЫ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)



**М. АСАДОВА,**  
доктор философии  
по геологическим наукам,  
Национальная Геолого-  
разведочная Служба  
Азербайджана, г. Баку



**Ф. АБДУЛЛАЕВ,**  
и. о. директора Центра  
ядерно-геофизических  
исследований Национальной  
Геологоразведочной Службы  
Азербайджана, г. Баку

*Шагын Кавказдагы платина тобының металдарының (ПТМ) таралуын куәландыратын аймақтық және жергілікті факторлар бар болу туралы мәлімет келтірілген.*

*Приведены сведения о наличии региональных и локальных факторов, свидетельствующих о распространении металлов платиновой группы (МПГ) на Малом Кавказе.*

*Information is given on presence of regional and local factors indicating distribution of platinum group metals (PGM) in the Lesser Caucasus.*

Платина в переводе с испанского буквально означает «серебришко». Испанцы при добыче золота путем промывания золотосодержащего песка обнаружили зерно платины. Не зная, что это за металл, они принимали его за серебро и даже во время промывки выбрасывали металл, считая его дешевым и мешающим процессу промывки. После изучения некоторых свойств металла платине дали название «белое золото». Это объяснялось тем, что платина и золото обладают рядом одинаковых свойств, а цвет чуть светлее золота. Платина благодаря устойчивости к коррозии, красивому внешнему виду, специфическим свойствам отнесена к благородным металлам. Кроме платины (Pt), палладий (Pd), иридий (Ir), родий (Rh), осмий (Os) и рутений (Ru) входят в

группу металлов платиновой группы (МПГ), т. е. к платиноидам. Они имеют схожие физические и химические свойства (изотопы, атомная масса, высокая температура плавления и кипения и т. д.) и, как правило, встречаются в одних и тех же месторождениях [1]. Известно около 90 минералов платиновой группы. Их подразделяют на три группы:

- 1) самородные платиноиды,
- 2) интерметаллические соединения,
- 3) сульфиды, арсениды и сульфоарсениды платиноидов [2].

Наиболее распространенными в природе минералами платиноидов являются поликсен, иридитная платина, палладитная платина, осмистый иридий, спериллит и ферроплатина и др., а самым распространенным элементом в них - платина.



Платина мягкий и тяжелый металл. Цвет серебристо-белый, блеск металлический. Проявляет большую химическую устойчивость. По сравнению с другими металлами, обладает высокой пластичностью, очень тягучий, достаточно ковкий. В самородном виде встречается в размерах от нескольких микронов до 2,0–3,0 мм. Крупные зерна (3,0–5,0 мм) в природе встречаются очень редко. Известный до сих пор самый крупный самородок весом 9 кг имеет размеры 10 x 18 см. Диапазон использования платиноидов в промышленности очень большой. Так, 50 % используют как катализатор, 25 % – в электротехнике, медицинской и автомобильной промышленности, 15 % – в химических аппаратах, а также в производстве антикоррозийных покрытий, 10 % – в ювелирном деле. В последнее время благодаря развитию техники круг использования платиноидов расширился.

Платиноиды в природе встречаются чаще всего в самородном виде. Но наиболее распространенным среди них является платина. Платина встречается в виде самородков или же в минеральных соединениях, в основном, в ультраосновных породах, а в некоторых случаях может быть связана и с другими породами. В результате выветривания этих пород образуются россыпи [3]. Известные платиновые месторождения сосредоточены в собственно платиновых и платиносодержащих рудных формациях. К рудным формациям собственно платиновых минералов относятся платиносодержащие пластовые интрузии, а

также платиновые россыпи. А к платиносодержащим рудным формациям относятся: 1) сульфидные медно-никелевые; 2) хромитовые; 3) железо – титановые; 4) золотоносные; 5) медные и, наконец, по последним данным к ним относятся месторождения цветных металлов, апатитовые и магнетитовые месторождения [4].

В Азербайджане сведения о распространении платиносодержащих пород впервые даны в 1913 г. со стороны Л. К. Конушевского. В последующие годы платиносодержащие породы отметил Н. К. Высоцкий [5]. Начиная со второй половины XX века, на Малом Кавказе, а также в офиолитовых комплексах, распространенных на территории Азербайджана, со стороны Р. Г. Гасанова, Т. А. Гасанова, К. С. Малютина, Ф. А. Ахундова и др. были обнаружены закономерности **проявления металлов платиновой группы**. Эти закономерности с классической точки зрения хотя и были обоснованы научно-практическими и теоретическими фактами, но последующие работы носили эпизодический характер. Поэтому с целью обнаружения месторождений МПГ на Малом Кавказе, в частности платины, требовались крупномасштабные работы по изучению массивов ультраосновных и основных пород.

В 1993-1997 гг. со стороны авторов в бассейнах рек северо-восточного склона Малого Кавказа были проведены поисковые работы на россыпное золото [6]. Во время этих работ в шлиховых пробах в средней течи

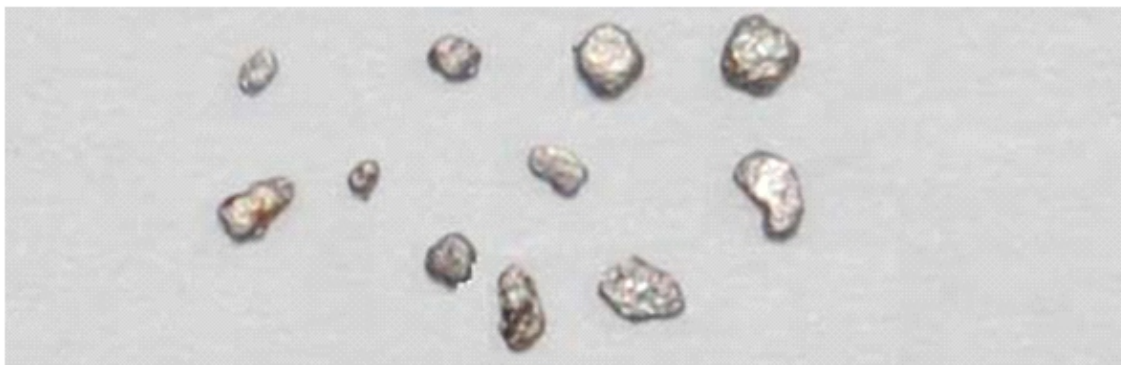


Рис. 1. Самородные зерна платины в аллювиальных отложениях бассейна реки Кюркакчай

бассейна реки Кюракчай были обнаружены зерна платины размером 0,25–2,0 мм [7,8].

Цвет обнаруженных зерен платины – серебристо-белый, блеск сильно металлический, формы неправильные, удлиненные, плоские и каплевидные, степень окатанности относится к II–III классу.

Поиски минералов платиновой группы в Азербайджане начаты с 2000 г. Необходимо отметить, что пока в этом направлении проведено немного работ, и мы не имеем большого опыта. Однако, несмотря на это, в пользу платиноидов на Малом Кавказе, а именно в центральной его части, установлены множество факторов и поисковых критериев. Они должны учитываться для поисков платиносодержащих минералов наряду с уже общеизвестными закономерностями, выявленными во время поисков месторождений металлов платиновой группы в рядах регионов мира (массивы Инаглин и Исов в Уральских горах (Россия), интрузия Стиллутер в штате Монтана (США) и др.

Существуют прямые и косвенные поисковые геологические признаки, которые позволяют указывать на наличие проявлений, месторождений металлов платиновой группы [2]. С методической точки зрения эти признаки делятся на две части: 1) прямые; 2) косвенные.

К прямым признакам поисков МПГ на Малом Кавказе можно отнести распространение платиноносных пород, а также россыпные ореолы платиноидов.

В качестве косвенного поискового признака можно отметить измененные околорудные породы, присутствие минералов соответствующего оруденения и геофизические аномалии. Это подтверждает обнаружение коренных рудных проявлений в бассейне реки Кюракчай, Тергерчай и др., распространение ореолов платиноидов в аллювиальных отложениях рек, срезающие их, а также подвергшиеся изменению минералы основных и ультраосновных пород.

По данным Гурской Л. И. [9], для определения потенциальных платиноносных интрузивных пород существуют региональные и локальные факторы, из которых многие характерны для Малого Кавказа. К региональным факторам относятся: магматические, структурные, металлогенические и

литолого-стратиграфические.

К магматическим факторам, в первую очередь, относится то, что металлы платиновой группы связаны с основными и ультраосновными породами. А эти породы широко распространены в центральной части Малого Кавказа и частично на северо-восточном склоне.

Структурный фактор составляет трансрегиональный глубинный разлом и растянувшиеся блоки, который ассимилируется разломом, отделяющий Кегче–Акеры и Сомхит–Агдамскую структурные зоны.

Характерной особенностью металлогенических факторов является то, что платиносодержащие интрузивы должны быть собственно платиновыми. Эти интрузивы широко распространены около озера Гекче (Шорджинский и др.). А то, что они являются собственно платиновыми, было указано Высоцким Л. К. еще в 1933 г.

Литолого-стратиграфический фактор объясняется нижеследующим:

- вмещающие породы должны состоять из пластических туфов осадочного происхождения;
- присутствие эффузивных пород, играющих роль экрана. На территории вмещающие породы, играющие роль экрана, состоят из туфов и туфобрекчий андезит-базальтового состава Юрского периода.

Обнаруженные известные региональные факторы на Малом Кавказе дают возможность сказать о вероятности присутствия платиносодержащих интрузивов в этом регионе.

Также, по мнению Л. И. Гурской, присутствие платиносодержащих интрузивов, выявленных на основе региональных факторов, должно подтверждаться следующими локальными факторами:

1. Интрузивами, встречающимися в вытянутом направлении, а также поперечно ему положительными и отрицательными блоками, в виде крупных блоков различных форм, что совпадает с положением офиолитового комплекса Малого Кавказа.
2. Термальными контактами с вмещающими породами на территории

распространения малых и крупных интрузивов.

3. Формированиями интрузивов в гипабиссальных условиях.

4. Ассиметрическими строениями интрузии, т. е. распространением ультрамафитовых пород в нижней части и мафитовых пород в верхней части.

5. Высокой дифференциацией.

6. Присутствием петрогенического ряда в интрузивах, который состоит из дунитов, перидотитов, пироксенитов, габбро и габбро-диабазов.

7. Присутствием таких породообразующих минералов как оливин, ортоклаз, пироксен и плагиоклаз.

8. Содержанием таких вторичных минералов как биотит, флогопит, горнблендит и др.

9. Присутствием хромитовых, медно-никелевых сульфидных и магнетитовых магматических руд.

10. Геохимическими показателями превышающими кларк.

11. Дунит-перидотит-пироксенит-габбро-габбро-диабазовой зональностью в плане от центральной части к периферии.

Большинство из вышеуказанных локальных и региональных признаков присутствуют в

центральной части Малого Кавказа, особенно на территории офиолитового комплекса.

Для прогнозирования месторождений платиновых групп на территории Малого Кавказа целесообразно:

- обозначение участков распространения ультрамафитовых и мафитовых интрузий с выделением в них дунит-перидотит-пироксенит-габбро-габбро-диабазовой формации;

- в выделенных массивах оценить перспективность распространения платины и проводить поиски платиноносных структур и горизонтов.

В подтверждение этого с целью выявления коренных источников платины в 2003–2006 гг. были проведены исследования в верховьях реки Кюракчай. В результате этих исследований у источника реки Бановшачай (левый приток реки Кюракчай) обнаружены платиноносные золото – сульфидные оруденения в интрузивах (дайках) габбро-диабазового состава (10).

В заключение отметим, что на основании региональных и локальных факторов необходимо в дальнейшем вести более точные исследования для определения наличия промышленных накоплений металлов платиновой группы на Малом Кавказе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Курс месторождений твердых полезных ископаемых. Под редакцией Татарина П. М. и Карякина А. Е. Ленинград, Недра: 1975
2. Критерий прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые. Под редакцией Д. В. Рундквиста. Ленинград, Недра: 1986.
3. Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. Изд-во АН СССР, Москва, 1956., стр. 42 – 44.
4. Смирнов В. И. и др. Курс рудных месторождений. Москва, Недра: 1986.
5. Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи. Ленинград, Издательство Академии Наук СССР 1933., стр. 18 – 20.
6. Абдуллаев Ф. Ф., Джафарова Т. В., Геоморфологическое строение и россыпная золотоносности долины р. Кюракчай. Журнал «Билги» №3. Баку 2003 г., стр. 77 – 82.
7. Гасанов С. Н., Абдуллаев Ф. Ф. Типоморфные особенности россыпного золота бассейна реки Кюракчай. Журнал «Билги» №4. Баку 2004 г., стр. 96 – 99.
8. Мусаев Ш. Дж., Казымов Т. М., Абдуллаев Ф. Ф. Платиновые минералы четвертичных отложений Кюракчайского бассейна. Журнал «Билги» №3. Баку: 2004 г., стр. 68 – 72.
9. Гурская Л. И. Платинометальное оруденения стиллуотерского типа и критерии его прогнозирования. Ленинград: 1984.
10. Исмаил-заде А. Д., Абдуллаев Ф. Ф. Россыпи золота, платины и предлагаемые их коренные источники в бассейне реки Кюракчай (Малый Кавказ). Баку: 2010.



## НОВОЕ О ГЕНЕЗИСЕ БИРМАНСКОГО ЖАДЕИТА



**И МИН,**  
докторант, Чанъаньский университет, Сианьский филиал Надзорного министерства государственных земель, г. Сиань, 710054, 710075, Китай.



**ГО МИНЬ,**  
канд. геол.-мин. наук, инженер НИИ ресурсов государственных земель провинции Хэнань, г. Чжэнчжоу, 450003, Китай.



**ЧЖАН ХАЙДУН,**  
доктор геол.-мин. наук, старший преподаватель, Чанъаньский университет, г. Сиань, 710054, Китай.



**ЛИ ЮЧЖУ,**  
доктор геол.-мин. наук, профессор, Чанъаньский университет, г. Сиань, 710054, Китай.

*Жадеиттің жасалуының бар теориялары тексерілген және үлгілерді зерттеуі нәтижелер бойынша кен орнының генезисі туралы жаңа мәлімет алынған және Бирман жадеиттің жасалуының меншікті теориясы ұсынған.*

*Анализованы существующие теории образования жадеита и по результатам изучения образцов получены новые данные о генезисе месторождения и выдвинута собственная теория образования Бирманского жадеита.*

*Eight samples from Burma were selected for geochemical study in order to determine genesis and evolution of jade. Analyses on the major, trace rare earth elements shows that there are two genesis of jade as follows: 1) it is formed by crystallization of ultrabasic magma; 2) it is formed by sodium aluminum original hydrothermal fluid from deep source metasomatism wall rocks.*

### **Геологический фон**

Породы, связанные с бирманским жадеитом, расположены в восточной части Индийской плиты, в Нага-Алагинской и Мичжининской шовных зонах. Известный в мире жадеит расположен между двумя шовными зонами, приурочен к зоне серпентинитов западной части разломной зоны горизонтального смещения Шицзе, которая в восточной части Индийской плиты прослеживается на тысячи километров и фиксируется серпентинизированными перидотитами [3].

### **Литофациальная характеристика и элементы залегания**

Жадеит является силикатным минералом и относится к ряду натриево-алюминиевого пироксена (pircivalite). Кристаллическая

структура - моноклинная сингония. Как известно, пироксены относятся к темноцветным минералам, которые, главным образом, характерны для основных и ультраосновных пород и образуются в геологической обстановке, где содержание мафического состава более высокое, а SiO<sub>2</sub> более низкое. Жадеит является светлым минералом, в нём содержание мафического состава невысокое и особое. Он, в основном, проявляется в виде жилы, дайки, линзы, неправильного кармана и др., иногда в виде небольшого штокверка и прожилков. Контактная граница жадеитовых пород с вмещающими - ясная и резкая. На краях и внутри массива жадеитовых пород часто встречаются амфиболовые и слюдястые сланцы, которые по-прежнему сохраняют

остро-ребристые обломки и дресвы, что свидетельствует о слабом метасоматизме вмещающих пород в процессе внедрения жадеитовой магмы.

#### *Геохимические характеристики*

Из таблицы видно, что содержание  $\text{SiO}_2$  в Бирманском жадеите составляет 56,51 % ~ 60,79 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – от 24,1 % до 25,5 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  – от 14,21 % до 17,10 %. Несмотря на высокое значение, диапазон изменения содержаний оксидов узкий. Это говорит о том, что материальный источник жадеита более монотонный, в процессе его формирования крупномасштабное тектоническое движение не возникало. Бирманский жадеит содержит в себе незначительное количество калия (примерно около 0,02 %), принадлежит к ряду пироксена без калия или с низким содержанием калием. Синтезирование клинопироксена с калием (Hsrlov, 1997), был выполнен в условиях высокой температуры и высокого давления.

Это подтверждает, что жадеитовая порода образована, может быть, и не в условиях высокой температуры, но в обстановке высокого давления без калия. Как видно из рисунка 1, имеется ясная зависимость между макроэлементами: между содержаниями  $\text{MgO} + \text{CaO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O}$  – линейная, между  $\text{MgO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – близко линейная. Для минералов пироксеновой и амфиболовой группы  $\text{MgO} + \text{CaO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O}$  являются очень распространенными парами-заменителями изоморфного состава и линейная зависимость их свидетельствует об образовании их в диагенетической обстановке. Изоморфный состав  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$  играет доминирующую роль в  $\text{MgO} + \text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O}$ , в процессе диагенеза составы  $\text{MgO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  относительно смешиваются и на контакте перидотитов и жадеитовых пород образуются метасоматическая порода и минерал – амфиболит и натриево-хромистый пироксен [6].

Таблица. Петрохимический состав (масс, %), анализы РЗЭ ( $10^{-9}$ ) и микроэлементов ( $10^{-9}$ ) Бирманского жадеита

№ обр,	FC-1	FC-2	FC-3	FC-5	FC-6	FC-8	FR-1	FD-1
$\text{SiO}_2$	57,12	56,50	56,80	57,32	57,11	57,30	60,72	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	25,23	24,10	24,35	25,46	24,76	25,17	22,42	
$\text{CaO}$	0,73	1,21	1,159	0,55	0,87	0,58	0,47	
$\text{K}_2\text{O}$	0,03			0,02	0,01	0,01	0,01	
$\text{Na}_2\text{O}$	14,69	14,20	14,42	14,70	14,47	14,52	12,65	
$\text{MgO}$	0,53	0,88	0,90	0,42	0,75	0,449	0,65	
La	0,05838	0,15719	0,129	0,19563	0,2709	0,28884	0,05934	0,08872
Ce	0,0914	0,28201	0,246	0,18333	0,55929	0,53164	0,09955	0,16988
Pr	0,01198	0,02758	0,027	0,03616	0,06365	0,05914	0,01086	0,01876
Nd	0,04634	0,10873	0,105	0,1364	0,23885	0,21242	0,04177	0,08149
Sm	0,00979	0,01422	0,025	0,03245	0,0518	0,0347	0,00699	0,01778
Eu	0,01475	0,02153	0,015	0,0178	0,05304	0,01445	0,00715	0,01711
Gd	0,01355	0,01581	0,022	0,02435	0,0522	0,01445	0,00715	0,01711
Tb	0,00341	0,00237	0,005	0,00289	0,00962	0,00593	0,00119	0,00257
Dy	0,014623	0,016389	0,024	0,01809	0,05076	0,022	0,00768	0,02039
Ho	0,00294	0,00241	0,007	0,00325	0,01081	0,005185	0,002363	0,002953
Tm	0,0026	0,00162	0,005	0,00144	0,00449	0,00386	0,00184	0,00463
Yb	0,033	0,01837	0,039	0,01619	0,04319	0,03808	0,01693	0,0328
Lu	0,006379	0,005577	0,008	0,00223	0,00887	0,00613	0,00255	0,00474

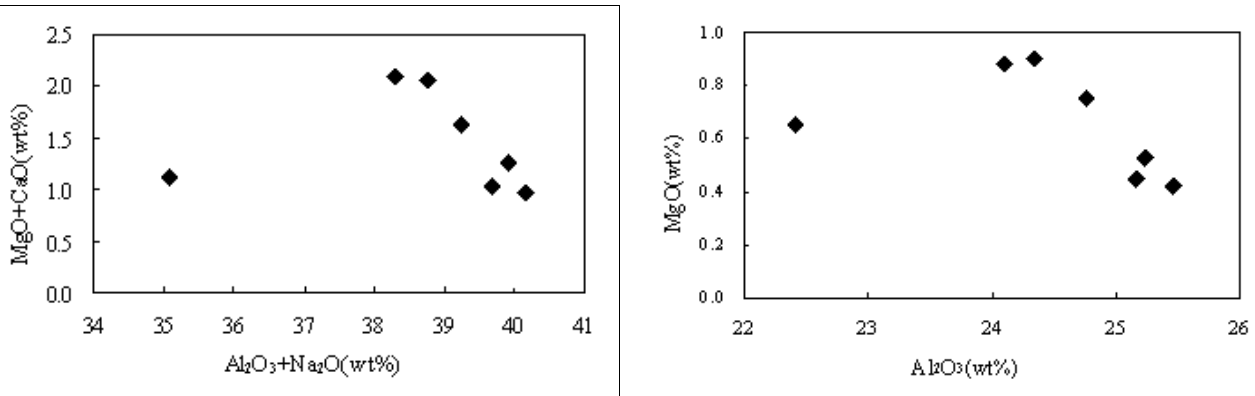


Рис. 1. Ковариантные диаграммы между MgO+CaO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Na<sub>2</sub>O, а также между MgO и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Содержание редкоземельных элементов в Бирманском жадеите, как правило, варьируется в интервале  $2 \times 10^{-9} \sim 580 \times 10^{-9}$ , в среднем  $-51 \times 10^{-9}$ , что ниже, чем содержание РЗЭ в ультраосновных породах [7]. Это связано с тем, что в процессе внедрения ультраосновная магма не была контаминирована с материалом земной коры, с одной стороны; редкоземельные элементы являются некогерентными элементами с большим ионом и в процессе кристаллизации лишь их незначительное количество входит в кристаллическую фазу, а большинство сохраняется в расплаве, с другой стороны. Кривые распределения РЗЭ Бирманского жадеита, в основном, соответствуют друг другу (рис. 2). Это указывает на то, что состав материнских пород не претерпел большого изменения и Бирманский жадеит, может быть, сформирован кристаллизацией ультраосновной магмы. На рисунке 2 видна положительная аномалия Eu,  $\delta Eu$  изменяется

в диапазоне 1,3 ~ 4,3, это указывает на то, что источник магмы находился глубоко и в процессе её эволюции не произошла кристаллизационная дифференциация плагиоклаза; если даже этот процесс происходил, плагиоклаз не выделялся.

Отношение LREE/HREE, в основном, варьируется в интервале 1,1 ~ 3, редко более 3, что указывает на незначительное обогащение легкими РЗЭ, кривая распределения РЗЭ проявляет слабый тип распределения правого наклона.

На диаграмме La/Sm-La (рис. 3) кривая представляет собой горизонтальную линию и она свидетельствует о том, что Бирманский жадеит может являться продуктом кристаллизационной дифференциации магмы. Для всех образцов отношение Zr/Hf очень близко к таковому в хондрите и это объясняется тем, что жадеитовая порода, вероятно, связана с исходным и недифференцированным, глубинным материалом.

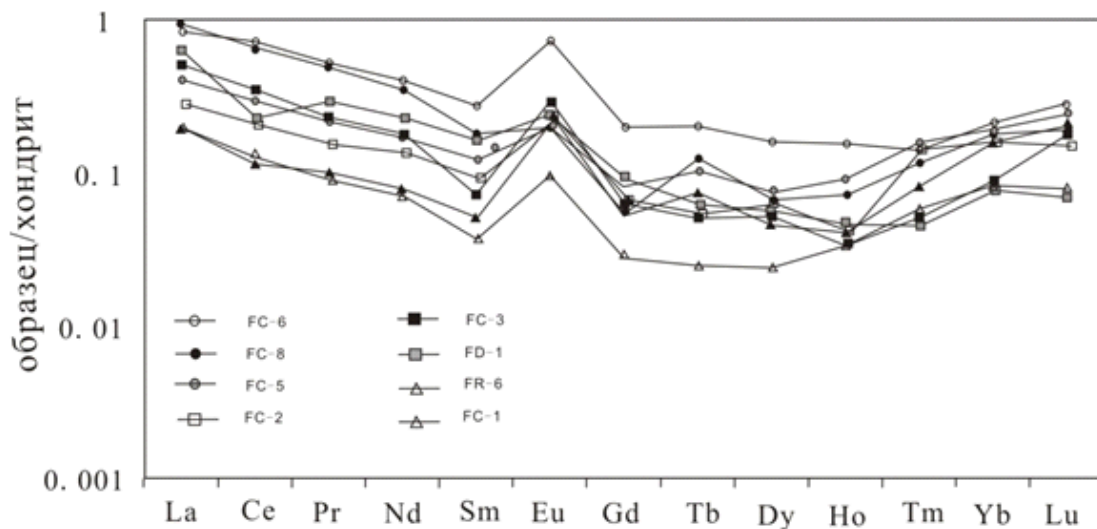


Рис. 2. Распределение РЗЭ в Бирманском жадеите



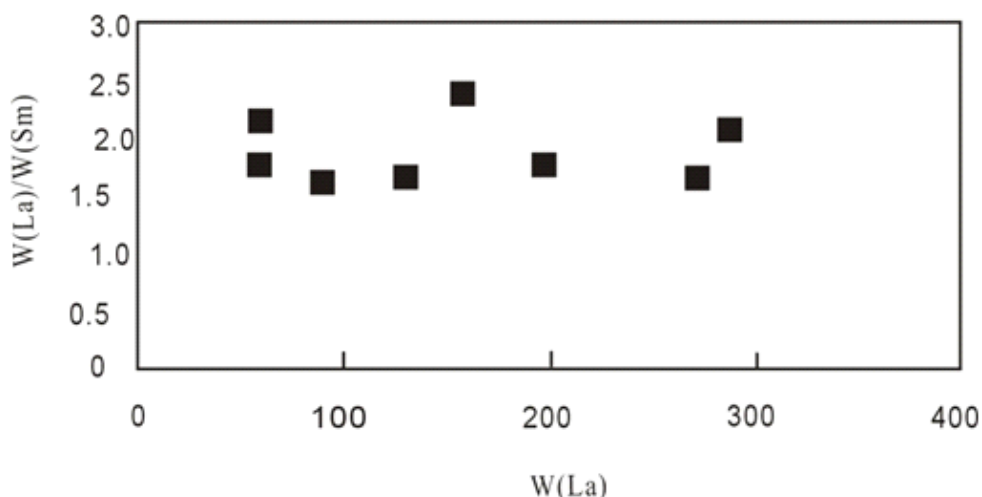


Рис. 3. Вариационная диаграмма микроэлементов Бирманского жадеита

### *Существующие теории о генезисе Бирманского жадеита*

О генезисе Бирманского жадеита существуют три теории: магматическая, метаморфическая и теория гидротермального метасоматоза.

**Магматическая теория.** М. Лакрува и др. (1930) считают, что жадеит формировался из магмы. Они полагают, что при взаимодействии с ультраосновными породами в условиях высокого давления кислый расплав теряет кремнезём и обогащается магнием, кальцием, железом и хромом; таким образом, образуется жадеитовый альбитит. Они также считают, что отсутствие кварца вызвано потерей кремнезема, но это не совпадает с тем, что между жадеитовой и вмещающей породами существует четкая граница.

**Метаморфическая теория.** W. P. Rover (1995) считает, что жадеит в серпентините так же, как и жадеит в глаукофановом сланце, был образован путем разложения примитивного альбита на жадеит и кварц в региональном метаморфизме. Однако это предположение опровергается отсутствием кварца.

**Теория гидротермального метасоматоза.** Коржинский Д. С. (1953) считает, что жадеит образуется при метасоматозе гранитоидной магмы с ультраосновными породами. По такой теории мы можем хорошо объяснить проблему отсутствия кварца, но существуют недостатки:

– Коржинский Д. С. считает, что жадеит образован путем перерождения и десицификации альбита в гранитоидной жиле, но он не объясняет источник растворов;

– по теории гидротермального метасоматоза, прежде всего в контактной зоне возникает десицификация, а в реальной ситуации все происходит наоборот;

– хотя такая теория лучше объясняет проблему отсутствия кварца, но фактически жадеитовая жила только составляет незначительную часть в ультраосновных породах и десицификация материнской породы не может удовлетворить потребность всего серпентинизированного массива [3].

### *Предлагаемая теория образования Бирманского жадеита*

Авторы представляют свою теорию о генезисе Бирманского жадеита – магматическую, надеются, что данная теория сможет объяснить проблемы, существующие в других теориях, о генезисе известного жадеита. Некоторые ученые считают [3, 8], что глубина образования Бирманской жадеитовой породы составляет расстояние от нижней части земной коры до верхней мантии, порода образовалась в насыщенном водой жадеитовом силикатном расплаве, может быть, происходящим от верхней мантии [9, 10]. Весь процесс образования приведен в следующем.

В условиях напряжения, растяжения и высокого давления натриево-щелочное вещество в слое щелочного пироксена, находящегося в нижней части перидотитов верхней мантии, под влиянием воды растворяется и непрерывно накапливается, наконец, образует обогащенный натрием раствор. В процессе

подъема данного раствора повышается растворимость алюминия в воде и вследствие падения давления увеличивается в нем содержания алюминия. Таким образом, в процессе миграции воды снизу вверх образуется гидротермальный раствор, обогащенный натрием и алюминием. Количество растворенного вещества постепенно увеличивается, а доля воды уменьшается, происходит образование обогащенного натрием и алюминием расплава насыщенного водой. В процессе подъема данного расплава по разломной зоне или по трещинам он встречается с трещиноватым дунитом или с кальциево-железистыми ультраосновными породами, и образуется более чистая жадеитовая порода с идиоморфной и зернистой структурой. Хотя дунит ингибирует активность богатого натрием и алюминием расплава высокого давления — жидкости, но все же возникает определенная реакция на обеих сторонах жилы дунита. Например, реакция расплава с

массивом приводит к формированию относительно особого и богатого натрием, алюминием и магнием слоя ряда щелочных амфиболов на контактах Бирманской жадеитовой породы: расплав реагирует на хромовым или железистым перидотитом с образованием богатого натриево-хромовым пироксена или хромового жадеита, натриевого и хромового пироксенита.

#### **Заключение**

Геохимическая характеристика Бирманского жадеита показывает, что Бирманский жадеит может:

- 1) образован путем кристаллизации ультраосновной магмы, в процессе его образования не произошла кристаллизационная дифференциация плагиоклаза; даже если такой же процесс происходит, то плагиоклаз не выделяется.
- 2) сформирован метасоматизмом вмещающих пород с глубинными натриевыми и алюминиевыми гидротермальными растворами.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Shi G H, St ckhert B, Cui W Y. Kosmochlor and chromian jadeite aggregate from Myanmar area [J]. Mineralogical magazine, 2005, 69(6): 1059-1075 [in Chinese with English abstract].
2. Ouyang Qiumei. Mineral component of jadeite jade [J]. Journal of gems and gemology, 1999, 1(1): 18-24 [in Chinese with English abstract].
3. Cui Wenyuan, Shi Guanghai, Yang Fuxu, et al. A new viewpoint-magma genesis of jadeite jade [J]. Journal of gems and gemology, 2000, 2(3): 16-20 [in Chinese with English abstract].
4. Yang Jin. The chemical composition of Burma jadeite ore its significance [J]. Journal of mineralogy and petrology, 2001, 21(4): 28-30 [in Chinese with English abstract].
5. Zhou Zhengyu, Liao Zongting, Xu Yaoming. The new genesis model of jadeite in Burma [J]. Shanghai geology, 2005, (1): 58-61 [in Chinese with English abstract].
6. Shi Guanghai, Cui Wenyuan, Liu Jing, et al. Petrology of jadeite-bearing serpentized peridotite and its country rocks from Northwestern Myanmar (Burma) [J]. Acta Petrologica Sinica, 2001, 17(3): 483-490 [in Chinese with English abstract].
7. Zhang Zhiyu, Shi Guanghai, Ouyang Qiumei, et al. Petrology of the jadeite and jade citizen omphacite from Guatemala and its geological implications [J]. Acta Geologica Sinica, 2012, 86(1): 199-210 [in Chinese with English abstract].
8. Shi Guanghai, Cui Wenyuan. Textures and microstructures of Myanmar jadeite: implications for formation of jadeite [J]. Journal of gems and gemmology, 2004, 6(3): 8-11 [in Chinese with English abstract].
9. Shi G H, Cui W Y, Wang C Q, et al. The fluid inclusions in jadeite from Pharkant area, Myanmar [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45(20): 1896-1900.
10. Zhang Weiji. Jadeite deposit geology in Pharkant area, north Myanmar [J]. Yunnan Geology. 2002, 21(4): 378-390 [in Chinese with English abstract].

## ОБРАЗОВАНИЕ ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ИОННЫХ ОРЕОЛОВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ПОИСКАХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



**КАН МИН**, доктор геологии и минералогии, доцент, Чанъаньский университет, г. Сиань



**СИ ЦИНЬБИЛИГЕ**, кандидат геологии и минералогии, Чанъаньский университет, г. Сиань



**ЛЮ ЧЭНЬ**, кандидат геологии и минералогии, Чанъаньский университет, г. Сиань



**МА ЦУФЭЙ**, кандидат геологии и минералогии, Чанъаньский университет, г. Сиань



**ЛИ ЮЧЖУ**, доктор геологии и минералогии, профессор, Чанъаньский университет, г. Сиань

**ТҮСІНІКТЕМЕ.** Жердің тереңдігінде бүркеулі кен денесі электрохимиялық еруіне тартылады, әр түрлі геологиялық құрам әсермен катионның және кешенді анионның түрінде металдық иондар қосылған бетінің қасындағы қатпарға көшеді, жоғарғы гендік ортада олар сіңіреді және шоғырланады. Топырақта еритін иондардың электр өткізгіштігінің анықтау жолымен барлық еритін иондардың шоғырлануың болжайды, иондық әкиектердің осы бөлігі топырақтағы иондық электр өткізгіштіктің аномалиясы деп аталады; белсенді металдық катиондар жасанды электр өрісі жолымен топырақтан алынған және электродқа тұндырған, иондық әкиектердің осы бөлігі геоэлектрохимиялық шығарудың аномалиясы деп аталады. Геоэлектрикалық шығарудың және топырақта иондық электр өткізгіштігінің аномалиялар геоэлектрохимиялық аномалиясы деп аталады, геоэлектрохимиялық иондық әкиектер қозғалыс жағдайда табылады, олар жердің тереңдігінде бүркеулі кен денесінің жағдай болуын шынымен бейнелеп көрсете алады.

**Геоэлектрикалық шығаруы (ЧИМ), иондық электр өткізгіштік, иондық әкиектер, бүркеулі кен орны.**

**АННОТАЦИЯ.** Скрытое рудное тело в глубине земли подвергается электрохимическому растворению, под воздействием разных геологических агентов металлические ионы в виде катиона и комплексного аниона мигрируют в рыхлый приповерхностный пласт, в гипергенной среде они адсорбируются и концентрируются. Путем определения электропроводности растворяемых ионов в почве предполагают концентрацию всех растворяемых ионов, данная часть ионных ореолов называется аномалией ионной электропроводности в почве; путем искусственного электрического поля активные металлические катионы в почве извлечены и осаждены на электроде, данная часть ионных ореолов называется аномалией геоэлектрохимического извлечения. Аномалии геоэлектрического извлечения и ионной электропроводности в почве в целом называются геоэлектрохимической аномалией, геоэлектрохимические ионные ореолы находятся в состоянии движения, они могут действительно отражать положение нахождения скрытого рудного тела в глубине земли.

**Геоэлектрическое извлечение (ЧИМ); ионная электропроводность; ионные ореолы; скрытое месторождение.**

**Abstract:** *Concealed deposits are dissolved in electrogeochemical forms. Metal anionic and cationic species of elements are migrated near the surface by all kinds of geological forces, which are enriched in supergene zone. Through measuring soil ionic conductivity, ion concentration in soil is estimated, which is called soil ionic conductivity anomalies; the metal ions of electromobile forms are extracted on either anodes or cathodes as the aid of artificial electric field, which are called CHIM anomalies. CHIM anomalies and soil ionic conductivity anomalies are called electrogeochemical anomalies. Electrogeochemical anomalies are active, and they can really identify the position of concealed deposit underneath.*

**Keywords:** *CHIM; ionic conductivity; ionic haloes; concealed deposit.*

### Введение

Ионы, образованные после растворения подземного рудного тела, мигрируют из рудного тела с глубины до сотен метров на рыхлый приповерхностный пласт при комплексном воздействии естественного электрического поля, транспортировки земных газов и др. смещающихся механизмов. Они включают в себе различные металлические ионы:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Au}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ , а также растворимые ионы:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$  и т. д. Исследователи используют искусственное электрическое поле, чтобы металлические ионы в виде активности в почве были извлечены и осаждены на электроде, данная часть ионных ореолов называется ионной аномалией геоэлектрического извлечения; они определяют электропроводность растворимых ионов в почве для предположения концентрации всех растворимых ионов, данная часть ионных ореолов называется аномалией ионной электропроводности в почве. Аномалии геоэлектрического извлечения и ионной электропроводности в почве называются в целом геоэлектрохимической аномалией (рис. 1). Вследствие того, что разные рудные тела отличаются друг от друга минеральным составом, генетическим типом и условиями образования, распределение ионов и их миграции не совсем одинаковы, образованные ионные ореолы обладают различными особенностями.

### Процесс образования ионных ореолов

Когда скрытое рудное тело под землей подвергается электрохимическому растворению, тогда растворенные ионы в состоянии окисления ( $\text{Au}^+$ ,  $\text{Au}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  и подобные) обладают более высокой силой поляризации. Они легко образуют с ионами  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{CNS}^-$  и т. д. легко растворяющие комплексы (например,

$\text{H}_2[\text{AuCl}_3\text{O}]$ ,  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ ,  $[\text{Cu}(\text{Cl})_2]$ ,  $[\text{Ag}(\text{Cl})_2]$ ,  $[\text{Ag}(\text{Cl})_3]^{2-}$ ,  $[\text{Zn}(\text{Cl})_3]$  и т. д.). При разных геологических агентах (электрохимическое поле, транспортировка земным газом, подземная вода и т. д.) такие комплексы адсорбируются ОВ, окисями железа и марганца, а также каолинитом, водоносным каолинитом и другими глинистыми минералами в поверхностном пласте и концентрируются. В гипергенных условиях металлические элементы сложно изменяются, например, Au.

В почве, особенно в зоне окисления сульфидного месторождения и в районе развития гумуса, ион золота легко образует многообразными координационными телами растворимые комплексы, а также коллоидное и суспензивное золото, которое смещается. В том числе, комплексное золото образуется только в зоне минерализации, особенно комплексное золото  $\text{Au}_2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  более всех обладает специализацией. В фоновой зоне образуется только коллоидное или суспензивное золото. Поэтому золото в виде комплексного иона тесно связано с рудным телом, и его наличие является важным показателем при поисках слепых рудных месторождений [1].

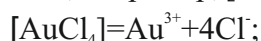
Величина рН в почве прямо или косвенно оказывает влияние на активность золота. В кислой среде, там, где пирит, пирротин и другие сульфиды окисляются, золото становится более легко-растворимым. Но в щелочной среде, там, где существует подходящий комплексный реагент, золото обладает более высокой активностью. Хлоридный комплекс золота  $[\text{AuCl}_4]$  и его другие кислые комплексы стабилизируются только в кислой среде. Нейтрализация способствует выделению этих комплексов с осаждением окиси, гидроокиси металла или золота. Также щелочные комплексы золота, например,  $[\text{Au}(\text{CN})_2]$  и  $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)]$  стабильны



только в щелочной среде. Поэтому изменение величины  $pH$  играет важную роль в активности комплексов растворимого золота в почве. В почве химическое поведение золота в незначительной степени зависит только от влияния величины  $pH$  на ион золота и его комплексы. Наличие железа, марганца, алюминия и ОВ также разным образом изменяет процесс воздействия [2].

Метод геоэлектрического извлечения также называется методом ЧИМ (частичное извлечение металлов электродиализом). В процессе геоэлектрического извлечения ионов водородный ион, находящийся около катода, масштабным образом расходуется ( $2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \uparrow$ ) вследствие того, что реакционная скорость электрода  $H^+$  намного больше, чем миграционная скорость иона  $OH^-$  и около катода проявляется щелочное свойство. Для ликвидации препятствия миграции катионов и их извлечения от большой щелочности мы равномерно наливаем определённое количество жидкой азотной кислоты на катод, чтобы щелочение около катода получило нейтрализацию, к тому же это благоприятно для активизации рудообразующего материала, а также для повышения эффекта извлечения.

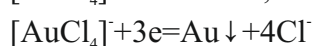
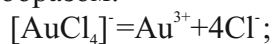
В растворе комплексные анионы золота более или менее образуют комплексные анионы и координационное тело, одновременно существует следующее равновесие, например,  $[AuCl_4]^-$ :



$$K_{\text{нестабильный}} = [Au^{3+}][Cl^-]^4 / [AuCl_4]^-;$$

где  $K_{\text{нестабильный}}$  — константа диссоциации.

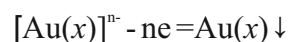
Если изменяются условия равновесной системы в равновесии диссоциации комплексного аниона, то равновесие будет смещаться. В процессе электрического извлечения на катоде катион  $Au^{3+}$  получает электроны и выделяет Au, таким образом, в почвенном растворе концентрация катиона  $Au^{3+}$  уменьшается, равновесие смещается по направлению диссоциации комплексного аниона (т. е. комплекс  $[AuCl_4]^-$  был нарушен), таким образом:



Для нормального катодного извлечения анод располагают на

значительном расстоянии, и основное количество катионов Au концентрируется на катоде. Около катода комплексный анион нарушает диссоциированное равновесие с одной стороны, на катоде непрерывно выделяется золото, а вследствие того, что анион сам носит отрицательный заряд и далеко отходит от катода, с другой стороны. Объём электрохимической диссоциации комплексного аниона очень ограничен, поскольку такой процесс только возникает около катода.

Если используют “дипольное” извлечение, то комплексный анион смещается на анод, где он потеряет электроны с осаждением в виде соли золота [3], т. е.:



Комплексный анион, образованный катионом  $Au^+$ , может диспропорционироваться на электроде с выделением  $Au^0$ . Если анод представляет собой адсорбционный электрод из ленивого электрода (углеродного прута) и пенной пластмассы, то большее количество комплексных анионов концентрируется на адсорбционном электроде. В то же время золото, извлеченное на катоде, представляет собой бывшие катионы  $Au^{3+}$  и  $Au^+$ , а также  $Au^{3+}$ , смещающиеся к аноду и диссоциированное в комплексном анионе.

### Модель образования ионных ореолов

Вследствие того, что вступает внешне добавляющее электрическое поле, область извлечения ионов для метода геоэлектрического извлечения значительно шире, чем геохимической съёмки почвы и метода пенной адсорбции. Для элементов, проводящих геохимическую съёмку почвы, величина области их эффективного извлечения равна размеру ямы опробования. Обычно данная величина изменяется в интервале нескольких сантиметров, максимально не более 10 см; а для метода пенной адсорбции данная область чуть больше, чем геохимической съёмки почвы, обычно варьирует в интервале от нескольких до десятка с лишним сантиметров; а область для метода геоэлектрического извлечения ионов значительно большая, из формулы радиуса извлечения  $r_i = [3u \cdot I_p / 2\pi \cdot T]^{1/3}$  известно [4], что она может достигать десятков

сантиметров, где

$r_1$ —радиус извлечения;

$u$ —мобильность иона;

$I$ —ток питания;

$T$ —время поставки питания;

$\rho$ —сопротивляемость среды.

В ограниченной области извлечения мы можем расширять радиус и усиливать аномалию путём повышения напряжения электропитания. Металлические катионы, полученные методом геоэлектрического извлечения, являются частью металлической суммы в почве, хотя содержание более низкое, но данная часть элементов находится в состоянии активности, очень тесно связана с рудным телом.

При изучении золоторудного месторождения представленного крупнозернистыми, включенными частицами, золото в виде атомного состояния не может двигаться силой электрического поля в процессе геоэлектрического извлечения, таким образом, фиктивная геохимическая аномалия, вызванная “эффектом зернистого золота” и другой причиной, уничтожается. Предлагаемый метод может более точно отражать положение нахождения рудного тела; а для метода геохимической съёмки почвы аномалия Au представляет собой сумму данного металла в почве. Путём тонкой переработки и полного растворения почвенной пробы золота в разных состояниях участвует в подсчёте содержания, что легко приводит к появлению фиктивной аномалии, т. е. «эффект зернистого золота»; хотя метод пенной адсорбции извлекает ион Au, но область его извлечения ограничена пенным экстрактором и контактной поверхностью почвы, поэтому количество извлечения для данного метода чуть ниже, чем метода геоэлектрического извлечения. Ниже мы приведём примеры 4 видов золоторудных тел, чтобы рассмотреть модель образования геоэлектрoхимических ионных ореолов.

1. Золоторудное тело, обнаженное на участке с более крутым склоном (рис. 2-А) [5]: после того, как положение обнажения данной группы рудного тела терпит выветривание и денудацию, минеральные составы двигаются вниз на расстояние до нескольких метров и максимально даже до нескольких километров по рельефному склону. В процессе

транспортировки растворенная в воде часть золота в виде комплексного и коллоидного состояния, а также золото в тонкозернистом виде сносятся дождевой водой, крупнозернистое и включенное золото, нерастворенное в воде, транспортируется до более ровного участка, находящегося далеко от рудного тела, и осаждается. Анализ геохимической пробы почвы над рудным телом показывает слабую аномалию с  $0.1 \times 10^{-9} \sim 1 \times 10^{-9}$ , что приближается к фону, аномалия легко игнорирована; а крупнозернистое и включенное золото, транспортированное до ровного участка без руды, проявляет высокую величину с образованием фиктивной аномалии, центр её концентрации находится далеко от рудного тела.

Наоборот, для метода геоэлектрического извлечения ионов вследствие существования рудного тела ион золота непрерывно смещается вверх при комплексном воздействии электрохимического поля и земного газа, хотя только имеются слабые ионные ореолы с  $0.1 \times 10^{-9} \sim 1 \times 10^{-9}$ , но данная золотая аномалия представляет собой очень надёжную информацию при поисках рудных месторождений. В то же время метод геоэлектрического извлечения ионов обладает способностью возбуждения и извлечения ионов вокруг электрода, что способствует концентрации иона в области эффективного извлечения и смещаться до показательного электрода для усиления аномалии. Вследствие того, что крупнозернистое и включенное золото, транспортированное до участка без руды, находится в атомном состоянии, к тому же для такого золота внешне добавляющее электрическое поле не образует приводную силу, такое золото не может получаться извлекающимся электродом, поэтому на участке без руды не проявляется аномалия. Таким образом, для данного типа рудного тела метод геоэлектрического извлечения может коренным образом удалять «эффект зернистого золота», концентрационный центр его аномалии может точно отражать положение нахождения рудного тела. Например, золоторудные месторождения Хулалин провинции Хэйлуцзян [6] и Фаньши провинции Шаньси КНР [7] и другие.

Информация, полученная методом

пенной адсорбции, показала, что ионы также находятся в активном состоянии, в то же время область извлечения данного метода выше, чем геохимической съемки почвы, поэтому пик его аномалии сильнее, чем геохимической аномалии почвы, но слабее, чем метода геоэлектрического извлечения.

2. Золоторудное тело, обнаженное на более ровном участке (рис. 2-B): после выветривания и денудации данная группа золоторудных тел обнажается на поверхности, золото в виде комплексных анионов, коллоидного состояния, тонких и крупных зерен, а также включений находится недалеко от рудного тела. Над рудным телом концентрационные центры, оконтуренные геохимической съемкой почвы, геоэлектрическим извлечением ионов и пенной адсорбцией, в основном, совпадают друг с другом, все они появляются над рудным телом. Но для метода геоэлектрического извлечения амплитуда аномалии Au высокая, аномалия обладает малой шириной и очень ясным проявлением. Это, в основном, объясняется тем, что область эффективного извлечения метода геоэлектрического извлечения ионов больше, чем метода геохимической съемки почвы, к тому же роль концентрирования внешне добавляющего электрического поля приводит к тому, что аномалия, полученная данным методом, сильнее, чем полученная методом пенной адсорбции. Например, золоторудное месторождение Ванхэ уезда Ли провинции Ганьсу КНР [8] и серебряно-рудное месторождение Лишуди провинции Гири Китая [9], а также мышьяково-полиметаллическое месторождение Илю города Шаогуань провинции Гуандун КНР [10] и другие.

3. Погребённое рудное тело (рис. 2-C): после выветривания и денудации данная группа золоторудных тел перекрывается четвертичными отложениями и транспортно-осадочным материалом. В поверхностной почве крупнозернистое и включенное золото отсутствует, существуют только ореолы комплексного аниона данного элемента, интенсивность ореолов зависит от мощности осадочного покрывного пласта и растворения золоторудного тела, а также от контролирования смещающейся навверх

способности иона Au. Обычно ореолы комплексного аниона проявляются более слабо, аномалия трудно обнаружена методом геохимической съемки почвы, скрытое рудное тело легко игнорируется. Именно метод геоэлектрического извлечения может получать комплексный анион Au, такое золото комплексного аниона очень тесно связано с рудным телом и поэтому данный метод становится эффективным при поисках золоторудных тел данной группы. Например, золоторудное месторождение Цзиньшань [9] и меднорудное месторождение Дунсян провинции Цзянси КНР [10], свинцово-цинковое месторождение Фаньши провинции Шаньси КНР [7] и полиметаллическое месторождение рудного Алтая России [11] и другие.

4. Слепое рудное тело (рис. 2-D): в длительное время геологической эволюции данная группа золоторудных тел претерпевает физико-химическое воздействие, ион золота и его комплексные анионы фильтруются навверх, смещаются и диффундируются по трещинам во вмещающих породах на поверхность с образованием первичных ореолов. На более ровном участке поверхностные породы вторично выветриваются с образованием тонкой почвы, где содержится определенное количество комплексных анионов золота. Метод геоэлектрического извлечения ионов также может точно оконтурить объём аномалии, усиливать ее интенсивность. Например, золоторудное месторождение Иньгэцжуан города Чжаоюаньпров. Шаньдун КНР (рис. 3), серебряно-золоторудное месторождение Ньюцзюаньцзыпров. Хэбэй КНР [9], а также Cu-Ni месторождение на Кольском полуострове [12] и другие.

#### Особенности ионных ореолов

1. Опыт геоэлектрохимической разведки показывает, что геоэлектрохимические ионные ореолы совпадают с вертикальной проекцией скрытого рудного тела на дневную поверхность [13-17]. В данной работе авторы проводят эксперименты геоэлектрохимического «дипольного» извлечения и съемки ионной электропроводности почвы в известном разрезе рудного тела 1<sup>#</sup> на

золоторудном месторождении Иньгэчжуан (город Чжаоюань провинции Шаньдун КНР), на одинаковых точках отбирают вторичные ореолы рассеяния для сравнения и изучения (рис. 3). Данный разрез перекрывается четвертичными элювиально-делювиальными отложениями, разрез не пропитан минерализацией, но в пяти скважинах на измеряемом разрезе была обнаружена руда. Из рисунка 3 видно:

(1) Место проекции богатой руды на поверхность соответствует пику аномалии, полученной геоэлектрическим извлечением, величина аномалии ионной электропроводности почвы более высокая, но место пика аномалии вторичных ореолов рассеяния отличается от места проекции богатой руды на поверхность на 20 м.

(2) Съёмка вторичных ореолов рассеяния только проявляет высокие величины аномалии в месте богатой руды, а геоэлектрическое извлечение и съёмка ионной электропроводности почвы проявляют аномалию с хорошей непрерывностью и стабильностью над скрытым рудным телом.

(3) Вторичные ореолы рассеяния содержат в себе более высокое Au (по максимальной величине, аномалия вторичных ореолов рассеяния выше, чем аномалия геоэлектрического извлечения в 2 раза). Это объясняется тем, что для вторичных ореолов рассеяния авторы измеряют сумму молекулярного (включая соединения и отдельный элемент) и ионного состояния золота в пробе, а для геоэлектрохимического метода измеряют состав иона активного состояния.

2. Элементарный состав ионной аномалии геоэлектрического извлечения обычно соответствует составу рудообразующего вещества скрытого рудного тела. На рис. 4 показывается результат геоэлектрохимического использования, полученный S.G. Alekseev et al (1996) над изученным Pb-Zn месторождением [18]. В рудном теле А содержание Pb с Zn сравнимое, и варьирует в 5—7%, а в рудном теле В

содержание Pb достигает 10%, Zn только - 0.05%. Намыв песчано-глинистых отложений достигает 15—20 м по мощности. Над Pb-Zn рудным телом существуют аномалии Pb и Zn, а над Pb рудным телом только аномалия Pb.

3. Концентрация показательного элемента в геоэлектрохимических ореолах незначительная, например, над золоторудным месторождением концентрация иона золота на поверхности только составляет  $n \times 10^{-2} \sim n \times 10^{-4}$  ppb, а над меднорудным месторождением концентрация иона меди на поверхности иногда только -  $0.1 \sim 1$  ppm. Геоэлектрохимические ореолы позволяют установить низкую ионную концентрацию, которую невозможно наблюдать при изучении нормального метода. Геоэлектрохимический метод концентрирует и извлекает состав в ионном состоянии с помощью искусственного электронного поля, извлекающей жидкости и комплексирования и усиления адсорбционного электрода. Несмотря на незначительное содержание, эта информация является более надежной, потому что элементы проявляются в активном состоянии, а вещество, играющее помеховую роль в нормальной геохимической разведке, не может дать такую информацию.

4. Динамическое равновесное отношение сохраняется между ионными ореолами и скрытыми рудными телами (или телами минерализации), ион в ионных ореолах непрерывно расходуется вследствие диффузии, смещения, осаждения и восстановления, с одной стороны, а с другой стороны, он непрерывно добавляется ионом из глубокого скрытого рудного тела, чтобы сохранялось динамическое равновесное состояние. Если глубокий ионный источник (рудное тело) исчезает или канал ионного смещения пересекается, то геоэлектрохимические ореолы также исчезают [19]. Рис. 5 представляет собой результат, полученный путем метода геоэлектрического извлечения иона на линии 7 меднорудного месторождения Аньцзишань провинции Цзянсу КНР [19]. Из рисунка видно, что точки 7—15 являются отработанным пространством, геохимическая съёмка почвы показывает, что еще существует проявление аномалии, но для метода геоэлектрического извлечения не имеется проявление аномалии.



А на точках 15—20 с неотработанным участком для того и другого методов проявляется явная аномалия.

5. Ионы в ионных ореолах носят заряд, это представляет собой предпосылку для использования метода геоэлектрического извлечения и съёмки ионной электропроводности почвы.

6. В ионных ореолах, полученных методом геоэлектрического извлечения ионов, показательный элемент в ионном состоянии смещается по вертикальному направлению больше, а по горизонтальному - меньше, так как техника геоэлектрического извлечения может наблюдать слепое рудное тело, находящееся на большой глубине. Практический опыт Российской геоэлектрохимической разведки показывает, что данный метод позволяет устанавливать рудные месторождения под коренными породами на глубине 500 м, в том числе, месторождения цветных и драгоценных металлов под накрытым чехлом мощностью 150—200 м, а также месторождения нефти и газа под фундаментальными породами на глубине 1400 м [20-24].

#### Заключение

Практика показывает, что вокруг подземного рудного тела и в рыхлом приповерхностном слое существуют ионные ореолы. Геоэлектрохимический метод измеряет электропроводность иона и проводит электрическое извлечение металлических ионов на основе существования данных ореолов. Опытное изучение и теоретический анализ показывают, что модель образования геоэлектрохимических ионных ореолов была обобщена такой: растворение рудного тела → смещение ионов → превращение ионов на

дневной поверхности → образование геоэлектро химических ионных ореолов. Данные ореолы представляют собой активное состояние, ионная аномалия может действительно отражать положение глубокого скрытого рудного тела под землей. В покрытом аллохтонными осадками районе рыхлые приповерхностные осадки, накрывающиеся на поверхности коренных пород, не являются продуктом выветривания автохтонных коренных пород, а представляют собой продукт транспортировки из далёкого места. Информация при геохимических поисках рудных месторождений, содержащаяся в коренных породах или в элювии, покрытом аллохтонными осадками, где нормальный метод геохимической разведки встречается с трудной проблемой, геоэлектрохимический метод может извлекать металлические ионы в активном состоянии на старом месте, он играет роль усиления аномалии при воздействии внешне добавляющегося электрического поля. Из вышеизложенных опытов видно, что данный метод является эффективным.

Авторы выражают искреннюю признательность профессорам Цэнь Куан и Лю Сяньжун за поддержку и помощь в процессе составления статьи, а также руководителю и сотрудникам Чжаоюаньской корпорации «золото» провинции Шаньдун КНР за поддержку и помощь в процессе лабораторного исследования.

Работа была поддержана программой 973 национальных фондов Естественных Наук КНР (№. 40743018) (This work was supported by the National Natural Science Foundation of China, No.40743018).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Jiang Jingye*, 1998. Review of the method of hydrogeochemical exploring gold. Geological Science and Technology Information // vol. 17 ( 1 ) : 97-101 [in Chinese with English abstract].
2. *Boyle R. W.*, 1979. The geochemistry of gold and its deposits. Geological survey Bulletin, pp.280.
3. *Deng Taosheng*, 1991. Discussion on the formation mechanism of gold ion halos in hidden gold deposits. Journal of Guilin College of Geology // vol. 11 ( 2 ) : 171-175 [in Chinese with English abstract].
4. *Li Jinming, Lu Jun, Yan Liangjun*, 1998. Theoretical and experimental study for geoelectrochemical extraction method. Earth Science Frontiers // vol. 5 ( 1-2 ) : 208-216 [in Chinese with English abstract].

- abstract].
5. Kang Ming, Guo Lei, 2008. The formation of halos CHIM. Bulletin of mineralogy, Petrology and Geochemistry//vol. 27 ( 2 ) : 195-199 [in Chinese with English abstract].
  6. Yang Shaoping, Kong Mu, Liu Huazhong et al, 2002. The geochemical features of the stream sediment in forest swamp landscape district in Daxinganling. Geology and Prospecting// vol. 38 (supplement): 193-198 [in Chinese with English abstract].
  7. LuoXianrong, Yang Xiao, 1989. Geoelectrochemical Measurement for concealed oredeposit exploration and prognosis. Geology and prospecting// vol. 25 ( 2 : 43-51[in Chinese with English abstract].
  8. Hu Yunhu, 2000. The experiment of the geoelectro-extraction exploration methods in the Wanghe gold deposit in Lixian, Gansu. Mineral resources and geology //vol. 14 (1): 44-47 [in Chinese with English abstract].
  9. LuoXianrong, 1996. Geoelectrochemical prospecting methods and searching for deep ore deposits. Beijing, Metallurgical industry press, pp. 235[in Chinese ].
  10. Chen Shuisheng, 1994. The ore-prospecting results of the electric ionic extraction method in gold mine at Huyu, Dongxiang. Geology of Jiangxi //vol. 8 ( 2 ) : 148-155[in Chinese with English abstract].
  11. Antropova L.V., Goldberg I.S., Voroshilov N.A., Ryss Yu.S., 1992. New methods of regional exploration for blind mineralization: application in the USSR. J. Geochem. Explor.//vol. 43: 157-166.
  12. Ю. С. Рысс. Геоэлектрохимический метод разведки, М.: 1983. Перевод на китайский язык, Пекин: Издательство «Дичжичубаньшэ», 1986, p.244
  13. Talapatra A.K., Talakdar R.C., De P.K, 1986. Electrochemical technique for exploration of base-metal sulphides. J. Geochm. Explor.//vol. 25: 389-396.
  14. Kang Ming, Luo Xian-rong, 2003. Improvement and applied results of geoelectrochemical methods.// Geology and prospecting// vol. 39 ( 5 ) : 63-66[in Chinese with English abstract].
  15. Kang Ming, Cen Kuang, LuoXianrong, 2006. **Application of “dipole CHIM” electrified by low voltage dipole.** Geology and prospecting//vol. 42 ( 4 ) : 81-85[in Chinese with English abstract].
  16. Li Jiang, GaoMinghai, Wang Shimei et al, 1989. Electrogeochemical extraction techniques using in exploration for gold. Geology and prospecting// vol. 25 ( 1 ) : 52-54 [in Chinese with English abstract].
  17. LuoXianrong, HouBaohong, Wen Meilanna et al, 2008. CHIM-geoelectrochemical method in search of concealed mineralization in China and Australia. Chin. J. Geochem. vol. 27: 198-202.
  18. Alekseev S.G., Dukhanin A.S., Veshev S.A., Voroshilov N.A., 1996. Some aspects of practical use of geoelectrochemical methods of exploration for deep-seated mineralization. J. Geochem. Explor. //vol. 56 : 79-86.
  19. FeiXiquan, 1992. The electric ionic extraction method. Beijing, Geological Publishing House pp. 122 [in Chinese]
  20. Hoover D.B., Smith D.B., Leinz R.W, 1997. CHIM—Anelectrogeochemical partial extraction method: a historical review. U.S. Geol. Surv. Open-File Rep. 97-92, 35pp.
  21. Tan Keren, 2000. Advances in new techniques and methods for geoelectrochemical prospecting and exploration of gold deposits. Gold science and technology// vol. 8 ( 1 ) : 23-31[in Chinese with English abstract].
  22. В. Ю. Заичеко. Управление геофизических работ Мингео СССР. Рекомендация опытов использования геоэлектрохимических методов при поисках и разведке рудных месторождений, методы разведочной геофизики, использование геоэлектрохимических методов при поисках и разведке рудных месторождений [М], 1988, 121-125.
  23. Ю. С. Рысс, И. Г. Гольдберг, С. Г. Алексеев. Струйная миграция вещества в образовании вторичных ореолов рассеяния [J]. Доклады Академии Наук, 1987, т. 297 (4): 956-958.
  24. О. Ф. Путиков, А. С. Духанин. О возможном механизме формирования "струйных" вторичных ореолов рассеяния [J]. Доклады Академии Наук, 1944, т. 338 (2): 219-221.

## К ПРОБЛЕМЕ ПЛАТИНОНОСНОСТИ НЕДР КАЗАХСТАНА

**С. С. ЧУДИН,**  
(СКФ АМР РК)

Мақалада Республика және Солтүстік Қазақстан аумағындағы платина тобындағы металл бойынша толықтай зерделенген ағымды жағдай баяндалған. МПГ іздеу жұмыстарын күшейту мақсатына «Қазақстан платинасы» мемлекеттік бағдарламасын өңдеуді ұсынады, оның іске асырылуы ең қолайлы жолмен мемлекеттің платина-металдық базасын құруға мүмкіндік береді. Бағдарламаны өңдеу және орындауда тәжірибелі шетел геолог-кеңесшілерді тартумен, Қазақстанның жетекші геологиялық ұйымдарын іске қосу ұйғарылып отыр.

Солтүстік Қазақстанды кендендірудің әлеуетті платина-металдық түрі айтылған.

В статье изложена текущая ситуация изученности территории Северного Казахстана и Республики в целом по металлам платиновой группы. С целью разворота поисковых работ на МПГ предлагается разработать государственную программу «Платина Казахстана», реализация которой позволит наиболее оптимальным путем создать платинометалльную базу государства. В разработке и выполнении программы предполагается задействовать ведущие геологические организации Казахстана с привлечением опытных зарубежных геологов-консультантов.

Озвучены потенциально платинометалльные типы оруденения Северного Казахстана.

The article describes current situation on examination of the Northern Kazakhstan and the Republic on the whole concerning platinum group metals. In order to start exploration of PGM it is proposed to develop state program "Platinum of Kazakhstan", which implementation will enable the best way to create a platinum base for the state. For the development and implementation of the program it is supposed to involve leading geological organizations of Kazakhstan with participation of experienced foreign geologists and consultants.

Potentially platinum metal types of mineralization in the Northern Kazakhstan were announced.

### Состояние и пути решения проблемы

Для определения новых перспективных направлений поисковых работ, как для Северного Казахстана, так и республики в целом, необходимо от эпизодических полудействий, в виде констатации фактов и микроплощадных полуобобщений по проблеме платиноносности, перейти к осознанной постановке решения этой проблемы в масштабах государственной программы. Мы с восхищением излагаем свои находки металлов платиновой группы (МПГ) и с не меньшим восторгом развенчиваем таковые в назидание быть более скорпуплезным [3], решая проблему платиноносности территорий, отдельных структур, объектов и т. д. Проблема сложная, будущие результаты по масштабности и экономической значимости неоднозначны, а в итоге и ответственность за ее выполнение, бесспорно, высока. Но во все времена ответ находится в результате реализации практических действий.

Для нас ярким примером может служить исторически близкое событие – выявление в России Корякско-Камчатской платиноносной провинции, как россыпной,

так и в базит-ультрабазитовых комплексах, открытие нетрадиционных источников МПГ в различных геологических обстановках мира: сульфидоносные углеродистые формации, габбро-плагиогранитовые комплексы Худолазовского типа и др.

В сложившейся неопределенной ситуации геологической службе Казахстана необходимо создать глобальную государственную программу – «Платина Казахстана». Подобная крупномасштабная программа и позволила в относительно короткие сроки выявить Корякско-Камчатскую платиноносную провинцию.

К разработке программы следует привлечь наиболее подготовленных ученых-геологов и специалистов профессионалов. Следует использовать и опытных геологов-консультантов, продуктивно занимающихся проблемами платиноидов. Во избежание потерь времени на согласования и другие процедуры прохождения программы, ее разработку и реализацию целесообразно осуществить в Научно-инновационном центре, созданном при МИНТ РК.

Руководителями и исполнителями программы на местах можно предопределить территориальные филиалы Академии МР РК.

Важно обеспечить своевременный доступ исполнителям к геологической информации. Созданные камеральные, поисково-ревизионные и поисковые подразделения, при филиалах Академии МР РК, будут непосредственными исполнителями работ и обеспечат на первом этапе: сбор, обобщение, анализ имеющихся материалов касательно проблемы платиноносности территории республики. Горно-буровые работы будут осуществлять специализированные организации по договорам субподряда.

Мозговой центр - Институт новых научных технологий с привлечением ведущих специалистов страны подготавливает, совместно с филиалами АМР РК, согласованную методику и рабочую программу, координирует и определяет (разрабатывает) унифицированное программное обеспечение, структуру и содержание отчетного материала. Он же формирует современную аналитическую базу на МПГ. Заключительный отчет с рекомендациями по дальнейшему направлению и расширению работ на перспективных территориях рассматривается на НТК МИНТ. Финансирование работ по составлению программы и ее реализации обеспечивается МИНТ через Институт новых научных технологий.

Разработанная государственная программа «Платина Казахстана» позволит целенаправленно определить первоначальные для изучения геологические структуры, объекты, с целью создания новой перспективной платинометальной минеральной базы Республики Казахстан.

#### **Перспективы поисков МПГ в Северном Казахстане**

Проблемы платиноносности территории Северного Казахстана поднимались в разные годы в связи с хромитоносностью ультрабазитов Зауралья, медно-никелевым оруденением, (минерализацией) ультрабазитов Зауралья, Северного Улытау, Кокшетавской глыбы, проведением опробования на различных стадиях геолого-съёмочных и поисковых работ - ультрабазитовых тел и кор выветривания развитых по ним, сульфидизированных углеродистых пород и др.

На сегодня в пределах территории деятельности МД «Севказнедра» известны шесть потенциально платиноносных областей: Зауральское поднятие, Валерьяновская зона, Северное Улытау, Жаркаинагашский антиклинорий, Калмыккульский синклинорий, Кокчетавский срединный массив.

На территории **Костанайского Зауралья**, в пределах Берсуатского, Подольского, Кундыбаевского, Шевченковского, Джетыгаринского, Милютинского массивов ультрабазитов установлены десятки мелких проявлений хромитов с содержанием оксида хрома от 27 % до 57 % и платины в количестве 0,002 – 0,1 г/т. В ряде проявлений, отработанных в 1930–1940 гг., оруденение прослежено на глубину от 3 м до 100 м. В основном, проявления охарактеризованы только с поверхности. В свою очередь, на площади развития ультрабазитов и вмещающих их толщ имеются интенсивные гравитационные аномалии от глубокозалегающих объектов. Так в 55–60 км к югу от г. Житикара, через одну из таких аномалии силы тяжести, проходил региональный сейсмический профиль ГСЗ Темиртау – Куйбышев. Профилем пересечена Увельско-Кундыбаевская региональная гравитационная аномалия, протягивающаяся на 1300 км от широты г. Челябинска (Россия) – на севере, до широты г. Муйнак (Узбекистан) – на юге. Ширина аномальной зоны 25 – 30 км. По данным сейсморазведки, данную аномалию обуславливает уплощенное субвертикальное тело, контролируемое Челябинским и Джетыгаринским глубинными разломами [1]. По результатам интерпретации скоростных разрезов здесь (Шевченковский массив) устанавливается два гипоцентра: верхний на глубине 2 – 14 км, отвечающей «слепой» интрузии основного (ультраосновного?) состава, и нижний на глубине 20–30 км. В пределах выявленного верхнего центра и примыкающих к нему площадях возможно открытие платинометально-хромового оруденения на глубинах около 1 км и глубже. По масштабу объект близок к Алмаз-Жемчужному месторождению Кемпирсайского хромитоносного района. Не исключается возможность и медно-никелевого оруденения с МПГ. Не менее интересны в плане перспектив платино-



носности древние? амфиболиты и сланцы с магнетит-титановым и редкоземельным оруденением [2], пространственно расположенные к западу от Шевченковского массива в зоне влияния гравитационного максимума Увельско-Кундыбайской региональной аномалии.

Не менее перспективны на золото-платинометальное оруденение [8] углеродистые образования алексеевской свиты, претерпевшие березит-лиственитовый метасоматоз, в первую очередь, в Бурыктальско-Джетыгаринской грабен-синклинали.

Второй пояс ультрабазитовых пород, перспективных на хромит-платиновое оруденение, трассирует Тобольский глубинный разлом с приуроченными к нему Гришинским, Денисовским, Максимовским, Красноармейско-Мечетнинским гипербазитовыми массивами дунит-гарцбургитовой формации. Несколько в стороне располагаются: Батмановский, Бурлинский, Давидовский массивы. Из них Бурлинский, Давидовский массивы относятся к потенциально платиноносной дунит-клинопироксенит-габбровой формации [5, 6, 7, 9]. Из вышеперечисленных массивов, сложенных серпентинизированными перидотитами, пироксенитами, дунитами, наиболее высокие концентрации платины выявлены в Гришинском, Батмановском массивах, до 1 г/т, в убогих хромитовых рудах, а в сульфидных концентратах Бурлинского массива установлены содержания: до 0,6-1,4 г/т платины и 0,84 г/т палладия [7].

Особый интерес может представлять Притобольский золоторудный узел: Тохтаровское, Южно-Тохтаровское месторождения; Коломенское, Юбилейное, Максимовское рудопроявления с комплексными платино-метально-киноварь-золото-антимонит-пирит-арсенопиритового типа рудами (Красногвардейско-Мечетнинский, Максимовский гипербазит-базитовые массивы), а также углеродистые образования силурийского возраста с развитыми по ним березит-лиственитовыми метасоматитами с золото-пирит-арсенопиритовой минерализацией.

**А к к а р г и н с к а я** группа ультрабазитовых массивов структурно контролируется глубинным разломом.

Выделяются Западный, Средний и Восточный Аккаргинские серпентинизированные массивы ультрабазитов, для которых характерно чередование апогарцбургитов и аподунитов. Серпентинизированные дуниты протягиваются полосой более двух километров при ширине до 250 метров. В сульфидных концентратах из серпентинитов установлены содержания платины 0,3-15 г/т и палладия 0,5-5 г/т [2].

Данная группа массивов перспективна на выявление четырех типов платинометального оруденения: в медистых магнетитах, в жильных и разновкрапленных хромитовых рудах, в рудах убого-бедно-сульфидных медно-никелевых минерализованных зон, горизонтов и развитых по ним корах выветривания. Уместно отметить, что в единичных пробах из коры выветривания серпентинитов Северного Улытау, наряду с повышенными содержаниями никеля, установлены повышенные концентрации платины. По материалам К. К. Золоева и др. [4] констатируется, что никеленосные коры выветривания Урала, особенно горизонты коры выветривания обогащенные марганцем, (окислы и гидроокислы марганца являются сорбентами для многих металлов), перспективны в качестве комплексных платинометально-кобальт-никелевых объектов. Подобные месторождения силикатных кобальт-никелевых руд имеются в пределах Зауралья. Проявления силикатных кобальт-никелевых руд встречаются на Северном Улытау, Кокчетавском поднятии.

**Валерьяновская структурно-фациальная зона** с Кустанайской железорудной полосой представляет собой окраинно-континентальный вулканогенный пояс каменноугольного возраста. Проявления платины связаны с магнетитовыми рудами и околорудными метасоматитами.

В единичных пробах, отобранных на контактах магнетитовых тел с вмещающими породами, на Качарском, Сарбайском и Куржункульском месторождениях зафиксированы содержания платины от 0,2 г/т, палладия до 0,4 г/т.

На Шагыркульском месторождении в околорудных метасоматитах и магнетитовых рудах выявлены концентрации платины, достигающие 10-30 г/т. Кроме этого, в бортах

карьера Куржункульского месторождения обнажается ряд мелких серпентинизированных ультрабазитовых тел, в которых в единичных штуфных пробах установлены содержания до 20 г/т платины.

К перспективным структурам на платинометальное оруденение следует отнести **Жаркаинагашский антиклинорий** с его жемчужиной – Ишимским щелочным альбазит-ультрабазитовым комплексом, в том числе с Масальским и Пятигорским месторождениями ванадийсодержащих титаномагнетитовых руд Шалаксадыкского и Пятигорского щелочно-ультрабазитовых массивов и др. Интересен в плане МПГ практически неизученный Кенский кольцевой массив. Кроме этого, данная антиклинорная структура перспективна на платинометальное оруденение в углеродистой ванадие-фосфатной шинсайской свите. По выше-означенным объектам имеются лишь разрозненные сведения о содержании МПГ, зафиксированных при проведении работ по геологической съемке (ГС) и поисках на другие полезные ископаемые.

В пределах Жаркаинагашского антиклинория, также при ГС-50 (Сапрыкин В. М.), выявлены платино-палладиевые концентрации в базальных отложениях наложенных нижнекарбонных мульд. Конгломераты и гравелиты базального горизонта содержат углистое вещество и в различной степени сульфидизированы. Максимальное суммарное содержание платины и палладия на массу пробы, установленное в них, составляет 1,8 г/т, а в монофракциях пирита достигает 3 – 30 г/т.

**Калмаккольский синклиний** должен оценен на платинометальное оруденение ожидаемое в марганцевых объектах: Жаксы, Тасоба, Жюн-Жен, Арбасакканское, Батпакульское, Алма-Ата, Чудное, Балапан и другие. Месторождения марганцевых руд Приишимского района сформированы в водной среде и впоследствии измененные метаморфогенно-гидротермальными процессами [10]. Наиболее перспективными для исследований должны быть зоны фациального перехода кремнисто-терригенных отложений тасобинской свиты с разновозрастными вулканитами. Специализированные работы на поиски элементов

платиновой группы предопределяются установленным фактом платиноносности марганцевых конкреций океанических акваторий. По данным [11], промышленный интерес в конкрециях представляют 4 основные элемента - марганец, никель, медь, кобальт и 29 попутных - благородные металлы (золото, серебро, платиноиды), рассеянные элементы (теллур, таллий, висмут, рубидий, гафний), редкие (ванадий, цирконий) и некоторые редкоземельные элементы группы церия и иттрия.

В **Северном Улытау** известны проявления платиноидов, связанные с ультрабазитовыми «поясами», где в серпентинизированных разностях Акжальского массива, определены платина, палладий в количестве от 0,000п до 0,2 – 0,4 г/т, в одноименном рудопроявлении.

В убого-малосульфидных медно-никелевых вкрапленных рудах Караторгайского рудопроявления, приуроченного к интрузивным телам серпентинизированных перидотитов, установлены разрозненные концентрации платины до 0,8 г/т. В медно-никелевых концентратах данных руд содержание суммы платины и палладия увеличивается до 10 г/т.

В медно-никелевом рудопроявлении Придорожное, представленном жильными телами в дайках ультрамафитов, содержание платины достигает 0,63 г/т, а палладия – 1,6 г/т.

Кроме того, в пределах Северного Улытау, на платинометальное оруденение перспективны в различной степени сульфидизированные вулканогенно-терригенно-углеродистые, терригенно-углеродистые, карбонатно-углеродистые образования талайрыкской, терригенно-углеродистой дюсюнской (керегешинской), жусалинской свит докембрия. Геолого-структурное положение, минеральный спектр сульфидов: никелин, пентландит, кубанит, халькопирит, пирротин, пирит, выявленный в отдельных участках данных углеродистых образований, позволяет, с определенной долей оптимизма, ожидать здесь платинометальное оруденение.

На **Кокчетавском срединном массиве** платиноиды встречены в шлиховых пробах из сухих распадков, отобранных на площадях развития ультрабазитов Щучинского, Златогорского, Чеховского массивов и

прилегающих к ним территориях.

Щучинский комплекс представлен десятком небольших тел серпентинитов, трассирующих более 100 км восточную часть Кокчетавского срединного массива. Содержание платины в отдельных пробах серпентинитов достигает 0,2 г/т.

Златогорский базит-ультрабазитовый массив располагается в центральной части Кокчетавского срединного массива и представляет собой первично-расслоенный плутон. Породы представлены: в верхней части – габбро-норитами, средней – перидотитами и дунитами с горизонтами базитов, в нижней части – норитами, перидотитами, контаминированным габбро. Сульфидное медно-никелевое оруденение, в основном, локализуется в дунитовой линзе. Здесь же установлены повышенные концентрации платины до 0,6 г/т и палладия до 1,3 г/т (Абрамов М. Р., Иванов В. Е.)

Чеховский ультрабазит-базитовый массив приурочен к зоне сочленения Кокчетавского антиклинория со Степнякским синклиномием. Верхнюю и среднюю части массива составляют габбро-диабазы, мелко-крупнозернистые габбро, в нижней части

развиты перидотиты, пироксениты, полосчатые разнозернистые габбро. Разрез данной части массива характеризуется тонким переслаиванием вышеперечисленных пород. Платина обнаружена в сухом остатке воды из колодца, находящегося в пределах массива, в количестве 0,0001 – 0,001 %.

В пределах Кокчетавского антиклинория не раскрыты перспективы на МПГ углеродсодержащих образований, как древних, так и палеозойских.

Информация по платиноносности территории деятельности МД «Севказнедра» далеко неполная и примерно будет соответствовать положению дел, по проблеме МПГ, в рамках территорий деятельности остальных МД. Часть из вышеозвученных проявлений МПГ, в связи с отсутствием ранее достоверных аналитических методов и методик определения ЭПГ, возможно, эфемерны и требуют проверки. Предлагаемое направление по созданию государственной программы «Платина Казахстана» и ее реализация позволят определить оптимальный путь к формированию новой минеральной базы МПГ государства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бекжанов Г. Р., Любецкий В. Н., Полевая Л. Д. Особенности тектонического строения Казахстана //Тектоническое строение Казахстана. Алма-Ата: 1975. С.129-158.
2. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. О платиноносности Джетыгаринского рудного района Костанайского Зауралья //Горно-геологический журнал. 2004. №1. С. 9-12.
3. Ермолов П. В., Вязовецкий Ю. В., Москаленко А. И., Савченко И. С. Еще раз о платиноносности руд месторождения Кварцитовые Горки //Геология и охрана недр. 2005. № 1 (14). С.44-48.
4. Золотов К. К., Волченко Ю. А., Коротеев В. А. и др. Платинometальное оруденение в геологических комплексах Урала. Екатеринбург: УГЭ, 2001. 199 с.
5. Иванов О. К. Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1997. 488с.
6. Ивлев А.И. Магматизм и геодинамика области сочленения Урала и Казахстана. СКФ АМР РК. Рудный-Костанай: Кост. печатн. двор, 2008. 500с.
7. Ивлев А. И., Воинов В. Н., Шестак Г. И. Новые платиноносные дунит-клинопироксенит-габбровые массивы в Кустанайском Зауралье // Уральский геологический журнал. Екатеринбург: УГЖ, 1999. №4(10). С.51-56.
8. Коробейников А. Ф., Митрофанов Г. Л., Немеров В. К., Колпакова Н. А. Нетрадиционные золото-платиновые месторождения Восточной Сибири // Геология и геофизика. 1998, т.39. № 4. С.432-444.
9. Сидоров Е. Г. Платиноносность базит-гипербазитовых комплексов Корякско-Камчатского региона. Автореф. дис. доктора геол.-мин. наук. Петропавловск-Камчатский: 2009. 46 с.
10. Хасанов Ф. Г. Марганцевые руды восточного обрамления Тургайского прогиба. Труды объединенной Кустанайской научной сессии. Том II. Алма-Ата: Изд-во Академии наук Каз. ССР, 1958. С.117-128.
11. Шихуэй Л. Строение, состав и генетические особенности железомарганцевых конкреций провинции Клариион-Клиппертон (Тихий океан). Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. М: ГФМГУ, 2009. 25 с.



## В память о друге, коллеге, ученом

**16 июня 2012 года** перестало биться сердце крупного ученого, видного геолога, доктора геолого-минералогических наук, профессора Ниязова Аманбая Рустемовича. Он ушел в мир иной, не дожив до своего юбилея всего 3 дня. Эта большая утрата не только для семьи, друзей и коллег, но и в целом для Казахской геологии и науки. Очень тяжело писать об Аманбае Рустемовиче в прошедшем времени, но жизнь неумолимо ставит свои акценты и не всегда справедливо. Аманбай Рустемович покинул нас неожиданно, когда он еще был полон энергии и планов на жизнь.

А. Р. Ниязов родился 19.06.1937 г. в г. Алма-Ате Казахской ССР. В 1955 г. окончил школу с серебряной медалью. После окончания Казахского горно-металлургического института в 1960 г., получив специальность «горный инженер-геолог», прибыл в Мечетную геологоразведочную партию (позже Джетыгаринская экспедиция), где прошел путь от рядового техника-геолога до одного из ведущих специалистов объединения «Севказнедра». Вся производственная и научная деятельность Ниязова А. Р. была связана с изучением геологического строения и металлогении Северного Казахстана (Кустанайского Зауралья и восточного борта Тургайского прогиба).

В 1965–79 гг. работал в должности главного геолога Джетыгаринской геологоразведочной экспедиции, в 1979–88 гг. – главным геологом Тургайской геологоразведочной экспедиции, в 1988–92 гг. – после защиты докторской диссертации – стал заведующим кафедры геологической съемки Казахского политехнического института.

С апреля 1992 г. Аманбай Рустемович – научный руководитель научно-инженерного геолого-экономического центра «Болжау» Инженерной Академии Республики Казахстан, а с 1993 г. до последнего дня – генеральный директор ТОО «Зерттеу».

За годы работы в Северном Казахстане под его методическим руководством и непосредственном участии в Джетыгаринском рудном районе были открыты, опойскованы и частично разведаны золоторудные месторождения Кутюхинское, Комаровское, Тохтаровское и Аккаргинское, титан-редкометальное Кундыбайское, молибден-вольфрамовое Дрожиловское, медно-порфиновые Баталинское, Спиридоновское, бокситовые – Тавриченское и Мюктыкульское, кварц-полевошпатовое Бисембаевское, а в пределах Улытауского рудного района свинец-редкометальное Жана-Аркалыкское месторождение, Маятасское золоторудное поле, новые залежи бокситов в пределах Амангельдинского бокситорудного поля.

За этот же период разведаны и защищены в ГКЗ СССР и переданы промышленности такие объекты, как Шевченковское месторождение силикатных кобальт-никелевых руд, глубокие горизонты Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста, Шекубаевское месторождение цементных глин, Орловское месторождение бурых углей, Западно-Тургайское месторождение пресных подземных вод.

Одновременно с производственной практической деятельностью Аманбай Рустемович изучал новые типы руд металлов в коре выветривания Северного Казахстана, итогом этой научной работы стала кандидатская диссертация «Титаноносные коры выветривания Джетыгаринского рудного района» (1974 г.).

В 1987 г. защитил докторскую диссертацию по теме «Рудоносные коры выветривания



Северного Казахстана», в которой обосновал перспективы новых типов руд в корях выветривания: ильменит-черчитовые титан-иттрий-редкоземельные в корях выветривания метаморфических пород (кундыбайский тип), свинцово-редкометальные руды в корях выветривания девонских карбонатно-терригенных толщ (жана-Аркалыкский тип), обогатимые асболоновые силикатные никель-кобальтовые руды в корях выветривания ультраосновных пород, скандиевые стерреттитовые руды в корях выветривания пироксенитов и габбро, перренатовые руды рения в корях выветривания молибденитовых грейзеновых руд. Автор более 70-ти научных трудов и геологических отчетов, являлся членом Ученого Совета Казахского технического университета им. К. И. Сатпаева и членом редколлегии «Горно-геологического журнала» (г. Житикара).

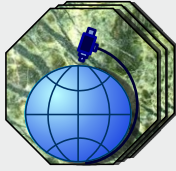
В 1967–69 гг. избирался депутатом Джетыгаринского горсовета и в 1987–90 гг. Тургайского Облсовета.

За добросовестный труд, большой вклад в развитие геологической отрасли А. Р. Ниязов был отмечен правительственными наградами: медалью «За доблестный труд» в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина, Почетной грамотой Министерства геологии СССР и ЦК профсоюзов, знаком «Победитель соцсоревнования», медалью «За заслуги в разведке недр СССР», бронзовой медалью ВДНХ СССР «За достигнутые успехи в развитии народного хозяйства СССР», медалью «Отличник разведки недр СССР», знаком «Первооткрыватель месторождения Республики Казахстан», дипломом и нагрудным знаком «Почетный разведчик недр РК».

Многие геологи, работающие рядом с ним, считают себя его учениками. Он был высокообразованным, эрудированным геологом, не боялся трудностей, всегда был полон энергией и оптимизмом. Он гордился своей профессией и молодежь призывал к этому. Несмотря на регалии, степени и звания, всегда оставался надежным другом, романтичным геологом. Мы, коллеги, на всю жизнь запоем его задушевные песни с гитарой в руках о геологах, о любви, о жизни...

Светлая память о Ниязове Амантае Рустемовиче сохранится в сердцах друзей, коллег.

**Редакционная коллегия, друзья, коллеги по совместной работе.**



# 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**

## 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: <http://geo.33b.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

На лицевой стороне обложки журнала фотография геологического памятника природы «Камень-папах» (палеогеновые конгломераты) с. Махмудоба, Шахбузский р-н, Нахичиванская АР, Азербайджанская республика. (Фото представлено Абдуллаевым Ф. Ф.)