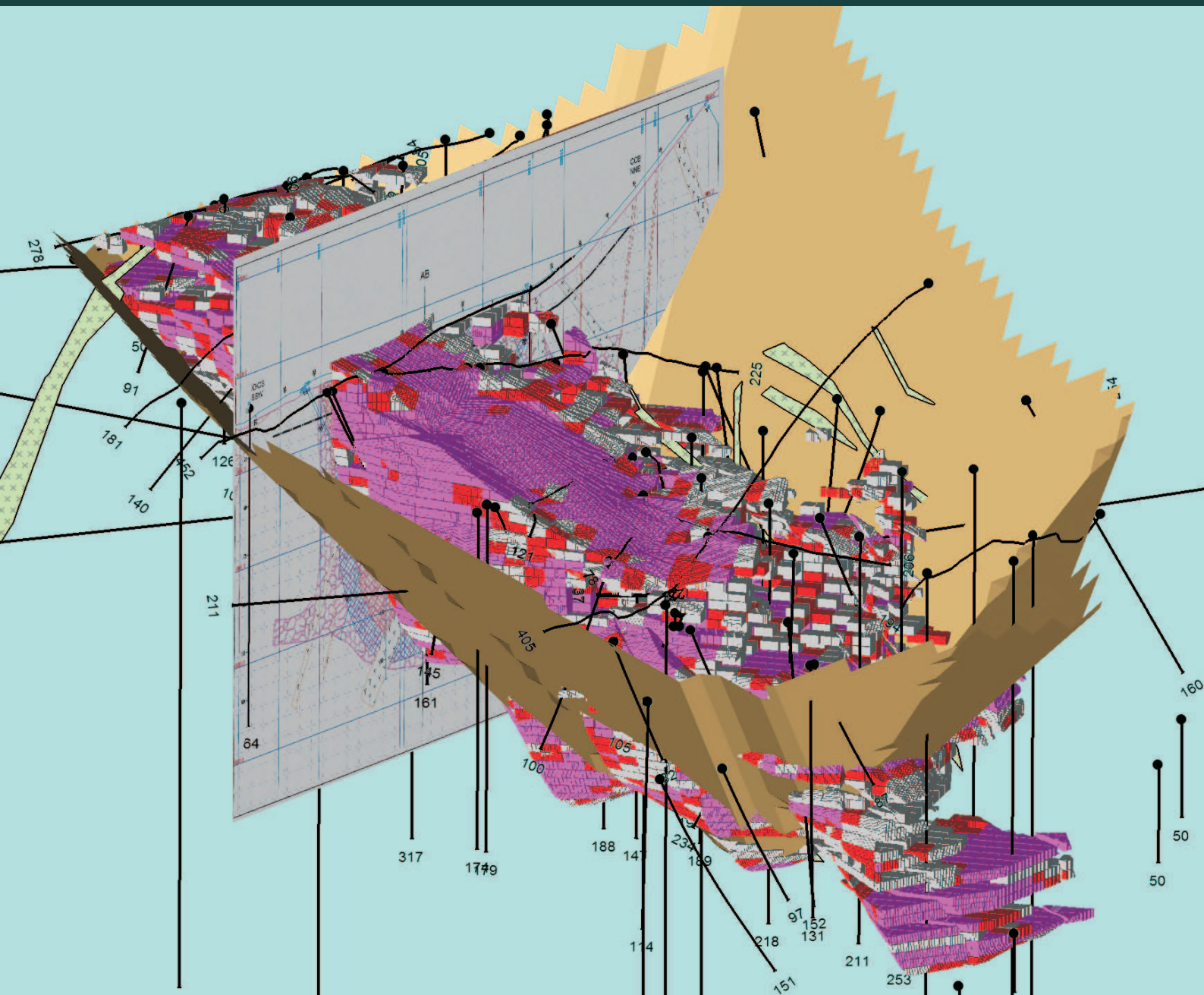


# Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2007. №3 (11)

ISBN 9965-431-42-7

## Уважаемые читатели Горно-геологического журнала!

*Вот уже пятый год выходит в свет наш журнал, перед Вами 11-й номер. За истекший период журнал завоевал широкий круг читателей и стал известен в Казахстане, России, Азербайджане, Узбекистане и Китае. На страницах журнала публикуются материалы о поисках, разведке и прогнозированию месторождений полезных ископаемых, комплексных технологиях добычи и переработки минерального сырья, рассматриваются экономические и экологические проблемы в области геологии и горного дела, приводятся информационные сведения о конференциях, совещаниях и т. д. Авторами публикаций являются видные ученые, представители научных центров страны и зарубежья, руководители предприятий, опытные производственники и молодые инженеры.*

*В настоящее время тираж журнала составляет 500 экземпляров, периодичность - 4 номера в год, годовая цена подписки остается неизменной - 1400 тенге. Журнал распространяется через редакцию.*

*Если Вы заинтересовались информацией, публикуемой в нашем журнале, можно оформить подписку. Для этого необходимо перечислить на расчетный счет № 9467635 в Житикаринском РКО Костанайского филиала АО "БанкТуранАлем" БИК 192701305 КБе 17 необходимую сумму и прислать в адрес редакции копию платежного поручения с указанием почтового адреса и телефона.*

*Если у Вас есть материалы или рекламная информация, которую хотели бы увидеть на страницах нашего журнала, пишите нам, звоните или присылайте по электронной почте.*

*Выписывайте, читайте "Горно-геологический" журнал, и Вы узнаете много интересного и полезного.*

**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), [asbestgrp@mosk.ru](mailto:asbestgrp@mosk.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  
геолого-минералогических наук,  
академик НИА РК и МИА

**Зам. главного редактора**

**Ф. Н. Джафаров**, кандидат  
геолого-минералогических наук

**Ответственный секретарь**

**Т. М. Каскевич**

**Ученый секретарь**

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

**Редакционная коллегия:**

**А. Б. Бегалинов**, доктор  
технических наук, профессор

**О. Б. Бейсеев**, доктор геолого-  
минералогических наук,  
профессор

**С. Ж. Галиев**, доктор  
технических наук, профессор

**К. К. Жусупов**, доктор  
технических наук, академик МАИН  
**Л. И. Кованова**, кандидат  
технических наук

**А. Р. Ниязов**, доктор геолого-  
минералогических наук, профессор

Учредитель – ТОО «Асбестовое  
геолого-разведочное 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. Жигикара, 4 мкр. 5 «А»

Тел./факс: 8(31435) 2-22-72

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

Литературная обработка

**Т. Е. Каткова**

Дизайн **И. Я. Хафизов**

Компьютерная обработка

**И. У. Насырова**

Подписано в печать 29.06.2007.

Формат 84x108 1/8, Бум. офсетная.

Уч.-изд. л. 5,9. Тираж 500 экз. Заказ №1087.

ISBN 9965-431-42-7

© ТОО «Асбестовое геолого-разведочное  
предприятие», 2007

Отпечатано в ТОО «Принт-С»,

г. Алматы, ул. Ибрагимова, 1

ГАО ЦЗИНГАН, ТУ ЦИЦЗЮНЬ, СЮЕ ЧУНЫЦЗИ,  
ЛИ ЮЧЖУ, ЧЭНЬ ЦЗИН, ЧЭНЬ ЛИЦЮ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА РУДООБРАЗОВАНИЯ  
ПОРФИРОВОГО МЕДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
ХАЛАСУ (ЮЖНЫЙ КРАЙ АЛТАЯ, РАЙОН  
СИНЬЦЗЯН, КИТАЙ) ЦИРКОНОВОЙ  
ХРОНОЛОГИЕЙ .....3

РАМАЗАНОВ В. Г., КАЛАНДАРОВ Б. Г.,  
ХАСАЕВ А. И., АББАСОВ Н. А., МАНСУРОВ М. И.  
ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СФАЛЕРИТОВ  
ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В РЕШЕНИИ  
НЕКОТОРЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ  
ЭНДОГЕННОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ .....9

ДЖАФАРОВ Н. Н., ДЖАФАРОВ Ф. Н.  
О МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СИЛИКАТНЫХ КОБАЛЬТ-  
НИКЕЛЕВЫХ РУД ДЖЕТЫГАРИНСКОГО РУДНОГО  
РАЙОНА (БЕРСУАТСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ  
И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДОЛЬСКОЙ  
ГРУППЫ) .....16

МУРЗАДИЛОВ Т. М., МАЛИМБАЕВ М. С.  
О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЭЛЕКТРО-  
ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ  
ЦЕПОЧЕЧНЫХ СИЛИКАТОВ ПРИ КРИОГЕННЫХ  
ТЕМПЕРАТУРАХ .....20

ТАХМАЗОВА Т. Г.  
О ПРИБЛИЖЕННЫХ ВЕЛИЧИНАХ ХИМИЧЕСКОЙ  
ДЕНУДАЦИИ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ  
МАЛОГО КАВКАЗА .....23

КАШАНСКИЙ С. В.  
ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ  
НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОЙ  
ПРОДУКЦИИ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
РОССИЙСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРИЗОТИЛ-  
АСБЕСТА .....26

ЭФЕНДИЕВА З. Дж.  
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ  
ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ФИЗИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ОБЪЕКТЫ  
НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА .....30

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ  
Виктору Кузьмичу Дейнеке – 70 лет .....34



**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

**A. R. Niyazov**, dr. of geological  
sciences, professor

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

*Certificate of registration  
№ 8109-Ж dated 22.02.2007*

*Address of editorial office:*  
5 «A» house, microdistrict 4  
Zhitikara Kostanai Region, 110700  
Republic of Kazakhstan  
Tel./fax: 8 (31435) 2-22-72  
E-mail: nizamid@mail.ru, asbestgrp@mosk.ru

Literature processing  
**T. E. Katkova**  
Design **I. Y. Hafizov**  
Computer processing  
**I. U. Nassirova**

ISBN 9965-431-42-7

© "Asbestos Geological prospecting  
enterprise" LTD, 2007

GAO JINGGANG, TU QIJUN, XUE CHUNJI, LI YOUZHU,  
CHEN JING, CHEN LIQIU.

DETERMINATION OF THE AGE OF ORE FORMATION  
OF PORPHYRIC COPPER DEPOSIT KHALASU  
(OF SOUTH AREA OF ALTAI OF SINTSYAN, CHINA)  
DISTRICT BY ZIRCON CHRONOLOGY .....3

RAMAZANOV V. G., KALANDAROV B. H., KHASAEV A. I.,  
ABBASOV N. A., MANSUROV M. I.  
TIPO-MORPH FEATURES OF THE SFALERITE  
OF POLYMETALLIC DEPOSITS OF LESSER  
CAUCASUS  
(THE AZERBAIJAN PART) .....9

JAFAROV N. N., JAFAROV F. N.  
ABOUT DEPOSITS OF SILICATE NICKEL-COBALT  
ORES OF DZHETYGARINSKY MINING AREA  
(BERSUAT DEPOSIT AND DEPOSITS OF PODOLSK  
GROUP) .....16

MURZADILOV T. M., MALIMBAYEV M. S.  
ABOUT SOME SPECIFICS OF ELECTROPHYSICAL  
PROPERTIES OF NATURAL CHAIN SILICATES  
AT CRYOGENIC TEMPERATURES .....20

TAHMAZOVA T. H.  
ABOUT THE APPROACHED SIZES CHEMICAL  
DENUDATION ON A NORTHEAST SLOPE  
OF SMALL CAUCASUS .....23

KASHANSKY S. V.  
THE BASIC UPCOMING TRENDS OF THE USAGE  
OF FAVOURABLE PRODUCTION, RESULTING  
AT WORKING OF RUSSIAN MINES  
OF CHRYSOTILE-ASBESTOS .....26

EFENDIYEVA Z. D.  
ESTIMATION OF INFLUENCE OF MODERN  
GEODYNAMIC PROCESSES AND PHYSICAL  
PROPERTIES OF ROCKS ON OBJECTS  
OF AN OIL-AND-GAS COMPLEX .....30

ANNIVERSARIES  
Deineke Victor Kuzmich .....34

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА РУДООБРАЗОВАНИЯ ПОРФИРОВОГО МЕДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХАЛАСУ (ЮЖНЫЙ КРАЙ АЛТАЯ, РАЙОН СИНЬЦЗЯН, КИТАЙ) ЦИРКОНОВОЙ ХРОНОЛОГИЕЙ

*ГАО ЦЗИНГАН, кандидат геологии и минералогии,*

*Чаньанский университет;*

*ТУ ЦИЦЗЮНЬ, кандидат геологии и минералогии,*

*Синьцзянский институт геологических исследований;*

*СЮЕ ЧУНЬЦЗИ, доктор геологии и минералогии,*

*Китайский геологический университет;*

*ЛИ ЮЧЖУ, доктор геологии и минералогии,*

*Чаньанский университет;*

*ЧЭНЬ ЦЗИН, кандидат геологии и минералогии*

*Синьцзянский институт контроля геологической обстановки;*

*ЧЭНЬ ЛИЦЮ, кандидат геологии и минералогии,*

*Синьцзянский экспериментальный институт полезных ископаемых,*

*Китайская Народная Республика*

Порфирдік жез кенорны Халасу порфирдік жыныстардын кен құрылымының Карасенгер аймағында жайылған, Алтайдың оңтүстік өлкесінің шығыс аумағында Қытайдың Синьцзян ауданында орналасқан, және бұрынғы-соңғы палеозойда периконтиненттік-рифтік жағдайында ұйымдастырылған. Жездік кен денесі порфирдік денелермен (гранит-порфирмен және гранодиориттік порфирмен) қатан шектелген, көзге түсетін екідәуірлі порфирдік және гидротермалдық кеніндеу иеленген. SHRIMP иондік микроанализаторінде U–Pb циркон хронологияның нәтижелері герциндік (375,2±8,7 млн жылдан бойы) порфирдік кеніндеу және индосинийдік (217,9±4,2 жылдан бойы) гидротермалдық кен құрылуы кен аймағында бар болуын келешекте көрсетіп жатыр.

Порфировое медное месторождение Халасу, локализованное в зоне рудообразования порфировых пород Карасенгер, находится на восточном участке южного края Алтая в районе Синьцзян. Оно было сформировано в ранний–поздний палеозой в периконтинентально-рифтовой обстановке. Рудное тело меди строго ограничено порфировыми телами (гранит-порфиром и гранодиоритовым порфиром), обладает двухфазным заметным оруденением: порфировым и гидротермальным. Результаты цирконового хронологии U–Pb на ионном микроанализаторе SHRIMP показали, что в рудном районе существует герцинское (375,2±8,7 млн лет) порфировое оруденение и индосинийское (217,9±4,2 млн лет) гидротермальное рудообразование.

The Halasu porphyry copper deposit situates Karasenger porphyry mineralization belt, east of Altai southern margin, in Xinjiang, and it is formed in the Altai southern margin early time of late Paleozoic era special epicontinental rift valley background. The copper orebody (granite-porphyry and quartz diorite-porphyry) is strictly controlled by the porphyry body, so it has the obvious two issues of mineralization characteristics, such as porphyry and the hydrothermal. The result of the year which measured by Zircon SHRIMP U-Pb indicate that the mining area has the Hercynian (375.2±8.7Ma) porphyry mineralization, and the Indo-Chinese epoch (217.9±4.2Ma) hydrothermal mineralization.

Порфировое медное месторождение Халасу расположено на восточном участке южного края Алтая, в северо-западной части зоны рудообразования Карасенгер района Синьцзян Китая. В административном отношении месторождение относится к уезду Цинхэ района Алтай. В последние годы на флангах и

за пределами зоны рудообразования было найдено несколько крупных порфировых медных месторождений. В связи с этим порфировое медное месторождение Халасу, находящееся с ними в одинаковых условиях тектонической обстановки и фона рудообразования, имеет более важное исследовательское значение.

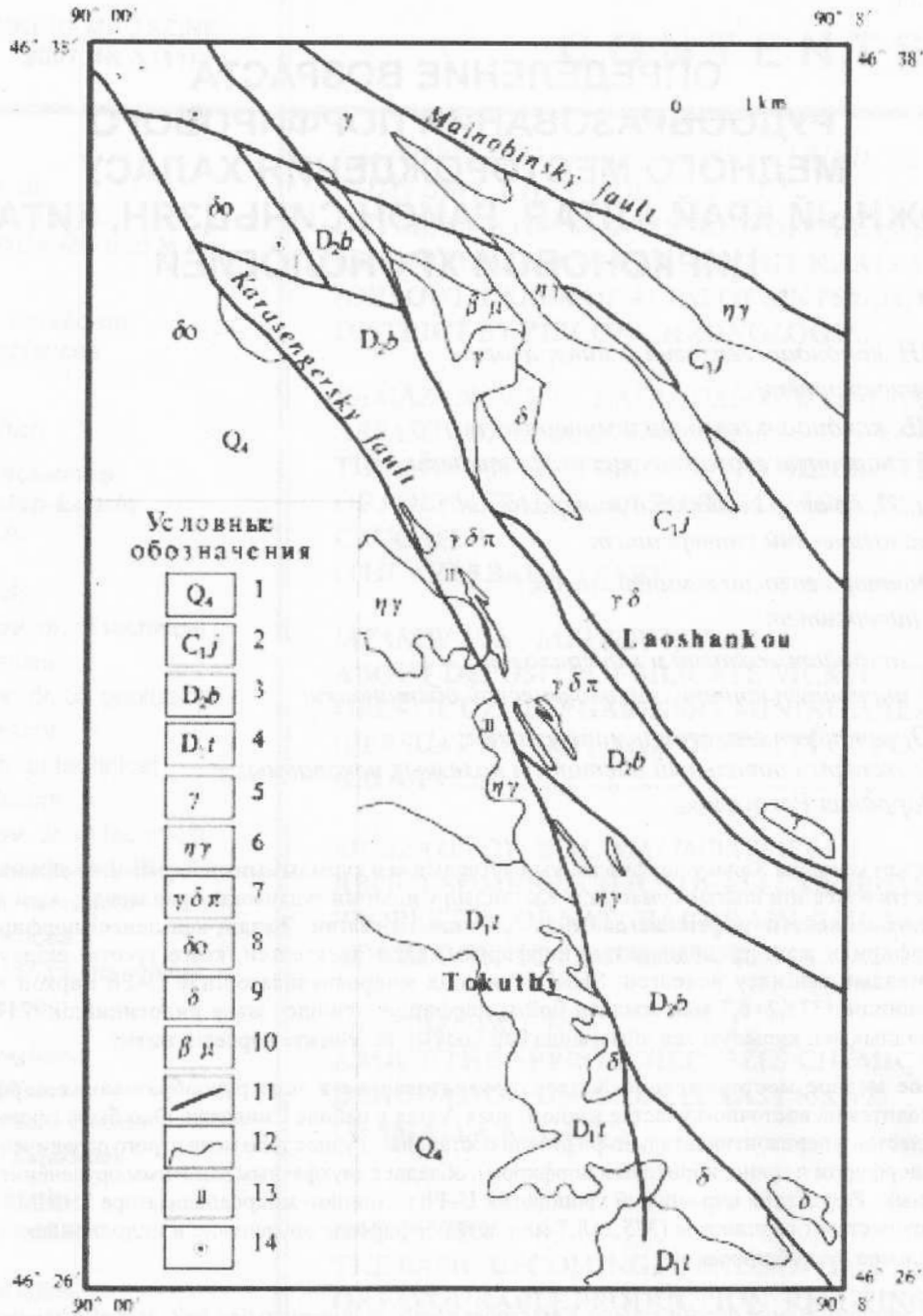


Рис. 1. Геологическая схема района Карасенгер Синьцзяна:

1 – аллювий; 2 – свита Цзянбаस्ताу; 3 – свита Северная Ташань; 4 – свита Тожангкудук; 5 – гранит; 6 – монцонитовый гранит; 7 – гранодиоритовый порфир; 8 – кварцевый диорит; 9 – диорит; 10 – диабазовый порфирит; 11 – разлом; 12 – геологическая граница; 13 – номер оруденелой зоны; 14 – точка проявления меди

В ходе исследований геологических особенностей порфирового медного месторождения Халасу с использованием техники метода цирконового хронологии U–Pb на ионном микроанализаторе SHRIMP выполнено точное определение интрузивного возраста рудоносного порфирового тела Халасу до рудного

массива, что позволило установить возраст рудообразования месторождения.

**Геологические особенности рудообразования.** Порфировое медное месторождение Халасу, как уже упоминалось, находится в зоне рудообразования Карасенгер на южном краю Алтая (Синьцзян, Китай) (рис. 1). Данное

месторождение подразделяется на участки оруденения Силеркет–Халасу (зона оруденения I), Карасенгер (II), Лаошанькоу (III) и др. Рудные зоны простираются в виде ленты северо-северо-западного направления протяженностью около 30 км, северная часть ее узкая, а южная широкая, амплитуда изменения 3–4 км.

В рудном районе развиты разломные структуры. Кроме разломов Эртай и Лаошанькоу, контролирующих соответственно западный и восточный края рудных зон, в последних развивается также разлом Карасенгер северо-северо-западного простирания, параллельный этим двум разломам. Одновременно часто наблюдаются северо-западные маломасштабные разломы, параллельные разлому Маиньобо. В рудных зонах разломы северо-западные, очевидно, пересекающиеся северо-северо-западными разломами. Если основное северо-западное тело структуры, включая разлом Маиньобо, было образовано в герцинское время, то северо-северо-западная структура представляет другой геологический процесс, наложенный на нее в более позднее время.

Отложения рудного района выполнены в основном свитой Северная Ташань среднего девона, в меньшей степени – свитой Цзянбастау нижнего карбона. Вмещающими породами первой являются тела порфириков с медным (молибденовым) оруденением в рудных зонах, сама она состоит преимущественно из основных и частично ультраосновных лав, а также вулканических обломочных пород; вторая свита представлена нормальными осадочными породами с мелким метаморфизмом, включает туфовый тонкозернистый метапесчаник с прослоями кислого метатUFFита и углистого алевролита и разломом контактирует с нижележащим средним девонем. В рудном районе отложения второй свиты подразделяются на три пачки: 1) афитовый базальт, базальтовый андезит, туф, вулканическая брекчия и сланцевый базальт с вкрапленником пироксена – главный рудоносный горизонт; 2) углисто-глинистый алевролит, туфовый песчаник, туф и сланцевый андезит; 3) туф, туффит, туфовый песчаный конгломерат, вулканическая брекчия и др.

В рудном районе в верхнепалеозойских, особенно в нижне- и среднедевонских от-

ложениях, магматическая интрузия хорошо проявлена. В целом установлены четыре интрузивные фазы, включающие последовательно позднекаменноугольные – раннепермские кварцевые диориты и диориты, раннепермские монцониты и кварцевые монцониты, габбро, ортоклазовые и монцонитовые граниты, которые большей частью проявляются в виде апофизы и штока. Интрузивы, связанные с медным (молибденовым) оруденением, залегают на небольших глубинах и имеют ограниченную площадь на дневной поверхности, включают гранодиоритовые и кварц-диоритовые порфиры, а также частично диоритовые порфириты. Петрогеохимическое исследование показало, что эти породы обладают свойством магмы мантийного происхождения. Время их образования было определено как поздний – средний девон. Возможно, они совместно с основными вулканиками свиты Северная Ташань являются гомогенными продуктами различных этапов эволюции и фаз и связываются с процессом периконтинентального рифта на юге Алтайских гор в раннее время позднего палеозоя.

Порфириковое медное месторождение Халасу строго ограничено телом порфира, среднекислые мелкозалегающие интрузивы (гранодиоритовый и кварц-диоритовый порфир), связанные с медным (молибденовым) оруденением, вытягиваются в виде ленты северо-северо-западного простирания. Вокруг гранодиоритового и кварц-диоритового порфира развиты калишпатизация, серицитизация, пропилитизация, окварцевание, карбонатизация и другие изменения вмещающих пород. В теле порфира часто проявлены калишпатизация, биотитизация, во вмещающих породах тела порфира (т. е. в базальте) развиваются хлоритизация, биотитизация (развитая по пироксену), эпидотизация, карбонатизация, около тела порфира в ультракислом мелкозалегающем интрузиве кварц серицитизирован. От массива наружу наблюдается измененная зональность: последовательно калишпатизация, сильная и слабая биотитизация и пропилитизация.

Оруденение и изменение представлено двумя фазами. Рудообразование фазы порфира привело к формированию площадного оруденения вокруг тела порфира в рудном районе,

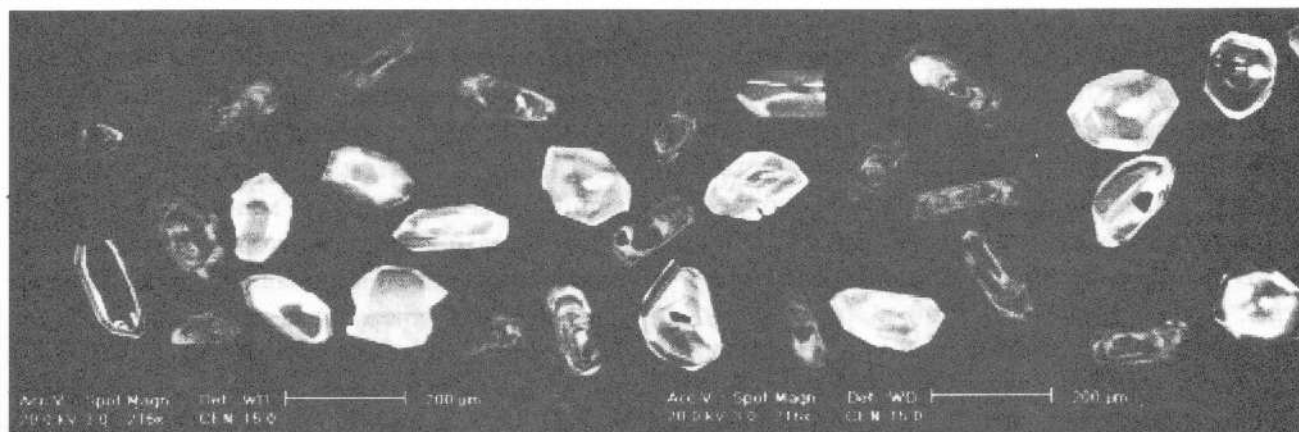


Рис. 2. Катодная люминесценция циркона гранодиорита и гранит-порфира Халасу

но содержание меди невысокое. В порфировых породах с калишпатизацией возникало прожилково-вкрапленное и равномерное оруденение меди. Рудообразование гидротермальной фазы связано с развитием кварц-сульфидных прожилков в гранодиоритовых порфирах с калишпатизацией и развивается в глубинной части тела порфира, где легко сформировалось богатое рудное тело.

**Метод анализа проб.** Пробы для определения возраста методом цирконовой хронологии на ионном микроанализаторе SHRIMP были собраны соответственно из оруденелого гранодиорита и оруденелого гранит-порфира в рудном районе месторождения, не затронутом выветриванием. После отделения тяжелой жидкостью и магнитной сепарацией под бинокулярным микроскопом были выбраны зерна циркона с более хорошей кристаллической формой и прозрачностью (рис. 2). Таким образом был получен короткопризматический циркон в оруденелом гранодиорите и длиннопризматический циркон в оруденелом гранит-порфире. Готовые зерна циркона и несколько зерен стандартной пробы TEM заключались в эпоксисмолу для исследования катодной люминесценции и заднедивергентной электронной фазы, а также анализа U–Pb цирконовой хронологии на ионном микроанализаторе SHRIMP. Анализ катодной люминесценции (см. рис. 2) был выполнен лабораторией электронного микроанализа Пекинского университета, U–Pb-изотопный анализ для циркона – на приборе SHRIMP II Пекинского центра ионного микроанализа в геологическом институте АН Китая.

Результаты анализов приведены в таблице, а схема подробного анализа и принцип – в работах [1, 2]. Используя стандартную пробу циркона TEM (417 млн лет) для проведения фракционной корреляции между элементами, применяли другую стандартную пробу циркона SL13 (572 млн лет, содержание U =  $238 \times 10^{-6}$ ), установленную на наладочной мишени (Test), для стандартизации содержания U, Th и Pb в исследуемом цирконе. Обработка данных выполнялась с помощью программ SQU ID1102 и ISOPLOT [3]. Для коррекции простого свинца использовали фактически определенную величину  $^{204}\text{Pb}$ . Отклонение изотопного отношения  $1\sigma$ , все пробы принимали возраст  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ , их средневзвешенная величина достигала 95 % доверительной вероятности.

**Результаты хронологического определения и их геологическое значение.** Циркон, участвующий в хронологическом определении, большей частью желтоватый и бесцветный, с хорошей прозрачностью и алмазным блеском, преимущественно в виде длинной и короткой призм, идиоморфного и гипидиоморфного кристалла с гладкой и прямой поверхностью. По статистике совершенных кристаллов циркона их длина обычно варьируется в интервале 100~205  $\mu\text{m}$ , ширина 50~105  $\mu\text{m}$ . Катодная люминесценция (см. рис. 2) показывает, что структура колебательной зональности хорошо развита в цирконе, особенно в длиннопризматическом, это свидетельствует о том, что такой циркон представляет собой типичный продукт магматической кристаллизации. Ряд исследований [4, 5] указывает на то, что цирконы разного



**Результаты возрастного анализа U–Pb изотопа циркона гранодиорита и гранит-порфира Халасу  
на ионном микроанализаторе SHRIMP**

Номер места опробования	<sup>206</sup> Pb с%	U(ppm)	Th (ppm)	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U	<sup>206</sup> Pb* (ppm)	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> UAge	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> U	±%	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U	±%	<sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U	±%
H-01A-1.1	2,68	96	57	0,61	5,26	387±13	0,0908	9,0	0,774	9,7	0,0618	3,4
H-01B-2.1	1,17	506	608	1,24	26,2	374±11	0,0558	5,3	0,459	6,1	0,0597	2,9
H-01A-3.1	2,66	91	40	0,45	4,81	374±13	0,0590	13	0,486	13	0,0597	3,5
H-01B-4.1	1,74	378	153	0,42	11,2	215,4±6,8	0,0542	10	0,254	11	0,0340	3,2
H-01B-4.2	1,91	403	162	0,42	11,1	199,1±7,1	0,0438	14	0,190	14	0,0314	3,6
H-01B-5.1	2,52	635	254	0,41	19,1	217,0±6,4	0,0542	11	0,256	12	0,0342	3,0
H-01B-6.1	7,46	423	184	0,45	13,8	223,0±7,1	0,054	21	0,263	21	0,0352	3,2
H-01B-7.1	5,39	285	106	0,38	8,68	213,2±6,9	0,040	27	0,186	27	0,0336	3,3
H-01B-8.1	3,78	420	222	0,55	13,2	223,5±6,8	0,0664	15	0,323	15	0,0353	3,1
H-01B-9.1	1,89	450	194	0,44	13,9	223,1±6,8	0,0641	14	0,311	14	0,0352	3,1
H-01B-10.1	0,39	814	260	0,33	110	940±25	0,0800	1,9	1,730	3,4	0,1569	2,8
H-01B-11.1	4,80	417	216	0,54	12,6	212,7±6,8	0,0571	17	0,264	17	0,0335	3,2
H-01B-12.1	3,12	393	214	0,56	12,5	227,7±6,9	0,079	13	0,390	13	0,0360	3,1
H-01B-13.1	2,28	387	164	0,44	12,2	227,6±7,2	0,0770	10	0,381	11	0,0359	3,2
H-01B-14.1	6,75	222	82	0,38	6,97	216,6±7,6	0,073	20	0,346	21	0,0342	3,6
H-01A-16.1	7,90	80	30	0,39	4,42	372±15	0,050	36	0,41	36	0,0593	4,0
H-01A-17.1	6,18	131	55	0,44	7,08	370±13	0,070	23	0,57	23	0,0590	3,5
H-01A-18.1	4,44	107	42	0,41	5,84	381±13	0,078	16	0,65	16	0,0608	3,6
H-01A-19.1	7,88	87	36	0,43	4,91	379±14	0,087	26	0,73	26	0,0606	3,9
H-01A-20.1	10,27	66	21	0,33	3,76	371±16	0,054	44	0,44	44	0,0593	4,5
H-01A-21.1	12,69	87	49	0,58	5,04	370±16	0,035	74	0,28	74	0,0591	4,5
H-01A-22.1	5,58	76	26	0,36	4,13	374±20	0,048	33	0,39	34	0,0597	5,4

*Примечание.* Пекинский центр ионного микроанализа в геологическом институте АН Китая, 2005 г.

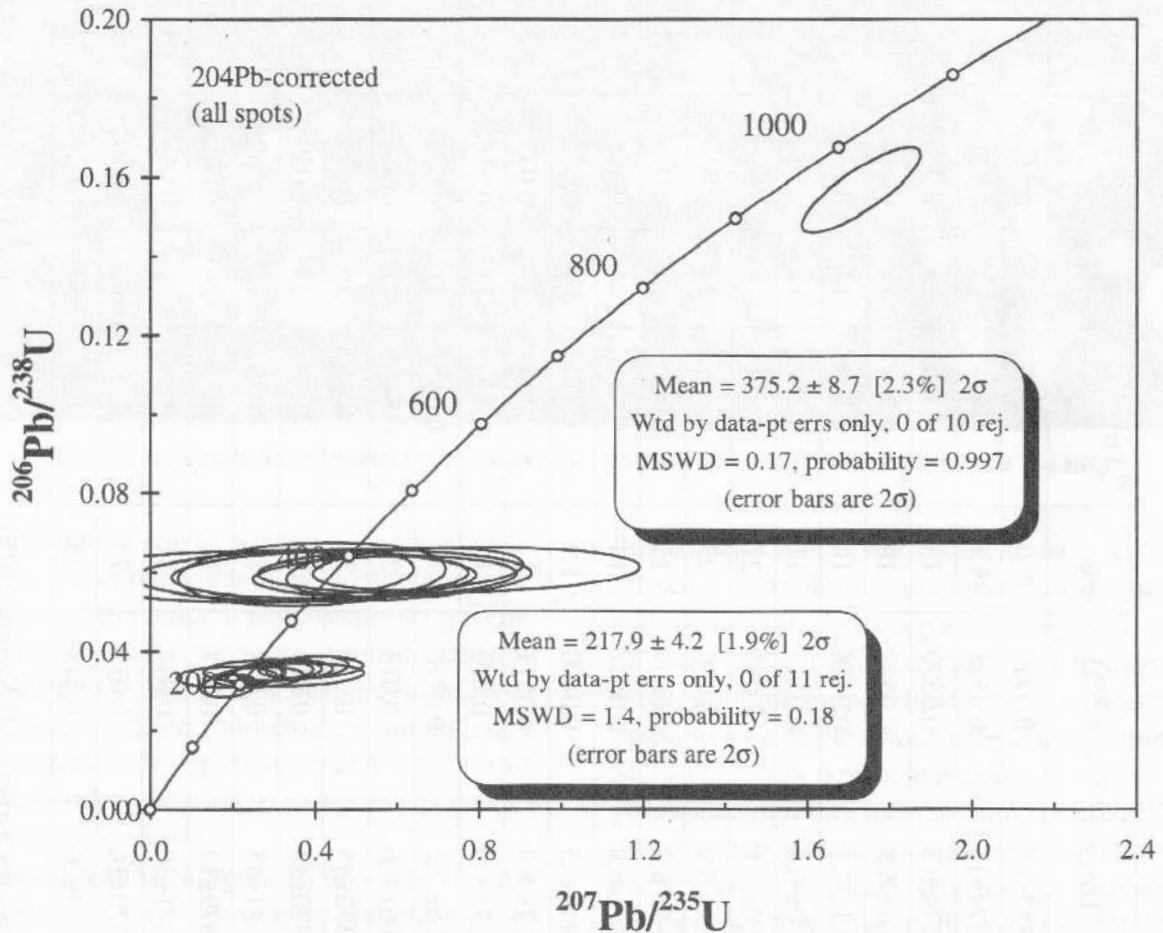


Рис. 3. Возрастная гармоничность SHRIMP U–Pb изотопа циркона гранодиорита и гранит-порфира Халасу

генезиса имеют различное содержание Th и U, а также неодинаковое отношение Th/U: магматический циркон – содержание Th и U более высокое и отношение Th/U обычно более 0,4. Как видно из таблицы, отношение Th/U циркона месторождения Халасу составляет 0,33–1,24, что соответствует морфологической особенности магматического циркона. Авторами проведен 72-кратный анализ проб циркона, его результаты показаны на рис. 3. Выделены две группы возраста: средневзвешенный возраст

$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  короткопризматического циркона составляет  $375,2 \pm 8,7$  млн лет, его MSWD=0,17, а длиннопризматического –  $217,9 \pm 4,2$  млн лет, MSWD~1,4. В сочетании с геологическими особенностями данного месторождения авторы считают, что первый возраст соответствует кристаллизации циркона, т. е. интрузивной деятельности магмы гранодиоритового порфира в позднее время среднего девона, второй возраст, возможно, представляет эпоху образования интрузива поздней фазы в рудном районе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Compston W, Williams I. S., Meyer C. U-Pb geochronology of zircons from lunar breccia 73217 using a sensitive high mass-resolution ion microprobe // J. Geophys Res. 1984. V. 89. P. 525–534.
2. Williams I. S. Some observations on the use of zircon U-Pb geochronology in the study of granitic rocks // Trans R Soc Edinburgh-Earth Sci. 1992 V. 83. P. 447–458.
3. Ludwig K. R. ISOPLOT: A plotting and regression program for radiogenic-isotope data. US Geological Survey Open-File Reprt. 1991. 39.
4. Belousova E. A., Griffin W. L., O'Reilly S. Y. et al. Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type. Contrib // Mineral. Petrol. 2002. V. 143. P. 602–622.
5. Zhong yufang, Ma changqian, Yu zhengbin. Geochemical Characteristics of Zircon and Its Applications in Geosciences//Geological Science and Technology Information. 2006. 25 (1).

## ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СФАЛЕРИТОВ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В РЕШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ЭНДОГЕННОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ

*РАМАЗАНОВ В. Г.* доктор геолого-минералогических наук;

*КАЛАНДАРОВ Б. Г.*, кандидат геолого-минералогических наук;

*ХАСАЕВ А. И.*, кандидат геолого-минералогических наук;

*АББАСОВ Н. А.*, кандидат геолого-минералогических наук;

*МАНСУРОВ М. И.*, кандидат геолого-минералогических наук,

*Бакинский государственный университет*

*г. Баку, Республика Азербайджан*

Осы мәліметте Кішкене Кавказдың полиметалдық кендердің кенорнылардың мысалында кейбіреу сфалериттің типоморфтілік ерекшеліктері берілген. Сфалериттің типоморфизм әр түрлі көріністерде қарастырылған: минералдың құрамының түрлендірме басқа кен формациялардың кенорындарында және оның өзгерісі кен құрылуы жүрісінде бұрынғы генерациялардан соңғыларға жеке кенорныларда және олардың кен парагенезистерде орналасуына қарай.

Изложены некоторые типоморфные особенности сфалерита на примере месторождений полиметаллических руд Малого Кавказа. Типоморфизм сфалерита рассмотрен в различных аспектах: вариации состава минерала в месторождениях разных рудных формаций и изменения его в процессе рудообразования от ранних генераций к поздним в отдельных месторождениях, а также в зависимости от нахождения их в рудных парагенезисах.

In article are considered tipomorph features of the sfalerite of deposits of polimetallic formations of Lesser Caucasus. Tipomorph features of these mineral are considered in various aspects: variations of structure of sulfides in deposits of different ore formations and change of structure of minerals in process ore-formations from early generation to late in separate deposits, and also depending on their presence in different paragenesis.

Как известно (В. М. Баба-заде, В. Г. Рамазанов, Б. Г. Каландаров, 2005), полиметаллические месторождения Малого Кавказа в пространстве тесно ассоциируют с месторождениями серноколчеданной, медноколчеданной, медно-мышьяковой, медно-порфировой, медно-молибденовой, золоторудной и ряда других формаций, что свидетельствует о закономерном их возникновении в результате единого длительного процесса рудогенеза.

Полиметаллическая минерализация Малого Кавказа весьма разнообразна. Ее месторождения в первую очередь представлены Мехманинским рудным районом, где известны многочисленные свинцово-цинковые жильные месторождения и проявления верхнеюрско-нижнемелового возраста в тесной пространственной и генетической связи с малыми интрузивными телами гранодиоритового и кварц-диоритового состава. В Ордубадском

рудном районе широко развита формация полиметаллических месторождений нижнеплиоценового возраста, представленных пластообразными телами, приуроченными к контакту туфов вулканогенной толщи нижнего эоцена с подстилающими вторичными кварцитами, залегающими согласно с напластованием пород (Агдара, Насирваз, Ортакенд, Башкенд и др.). В Шаруро-Джюльфинском рудном районе локализуются Гюмушлугское полиметаллическое месторождение и ряд проявлений, которые образуют гнезда, линзы и псевдопластовые эпигенетические тела в карбонатных толщах живетского яруса. В Казахском рудном районе довольно широко распространены месторождения полиметаллических и золото-полиметаллических руд, приуроченных к вулканогенно-осадочной толще верхнего мела в тесной пространственной связи с вулканическими телами альбитофиров, прорванных

поздними (докампанскими) андезит-дацитами и миоплиоценовыми трахириолитами (Дагкесаманская, Авейская, Фарахлинская, Одундагская, Кызылкаинская, Алпоутская группы и др.). В Кедабекском рудном районе известна группа проявлений медно-полиметаллической формации (Новоореловское, Новоивановское, Шекарбекское и др.), приуроченных к вторичным кварцитам, образовавшимся за счет кварцевых порфиров позднего байоса в эндоконтакте кварц-диоритового интрузива. В Кедабекском и Дашкесанском рудном районах в верхней вулканогенной толще (бат) с субвулканической фацией этих образований ассоциируют колчеданно-барит-полиметаллические месторождения (Човдар, Данаери, Башкишлаг и др.).

Нами на основании изучения ряда полиметаллических месторождений азербайджанской части Малого Кавказа выявлены некоторые типоморфные особенности слагающих их минералов, в частности сфалерита, которые могут быть использованы в решении некоторых генетических вопросов эндогенного рудообразования. Сфалерит относится к переменным по составу минералам, четко фиксирующим незначительные изменения в минералообразующей среде.

Возможности применения типоморфизма минералов в решении ряда генетических вопросов эндогенного рудообразования и в практике геолого-разведочных работ изложены в работах Ф. В. Чухрова (1969, 1972), Н. В. Петровской (1956, 1960, 1977), Д. П. Григорьевой (1961), А. И. Гинзбурга (1964, 1972), А. А. Годовикова (1973), М. Г. Добровольской [1], Шадлун (1965, 1972) и многих других исследователей. Особенности типоморфизма минералов руд ряда полиметаллических месторождений освещены также в публикациях азербайджанских геологов [2–5].

Особенности типоморфизма сфалерита нами рассматриваются в различных аспектах: вариации состава сульфидов в месторождениях разных рудных формаций и изменение его в процессе рудообразования от ранних генераций к поздним в отдельных месторождениях, а также в зависимости от нахождения их в рудных парагенезисах. Исследование состава сульфидов базируется на собственных и лите-

ратурных аналитических данных, полученных различными методами: полный химический анализ, отдельные определения, микрозондовые, количественный и полуколичественный спектральный и лазерный микроспектральный анализы [6].

В Мехманинском месторождении, принадлежащем к собственно полиметаллической формации, сфалерит проявляется в пирит-халькопирит-сфалеритовой и сфалерит-галенитовой рудных стадиях. Характерные элементы-примеси его As, Sb, Mn, Au, Pb, Ga, Fe, Bi, Sn, Mo, In, Cu, Ag, Ca. Содержание железа в сфалерите пирит-халькопирит-сфалеритовой стадии не превышает 4,6 %, кадмия – 0,2 %. По данным А. С. Гейдарова и Г. Х. Эфендиева [7], содержание железа в сфалеритах мехманинских руд варьирует от 0,39 до 2,21 %, а по Б. А. Балакишиевой (1964) [8] – от 0,04 до 4,0 %.

Распределение содержаний главных элементов-примесей сфалеритов полиметаллических формаций приведено на рис. 1.

Сфалерит-галенитовая стадия – главная продуктивная стадия, проявляется она во всех рудных жилах. Сфалерит II этой стадии прозрачен и не содержит продуктов распада твердого раствора. Содержание железа в нем не превышает 0,2 %, а количество кадмия увеличивается до 0,84 %. В этой же стадии в ассоциации со сфалеритом выделяется блеклая руда, взаимоотношение которой со сфалеритом II свидетельствует о ее более позднем выделении, но раньше халькопирита III и галенита IV.

Для сфалеритов Мехманинского месторождения также характерны повышенная золотоносность и сереброносность (табл. 1).

Относительно золотоносности выделяются два типа сфалеритов. В первом типе одновременно присутствуют золото и серебро с содержаниями 2,0 и 23,0–38,22 г/т соответственно. В другом типе оба эти элемента отсутствуют (табл. 1).

Другой особенностью сфалеритов данного месторождения является их редкометалльность. Постоянные их примеси Cd (0,11–0,38 %, в среднем 0,22 %), In (0,0025–0,029 %, в среднем 0,021 %) и Tl (0,0001– 0,0003 %, в среднем 0,0002 %).

Согласно данным Г. Х. Эфендиева [9] сфалериты из различных генераций показывают

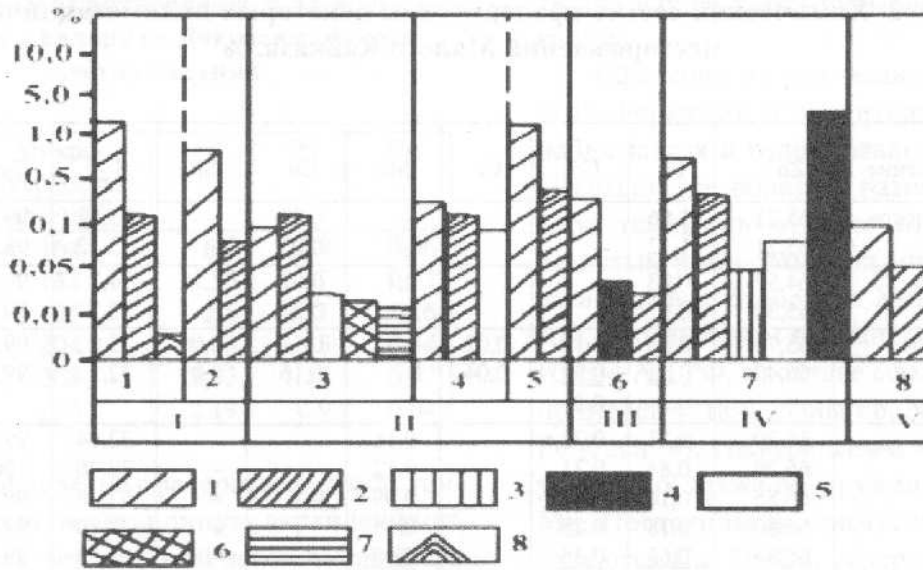


Рис. 1. Содержания главных элементов-примесей в сфалерите месторождений  
 различных полиметаллических формаций:

1–8 – элементы-примеси: 1 – железо, 2 – кадмий, 3 – марганец, 4 – медь, 5 – кобальт, 6 – селен, 7 – теллур, 8 – индий. I–IV – полиметаллические формации: I – собственно полиметаллическая (1 – Мехманинское, 2 – Гюмушлукское); II – колчеданно-полиметаллическая (3 – Агдаринское, 4 – Ковурмадаринское, 5 – Парагачайское); III – золото-полиметаллическая (6 – Дагкесаманское); IV – медно-полиметаллическая (7 – Ашагы-Оксюзлинское); V – барит-полиметаллическая (8 – Башкишлакское)

Таблица 1. Содержание золота, серебра и меди в сфалеритах  
 Мехманинского месторождения, г/т

Жила, выработка	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu
Димитриевская, шт. №1	2	0,08	25,0	0,06
Спиридоновская, шт. №37	2	2,0	23,0	0,06
Жила №5, шт. №30	2	–	–	–
Жила №2, шт. №35	2	1,8	23,2	0,06
Кургушун-Цакер, шт. №№21, 22	6	0,04	31,6	0,01
Жила Б, шт. №№15, 27, 40	8	Сл.	38,2	0,06

повышенные содержания кадмия: сфалерит I марматитового типа, черноватого оттенка, темноокрашенный – 0,34 %, сфалерит II темно-серый – 0,21%, медно-желтый – 0,82%. Согласно данным А. С. Гейдарова и Г. Х. Эфендиева (1966) сфалерит является также основным концентратором индия (до 210 г/т). Б. А. Балакишиева (1964) в качестве основных концентраторов индия в полиметаллических месторождениях называет халькопирит (до 460 г/т) и сфалерит (до 340 г/т).

Разновидности сфалерита–марматит и клейофан содержат в различных количествах элементы-примеси. В целом содержание селена в сфалеритах колеблется от 0,61 г/т в медово-желтом клейофане до 2,3 г/т в сероватом марматите, что объясняется различными содержаниями в них железа. В медово-желтом и зеленовато-желтом клейофане и светло-сером марматите соотношение Se:Te составляет 1:1,2. В темно-сером с черноватым оттенком марматите эта величина достигает 1:1,8.

Таблица 2. Химический состав сфалеритов из некоторых полиметаллических месторождений Малого Кавказа, %

Месторождение	Zn	Fe	Cd	Co	Mo	Cu	Sb	S	Сумма
Дагкесаманское	65,21	1,06	–		–	0,03	–	33,42	99,71
	65,21	1,12	–		–	0,03	–	33,42	98,67
Тутхунское	64,52	0,03			0,1	0,02		34,7	99,29
	65,30	0,62			1,0	0,20		32,7	99,74
Агдаринское	65,70	0,28	0,18	0,02	–	0,13	0,06	33,0	99,37
	66,40	0,11	0,39	0,04	–	0,16	0,01	32,5	99,56
		0,2	0,28						
Ковурма- ларинское	66,20	0,21	0,72		0,16	–	–	32,64	99,57
	66,70	0,84	0,31		0,12	–	–	32,46	100,45
	66,85	0,14	0,37		0,09	–	–	32,26	99,70
	66,60	0,18	0,25		0,15	–	–	32,20	99,38
	65,84	0,63	0,35		0,08	–	–	32,50	99,40
		0,4	0,32		0,12	–			

Сфалерит является широко распространенным минералом колчеданно-полиметаллических руд Агдаринского месторождения, встречается в трех генерациях. Практический интерес представляет сфалерит второй и третьей генераций. Сфалерит II связан с кварц-сфалерит-халькопиритовой ассоциацией, сфалерит III – с кальцит-галенит-сфалеритовой. Сфалерит характеризуется широким набором изоморфных примесей – Fe, Co, Cd, Cu, Sb, концентрация которых варьирует в различных генерациях минерала. Сфалериты Агдаринского месторождения отличаются от таковых Парагачайского и Ковурмадаринского, расположенных в одном и том же рудном районе (Ордубадском), присутствием Co и Sb, значительным содержанием меди (0,13–0,16%), а также полным отсутствием марганца (табл. 2). В них установлены селен (0,4–31,5 г/т) и теллур (4,0–10,6 г/т). Соотношение Se: Te составляет 1:0,64. К важнейшей примеси относится ртуть, являющаяся чувствительным индикатором геохимической зональности. Содержание железа в сфалеритах Агдаринского месторождения довольно невысокое, колеблется в пределах 0,11–0,28 %. Согласно представлениям М. Д. Добровольской, на степень железистости сфалерита влияют физико-химические условия его кристаллизации. Главным фактором, определяющим его высокую железистость, является низкая активность серы в растворе. Образование

безжелезистого и маложелезистого сфалерита, как в данном случае, происходило при большой активности серы. Различная активность серы в минералообразующей среде послужила причиной не только изменения состава сфалерита, но и образования его в различных парагенетических ассоциациях: с пирротинном, пиритом, халькопиритом и галенитом. Существенное значение при этом могли также иметь термодинамические условия, зависящие от глубинного уровня минералообразования, температур и давления. Наблюдения П. Брауна и Дж. Ловеринга (1973 г.) при изучении ассоциации и состава сфалерита из гидротермального поля Бродлеу в Новой Зеландии показали, что в ассоциации со сфалеритом постоянно находится пирит. На отдельных участках, где замеренные температуры минералообразующих растворов составляют 219–253 °С, давление 73,5–91,7 бар, сфалерит ассоциируется с пирротинном, а при более низких температурах (140–160 °С) и давлениях (60,3 и 58,6 бар) – только с пиритом и галенитом.

Сфалерит Дагкесаманского месторождения представлен в основном крупнозернистыми агрегатами, иногда в тесном сростании с халькопиритом и галенитом. Крупные зерна минерала включают единичные зерна пирита кубоктаэдрического габитуса. В массивных и полосчато-брекчиевидных рудах агрегаты сфалерита сцементированы кальцитом.

Таблица 3. Микротвердость и элементы-примеси сфалерита Дагкесаманского месторождения

№ обр.	Микротвердость, кгс/мм <sup>2</sup>	Fe	Pb	Cu
63	164	6,2	2,89	0,06
59	182	4,55	2,57	0,27
69	196	2,5	2,27	0,6
58	204	2,78	1,85	0,44
65	208	2,32	1,13	0,47
51	214	2,19	0,9	0,64

Отдельные зерна сфалерита содержат тонкую и редкую эмульсионную вкрапленность халькопирита без видимой закономерной его ориентировки.

Сфалерит отлагается в двух генерациях, создавая различные парагенетические взаимосвязи с галенитом. Сфалерит I интенсивно корродирует ранний пирит, содержит эмульсионную вкрапленность халькопирита и, в свою очередь, сечется поздним пиритом и прожилками халькопирита. Поздний сфалерит представлен зернами серовато-зеленого цвета и является наложенным на минеральные ассоциации первой и второй стадий минерализации.

С наличием элементов-примесей (Fe, Pb, Cu) в сфалерите непосредственно связана его твердость (табл. 3), пределы изменения этого физического параметра составляют 164–299,4 кгс/мм. Установлено, что с увеличением железа повышается микротвердость сфалерита, т. е. микротвердость минералов является до некоторой степени индикатором их состава. С помощью микротвердости можно определить процентное содержание элементов-примесей в них. В сфалерите Дагкесаманского месторождения при изменении твердости от 164 до 284 кгс/мм содержание железа изменяется от 6,20 до 2,19 %. Сфалерит является главным минералом-носителем такого редкого элемента, как кадмий. Содержание его в сфалеритах Дагкесаманского месторождения изменяется от 0,0011 до 0,096 %. Анализируя данные по микротвердости сфалерита и содержания в нем кадмия, можно проследить закономерную связь между двумя физическими параметрами, иными словами, с увеличением микротвердос-

ти сфалерита в нем повышается содержание кадмия.

Сфалерит из руд медно-полиметаллической формации в значительном количестве наблюдается в рудопроявлениях Килисали и Оксюзли, где образует разномасштабные агрегаты, темные по окраске, относящиеся к железистым разностям, под микроскопом имеет двойниковое строение. Химическим анализом, проведенным в химической лаборатории ИГЕМ АН РФ, в составе сфалерита в качестве примесей установлены Pb, Ni, Co, Cu, Ag, Au, Fe (табл. 4), спектральным анализом помимо указанных также обнаружены Mn, Ga, Cd, Ti, Mg. Постоянными примесями из указанных являются Cu, Fe, Cd, содержание их соответственно составляет 1,45–5, 0,94–2, 0,4 %.

Таблица 4. Химический состав сфалеритов Оксюзлинского рудопроявления

Компоненты	Химическое определение, %	Спектральное определение, %
Pb	1,35	0,01–0,02
Ni	0,02	–
Co	0,07	0,003–0,006
Cu	1,45	3–5
Ag	0,02	0,001–0,003
Au	0,0001	–
Fe	0,94	2
Mn	–	0,03–0,05
Ga	–	0,001
Cd	–	0,4

Сфалерит барит-полиметаллической формации рассматривается на примере Башкишлагского месторождения, особенности минерального состава которого детально описаны П. С. Гаврилюк [10].

Сфалерит, тесно ассоциируя с пиритом, халькопиритом, галенитом, блеклой рудой, борнитом и другими минералами, создает гнездообразные и полосчатые скопления в лежащем боку баритовых жил.

Выделяются две разновидности сфалерита – светлоокрашенный в зеленовато-желтый и янтарный цвета, близкий к клейофану, и темно-коричневый до черного, близкий к марматиту. Встречаясь вместе, последний всегда преобладает над первым.

Микротвердость сфалерита колеблется в широких пределах – от 169 до 232 кг/мм<sup>2</sup>, в

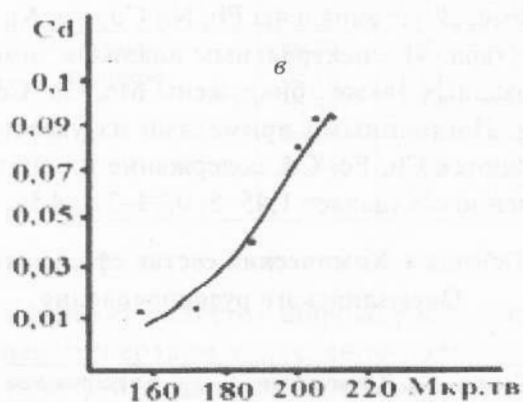
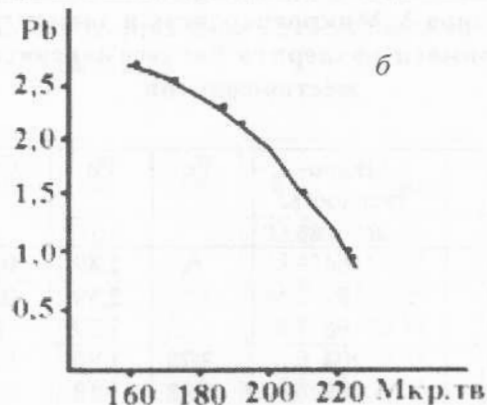
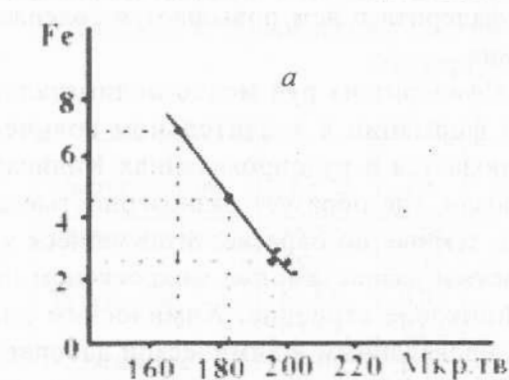


Рис. 2. Зависимость микротвердости сфалерита от содержания железа (а), свинца (б) и кадмия (в)

среднем 221 кг/мм<sup>2</sup>. Наиболее часто сфалерит наблюдается в зернистом сростании с халькопиритом, галенитом и блеклой рудой. С пиритом он образует гипидиоморфнозернистые структуры сростания, часто переходящие в коррозионные структуры замещения пирита сфалеритом. Иногда он полностью замещает серный колчедан, формируя цементоподобные структуры. В сплошных полях часто встречаются корродированные зерна пирита.

Устанавливается тесная связь пирита с халькопиритом. Последний корродирует сфалерит. Часто наблюдается эмульсионная вкрапленность халькопирита в сфалерите, редко встречаются зерна сфалерита, свободные от халькопирита. Очень часто отмечаются неправильные эмульсионные, округлой формы, червеобразные и пламеневидные выделения халькопирита в сфалерите как продукты распада их твердых растворов, возникшие в результате собирательной кристаллизации. Из более поздних минералов сфалерит наиболее интенсивно замещается борнитом. Часто борнит создает вокруг сфалерита заливообразные реакционные каемки.

Взаимоотношения сфалерита с ассоциирующими минералами свидетельствуют о выделении его до пирита и кварца первой

генерации одновременно с халькопиритом, галенитом, гипогенным борнитом, блеклой рудой, выделение которых продолжалось и после образования сфалерита.

Характерными элементами-примесями сфалерита являются As (до 0,1 %), Sb (0,2 %), Ag (0,001–0,003 %), Ga (0,001–0,003 %), Cd (0,001–0,05 %), Mn (0,03–0,1 %), Ni (0,001 %), Ba (0,05 %). Все они, кроме галлия и никеля, существенно превышают кларковые значения. Заместное количество сурьмы и мышьяка связано, по-видимому, с включениями блеклой руды. Температура выделений сфалерита 220–280 и 340–380 °С.

Исходя из изложенного можно сделать следующие заключения.

Сфалериты руд исследованных формаций характеризуются незначительной вариацией содержания железа. Как следует из табл. 2–4, содержание его колеблется от 0,10 до 6,2 %. Вместе с тем следует отметить, что высокая железистость характерна только для сфалеритов Дагкесаманского месторождения (1,06–6,2 %). Сфалериты месторождений остальных формаций отличаются очень низким содержанием железа (0,1–1,52 %).

Как известно [10], по содержанию железа в сфалерите и данным о геологических условиях формирования руд можно достаточно уверенно определять рудную формацию. Кроме того, железистость сфалерита является признаком, по которому можно устанавливать его парагенетические ассоциации с другими сульфидами.



Л. В. Чернышевым и В. Н. Анфиловым (1967), а также П. Бартоном и П. Тоулмином (1966) экспериментально установлено, что на степень железистости сфалерита влияют физико-химические условия его кристаллизации. Главным фактором, определяющим его высокую железистость, является низкая активность серы в растворе. Образование безжелезистого и маложелезистого сфалерита происходило при большой активности серы. Различная активность серы в минералообразующей среде явилась причиной не только изменения состава сфалерита, но и образования его в различных парагенезисах: с пирротинном, пиритом, халькопиритом и галенитом. По мнению П. Брауна и Дж. Ловеринга (1973), существенное значение при этом могли также иметь термодинамические условия, зависящие от глубинного уровня минералообразования, температур и давления.

Сфалериты из месторождений различных формаций характеризуются почти постоянным набором элементов-примесей, но содержание каждого из них неодинаково. Разные содержания ведущих примесей (Fe, Mn, Cd, Cu, Co, Hg) характерны для ранних и поздних генераций сфалерита. Установлено, что от ранней генерации к поздней в сфалерите уменьшается

количество Fe, Mn, Co, иногда увеличивается содержание Cd, Hg, иногда Ga.

Формы нахождения и закономерности распределения элементов-примесей в сфалерите различные. При изучении поведения Cd в сфалерите установлено, что значительные количества его наблюдаются в маложелезистых сфалеритах. Относительно высокие содержания меди в сфалеритах свойственны рудам медно-полиметаллической формации (до 1,45 %).

Присутствие кобальта отмечено главным образом в сфалерите из Агдаринского месторождения (до 0,04 %).

Вхождение меди в сфалерит в виде изоморфной примеси ограничено. Высокие концентрации меди в сфалерите, скорее всего, обусловлены включениями халькопирита.

Ртуть в сфалерите обнаруживается спорадически. По данным Н. А. Озеровой (1986) содержание ее в сфалерите кавказских месторождений составляет  $4,10^{-6}$ – $8,10^{-2}$  %. Ртуть является надежным индикатором глубины формирования оруденения. Как правило, более высокие содержания ее присущи сфалериту, образовавшемуся при более низких температурах в верхних частях рудных тел и месторождений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольская М. Г. Свинцово-цинковое оруденение (рудные формации, минеральные парагенезисы, особенности рудообразования). М.: Наука, 1989. 216 с.
2. Вели-заде С. Ф. Минеральный состав и условия формирования руд Кацдагского колчеданно-полиметаллического месторождения: Канд. дис. М., 1981.
3. Каландаров Б. Г. Типоморфные особенности руд золото-полиметаллической формации (на примере Дагкесаманского месторождения) // Баки Университетинин хябярляри, Тябият елмляри сериясы. 2004. № 3.
4. Каландаров Б. Г. Типоморфные особенности главных рудообразующих минералов месторождений полиметаллических формаций Малого Кавказа (азерб. часть) // Баки Университетинин хябярляри, Тябият елмляри сериясы. 2004. № 4; Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана. Баку: «Озан», 2005.
5. Рамазанов В. Э., Гяляндяров Б. Щ., Аббасов Н. Я., Тяцмязова Т. Щ. Ордубад филиз району мис вя молибден порфир йатагларында олан пиритлярин типоморф хусусийятляри // Баки Университетинин хябярляри, Тябият елмляри сериясы. 2004. № 2.
6. Мозгова Н. Н. Об изоморфизме в сульфидах // Изоморфизм в минералах. М., 1975.
7. Гейдаров А. С., Эфендиев Г. Х., Лапина Н. Ф., Абдуллаева Р. С. Редкие элементы руд Мехманинской группы полиметаллических месторождений // Геохимия редких элементов. Баку, 1966.
8. Балакишиева Б. А. Геохимия редких элементов в полиметаллических месторождениях Азербайджана: Автореф. канд. дис. Баку, 1965.
9. Эфендиев Г. Х. Гидротермальный рудный комплекс северо-восточной части Малого Кавказа. Баку: Изд. АН АзербССР, 1957. 340с.
10. Гаврилюк П. С. Геолого-структурные и физико-химические условия формирования Башкишлагского месторождения баритовых и полиметаллических руд (Малый Кавказ): Автореф. канд. дис... Баку, 1974. 32 с.

## О МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СИЛИКАТНЫХ КОБАЛЬТ-НИКЕЛЕВЫХ РУД ДЖЕТЫГАРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (БЕРСУАТСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДОЛЬСКОЙ ГРУППЫ)

*ДЖАФАРОВ Н. Н., доктор геолого-минералогических наук, академик НИИ РК и МИА, ТОО «Асбестовое ГРП»*

*г. Житикара, Республика Казахстан;*

*ДЖАФАРОВ Ф. Н., кандидат геолого-минералогических наук, ТОО «Natural Resources Management»*

*г. Алматы, Республика Казахстан*

Берсуат кен орнының және Подольск тобының силикат кобальт-никель кендердің геологиялық құрамы туралы кейбір мәліметтер келтірілген.

Приведены некоторые сведения о геологическом строении Берсуатского месторождения и месторождений Подольской группы силикатных кобальт-никелевых руд.

Some information about geological structure of Bersuat deposit and deposits of Podolsk group of silicate nickel-cobalt ores is given.

Кобальт-никеленосные коры выветривания мезозойского возраста развиты практически по всем ультрамафитовым массивам Джетыгаринского рудного района Костанайской области [1–3]. Они имеют площадной или линейный характер. Местами на массивах наблюдается сочетание площадного типа с линейным – так называемые сложные коры выветривания. Кроме перечисленных типов кор выветривания на массивах выявлены перетолженные коры выветривания, среди которых выделяются “перемытый” и “перетолженный” типы (К. К. Никитин, 1960). Предполагается, что основной этап корообразования на массивах относится к юрскому периоду, когда рельеф был выровненным, а климат – влажным и теплым.

По данным К. А. Емельянцева (1960), изучавшего природу выветривания ультрамафитов, в этих условиях произошли интенсивный вынос магния и кальция из выветривающихся пород и отложение их в виде карбонатов в самых нижних зонах коры выветривания. Вынос кальция и магния привел к образованию выщелоченных серпентинитов – более обогащенных железом и кремнеземом, дальнейший вынос

этих же элементов привел к распаду серпентина и формированию гипергенных глиноподобных минералов – нонтронитов, состоящих из водных ферросиликатов. И так, вверху возникла зона нонтронитов, а под ней – зона выщелоченных серпентинитов. В верхней юре и нижнем мелу в условиях жаркого и сухого климата верхние горизонты нонтронитов распались на более устойчивые соединения типа оксидов и гидроксидов. Часть кремнезема при щелочном характере почвенных растворов мигрировала в нижние зоны коры выветривания – зоны выщелоченных серпентинитов и нонтронитов, происходила также частичная миграция никеля. Таким образом, как полагали исследователи, осуществлялась вторичная минерализация ранних продуктов коры выветривания. Из оставшихся после распада нонтронитов, оксидов и гидроксидов железа и кремнезема сформировался последний участник профиля коры выветривания – зона охр и охристо-кремнистых образований.

В Джетыгаринском рудном районе известно несколько месторождений (Шевченковское, Кундыбайское, Милютинское, Джетыгаринское, Аккаргинское, Берсуатское, а также месторож-

дения Подольской группы) силикатных кобальт-никелевых руд, связанных с корой выветривания ультрамафитов. Они были выявлены в 50-е гг. прошлого века. Несмотря на то, что по условиям формирования указанные месторождения практически одинаковы, каждое из них имеет свои геологические особенности. Далее приведем некоторые сведения о геологических особенностях Берсуатского месторождения и месторождений Подольской группы.

Берсуатское месторождение приурочено к одноименному массиву ультрамафитов. Оно было выявлено в 1952 г. А. П. Шапиро и др. [4]. Н. Н. Соловьев при поисковых работах, проведенных в 1953–1954 гг., обнаружил два участка, содержащих промышленные концентрации силикатных кобальт-никелевых руд, названных им месторождениями № 1 и 8. Затем месторождение было разведано геологами Мечетной геологоразведочной экспедиции (Р. Г. Глухов). Описание месторождения дано по материалам Н. Н. Соловьева (1954), К. А. Емельянцева (1960).

В пределах массива развиты разные типы коры выветривания. Наиболее распространена кора выветривания площадного типа. Мощность ее колеблется в широких пределах: в серпентинитах 5–10 м, иногда 16 м, а в приконтактных частях серпентинитов со сложными интрузиями габбро-диоритового состава до 40 м.

В некоторых участках кора выветривания перекрыта переотложенной корой, представляющей собой песчано-глинистую массу с включениями охр и нонтронитов. Иногда переотложенная кора выветривания несет кондиционное содержание никеля и кобальта.

Охры сохранились только на небольших площадях участка месторождения № 1 и в виде небольших карманов на участке месторождения № 8. Содержание никеля в охрах составляет около 0,7 %, кобальта – 0,05 %, иногда достигает 1,31 и 0,14 % соответственно. Отмечается высокое содержание железа – до 55,63 %. В нижних частях зоны охр содержание никеля и кобальта обычно повышается. Мощность зоны охр 1–3 м, иногда до 6 м.

Нонтрониты и нонтронитизированные серпентиниты распространены относительно широко. В верхней части разреза они обожжены, омарганцованы и являются кобальт-нике-

левыми рудами. Содержание никеля в них составляет 1,64 %, кобальта – 0,35 %. Мощность этой зоны в среднем равна 2–3 м, но иногда достигает 10 м.

Выщелоченные, слабо нонтронитизированные серпентиниты встречаются повсеместно. Среднее содержание никеля в них обычно низкое, но иногда достигает 0,89 %, кобальта – 0,06 %. Мощность рассматриваемой зоны 2–4 м.

Выщелоченные карбонатизированные серпентиниты являются переходными породами к невыветрелым серпентинитам.

На участке месторождения № 1 незначительно развит трещинный тип коры выветривания, представленный нонтронитизированными серпентинитами и выщелоченными серпентинитами. В продуктах трещинного типа коры выветривания содержание никеля и кобальта, как правило, низкое.

Закрытый тип коры выветривания распространен в приконтактных зонах серпентинитов со сланцами, габбро и диоритами, в большинстве случаев он является безрудным.

На участке месторождения № 1 выделено восемь залежей относительно богатых кобальт-никелевых руд и пять залежей бедных руд. Последние в большинстве случаев подстилают залежи первых. Мощности рудных залежей колеблются от 0,1–2,2 до 5,7–10,0 м, вскрышных пород – от 0,20 до 18,25 м, в среднем 5,67 м. Во всех залежах с богатыми рудами практически отсутствуют безрудные прослои и окна. Они представляют линзообразные сплошные тела. Залежи с относительно бедными рудами содержат прослойки и окна безрудных участков и являются несплошными линзовидными телами.

На участке месторождения № 8 разведаны две залежи относительно богатых руд со средними мощностями 2,8 и 4,8 м. Мощность вскрышных пород 4,2 м. Залежи с бедными рудами подстилают залежи с относительно богатыми рудами. Руды месторождений подразделяются на железистый, железисто-магнезиальный и магнезиальный типы (табл. 1).

Средняя мощность залежей с относительно бедными рудами 4,5 м при содержании никеля 0,88 %, кобальта 0,05 %.

На Берсуатском месторождении Н. Н. Соловьевым были подсчитаны запасы в ко-

Таблица 1. Типы руд и содержание компонентов

Тип руд	Кол-во данного типа руды, %	Среднее содержание полезных компонентов, %		
		Никель	Кобальт	Железо
Железистый	17	1,10	0,06	28,8
Железисто-магнезиальный	80	1,20	0,05	23,5
Магнезиальный	3	0,95	0,02	10,0

личестве 58,3 тыс. т никеля при среднем содержании 1,14 %. После разведки месторождения Мечетной ГРЭ запасы его оцениваются в 15 тыс. т никеля при среднем содержании 1,01 % и 0,9 тыс. т кобальта при среднем содержании 0,06 %.

Подольская группа месторождений расположена в одноименном крупном ультрамафитовом массиве площадью около 150 км<sup>2</sup>. Северная часть его находится на западном окончании рудного района, южная – на территории России. В вещественном составе пород массива широко представлены клинопироксениты и анодунитовые антигоритовые серпентиниты с участками серпентинизированных дунитов. Подольская группа месторождений была выявлена поисково-разведочными работами в 1952 г. (А. В. Клочихин и др.). В 1953–1954 гг. Н. Н. Соловьевым здесь было разведано шесть месторождений силикатных кобальт-никелевых руд: Западно-Подольское, Северо-Восточное, Южно-Тасыбаевское, Восточно-Тасыбаевское, Тасыбаевское и Восточно-Подольское. Месторождения разделены невыветрелыми серпентинитами, габброидами и гранитоидами. Описание месторождений дано по материалам Н. Н. Соловьева (1954), К. А. Емельянцева (1960).

На массиве развита кора выветривания нонтронитового профиля. Наблюдается кора силицифицированного профиля, которая присутствует на небольших участках с положительной формой рельефа.

Охры наиболее развиты на Западно-Подольском месторождении. Мощность зоны охр до 6 м. Среднее содержание никеля в зоне охр 0,32–0,47 %, кобальта 0,05–0,09 %, железа 21,9–43,81 %.

Нонтрониты и выщелоченные нонтронитизированные серпентиниты распространены довольно ограниченно. Мощность зоны 0,9–4,5 м. Среднее содержание никеля 0,35–0,44 %, кобальта 0,05–0,03 %, железа 26,2–28,8 %. Выщелоченные серпентиниты в разрезе зон выветривания встречаются крайне редко и представлены сильно трещиноватыми обеленными породами. С глубиной количество трещин уменьшается и порода приобретает монокристаллический характер. Мощность зоны от 0,5–12 м. Среднее содержание никеля в нонтронитах и нонтронитизированных серпентинитах 0,31 %, кобальта 0,03 %, железа 14,3 %.

Выщелоченные магнезионосные серпентиниты залегают в нижних частях коры, развиты крайне слабо, представлены обеленными серпентинитами с прожилками магнезита, доломита, кальцита, халцедона и опала. Мощность зоны от 5 до 14 м. Содержание никеля, кобальта и железа в этих породах незначительное и не представляет практического интереса.

Окремненные серпентиниты широко распространены на Западно-Подольском месторождении. Они представлены сахароподобными скелетными образованиями, коры и пустоты которых заполнены охристо-кремнистым материалом бурого цвета. Эти образования встречаются среди охр, на границе с нонтронитами, иногда приурочены к повышенным частям рельефа. Мощность их от 5–6 до 2,5 м, иногда до 0,1 м. Среднее содержание никеля в них 0,24 %, кобальта 0,04 %, железа 18,3 %. Месторождения Подольского массива разведаны сетью скважин 400x200 м.

На Западно-Подольском месторождении разведано пять рудных залежей. Мощность

Таблица 2. Содержание полезных компонентов в типах руд Подольской группы месторождений, %

Тип руд	Кол-во данного типа руды	Никель	Кобальт	Железо
Железистый	56	0,43	0,13	35
Железисто-магнезиальный	36	0,60	0,10	28
Магнезиальный	8	0,35	0,08	15

их 3,1–5,4 м. Мощность вскрышных пород колеблется от 5,7 до 11,6 м.

На Южно-Тасыбаевском месторождении отмечается одна залежь, вытянутая в меридиональном направлении на 5 км с шириной 1,0 км. Средняя мощность руды 3,7 м, вскрышных пород 3,5 м.

На Северо-Восточном месторождении выделены две рудные залежи – Северная и Южная. Мощность Северной залежи 2,9 м, Южной 6,7 м. Длина рудных тел около 1,2 км, при средней ширине 400 м.

Вскрышные породы имеют мощность 1,3–6,7 м. Отношение объемов вскрышных пород к объему руды для Подольской группы месторождений равняется 1,5 : 1,0.

На месторождениях этой группы выделяются три типа руд: железистый, железисто-магнезиальный, магнезиальный. Соотношение типов руд и среднее содержание полезных компонентов приведены в табл. 2.

Руды комплексные – никель-кобальт-железистые, отличаются повышенным содержанием железа в руде – от 0 до 60 % при среднем содержании 37 %. Это позволяет рассматривать руды

верхних зон Подольской группы месторождений как железистые природно-легированные.

Подольскую группу месторождений силикатных никель-кобальтовых руд по результатам подсчета запасов Н. Н. Соловьев отнес к числу крупных. Кроме того, он провел ориентировочный подсчет запасов железных руд по категории С2. При подсчете бортовое содержание железа принималось равным 30 %. Суммарные запасы природно-легированных никелем и кобальтом железных руд по Западно-Подольскому, Южно-Тасыбаевскому, Восточно-Тасыбаевскому и Северо-Восточному месторождениям составляют 63,8 млн т.

Поисково-разведочные работы на Подольском массиве с 1960 г. были продолжены Мечетной ГРЭ, и запасы Подольской группы месторождений были оценены в 23,5 тыс. т по никелю и 5,9 тыс. т по кобальту. Руды отличаются сравнительно низкими содержаниями никеля и кобальта.

В заключение необходимо отметить, что ресурсы Берсуатского месторождения и месторождений Подольской группы до конца не оценены.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кириенко Н. И. Подвижность элементов и их баланс в корях выветривания ультраосновных пород (на примере Шевченковского, Малого и Большого Аккаргинского и Джетыгаринского массивов) // Вопросы геологии коры выветривания Казахстана. Алма-Ата, 1972. Вып. 1. С. 151-163.
2. Тюрин Б. А. Геологическое и экономическое значение древних кор выветривания Казахстана и основные вопросы их изучения // Там же. С. 3-38.
3. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Полезные ископаемые Джетыгаринского рудного района (Костанайское Зауралье). Алматы: Алем, 2002. 244 с.
4. Геологической службе Северного Казахстана 50 лет. Костанай, 2001. 200 с.



## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ ЦЕПОЧЕЧНЫХ СИЛИКАТОВ ПРИ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*МУРЗАДИЛОВ Т. М., старший научный сотрудник,  
Институт геофизики НЯЦ РК;*

*МАЛИМБАЕВ М. С., ведущий геолог ТОО «КазКопер»  
г. Алматы, Республика Казахстан*

Баулы силикаттердің, атап айтқанда родусит-асбесттің, төменгі жиілік жартылай өткізгіш өткізгіштіктің, криоген температураларда, күшті әсер жеке эксперименттер негізінде алынған жоғары температурдік асқын өткізгіштіктің принципті жана үлгісінің шығаруының мүмкіншілікті болжауға билік береді.

Полученный на основе единичных экспериментов эффект низкочастотной полупроводниковой проводимости цепочечных силикатов, а именно родусит-асбеста, при криогенных температурах позволяет предположить возможность создания принципиально нового типа высокотемпературного сверхпроводника.

Obtained on the basis of single experiment the effect of low-frequency semi-conductive conductivity of chain silicates, that is rhodusite-asbestos, at cryogenic temperatures, allows suggesting the possibility of creation principally of the new type of hyper thermal superconductor.

Природные цепочечные силикаты – амфиболовые асбесты и их кристаллические аналоги в настоящее время в основном в относительно небольших объемах применяются при производстве химически и радиационно-стойких специальных бетонов, различных композиционных материалов (в качестве наполнителя), используемых в агрессивных средах и космосе, пигментов (в лакокрасочном производстве) и др. Во всех этих случаях учитываются их особые химические, механические и радиационно-стойкие свойства.

До сих пор считалось, что данные минералы являются ярко выраженными диэлектриками, по крайней мере, по данным литературных источников. Однако это утверждение всегда базировалось на исследованиях их электрофизических свойств при температурах в окрестности нуля градусов по Цельсию, при этом нет никаких данных о поведении электропроводности данных минералов в области криогенных температур, т.е. в окрестности нуля градусов по Кельвину.

В начале 1990-х гг., в конце периода экономической перестройки в СССР, создалась критическая ситуация в области добываю-

щей промышленности, обслуживающей оборонную промышленность, в связи с резким сокращением ее объемов производства. Эта проблема коснулась и обогащательной фабрики родусит-асбеста (цепочечный силикат) в г. Сатпаеве Карагандинской области, где получали сырье для производства специальной бумаги, которая использовалась в качестве фильтров в войсковых противогазах. В связи с этим было организовано совещание основных, потенциально заинтересованных в этом сырье представителей производства и научно-исследовательских институтов с целью выработки решения о диверсификации этого предприятия для нужд народного хозяйства, не связанного с обороной. На данном совещании было принято следующее решение. В связи с тем что возможные, альтернативные области применения данного вида сырья к рассматриваемому моменту времени не в полной мере ясны, провести дополнительные исследования его свойств в целях определения нового вида продукции, использующей эти свойства. Организация нового вида продукции должна быть осуществлена с минимальными затратами на ре-

конструкцию предприятия. Результаты этих исследований было предложено доложить на следующем совещании с последующим принятием окончательного решения о судьбе данного предприятия. В отмеченных исследованиях были задействованы специалисты Института минерального сырья (КазИМС), Казахского государственного университета (КазГУ), Института электрохимии и катализа АН РК и др.

В результате исследований в части изучения электрофизических свойств был выявлен факт, идущий вразрез с общепринятыми представлениями о проводимости родуситов. Оказалось, что, по крайней мере, некоторые природные агрегаты родусит-асбеста обладают низкочастотными полупроводниковыми свойствами. Этот эмпирический факт на тот момент времени остался однозначно не объясненным с точки зрения существующей теории кристаллической природы цепочечных силикатов.

Гипотеза, возможно, объясняющая экспериментально проявленный факт аномальной электропроводности в исследованном образце, такова. Дело в том, что кристаллическая структура амфиболовых асбестов и их кристаллических аналогов (цепочечные силикаты) представляет собой линейно вытянутые цепи кремнекислородных тетраэдров. Цепи между собой «сшиты» атомами различных металлов. По представлению современной кристаллофизики такие структуры, однородные по химическому составу, при комнатной температуре должны обладать диэлектрическими свойствами. Однако общеизвестно, что искусственно синтезированные амфиболы и их природные аналоги могут быть подвержены изоморфным замещениям некоторых атомов в позициях кристаллической структуры, занятых металлами. Поэтому природные амфиболы в основном представляют собой твердые растворы различных изоморфных модификаций данной разновидности минерала. В связи с этим представляется логичным, что свойства таких растворов, в том числе

и электрические, должны зависеть от изоморфного состава и температуры. При этом не исключается и такое явление, как наличие высокотемпературной сверхпроводимости у некоторых разновидностей амфиболов, поскольку по химическому составу они подобны металлокерамике, а по структуре молекул – высокомолекулярным органическим сверхпроводникам.

Выяснением такого предположения (о зависимости электрических свойств от изоморфного состава и температуры, а также о наличии сверхпроводимости) никто до настоящего времени не занимался, тем более в области сверхнизких температур. Между тем подобные исследования могли бы быть полезными с точки зрения как науки о веществе, так и их прикладного использования. Это особенно важно для интенсивно развивающегося наукоемкого производства, например микроэлектроники с элементами нанотехнологий и энергетики, если окажется, что некоторые изоморфные разновидности амфиболов являются сверхпроводниками в области приемлемо низких температур.

Прецедентом постановки подобного вида исследований является история открытия высокотемпературной проводимости в металлокерамике. Так сложилось, что металлокерамические материалы, в которых позднее был обнаружен эффект высокотемпературной сверхпроводимости, были синтезированы за десять лет до обнаружения данного явления в Институте химии АН СССР и других лабораториях мира. Были изучены практически все их физические свойства, за исключением электрофизических при криогенных температурах. В результате этого приоритет отмеченного открытия данными коллективами был упущен. В дальнейшем этот исследовательский пробел в отмеченных организациях в интенсивном режиме был устранен.

Предложение, возникающее из изложенных выше выводов (сделанных на основании единичных экспериментов), провести подробные исследования электрофизических свойств амфиболовых асбестов и их кри-

сталлических аналогов в зависимости от их изоморфного состава и температуры, причем особое внимание должно быть обращено на свойства, проявляемые в диапазоне криогенных температур, не найдено понимания до сего времени. Основная цель исследования, по замыслу авторов – поиск термодинамических условий, при которых возможно возникновение явления сверхпроводимости.

Если все же найдется инвестор, авторы не отрицают, что в результате исследований гипотеза о возможном наличии у цепочечных силикатов свойства сверхпроводимости при криогенных температурах может быть не подтверждена. Неочевидна также возможность в будущем широкого использования в наукоемком производстве материалов на основе амфиболов, поскольку на данном этапе не

известны весь спектр их электрофизических свойств (в зависимости от изоморфного состава и температуры), а также технология синтеза, обеспечивающая их прецизионный состав.

Однако в случае подтверждения ожидаемых результатов есть возможность выхода на мировой рынок с принципиально новым видом высокотемпературного сверхпроводника, при производстве которого используются наукоемкие нанотехнологии синтеза вещества. Кроме того, в результате реализации проекта по данной проблеме появится возможность создания современной исследовательской базы экспериментальной минералогии, нацеленной на получение новых типов материалов с заданными свойствами для нужд высокотехнологических производств.





## О ПРИБЛИЖЕННЫХ ВЕЛИЧИНАХ ХИМИЧЕСКОЙ ДЕНУДАЦИИ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ МАЛОГО КАВКАЗА

ТАХМАЗОВА Т. Г., старший преподаватель,  
Бакинский государственный университет  
г. Баку, Республика Азербайджан

Айтылмыш еңбекте, Кішкене Кавказдың солтүстік-шығыс бауырында өзендердің ( $\text{м}^3/\text{жылына}$ ) аллювиалдық шөгінділердің ( $2836114 \text{ м}^3/\text{жылына}$ ) белгілінген жалпы көлемге байланысты, тау өзендермен тасыталған заттардың арақатынасты және айтылған бауырының жуық аумағын пайдаланып, химиялық денудация белгілінеді. Заттардың арақатынасты есепке алғанда сәйкес химиялық денудацияның мөлшерлерді табымыз:  $28,6240 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{жылына}$  және  $18,1183 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{жылына}$ , ортаншы шамасы:  $23,37115 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{жылына}$ . Жеке өзендер бойынша кейбіреу мәліметтердің салыстыруы жүріп жатыр.

В связи с установленной общей массой аллювиальных отложений ( $2\ 836\ 114 \text{ м}^3/\text{год}$ ) рек северо-восточного склона Малого Кавказа определена химическая денудация при использовании соотношений веществ, переносимых горными реками, и приближенной площади данного склона ( $\approx 12\ 875 \text{ км}^2$ ). При учете соотношений веществ соответственно найдены величины химической денудации:  $28,6240$  и  $18,1183 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{год}$ , средненное значение  $23,37115 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{год}$ . Проведено также сопоставление с некоторыми данными по отдельным рекам.

In the given job, in connection with established general weight alluvial of adjournment ( $2836114 \text{ м}^3/\text{year}$ ) of the rivers of a northeast slope of Small Caucasus (per one  $\text{м}^3/\text{year}$ ), is defined chemical denudation at use of parities substances, transferred by the mountain rivers, and area of the given slope approached ( $\approx 12875 \text{ км}^2$ ). At the account of two parities substances accordingly we find sizes chemical denudation:  $28,6240 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{year}$  and  $18,1183 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{year}$ , average meaning:  $23,37115 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{year}$ . The comparison to some data on the separate rivers is made also.

Как известно, вопросы денудации горных областей, с которыми связаны перспективы поисков аллювиальных россыпей, представляют не только теоретический, но и большой практический интерес. Этим вопросам посвящен ряд работ по геологии, поискам и разведке россыпей, а также монография «Золото Азербайджана» [1].

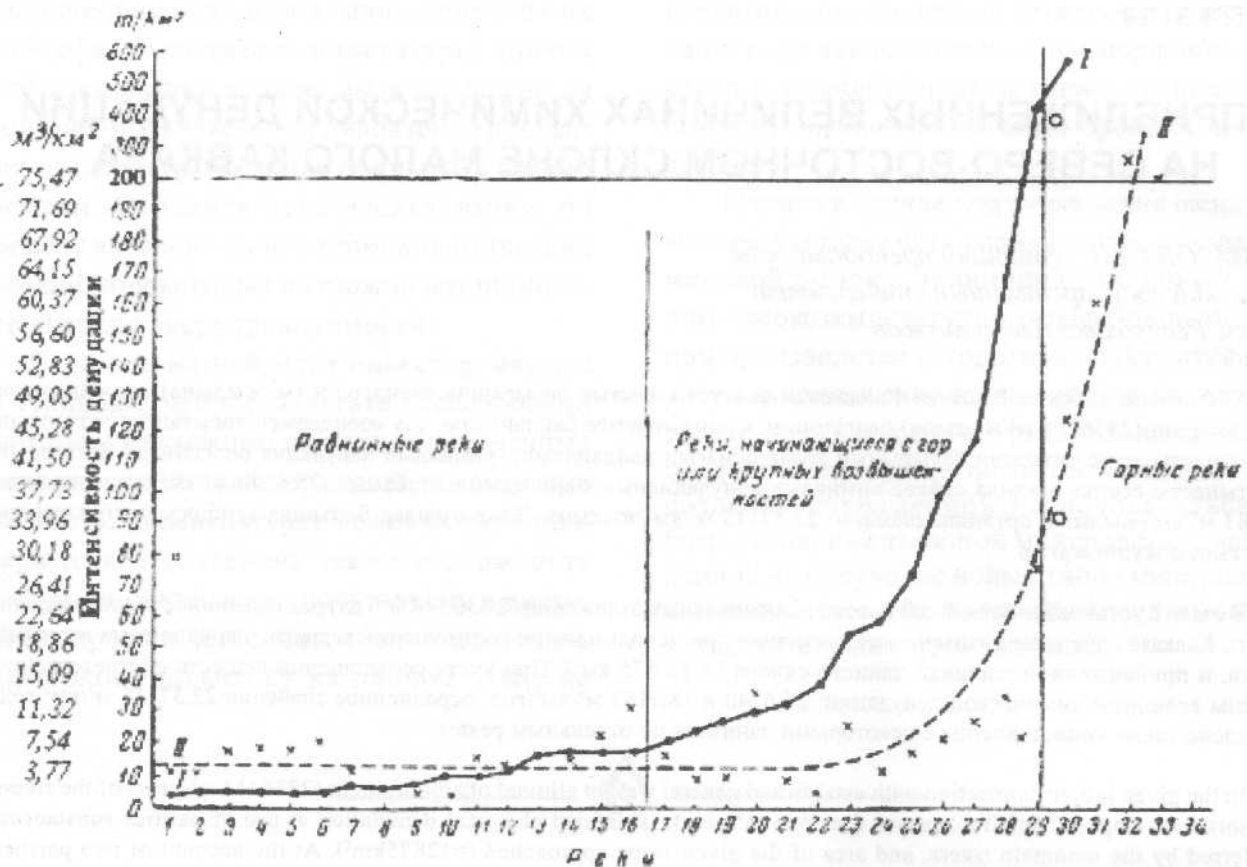
С этой точки зрения данная статья является логическим продолжением нашей предыдущей работы [2]. Так же как и в работе [2], автор данной статьи прежде всего опирается на соответствующие материалы, основанные на известных соотношениях речных осадков различного типа, в том числе и дислоцированных на различных участках рек северо-восточного склона Малого Кавказа. В связи с этим мы считаем необходимым использовать соответствующие соотношения влекомых, взвешенных и растворенных веществ, переносимых горными реками. В данном случае мы имеем в виду соответствующие соотношения, опубликованные различными специалистами:

Г. В. Лопатиным (по Н. М. Страхову [3]), Ч. М. Халифазаде и И. А. Мамедовым [4].

На основании этих соотношений, опирающихся на усредненные данные, можно легко определить процентное содержание соответствующих типов аллювиальных осадков. В данном случае прежде всего интересно процентное содержание растворенных веществ, являющихся составной частью речного аллювия, т.е. по указанным соотношениям можно получить соответствующие усредненные цифры.

Как указывает Н. М. Страхов [3], «...на гористых участках соотношение еще сильнее меняется в сторону преобладания кластического материала-  $a : v : c = 0,86 : 6,8 : 1,0 \dots$ ».

Кроме того, имеются также материалы о распределении различных типов осадков в горных реках:  $a : v : c = 1 : 5 : 0,5$  [4]. Пользуясь этим соотношением, найдем приближенное общее значение растворимой части аллювиальных отложений по отношению к их суммарной величине ( $2\ 836\ 114 \text{ м}^3/\text{год}$ ) [2], составляющее  $8,66-11,5\%$ .



**Соотношение механической (I) и химической (II) денудации по Н. М. Страхову:**

1 – Нева; 2 – Енисей; 3 – Луга; 4 – Нарва; 5 – Днепр; 6 – Онега; 7 – Обь; 8 – Зап. Двина; 9 – Колыма; 10 – Яна; 11 – Мезень; 12 – Южн. Буг; 13 – Сев. Двина; 14 – Урал; 15 – Дон; 16 – Волга; 17 – Печора; 18 – Индигирка; 19 – Амур; 20 – Днестр; 21 – Кума; 22 – Калаус; 23 – Сырдарья; 24 – Амазонка; 25 – Ла Плата; 26 – Юкон; 27 – Миссисипи; 28 – Кубань; 29 – Кура; 30 – Амударья; 31 – Терек; 32 – Рион; 33 – Самур; 34 – Сулак. Кружками обозначены реки юго-востока Азии: Инд, Ганг, Брампутра, Иравади, Меконг, Янцзы и др.

*Примечание.* В левом крайнем столбце автором сделан перевод некоторых данных (т/км²) в м³/км² при примерном учете плотности речных отложений (≈ 2,65 т/м³).

После этого перейдем к следующему соотношению различных типов осадков горных рек:  $a : b : c = 1 : 5 : 0,5$  [4]. Здесь общая суммарная величина указанных показателей составит 6,5. В связи с этим доля растворимой части пород по отношению к этой величине будет равна 7,6 %.

Таким образом, значения, характеризующие содержание растворимых осадков по отношению к общей массе аллювия, равны 11,5 и 7,6%. Исходя из этого использование процента растворимых веществ (по анализу данных Г. В. Лопатина [3]) позволяет составить следующую пропорцию:

$$\begin{aligned} 2\ 836\ 114\ \text{м}^3/\text{год} &- 88,5\% \\ x &- 11,5\% \end{aligned}$$

$$x = \frac{2836114\ \text{м}^3/\text{год} \cdot 11,5\%}{88,5\%} = \frac{32615311}{88,5} = 368534,58\ \text{м}^3/\text{год}.$$

После этого перейдем к аналогичному рассмотрению следующей пропорции:

$$\begin{aligned} 2836114 &- 92,4\% \\ x &- 7,6\% \end{aligned}$$

$$x = \frac{2836114\ \text{м}^3/\text{год} \cdot 7,6\%}{92,4\%} = \frac{215544664}{92,4} = 233273,44\ \text{м}^3/\text{год}.$$

Приступим теперь к определению двух показателей химической денудации на северо-восточном склоне Малого Кавказа, площадь которого составляет ≈ 12 875 км² [2].

$$x_1 = \frac{368534,58 \text{ м}^3 / \text{год}}{12875 \text{ км}^2} = 28,6240 \text{ м}^3 / \text{км}^2 / \text{год}.$$

$$x_2 = \frac{233273,44 \text{ м}^3 / \text{год}}{12875 \text{ км}^2} = 18,1183 \text{ м}^3 / \text{км}^2 / \text{год}.$$

В связи с этим осредненная химическая денудация составит

$$28,6240 \text{ м}^3 / \text{км}^2 / \text{год} + 18,1183 \text{ м}^3 / \text{км}^2 / \text{год} = 46,7423 : 2 = 23,37115 \text{ м}^3 / \text{км}^2 / \text{год}.$$

Попробуем теперь провести примерное сопоставление данных химической денудации с таковыми механической денудации, используя соответствующие кривые (см. рисунок [3]).

По нашему мнению, перевод параметров денудации  $\text{т}/\text{км}^2$  в  $\text{м}^3/\text{км}^2$  правомерен. Это

прежде всего необходимо для примерного определения данных химической денудации, выражаемых дополнительно в  $\text{м}^3/\text{км}^2/\text{год}$ , в целях интерполяции на кривой этой денудации. Далее легко определяем полученные конкретные величины химической денудации.

Иными словами, секущие кривую химической денудации вертикальные линии приходятся на некоторые пункты рисунка [3]. В связи с этим значения химической денудации примерно соответствуют рекам Кубань и Амударья, а по рис. 8 из работы [3] – приближенно Куру и Амударье.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баба-заде В. М., Мусаев Ш. Д., Насибов Т. Н., Рамазанов В. Г. Золото Азербайджана. Баку: Азербайджан Милли Энциклопедиясы, 2003.
2. Шахсуваров Т. С., Тахмазова Т. Г. О приближенных величинах денудационного среза и механической денудации на северо-восточном склоне Малого Кавказа // Вестник Бакинского университета. 2006. №4.
3. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР. 1960. Т. 1.
4. Хялифязаде Ч. М., Мямлядов И. Я. Чюкмя сцхурларын вя щювзялярин фасийа вя формасийа тялими. Баку: Мцтярым, 2003.
5. Щясянов М., Заманов Х., Ёяфяров Б., Вялийев Ш. Азярбайъанын чайлары, эюдлярин вя су анбарлары. АДУ няшри. Баку, 1973.



## ОСНОВНЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОЙ ПРОДУКЦИИ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССИЙСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА

*КАШАНСКИЙ С. В., кандидат медицинских наук,  
ФГУН "Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики  
и охраны здоровья рабочих промпредприятий" Роспотребнадзора  
г. Екатеринбург, Российская Федерация*

Кен қауымнын әртүрлерді және хризотил кеннің байытылған бағыттас өнімдерді өнеркәсіптің әртүрлі салаларында олардың экспериментальды-экологиялық бағалауының жүрісінде пайдалауының мүмкіншілігі қарастырылған.

Рассмотрена возможность применения разных видов горной массы и попутной продукции обогащения хризотиловой руды в различных отраслях промышленности в ходе их экспериментально-экологической оценки.

The possibility of application of the different types of rock mass and favourable production of the enrichment of chrysotile ore in various branches of industry during the process of their experimental-ecological assessment is considered.

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом, как правило, сопровождается перемещением значительных объемов горных пород. Так, при разработке крупнейшего в мире Баженовского месторождения хризотил-асбеста на 1 т товарной продукции в среднем образуется порядка 163 т отходов, состоящих из горной массы и попутной продукции обогащения хризотил-асбеста, из которых  $\approx 50\%$  идет на производство широкого спектра строительных материалов: песчано-щебеночных смесей, крупнозернистых посыпок и т. д. Оставшаяся часть отходов складывается в отвалы, в результате чего из землепользования исключаются тысячи гектаров земли. Сходная ситуация сложилась и на других российских месторождениях хризотил-асбеста.

Нерекультивированные отвалы отходов обогащения хризотил-асбеста являются значимыми источниками загрязнения окружающей среды волокнами асбеста [1]. В этих условиях охрана окружающей среды от воздействия отходов обогащения предприятий по добыче хризотил-асбеста является одной из актуальнейших проблем и включает решение ряда неотложных задач, в числе которых эколого-гигиеническая

оценка возможных приоритетных направлений их использования.

Как показала проведенная нами эколого-гигиеническая экспертиза горной массы и отходов обогащения российских месторождений хризотил-асбеста, все они преимущественно состоят из серпентинита с примесью серпентинизированных перидотитов, карбонатов, магнезита и свободного хризотил-асбеста [2]. Основной попутной продукцией являются гидросиликаты магния с примесью оксидов алюминия, кремния, железа, кальция и других химических элементов (табл. 1). Содержание свободных волокон хризотил-асбеста и кристаллического диоксида кремния в них не превышает соответственно 0,5 и 1,0 %.

По химическому и минералогическому составу, расчетному индексу токсичности, отсутствию миграции компонентов в контактирующие среды из горной массы и отходов обогащения они относятся к категории нетоксичных промышленных отходов добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности.

По радиационным свойствам они относятся к 1-му классу и могут применяться во

Таблица 1. Химический состав горной массы и отходов обогащения основных российских месторождений хризотил-асбеста, %

Оксид	Месторождение				
	Баженовское		Киембайское		Актовракское
	Горная масса	Отходы обогащения	Горная масса	Отходы обогащения	Отходы обогащения
SiO <sub>2</sub>	48,6	39,8	30,7	21,1	35,7
MgO	20,6	37,2	40,8	51,1	41,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,8	2,1	5,01	7,9	0,64
CaO	6,1	1,3	0,67	0,57	Н.п.ч.м. *
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,2	4,0	3,7	4,2	5,94
Na <sub>2</sub> O	2,1	0,2		Сл.	0,24
K <sub>2</sub> O	0,05	0,05			0,04
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,17	0,13	0,65	0,67	0,39
NiO	0,15	0,1	0,44	0,51	0,15
MnO	0,03	0,03	0,085	0,104	0,03
PbO	0,01	0,01	0,22	0,22	0,011
CuO	0,002	0,0019	0,019	0,013	0,0017
ZnO	0,007	0,006	0,048	0,045	0,007
CoO	0,0002	0,0002	0,017	0,022	0,00028
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ниже предела чувствительности метода				0,019
TiO <sub>2</sub>	Ниже предела чувствительности метода				0,03
П.п.п. **	9,7	16,4	13,7	12,8	14,1

\* Ниже предела чувствительности метода.

\*\* Потери при прокаливании.

всех видах строительства и производства без ограничений [3].

Горная масса и отходы обогащения образуют прочную связь с цементом и битумами, устойчивы к погодным воздействиям и истиранию, а также хорошо смачиваются, поглощают воду и набухают. Перечисленные свойства обеспечили им широкое применение в строительстве. Горная масса и отходы обогащения используются в качестве заполнителей во всех видах бетонных строительных конструкций и растворов, в производстве асфальтобетонных дорожных и аэродромных наружных покрытий, а также для устройства оснований железных и автомобильных дорог.

На российских железных дорогах горные породы и отходы обогащения хризотил-асбеста применяются свыше 60 лет [4]. К началу XXI в. 35,0 тыс. км главных и 9,5 тыс. км станционных путей российских железных дорог были забалластированы горными породами и отходами обогащения хризотил-асбеста. В последнее десятилетие XX в. ежегодные объемы

потребления этой продукции колебались от 2,0 до 5,4 млн м<sup>3</sup>.

Работы на железных дорогах с этими материалами приводят к кратковременному повышению гравиметрических и счетных концентраций волокон хризотил-асбеста в полосе отчуждения железных дорог (табл. 2) [5]. При прохождении пассажирских поездов через участок ремонтных работ с использованием попутной продукции обогащения хризотил-асбеста в теплый период года через один час и сутки после их завершения массовые концентрации в пассажирском салоне возрастали в 5–6 раз, а счетные концентрации волокон хризотил-асбеста – до 9 раз. В холодный период года через те же интервалы времени массовые концентрации в пассажирском салоне практически не изменялись, а концентрации волокон хризотил-асбеста были ниже чувствительности метода. Через год показатели в оба периода года были одного порядка.

Вторым перспективным направлением использования попутной продукции обогаще-

Таблица 2. Счетные концентрации респираторных волокон хризотил-асбеста и общих концентраций асбестосодержащей пыли при работах с песчано-щебеночными смесями на железной дороге

Расстояние от места проведения работ, м	Период года											
	Холодный				Переходный				Теплый			
	Массовая, мг/м <sup>3</sup>		Счетная, вол./мл		Массовая, мг/м <sup>3</sup>		Счетная, вол./мл		Массовая, мг/м <sup>3</sup>		Счетная, вол./мл	
	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.	макс.	ср.
Снятие старой песчано-щебеночной смеси												
25	1,0	0,6	0,02	0,02	0,7	0,3	0,02	0,01	2,0	1,8	0,10	0,08
50	1,2	0,9	0,03	0,02	0,5	0,4	0,01	0,01	2,5	2,1	0,11	0,08
100	0,6	0,4	0,02	0,01	0,2	0,2	0,01	0,01	1,2	1,0	0,06	0,04
Отсыпка новой песчано-щебеночной смеси												
25	1,8	1,5	0,34	0,30	0,8	0,7	0,12	0,11	5,7	3,8	0,57	0,57
50	2,0	1,9	0,20	0,19	0,9	0,7	0,10	0,10	8,7	6,9	0,50	0,47
100	1,4	1,2	0,09	0,07	0,4	0,3	0,05	0,05	3,2	2,2	0,15	0,13
Фоновая	0,3	0,2	0,01	0,01	0,1	0,1	0,01	0,01	0,3	0,2	0,01	0,01

Таблица 3. Средние концентрации вредных веществ, выделяющихся при производстве, укладке и эксплуатации асфальтобетона на основе песчано-щебеночных смесей, производимых ОАО "Ураласбест", мг/м<sup>3</sup>

Рабочее место, операция	Общая запыленность	Фенол	Формальдегид	Волокнистые частицы, вол./мл	
				Все	Хризотил
Асфальтобетонный завод					
Транспортерщика	12,9	0,132	0,161	0,13	0,124
У сушильного барабана	8,5	0,100	0,176	0,45	0,427
Битумная	0,3	0,062	0,135	0,03	0,027
Загрузка асфальтобетона в смеситель	1,1	0,105	0,045	0,06	0,054
В кабине автомобиля при транспортировании асфальтобетона	0,2	0,140	0,124	0,03	0,027
Фоновая концентрация	0,3	0,059	0,056	0,03	0,027
Укладка асфальтобетона					
Разбрасывание асфальтобетона вручную	0,8	0,024	0,052	0,06	0,004
Кабина грейдера	0,8	0,041	0,013	0,06	0,004
Водителя асфальтоукладчика	1,0	0,069	0,107	0,07	0,005
Водителя катка	0,9	0,043	0,102	0,04	0,003
Фоновая концентрация	0,6	0,034	0,049	0,06	0,004
Эксплуатация автомобильной дороги через 1 год после ремонта					
Кабина автомобиля (окна закрыты)	0,2	0,132	0,126	0,03	0,002
Кабина автомобиля (окна открыты)	0,1	0,043	0,025	0,03	0,002
Фоновая концентрация	0,2	0,026	0,015	0,02	0,001

ния хризотил-асбеста является производство асфальтобетонных смесей для дорожного строительства, ежегодное потребление которых для этих целей в России превышает 2,0 млн м<sup>3</sup>.

В ходе комплексной оценки этого направления установлено, что на большинстве

рабочих мест асфальтовых заводов, при строительстве и эксплуатации автодорог уровни запыленности и счетные концентрации волокон хризотил-асбеста были ниже соответствующих российских ПДК (4,0 мг/м<sup>3</sup> и 0,06 вол./мл) (табл. 3) [6]. Одним из наиболее

перспективных направлений переработки отходов обогащения является использование их для электролитического производства магния. Благодаря высокому содержанию в серпентинитах MgO (до 40 %) эти отходы можно расценивать как техногенные месторождения высокомагнезиального сырья. Первый этап проекта по производству магния из отходов обогащения Баженовского месторождения хризотил-асбеста предусматривает переработку до 100 тыс. т отходов в год.

Таким образом, в ходе экспериментально-экологической оценки различных видов горной массы и попутной продукции обогащения хризотилитовой руды и направлений их применения установлено, что производство и использование этих материалов не вызывает значимого повышения уровней общей

запыленности и счетных концентраций респираторных волокон хризотил-асбеста на рабочих местах в сравнении с фоновыми концентрациями, тем самым не способствуя ухудшению эколого-гигиенической ситуации при производстве и эксплуатации этих материалов.

С учетом изложенного нам представляется целесообразным расширить спектр и объемы применения горной массы и отходов обогащения хризотилитовой руды в перечисленных выше отраслях промышленности. Однако с учетом канцерогенного действия асбеста производителям попутной продукции, получаемой в процессе добычи и обогащения хризотил-асбеста, следует разработать мероприятия технологического характера по снижению содержания в ней свободного хризотил-асбеста.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боев В. М., Куксанов В. Ф., Быстрых В. В. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные новообразования. М., 2002. С. 77-194.
2. Kashansky S. V., Scherbakov S. V., Kogan F. M., Plotko E. G. Industrial wastes generated by chrysotile mining // Preventing asbestos diseases: Volume 19 of the sourcebook on asbestos diseases / Peters G., Peters B. (eds). LEXIS® Law Publishing, 1999. P. 181-191.
3. Пискунов Л. И. Радиационные характеристики асбестосодержащих материалов // Сборник докладов и выступлений Первой Всероссийской научно-практической конференции "Асбест и здоровье". Асбест, 1996. С. 83-86.
4. Капцов В. А. Перспективы использования отходов производства асбеста при укладке пути // Сборник докладов и выступлений научно-практической конференции по безопасному использованию асбеста хризотилитового. Асбест, 1999. С. 60-62.
5. Капцов В. А., Кашанский С. В., Новоселова Т. А. и др. Гигиеническая оценка применения асбестосодержащего балласта на железных дорогах // Вопросы обеспечения санэпидблагополучия населения в центральных регионах России: Научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана. Воронеж, 2002. Вып. 6. С. 131-133.
6. Кашанский С. В., Широкова О. В., Слышкина Т. В. и др. Эколого-гигиеническая оценка производства, применения и эксплуатации асфальтобетонных смесей на основе попутной продукции ОАО "Ураласбест" // Современные проблемы профилактической медицины, среды обитания и здоровья населения промышленных регионов России: Сборник научных трудов. Екатеринбург, 2004. С. 185-191.



## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ОБЪЕКТЫ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

*ЭФЕНДИЕВА З. Дж., кандидат технических наук, доцент,  
Азербайджанская государственная нефтяная академия  
г. Баку, Республика Азербайджан*

Қазіргі геодинамикалық жер қабыршағының қозғалыстары кен жыныстардың физикалық қасиеттердің өзгерістерді мерзімде қамтамасыз етеді, олар өз кезегінде деформациялық, геофизикалық, флюид-геохимиялық және басқа өрістердің жергілікті, ауытқымалық өзгерістердің негіз қызметті атқарады.

Кен жыныстардың физикалық қасиеттерінің өзгерістері қазіргі геодинамикалық процестермен өзара байланысқа әсер етуің бағалауы табиғи-техникалық объекттердің геофизикалық мониторингі, мұнай-газ кәсіпшілігінің геологиялық-геофизикалық ақпаратты және шаруашылық пайда алу қауіпсіздіктің сапасы көтеруінің негізі болып тұр.

Современные геодинамические движений земной коры (СГДЗК) обуславливают изменение физических свойств горных пород во времени, которые, в свою очередь, служат источниками локальных аномальных изменений деформационных, геофизических, флюидо-геохимических и других полей.

Оценка влияния изменений физических свойств горных пород во взаимосвязи с современными геодинамическими процессами является основой геофизического мониторинга природно-технических объектов, повышения качества нефтегазопромышленной геолого-геофизической информации и безопасности хозяйственного использования ресурсов.

Modern geodynamic movements of earth crust (MGPEC) stipulate for change of physical properties of rocks in due course, which in their turn serve as sources of local, abnormal changes of deformational, geophysical, fluid-geochemical and other fields.

Mountain rocks physical property change effect estimation in interrelation with modern geodynamic processes is the base of geophysical monitoring of natural -technical objects, increase of quality oil gas field geology-geophysical information and safety of home universal resources use.

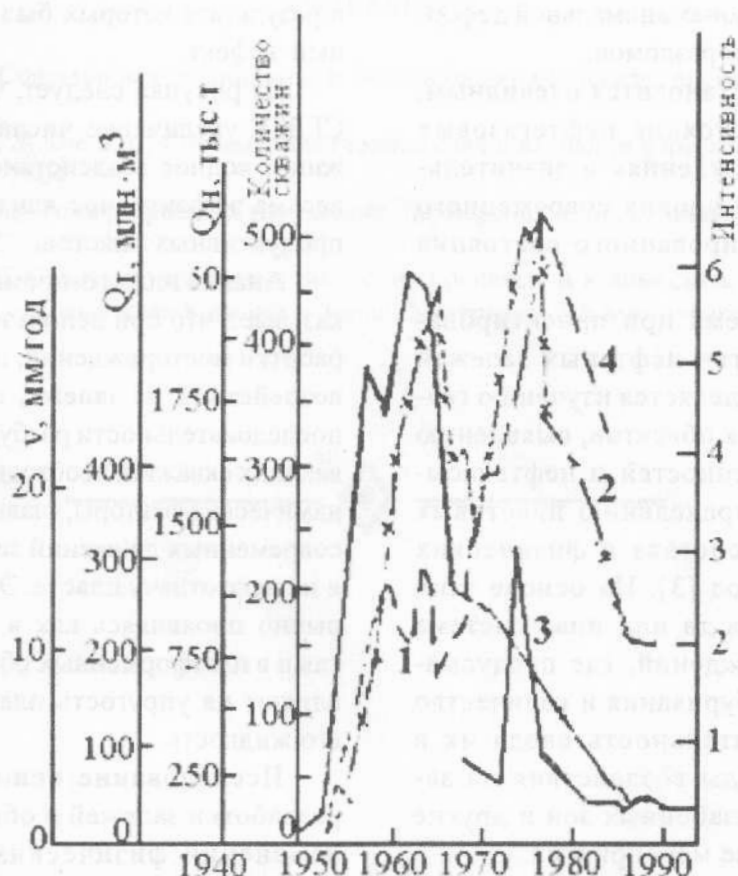
Известно, что современные геодинамические движения земной коры обуславливают изменение физических свойств горных пород во времени, которые, в свою очередь, служат источниками локальных аномальных изменений деформационных, геофизических флюидо-геохимических и других полей.

Повышение достоверности оценок физических свойств горных пород имеет важное значение для уточнения параметров горных пород, используемых в нефтегазопромышленной геологии и геофизике, месторождений, подземных хранилищ нефти и газа и др. Поэтому изучение изменений физических свойств горных пород при функционировании и эксплуатации подземных объектов во взаимосвязи с современными геодинамическими процессами является актуальным и имеет практическое значение.

С каждым годом накапливается все больше факторов, раскрывающих взаимосвязь современных природных и техногенных геодинамических процессов и изменений физических свойств горных пород.

До недавнего времени считалось, что подавляющее большинство аварийных ситуаций и ущерб на нефтегазовых объектах вызваны технологическими причинами. Изредка подобные аварии связывали с проявлением техногенных геодинамических процессов. В целом же фактор современной геодинамической активности геологической среды (особенно природного происхождения) не учитывался при анализе аварийных ситуаций на особо ответственных и экологически опасных объектах. Исключения составляли только аварийные случаи, происшедшие непосредственно в очаговых зонах сильных землетрясений [1, 2].





**Динамика основных показателей разработки Гарачухурского месторождения в условиях проявления восходящих СГДЗК:**

- 1 – добыча нефти, тыс. т; 2 – изменение количества добывающих скважин;  
3 – добыча газа, млн м<sup>3</sup>; 4 – отбор воды, тыс. м<sup>3</sup>

В природных условиях при разработке месторождений вначале также происходят просадки грунта на поверхности (деформационные процессы), а затем, по мере отбора нефти или газа (снижения порового или пластового давления), активизируется техногенная сейсмичность.

Основным фактором, затрудняющим разработку нефтегазовых месторождений, прокладку систем разработки и эксплуатационных трубопроводов, а также хранение нефти и газа в подземных хранилищах, является активность современных геодинамических движений. Это, в свою очередь, создает напряженность в породах и ускоряет деформационные процессы. Под воздействием внешних сил первоначальные физические свойства нефтегазоносных пластов изменяются с течением времени, пласты подвергаются

деформации, что приводит к различным тектоническим разрывам.

Известны многочисленные примеры активизации геодинамических процессов на нефтяных и газовых месторождениях, выявленные в самое последнее время (конец XX – начало XXI столетия). Среди них:

нефтяное месторождение Усть-Балык (Западная Сибирь) – смятие и слом обсадных колонн добывающих скважин, порывы промысловых трубопроводных систем;

нефтяное месторождение Тенгиз (Казахстан) – серьезные осложнения при строительстве глубоких скважин;

Ромашкинское нефтяное месторождение (Татарстан) – смятие и слом обсадных колонн скважин в зонах разломов;

нефтяное месторождение Самотлор (Западная Сибирь) – повышенная аварийность

скважин в локальных зонах аномальной деформационной активности разломов.

Таким образом, становится очевидным, что техническое состояние нефтегазовых объектов на месторождениях в значительной мере зависит от уровня современного напряженно-деформированного состояния земных недр.

В настоящее время при проектировании систем разработки нефтяных залежей основное внимание уделяется изучению геологического строения объектов, выявлению коллекторских особенностей и нефтенасыщенности пород, определению пластовых давлений, анализу состава и физических свойств горных пород [3]. На основе этих данных предлагается та или иная система разработки месторождений, где предусматриваются темп разбуривания и количество скважин, последовательность ввода их в эксплуатацию, методы воздействия на залежи, обработка призабойных зон и другие геолого-промысловые мероприятия.

Между тем осуществление каждого из них требует значительных материальных затрат, приводит к повышению себестоимости каждой тонны нефти, особенно на более поздней стадии разработки залежей. И, как следствие, возникает необходимость изысканий путей повышения рентабельности нефтедобычи. Поэтому стоит задача найти такой фактор, на основании которого можно будет прогнозировать экономическую целесообразность геолого-промысловых мероприятий при разработке месторождений по стабилизации добычи нефти и снижению ее себестоимости.

Одним из таких факторов, как показывают наши исследования, является взаимосвязь современных природных и техногенных геодинамических процессов и сопровождающих их изменений физических свойств горных пород, учет которой позволяет установить причинную связь между способностью пласта и направленностью происходящих СГДЗК [4].

Нами проводились геолого-промысловые и геодинамические исследования на нефтегазовых месторождениях Республики Азербайджан,

в результате которых был получен значительный эффект.

Из рисунка следует, что при восходящих СГДЗК увеличение числа добывающих скважин и водное воздействие залежи оказывают весьма эффективное влияние на нефтеотдачу продуктивных пластов.

Анализ геолого-промысловых данных показывает, что при использовании системы разработки месторождений, особенно при выборе воздействия на залежь, определении темпа, последовательности разбуривания нефтедобывающих скважин, необходимо учитывать геодинамические факторы, главным образом влияние современных движений земной коры (СГДЗК), и на нефтеотдачу пласта. Эти движения, непрерывно проявляясь как в геосинклинальных, так и в платформенных областях, существенно влияют на упругость пласта и насыщающую его жидкость.

Исследование основных показателей разработки залежей в общей связи с СГДЗК, изменений физических свойств пород и сейсмичности по ряду месторождений позволяет сделать вывод об активной роли их в образовании пластового давления и АВПД. Под воздействием этих геодинамических процессов происходит непрерывное нагнетание напряженности в пластах и нарастание деформируемости. Все это, в свою очередь, обуславливает формирование энергетических режимов залежей.

Анализ разработки нефтегазовых месторождений, строительства и эксплуатации нефтегазопроводов, подземных нефтегазохранилищ и других объектов нефтегазового комплекса показывает, что необходимо учитывать геодинамические факторы, которые приобретают большую эколого-экономическую эффективность.

Оценка влияния изменений физических свойств горных пород во взаимосвязи с современными геодинамическими процессами является основой геофизического мониторинга природно-технических объектов, повышения качества нефтегазопромысловой геолого-геофизической информации и безопасности хозяйственного использования ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин Ю. О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании. М.: АЭН, 1999.
2. Кузьмин Ю. О., Жуков В. С. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород. М.: Изд-во МГГУ, 2004.
3. Гусейнзаде О. Д. Роль разрывных нарушений дифференциации современных тектонических движений: Баку: Элм, ДАН, 1983. № 12.
4. Эфендиева З. Д. Современные геодинамические процессы и взаимосвязь изменений физических свойств горных пород // Новые идеи в науках о Земле: Материалы 8-й Международной конференции. М., 2007. Т. 1.



**Виктору Кузьмичу Дейнеке – 70 лет**



16 сентября исполнилось 70 лет Виктору Кузьмичу Дейнеке – известному гидрогеологу, председателю Северо-Казахстанского отделения Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан, действительному члену Уральской академии геологических наук и член-корреспонденту АМР РК.

Трудовую деятельность Виктор Кузьмич начал в Северном Казахстане в 1957 г. после окончания Киевского геолого-разведочного техникума в должности техника-геолога в Качарской геолого-разведочной экспедиции на разведке месторождений магнетитовых руд.

В 1958 г. в связи с организацией специализированной экспедиции он был переведен в поисково-съёмочную экспедицию, где работал старшим техником-гидрогеологом, старшим гидрогеологом при проведении геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000.

В 1958–1964 гг. В. К. Дейнека учился заочно в Томском политехническом институте, по окончании которого в качестве старшего гидрогеолога непосредственно участвовал в

проведении комплексных геолого-съёмочных и поисковых работ масштаба 1:20 000, составлении отчетов и подготовке государственных геологических и гидрогеологических карт к изданию. С его участием издано 7 листов карт.

С 1967 г. Виктор Кузьмич возглавлял коллективы поисково-съёмочных партий, являясь основным ответственным исполнителем геолого-гидрогеологической съёмки масштаба 1:200 000 и поисково-съёмочных работ масштаба 1:50 000. За весь период работы по изучению геологического строения и гидрогеологических условий Торгайского прогиба, Кокшетауского и Северо-Улытауского поднятий он составил более 10 отчетов, подготовил и издал столько же карт, сформировался как крупный и авторитетный специалист в отрасли геолого-съёмочных и гидрогеологических работ.

С участием В. К. Дейнеки открыты Дамдинское, Сарыторгайское, Шиелинское, Тастинское месторождения пресных подземных вод, несколько десятков перспективных

участков для поисков пресных, минеральных подземных вод и стройматериалов. Он активно участвовал в обеспечении водой населенных пунктов и разработке программ по осушению действующих в Костанайской области рудников по добыче твердых полезных ископаемых.

С 1982 по 1997 г. В. К. Дейнека руководил гидрогеологическими работами ПГО «Севказгеология», являясь одновременно заместителем главного геолога объединения, затем начальником отдела изучения и анализа минерально-сырьевой база ТУ «Севказнедра», а с 1999 г. – начальником Костанайской инспекции охраны и использования недр этого управления. С 2000 г. он исполняет обязанности председателя Северо-Казахстанского отделения АМР РК.

Виктор Кузьмич привлекался к составлению XXXIV т. «Геология СССР», он автор монографии «Гидрогеология Тургайского прогиба», 22 научных публикаций по гидрогеологии и экологии, постоянно поднимает в СМИ проблемы снабжения населения Костанайской области качественной пресной водой и экологии.

В настоящее время В. К. Дейнека осуществляет огромную работу по изучению металлогении и прогнозированию месторождений полиметаллических руд Валерьяновской структурно-фациональной зоны, с которой связаны большинство месторождений железных руд, бокситов, меди и других полезных ископаемых Северного региона.

Виктор Кузьмич обладает огромными организаторскими способностями, возглавляемые им коллективы успешно решали производственные и научные задачи, отличались высокой эффективностью производства и дисциплинированностью.

За высокие производственные показатели, активное участие в общественной жизни коллективов, в которых он добросовестно и плодотворно трудился, Виктор Кузьмич Дейнека награжден знаками «Почетный геолог», «Отличник разведки недр», медалями «За заслуги в разведке недр», «Трудовое отличие», бронзовой медалью ВДНХ.

Сердечно поздравляем Виктора Кузьмича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, счастья, благополучия и больших творческих успехов.

*Друзья, коллеги, редколлегия*



### С юбилеем!

Мы слов возвышенных сегодня не жалеем,  
Ваш праздник – не простая годовщина,  
Виктор Кузьмич!  
Со славным Юбилеем,  
И с новою блистательной вершиной!  
Не так уж легок был тот путь к вершине,  
Но Вы прошли его без страха и упрека.

Всегда, во всем Вы – истинный Мужчина,  
А уж гидрогеолог Вы – от Бога!  
В беде ли, радости ли – Вас надежней нет,  
Помочь готовы всем, слышав клич,  
И если дружба есть на этом свете,  
То лучший Друг, конечно, Вы, Кузьмич!

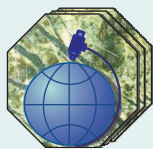
... Достоинств Ваших список очень долог,  
Но здесь хотелось главное сказать:  
«Еще не вечер! Потому – крепись, Геолог,  
И продолжай искать и открывать!»

И будьте впредь благословенны Вы богами,  
И пусть до Века Ваш продлится век,  
Здоровья Вам, Кузьмич! И будьте рядом с нами –  
Мужчина, Друг, Учитель, Человек!

16.09.2007 г.

Н. А. Сухонос





# ТОО «АСБЕСТОВОЕ ГРП»

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

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

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

### Адрес редакции:

110700 г. Житикара Костанайской обл., 4 мкр., д. 5а  
ТОО «Асбестовое ГРП»

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

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

Журнал  
распространяется в  
Республике Казахстан,  
Российской Федерации

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

Ответственность  
за содержание рекламы  
несут рекламодатели

При перепечатке  
материалов ссылка на  
«Горно-геологический  
журнал» обязательна



**ТОО “АГРП”**  
**110700, г. Житикара, Республика Казахстан**  
**тел./факс: 8 (71435) 2-22-72**  
**e-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru), [asbestgrp@mosk.ru](mailto:asbestgrp@mosk.ru)**