

# Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2019. № 1 (57)

ISSN 2616-8391

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!



**Н.Н. Джафаров,**  
главный редактор

Горно-геологическому журналу присвоен международный стандартный серийный номер 2616-8391, а для опубликованных и размещенных на сайте [www.nizamid.ru](http://www.nizamid.ru) журналов – ISSN 2616-8405.

Выписывайте, читайте «Горно-геологический журнал» и Вы узнаете много нового и полезного. Годовая подписка на журнал (четыре номера в год) составляет 8 тыс. тенге.

Если у Вас есть материалы или рекламная информация, которыми Вы хотите поделиться с читателями нашего журнала, пишите нам, звоните или присылайте на электронную почту [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru).

Для оформления подписки на «Горно-геологический журнал» необходимо перечислить на расчетный счет KZ23926160118T977005 в АО «Казкоммерцбанк» БИК KZ KZKOKZKX необходимую сумму и прислать в адрес редакции копию платежного поручения с указанием почтового адреса и телефона.



**Ф.Н. Джафаров,**  
зам. главного редактора

### К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Изменились требования к публикации статей в журнале.

1. Статьи в "Горно-геологический журнал" принимаются в форме рукописей, оформленных с использованием текстового редактора MS Word, язык статьи – русский.

2. Рукопись должна иметь индекс УДК и код МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор НТИ).

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. Предоставить фото всех авторов статьи в цветном варианте в формате jpg.

5. Статьи должны сопровождаться аннотациями, содержащими не менее 500 знаков, обязательно должны быть ключевые слова 6–8 слов. Название статей и аннотаций к ним следует давать на казахском, русском и английском языках.

6. Основными структурными элементами статьи являются: введение, методы, результаты, заключение.

7. 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 низкого качества не размещаются.

8. В списке использованной литературы более полно указывать элементы библиографических элементов (в случае публикации в книгах указывать общее количество страниц, в случае публикации в сборниках и журналах – страницы публикуемых статей).

9. 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.

10. Самоцитирование должно составлять не более 15,0%.

11. Предоставленные рукописи авторам не возвращаются.



**Т.М. Каскевич,**  
ответственный секретарь



**И.Я. Хафизов,**  
дизайн



**В.А. Отлыгина,**  
верстка журнала

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

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

**Контактные телефоны:** 8 (714 35) 2-35-60; сот. +7 775 361 0634

**Телефакс:** 8 (714 35) 2-22-72.



**Бас редактор Н.Н. Джафаров**

Геол.-мин. ғылым докторы ҚР ХИА және ҰИА академигі  
**Бас редактордың орынбасары Ф.Н. Джафаров,**

Геол.-мин. ғылым кандидаты,  
МРХА және МРА корреспондент-мүшесі

**Атқарушы хатшы Т.М. Каскевич**

*Редакциялық алқасы:*

**А.Б. Бегалинов,** техн. ғылым докторы, профессор,  
корреспондент-мүшесі. ҚР ҰИА академигі

**О.Б. Бейсеев,** геол.-мин. ғылым докторы, профессор,  
академик ҚР ҰЖҒА

**С.Ж. Ғалиев,** техн. ғылым докторы, профессор,  
корреспондент-мүшесі ҚР ҰЖҒА

**К.К. Жүсіпов,** техн. ғылым докторы АҰА академигі

**Ю.А. Поленов,** геол.-мин. ғылым докторы  
(Ресей Федерациясы)

**Ч.М. Халифазаде,** геол.-мин. ғылым докторы,  
профессор, Ресей жаратылыстану ғылымдар  
академиясының академигі (Әзірбайжан Республикасы)

Журнал ҚР Мәдениет және ақпарат министрлігімен  
22.02.2007, Астана қаласында тіркелген  
№ 8109-Ж тіркеу куәлігі  
Тіркелу туралы алғашқы куәлік  
№ 3561-Ж 04.02.2003 ж.

Редакцияның мекен-жайы:  
110700, Жітіқара қаласы, 4 микр., 5а  
E-mail: nizamid@mail.ru  
Тел./Факс: 8 (71435) 2-22-72

Қолжазбалар қайтарылмайды.  
Редакцияның пікірі авторлардың пікірімен сәйкес келмеуі  
мүмкін.

**Корректурла А.А. Хорольский**  
**Дизайн И.Я. Хафизов**  
*Қазақ, ағылшын тілдерге аудару С.К. Алави*  
*Компьютерлік өңдеу В.А. Отлыгина*

Жинаққа өтті 15.03.2019 ж.  
Баспаға қол қойылған 20.03.2019 ж.  
84x108.1/8 пішімі Бас. п. 3 Шарт. б.п. 4,8  
Офсет қағазы. Офсеттік баспа.  
Таралым 500 дана.  
Тапсырыс № 3960  
«Костанайполиграфия» ЖШС  
баспа үйінде басып шығарылды  
Мәуленов көшесі, 16. Костанай қ.

© «Асбестовое ГРП» ЖШС, 2019

**МАЗМҰНЫ**

*Ресей Федерациясы*

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

Оралдың пьезокварцтың кен орнылардың  
минералданған қуыстары. . . . . 4

*Қазақстан Республикасы*

ДЖАФАРОВ Н.Н.  
Жітіқарын кенді ауданның  
кобальт ресурстары . . . . . 11

*Қазақстан Республикасы*

ЕВЛАМПЬЕВ А.Т.  
Қостанай облысында оолит темір кендердің  
ашылуы туралы тарихы мәліметі . . . . . 14

*Әзірбайжан Республикасы*

СУЛТАНОВ Л.А.  
Оңтүстік Каспий Шұңғыманың солтүстік-батыс  
бөлігінің мұнай-газды кен орнылардың тереңдікте  
орналасқан коллектордың геологиялық-  
петрофизикалық ерешеліктері. . . . . 22

*Ресей Федерациясы*

ПОЛЕНОВ Ю.А.  
Қазақстан Республикасындағы пьезооптикалық  
кварц кен орнылардың мамандандырылған  
іздістіру тарихы. . . . . 26

*Ресей Федерациясы*

АЛЕКСЕЕВ В.П., АМОН Э.О., ЗОРИНА С.О.  
ЧЕРНОВА О.С.  
Шөкпе қабаттардың кезеңділікті зерттеудегі жаңа  
көзқарастар мен келешектер. . . . . 30

ГЕОЛОГИЯ ЖАҒАЛЫҚТАРЫ . . . . . 37

**МЕРЕЙТОЙЛЫҚ КҮНДЕР**

Берды Исмуқанұлы Бекмағамбетовке – 70 жас . . . 40

Тақырыптық бағыты: пайдалы қазбалар кен орындарын іздестіру және барлау, өнеркәсіптік игеру үшін кен орындарын дайындау, өндірістік шикізатты өндіру және өңдеу, кен орындарын гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық зерттеу мәселер бойынша кең таралған ғылыми-көпшілік материалдарды жариялау.

Басылым: орыс тілінде





*Главный редактор* **Н.Н. Джафаров**  
доктор геол.-мин. наук, академик МИА и НИА РК  
*Зам. главного редактора* **Ф.Н. Джафаров**,  
канд. геол.-мин. наук,  
член-корреспондент МАМР и АМР РК  
*Ответственный секретарь* **Т.М. Каскевич**  
*Редакционная коллегия:*  
**А.Б. Бегалинов**, докт. техн. наук, профессор,  
член-кор. НИА РК  
**О.Б. Бейсеев**, докт. геол.-мин.наук, профессор,  
академик Каз. НАЕН  
**С.Ж. Галиев**, докт. техн. наук, профессор,  
член-кор. НАН РК  
**К.К. Жусупов**, докт. техн. наук, академик МАИН  
**Ю.А. Поленов**, докт. геол.-мин. наук  
(Российская Федерация)  
**Ч.М. Халифзаде**, докт. геол.-мин.наук,  
профессор, академик РАЕН (Азербайджанская Республика)

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

Адрес редакции:  
110700, г. Житикара, 4 микр. 5а  
E-mail: nizamid@mail.ru  
Тел./факс: 8(71435) 2-22-72

Рукописи не возвращаются.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

*Корректурa* **А.А. Хорольский**  
*Дизайн* **И.Я. Хафизов**  
*Перевод на каз., англ.* **С.К. Алави**  
*Компьютерная обработка* **В.А. Отлыгина**

Сдано в набор 15.03.2019  
Подписано в печать 20.03.2019  
Формат 84x108.1/8 Печ. л. 3 Усл. п.л. 4,8  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Тираж 500 экз.  
Заказ № 3960  
Отпечатано в ТОО «Костанайполиграфия»,  
г. Костанай, ул. Мауленова, 16

© ТОО «Асбестовое ГРП», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

*Российская Федерация*  
**ПОЛЕНОВ Ю.А., ОГОРОДНИКОВ В.Н., САВИЧЕВ А.Н.**  
Минерализованные полости Уральских  
месторождений пьезокварца . . . . . 4

*Республика Казахстан*  
**ДЖАФАРОВ Н.Н.**  
Ресурсы кобальта Джетыгаринского рудного  
района. . . . . 11

*Республика Казахстан*  
**ЕВЛАМПЬЕВ А.Т.**  
Исторические данные об открытии  
месторождений оолитовых руд  
в Костанайской области. . . . . 14

*Азербайджанская Республика*  
**СУЛТАНОВ Л.А.**  
Геолого-петрофизические особенности  
глубокозалегающих коллекторов нефтегазоносных  
площадей месторождений северо-западной части  
Южно-Каспийской впадины. . . . . 22

*Российская Федерация*  
**ПОЛЕНОВ Ю.А.**  
История специализированных поисков  
месторождений пьезооптического кварца на  
территории Казахстана . . . . . 26

*Российская Федерация*  
**АЛЕКСЕЕВ В.П., АМОН Э.О., ЗОРИНА С.О., ЧЕРНОВА О.С.**  
Новые представления и перспективы в изучении  
цикличности осадочных толщ. . . . . 30

НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ . . . . . 37

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ  
Берды Исмукановичу Бекмагамбетову – 70 лет . . 40

Тематическая направленность: публикация научно-популярных материалов по проблемам поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, подготовки месторождений к промышленному освоению, добычи и переработки промышленного сырья, гидрогеологической и инженерно-геологической изученности месторождений.

Язык издания: русский

The founder of the magazine: «Asbestovoye GRP» LLP  
**MINING-GEOLOGICAL MAGAZINE**  
Research-technical and production magazine  
Published since June 2003  
Frequency - 4 times a year



ISSN 2616-8391  
No. 1 (57)  
March 2019

*Editor* **N.N. Jafarov**

dr. of geological sciences, academician NAE RK and IAE

*Co-editor* **F.N. Jafarov**

candidate of geological sciences,  
corresponding member IAMR and AMR RK

*Secretary* **T.M. Kaskevich**

*Editorial board:*

**A.B. Begalinov**, dr. of technical sciences, professor,  
corresponding member NAE RK

**O.B. Beiseyev**, dr. of geological sciences, professor,  
academician Kaz. NANS

**S.G. Caliev**, dr. of technical sciences, professor,  
corresponding member NAS RK

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

**Yu.A. Polenov**, dr. of geological sciences (*Russian Federation*)

**Ch.M. Khalifazadeh**, dr. of geological sciences, professor,  
academician RANS (*The Republic of Azerbaijan*)

The magazine is registered in the  
Ministry of Culture, Information and  
Public Consent of the Republic of Kazakhstan.  
Certificate of registration  
№ 8109-Ж dated 22.11.2007

Address of editorial office:  
5a house, microdistrict 4  
E-mail: nizamid@mail.ru  
Tel./fax:8(71435) 2-22-72

Manuscripts will not returned.  
The opinion of the editors may not coincide with the opinion  
of the authors.

*Proofreading* **A.A. Khorolskiy**

*Design* **I.Y. Hafizov**

*Translation into kazakh, english by* **S.K. Alavi**

*Computer processing* **V.A. Otlygina**

Sent to typesetting 15.03.2019  
Signed to print 20.03.2019  
Format 84x108.1/8 Prin. Sh. 3 Con. p.Sh. 4,8  
Offset paper. Offset printing.  
An edition of 500 copies.  
Order No. 3960  
Printed in LLP «Kostanaypoligrafiya»,  
Kostanay, Mawlenova street, 16

© «Asbestos GPE» LTD, 2019

## CONTENTS

### *Russian Federation*

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

Mineralized cavity of the Ural fields  
of piezoquartz . . . . . 4

### *The Republic of Kazakhstan*

JAFAROV N.N.

Cobalt resources of Dzhenygarinsky ore district . . 11

### *The Republic of Kazakhstan*

EVLAMPIEV A.T.

Historical data on opening deposits of oolite iron ores  
in the Kostanay region . . . . . 14

### *The Republic of Azerbaijan*

SULTANOV L.A.

Geological and petrophysical features of deep-lying  
reservoirs of oil and gas bearing areas of deposits in  
the north-western part of the South Caspian  
depression . . . . . 22

### *Russian Federation*

POLENOV YU.A.,

History of specialized searches of piezooptic quartz  
deposits in Kazakhstan . . . . . 26

### *Russian Federation*

ALEKSEEV V.P., AMON E.O., ZORINA S.O.,  
CHERNOVA O.S.

The new ideas and perspectives in the study of the  
cyclicality of sedimentary sequences . . . . . 30

NEWS OF GEOLOGY . . . . . 37

### ANNIVERSARY DATES

Berdy Ismukanovich Bekmagambetov – 70 years. . 40

Thematic focus: publication of popular scientific materials on the problems of prospecting and exploration of mineral deposits, preparation of deposits for industrial development, extraction and processing of industrial raw materials, hydrogeological and engineering-geological study of deposits exploration.

Language of edition: Russian

## МИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ПОЛОСТИ УРАЛЬСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЬЕЗОКВАРЦА



**Ю.А. ПОЛЕНОВ,**  
доктор геол.-мин. наук,  
доцент,



**В.Н. ОГОРОДНИКОВ,**  
доктор геол.-мин. наук,  
доцент,



**А.Н. САВИЧЕВ,**  
канд. геол.-мин. наук,  
с.н.с.,

*Уральский государственный горный университет  
г. Екатеринбург, Российская Федерация*

Осы мақалада Оралдың пьезокварцтың кен орнылардың мысалында минералданған жарықтар деп аталатын сутастың ұялардың ерекше түрі қарастырылған. Авторлар альпілік типті кварцтық тастамырлар типтік минералданған жарықтар және қуыстар деп есептейді, олардың құрылымы мен минералды құрамы сутастың ұялар мен қуыстарға толығымен сәйкес келеді. Кварц тастамыр типті Орал кен орындарында кенді (вольфрам, алтын, молибден) минералданудың изотоптар-геохимиялық зерттеулеріне сәйкес, минералдаудың жасы 410-240 млн жас құрайды, ал сутастың минерализацияның жас шамасы шамамен 250 млн жыл.

**Түйінді сөздер:** сутасты кварц тастамырлар, минералданған жарықтар, сутасты қуыстар, альпілік типті тастамырлар, постмагматикалық кезіндер, пьезокварц.

В настоящей статье на примере Уральских месторождений пьезокварца рассмотрен особый тип хрустальных гнезд, так называемые минерализованные трещины. Авторы считают, что кварцевые жилы альпийского типа являются типичными минерализованными трещинами и полостями, и их строение и минеральный состав полностью соответствуют таковым хрусталеносных гнезд и полостей. По данным изотопно-геохимических исследований минералов-спутников рудной (вольфрамовой, золотой, молибденовой) минерализации на уральских месторождениях кварцево-жильного типа возраст оруденения находится в пределах 410-240 млн лет, а возраст хрусталеносной минерализации колеблется около 250 млн лет.

**Ключевые слова:** хрусталеносные кварцевые жилы, минерализованные трещины, хрусталеносные полости, жилы альпийского типа, постмагматические процессы, пьезокварц.

In this article, on the example of the Ural piezoquartz deposits, a special type of crystal nests, the so-called mineralized cracks are considered. The authors believe that quartz veins of the Alpine type are typical mineralized cracks and cavities, and their structure and mineral composition completely correspond to those of crystal-bearing nests and cavities. According to the isotope-geochemical studies of associated minerals of ore (tungsten, gold, molybdenum) mineralization in the Ural deposits of the quartz-vein type, the age of mineralization is within 410-240 mln years and the age of crystal-bearing mineralization varies 250 Ma.

**Key words:** crystal-bearing quartz veins, mineralized fractures, crystal-bearing cavities, Alpine type veins, postmagmatic processes, piezoquartz.

В практике геологоразведочных работ постоянно возникают трудности при оперативной оценке вероятной рудоносности открываемых рудопроявлений, флангов и глубоких горизонтов эксплуатируемых место-

рождений, новых жильных тел в пределах известных рудных полей и узлов. Прежде всего, это относится к существенно кварцевым жильным телам, в которых концентрации минералов золота, олова, вольфрама,

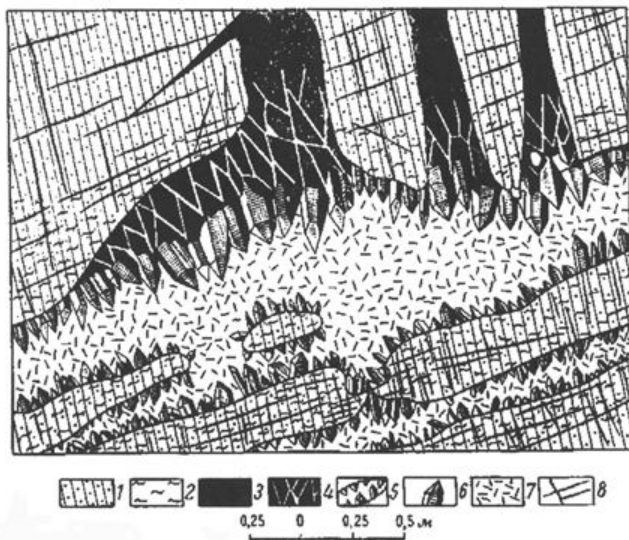
кристаллов кварца и других важнейших полезных компонентов распределены неравномерно и образуют рудные струи, крупные гнезда или столбы.

Расшифровка обстановки формирования природных кварцевых образований, закономерностей их размещения в земной коре осложняется чрезвычайным разнообразием условий локализации кварцевых объектов.

В настоящей статье на примере Уральских месторождений пьезокварца рассмотрен особый тип хрустальных гнезд, так называемые минерализованные трещины.

### Минерализованные трещины

Минерализованные трещины – это особый тип хрустальных гнезд. Они обособлены от кварцевых жил и, располагаясь во вмещающих породах, часто приурочены к зальбандам жильных пород или лежат на их продолжении по простиранию и по падению. Многие хрустальные гнезда, встречающиеся вдали от кварцевых жил и даек магматических пород, самостоятельно располагаются в секущих или поперечных трещинах, развитых во вмещающих породах (рис. 1) [1].



**Рисунок 1** – Хрусталеносные кварцевые жилы и минерализованные трещины. Приполярный Урал [1]:  
1 – кварцит;  
2 – гидротермально измененный кварцит;  
3 – среднезернистый жильный кварц;  
4 – гигантозернистый жильный кварц;  
5 – хрустальные гнезда и минерализованные трещины;  
6 – кристаллы кварца;  
7 – серицитовый песок;  
8 – тектонические трещины

Под минерализованной трещиной или полостью понимается геологическое тело, сформировавшееся в трещине или полости в результате постмагматической деятельности. Образование таких тел не связано с метаморфогенными процессами и по отношению к метаморфизму они являются эпигенетическими. Минеральный состав минерализованных трещин и полостей может резко отличаться от состава вмещающих горных пород, а нередко и совпадать.

К минерализованным трещинам и полостям, по нашему мнению, относятся жилы альпийского типа. После публикации Кенигсбергера «Об альпийских минеральных месторождениях» [2] в России появилось множество работ, где месторождения сравнивались или относились к жилам альпийского типа. Такие работы можно найти у В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, А.Н. Заварицкого, А.Г. Бетехтина, Д.П. Григорьева, А.А. Годовикова, Е.К. Лазаренко, Г.Н. Вертушкова, Б.В. Чеснокова и многих других исследователей.

В «Геологическом словаре» [3] дано следующее определение: «Жила альпийского типа – жила, минеральный состав которой тесно связан с составом вмещающих горных пород». Впервые жилы были детально изучены в Альпах (Konigsberger, 1917). Рассматриваются как продукт переотложения в трещинах материала вмещающих горных пород водными растворами метеорного происхождения или связанными с региональным метаморфизмом. Некоторые исследователи склонны связывать их образование с постмагматическим процессом. Синоним: «альпийская жила».

По мнению А.В. Попова [4], первое предложение «определения», констатирующее тесную связь состава жильного заполнения и вмещающих пород, является принципиальным. Авторы согласны с высказанным мнением и также предлагают относить к «альпийским жилам» те жилы, минеральный состав которых в основном соответствует минеральному составу вмещающих пород.

Данный термин не несет генетической нагрузки. Генезис жил альпийского типа разными исследователями трактуется по-разному. Авторы считают, что кварцевые жилы альпийского типа являются типичными минерализованными трещинами и полостями



тями, и их строение и минеральный состав полностью соответствуют таковым хрусталеносных гнезд и полостей. Хрусталеносные гнезда бывают остаточными и наложенными, но их образование всегда связано с постмагматическими процессами, а именно: пегматовым, пневматолитовым и гидротермальным. Жилы альпийского типа не могут сформироваться в стадии регионального и дислокационного метаморфизма. В условиях повышенного давления открытые трещины, где проходил бы рост минералов, в свободном состоянии не образуются, а по тонким трещинам и ослабленным зонам образуются кварцевые прожилки метаморфической дифференциации и кварцевые жилы перекристаллизации [5].

«Между месторождениями музейных образцов Швейцарских Альп (метаморфического происхождения) и промышленными месторождениями Советского Союза (гидротермального генезиса) имеются принципиальные отличия, а поэтому хрусталеносные кварцевые жилы Урала, Памира, Казахстана и других провинций России нельзя (без соответствующих оговорок) относить к типу альпийских жил. Однако для месторождений горного хрусталя Швейцарии и России характерны и общие черты: четко выраженная зависимость минеральных ассоциаций хрустальных гнезд от химического состава вмещающих пород» [1].

В Уральском регионе месторождения кварцево-жильного типа сформировались в условиях ранне- ( $D_2-C_1$ ) и позднеколлизийной ( $C_1-P$ ) геодинамических обстановок [5, 6]. Они связаны со следующими вещественными комплексами: гранитоидами тоналит-гранодиоритовой и габбро-гранитной формаций (380–320 млн лет), субщелочными гранитами монзонит-диорит-гранитной формации (320–340 млн лет) и гранитами гранитной формации (320–240 млн лет), а также с метаморфическими преобразованиями ранних кварцево-жильных тел под воздействием процессов ранней и поздней коллизий.

Раннеколлизийные КЖО имеют значительные перспективы по запасам молочно-белого жильного кварца, причем это относится как к традиционным месторождениям жильного кварца (Гора Хрустальная, Светлореченское, Желанное), так и к золото-

рудным месторождениям (Айдырлинское, Березовское, Джетыгаринское, Кумакское и др.).

Позднеколлизийные кварцево-жильные образования, связанные с гранитами гранитной формации. Хрусталеносные кварцевые жилы представлены жилами выполнения с наложенной хрусталеносной минерализацией и минерализованными трещинами, и полостями.

Наши многолетние и многочисленные наблюдения в полевых условиях и большое число лабораторных исследований позволяет нам утверждать, что формирование хрустальных полостей, приуроченных к кварцевым жилам выполнения, и минерализованные трещины и полости с кристаллами кварца являются завершающим итогом постмагматической деятельности.

Все хрусталеносные провинции по времени образования четко разделяются на группы: протерозойские (южная часть Алданского щита), каледонские (Казахстан), герцинские (Урал, Казахстан, Алтай, Новая Земля), киммерийские и альпийские (Памир, Кавказ). В каждой провинции, независимо от ее возраста, хрусталеносные кварцевые жилы являются самыми молодыми образованиями: нет такой магматической породы, которая пересекла бы хрусталеносные кварцевые жилы [1].

#### **Минерализованные полости в мраморах**

К минерализованным трещинам с горным хрусталем следует отнести и некоторые кварцевые образования на месторождении Пеленгечей (Приполярный Урал), детально описанные В.Ю. Эшкиным (1960). Изученное проявление горного хрусталя заметно отличается от других месторождений как на территории Приполярного Урала, так и других районов СНГ. Это отличие определяется прежде всего тем, что скопления горного хрусталя здесь приурочены к мраморам, являющимся, на первый взгляд, крайне неблагоприятными породами для их образования. Мраморы представляют собой белые и серые среднезернистые породы массивной, редко полосчатой текстуры, состоящие из изометрических зерен кальцита и редких ромбоэдрических зерен доломита. Вся толща пород в центральной части месторождения прорвана интрузией гранодиоритов.

Образование хрусталеносных тел



происходило в два этапа, отличавшихся друг от друга характером трещинной тектоники, минерализацией и степенью гидротермального изменения мраморов [6].

С первым этапом связано развитие отдельных линзовидных или рубцовых кварцевых жил. Во второй этап образовались зоны дробления, расположенные как на продолжении кварцевых жил по простиранию и по падению, так и в стороне от них. В последнем случае свободные пространства зон дробления выполняются жильным материалом, в результате чего образуются сложные ветвящиеся тела (рис. 2). Распространение жильных зон на глубину находится в прямой зависимости от интенсивности трещиноватости.

Около хрусталеносных жил и зон дробления мраморы сильно окварцованы и доломитизированы. Химические анализы гидротермально измененных пород показали содержание MgO около кварцевых жил до 7–8%; в зонах дробления количество MgO повышается до 20%, SiO<sub>2</sub> – до 20–30%, в то время как в неизмененных породах количество MgO не превышает 1%, а SiO<sub>2</sub> 2–3%.

В зонах дробления заметно изменяется характер минерализации. Если жилы сложены только кварцем, то в зонах, кроме кварца, обнаруживаются мусковит, кальцит, доломит, пирит, халькопирит, блеклая руда, галенит, сфалерит и продукты их окисления.

Горный хрусталь связан с зонами дробления и приурочен к раздувам отдельных трещин или, значительно чаще, к местам сопряжения систем трещин (рис. 2). В последнем случае полости гнезд имеют неправильную форму с карманами и рукавами, глубоко заходящими в окружающие породы.

Наложённые гнезда относятся к такого вида образованиям, когда полость, заполняемая в дальнейшем кварцем, образуется одновременно с трещиноватостью, а поступающие растворы только завершают процесс формирования полости, растворяя внутри нее мелкие обломки пород, уступы и углы, чем придают ей более плавные, округлые очертания. Образование полостей происходит в основном в результате растворения сильно раздробленных мраморов, причем дробление последних максимально проявлено в местах пересечения двух и более систем трещин. Эти общие закономерности размещения хруста-

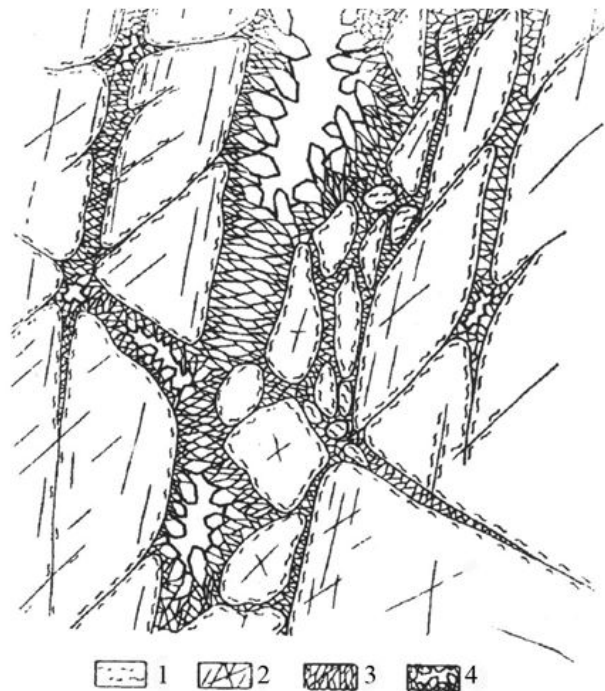


Рисунок 2 – Схематический разрез по зоне дробления в мраморах (масштаб 1: 25) [1]: 1 – гидротермально измененные мраморы; 2 – тектонические трещины; 3 – кварц; 4 – хрусталеносные гнезда

леносных гнезд сохраняются на всем протяжении жильного тела по падению [1].

#### Минерализованные полости в амфиболитах

В.Ю. Эшкиным и Ю.А. Поленовым [5, 6] были изучены минерализованные полости в амфиболитах. В пределах Светлинского хрусталеносного поля Южного Урала амфиболиты представляют собою породы от зеленого до темно-зеленого цвета, основными породообразующими минералами которых являются амфиболы (роговая обманка и актинолит) и в меньшей степени плагиоклаз – андезин.

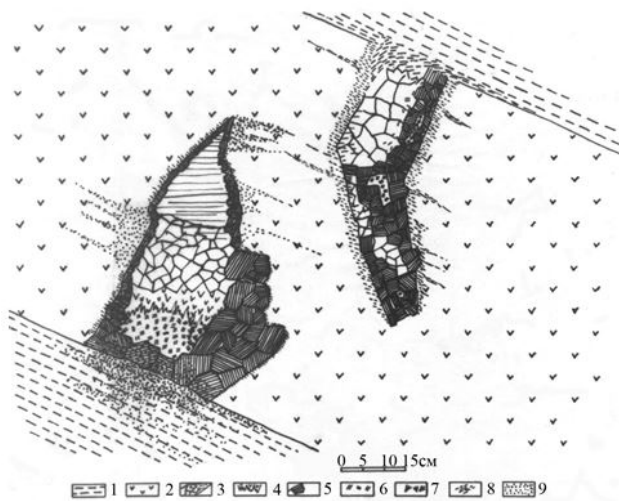
Амфиболиты слагают сложные по форме линзовидные и плитообразные тела, часто имеющие ступенчатую форму контактов. Последняя обусловлена приуроченностью амфиболитов (вернее, пород типа апогаббро) к согласным и секущим по отношению к сланцеватости трещинам скола.

Там, где амфиболиты располагаются в пределах хрусталеносных зон, очень широко распространены минерализованные полости (рис. 3). Особенностью хрусталеобра-

зования в амфиболитах по сравнению с кристаллическими сланцами является преобладающее развитие в них минерализованных полостей, залегающих вкрест простирания тел амфиболитов. При переходе из амфиболитов в сланцы минерализованные трещины быстро выклиниваются, иногда меняют ориентировку и развиваются вдоль контакта этих пород.

Форма минерализованных трещин линзовидная, иногда клиновидная или щелевидная. Контуры их неровные, извилистые, часты апофизы, отходящие в окружающие породы. Это свидетельствует о том, что полости гнезд формировались как за счет приоткрывания тектонических трещин, так и растворения пород.

В каждой минерализованной трещине можно выделить две части – внутреннюю и внешнюю. Внутренняя часть ограничена стенками полости гнезда, формирование минералов здесь происходит в свободном пространстве или в рыхлой массе, чаще всего представленной хлоритом. Внешняя часть – это ореол метасоматически измененных амфиболитов, окружающих гнезда, образование которых обусловлено реакционными взаимоотношениями хрусталеобразующих растворов с боковыми горными породами. Строение минерализованной полости в амфиболитах можно видеть на рис. 3.



**Рисунок 3** – Полевошпат-кварцевые жилы в амфиболите. Светлинское хрусталеносное поле. Участок II-Косаревский, шахта № 680:

1 – биотитово-кварцевый сланец; 2 – амфиболит; 3 – жильный кварц; 4 – регенерированный кварц; 5 – плагиоклаз; 6 – глины гнездового выполнения; 7 – хлорит; 8 – эпидот; 9 – альбитизация

Минерализованные трещины окружены ореолом биотитизированных амфиболитов. Можно наблюдать постепенное замещение роговой обманки биотитом по мере приближения к жилам, причем непосредственно в зальбандах жил развита зона сплошного мелкочешуйчатого биотита. Видимая мощность этой зоны колеблется от 1–2 до 10–12 см, а биотитизация роговой обманки прослеживается на расстояние до 0,3 м.

На стенках гнезд наблюдается полевошпатовая оторочка, ширина которой достигает 20–25 см, местами она представлена одиночными кристаллами полевого шпата либо вообще отсутствует. Наибольшее развитие полевошпатовая оторочка получает в верхней части гнезд, трещины на продолжении их по восстанию нацело заполнены полевым шпатом. В нижних частях гнезд количество последнего заметно снижается. Полевой шпат, слагающий оторочку гнезд, представлен альбитом, имеющим более основной состав (№ 6–7) в верхней части гнезда. В нижней части обычно присутствует альбит № 1–3. Кристаллы альбита имеют характерную уплощенную форму за счет преимущественного развития граней пинакоида  $\{010\}$  и образуют друзовидные, иногда шестоватые агрегаты с отчетливой зоной геометрического отбора в основании. Кристаллы альбита достигают 50 мм по удлинению.

Главным минералом минерализованных полостей является кварц. Индивиды его нарастают на альбит и представлены одиночными кристаллами или их сростками. Наибольшим распространением пользуются минерализованные трещины, верхняя часть которых нацело выполнена кварцем. Ниже индивиды кварца уже не сростаются друг с другом в сплошную массу, они обособлены друг от друга и приобретают благодаря этому естественную огранку. Кристаллы кварца имеют средне- и длинностолбчатый облик с размерами по удлинению до 40 см.

В минерализованных трещинах среди амфиболитов постоянно присутствует хлорит, относящийся, по данным оптических, химических, термических и рентгеноструктурных исследований, к магнезиально-железистому типу – рипидолиту. Часто в минерализованных трещинах встречается крокидолит, представленный игольчатыми кристаллами



светло-зеленого цвета. Он образуется в виде включений на основании кристаллов кварца, в наиболее раннем кварце начального периода хрусталеобразования, а также в мелких пустотках в виде спутанноволокнистой массы и путем замещения роговой обманки и плагиоклаза в зоне изменения амфиболитов.

#### Минерализованные полости в кристаллических сланцах

На Светлинском месторождении пьезокварца типовыми объектами хрусталеносных кварцевых жил являются мономинеральные кварцевые жилы, залегающие в кристаллических сланцах, к которым приурочены наиболее крупные на месторождении хрустальные гнезда с кондиционными кристаллами кварца.

В июле 1967 г. на разведочном участке II-Водораздельный был пройден шурф для разведки кварцевой жилы 500. Жила имела субмеридиональное простирание и размеры по простиранию 35 м, по падению – до 12 м, мощность – до 7 м. Жильный кварц крупногигантозернистой структуры и массивной текстуры, вблизи хрусталеносной полости приобрел шестоватую текстуру. Окологнездовые изменения кристаллических сланцев выражены в их разлистовании и серицитизации, менее характерны хлоритизация и альбитизация. Мощность гидротермально измененной зоны достигала 4 м [7].

Рассечкой на глубине 13 м была вскрыта крупная хрусталеносная полость с гигантскими кристаллами горного хрусталя. Хрусталеносная полость располагалась на выклинивании крутопадающей на восток кварцевой жилы (рис. 4). Форма хрусталеносной полости в поперечном сечении клиновидная. Размеры ее по простиранию – 17 м, по падению – 4 м, мощность – 4 м, объем – около 70 м<sup>3</sup>.

Относительно небольшие кристаллы кварца нарастали на жильный кварц, а гигантские располагались в материале гнездового выполнения, представленного преимущественно слюдой (мусковитом и серицитом) и глинистым материалом с примесью ставролита, рутила, маршита, ильменита, кварца, граната, турмалина, апатита, циркона и гипергенных минералов – гетита и псиломелана. Кристаллы кварца располагались в верхней части полости, примыкающей непосредственно к жиле. Чем

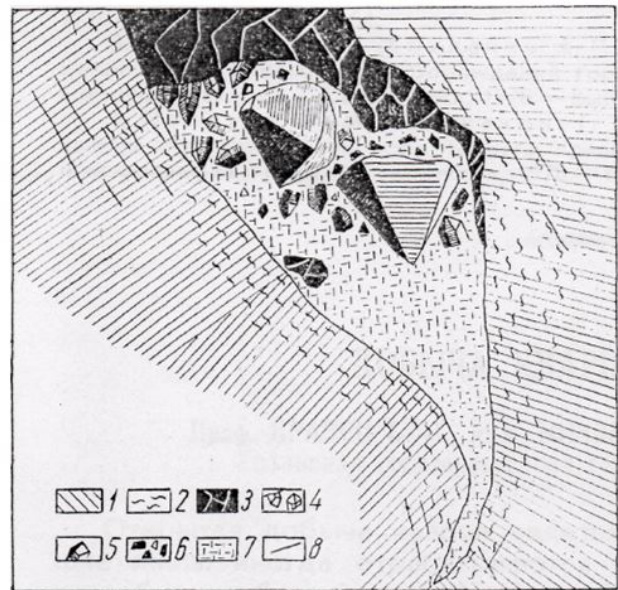


Рисунок 4 – Светлинское месторождение.

Поперечный вертикальный разрез уникальной хрусталеносной полости [7]:

1 – кристаллические сланцы; 2 – гидротермально измененные породы; 3 – жильный кварц молочно-белый, гигантозернистый, массивный; 4 – жильный кварц стекловидный, шестоватый; 5 – кристаллы горного хрусталя; 6 – обломки жильного кварца; 7 – глинисто-слюдястый материал гнездового выполнения; 8 – трещины

дальше от кварцевой жилы по падению хрусталеносной полости, тем меньше встречалось кристаллов кварца, и в нижней половине гнезда они отсутствовали полностью. Из хрусталеносной полости было добыто 16,6 т кристаллов горного хрусталя и получено 92 кг пьезокварца [7].

Кристалл горного хрусталя «Юбилейный-II» имел размер по длинной оси 1,6 м, по коротким осям – 1,5 м. Кристалл кварца «Юбилейный-I» был несколько меньше. Для этих кристаллов кварца характерен ромбоэдрической габитус, они образованы преимущественно гранями основных ромбоэдров. Грани призмы развиты незначительно. Облик кристаллов кварца короткостолбчатый, с соотношением длины к ширине, близким к 1:1. Из скульптурных форм на поверхности граней отмечались вихуалы и бугры роста. Сложены кристаллы горного хрусталя бесцветным, прозрачным кварцем [7].

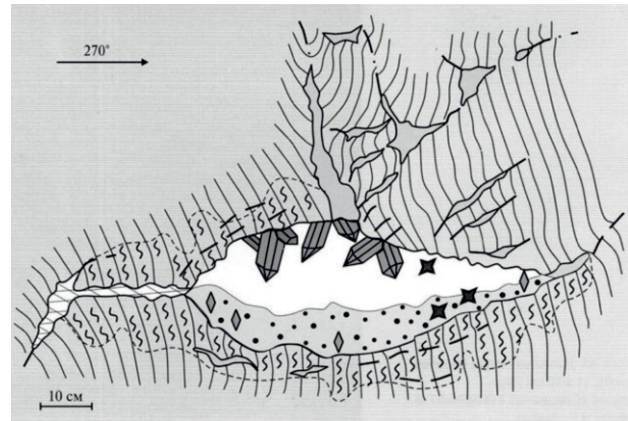
Хрусталеносные кварцевые жилы и жилы альпийского типа Неройского района располагающиеся в Приполярном Урале и за-



легающие в кристаллических сланцах детально описаны Е.В. Бурлаковым [8]. Месторождение Додо расположено в центральной части Неройской хрусталеносной полосы. Площадь месторождения сложена дислоцированными и метаморфизованными в условиях зеленосланцевой фации вулканогенно-осадочными отложениями пуйвинской свиты среднего рифея. В составе этой свиты преобладают кварц-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые сланцы и кварциты. Толща сланцев прорвана многочисленными дайками среднего, кислого и основного состава. Дайки часто сами являются контролируемыми и вмещающими структурами для хрусталеносных гнезд [8].

Наиболее крупные хрусталеносные гнезда тяготеют к надвиговым структурам. Хрусталеносные полости связаны с кварцевыми жилами, минерализованными трещинами или минерализованными зонами дробления. Форма полостей обычно клиновидная, линзовидная, трубообразная или изометричная (рис. 5).

Размеры гнезд по простиранию от 1 м до 40 м, по падению до 16 м, мощность от 0,3 до 5 м. Средняя масса кристаллов горного хрусталя по месторождению 2–5 кг, но в любом среднем гнезде встречаются кристаллы до нескольких десятков килограммов, а в крупных гнездах – от сотен до 1,5 т. Габитусный тип основной массы кристаллов гексагонально-призматический с преобладающим развитием призм над гранями ромбоэдров. Окраска кристаллов преимущественно бледно-дымчатая, зональная, с переходом, как к густо-дымчатой, так и к бесцветной. В хрусталеносных гнездах, минерализованных трещинах и полостях определено более 60 минеральных видов, появление которых связано с хрусталеобразованием. Характерна высо-



**Рисунок 5** – Строение минерализованной трещины в оперении крупного надвига на горизонте штольни 28 зоны 1–70А. Месторождение Додо. Составил Е.В. Бурлаков [9].

1 – кварц-серицитовые сланцы; 2 – зона гидротермальных изменений кварц-серицитовых сланцев; 3 – жильный кварц; 4 – кристаллы кварца; 5 – тектонические трещины; 6–9 – гнездовое выполнение; 6 – хлоритовая «сыпучка» с апатитом и другими минералами; 7 – титанит; 8 – кайнозит; 9 – кальцит

кая доля сульфидов – 22% от общего числа минералов, оксидов и гидроксидов – 16%, доля силикатов – 35% [9].

В качестве заключения следует отметить, что по данным многочисленных изотопно-геохимических исследований минералов-спутников рудной (вольфрамовой, золотой, молибденовой) минерализации на уральских месторождениях кварцево-жильного типа возраст оруденения находится в пределах 410–240 млн лет, а возраст хрусталеносной минерализации колеблется около 250 млн лет [9].

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИГГ УрО РАН (гос. Регистрация № АААА–А18–118052590030–2).*

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Карякин А.Е., Смирнова В.И. Структуры хрусталеносных полей. М.: Недра, 1967. – 240 с.
- 2 Koenigsberger I. Uder alpine Mineralla-gerstatten. – Munchen, 1919. – 186 s.
- 3 Геологический словарь. Т. I. – М.: Недра, 1978. – 486 с.
- 4 Попов В.А. Новое рассмотрение принципа жил альпийского типа // Уральский минералогический сборник. – Миасс, 1994. – № 3. – С. 35–42.
- 5 Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А. и др. Золоторудная, редкометалльная

и хрусталеносная минерализации месторождений Урала кварцево-жильного типа. – Екатеринбург: УрО РАН – УГГУ, 2014. – 312 с.

6 Эшкин В.Ю., Поленов Ю.А., Богданова Г.Н. О типах жильных тел и влиянии вмещающих горных пород на их состав // Зап. ЛГИ, 1973. – Т. 65, вып. 4. – С. 17–27.

7 Петруха Л.М. Гигантские кристаллы горного хрусталя на Южном Урале (опыт ведения горных работ) // Изв. ВУЗов. – Горный журнал, 1995. – № 8. – 150–155 с.

8 Буканов. В.В., Бурлаков Е.В., Козлов А.В., Пожидаев Н.А. Приполярный Урал: минералы хрусталеносных жил. Минералогический Альманах. – Т. 17, вып. 2, 2012. – М.: ООО «Минералогический Альманах». – 136 с.

9 Поленов Ю.А., Огородников В.Н. О времени образования уральских месторождений кварцево-жильного типа в свете современных представлений о развитии уральского складчато-надвигового пояса // Уральская минералогическая школа – 2011. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. – С. 136–140.

УДК 553.48.67  
МРНТИ 38.49.31



## РЕСУРСЫ КОБАЛЬТА ДЖЕТЫГАРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

**Н.Н. ДЖАФАРОВ,**

*доктор геол.-мин. наук, академик НИИ РК и МИА,  
член Австралийского института геонаук, член ПОНЭН РК,  
Главный редактор «Горно-геологического журнала»  
г. Житикара, Республика Казахстан*

Мақалада тарихи ақпарат, әлемдік ресурстардағы өзгерістер туралы қысқаша шолу, кобальт өндіру және қолдану, қолдану саласы және т.б. берілген. Әлемдік нарықтағы кобальтқа деген сұраныстың өсуіне байланысты, Жітіқара кендік ауданының ультрамафит морылу қабығында оның болуына назар аударылады және кендер мен ресурстардың құрамы туралы мәліметтер берілген. Кобальт силикат кобальт-никель кендерден қазып алу үшін қазіргі заманғы технологиялық схемаларды әзірлеу қажеттілігі көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** әлемдік өндіріс және кобальт тұтыну, ультрамафиттердің морылу қабығы, кобальт, силикат кобальт-никель кендері, тотығу аймағы, асболан, ресурстар.

В статье приведены историческая информация, краткий обзор изменения мировых ресурсов, добычи и потребления кобальта, области применения и т.д. На фоне увеличения востребованности на мировом рынке кобальта делается акцент на наличие его в коре выветривания ультрамафитов Джетыгаринского рудного района, и приводятся данные содержания в рудах и ресурсах. Указывается на необходимость разработки современных технологических схем для извлечения кобальта из силикатных кобальт-никелевых руд.

**Ключевые слова:** мировое производство и потребление кобальта, кора выветривания ультрамафитов, кобальт, силикатные кобальт-никелевые руды, зона окисления, асболан, ресурсы.

The article provides historical information, a brief overview of changes in world resources, the extraction and consumption of cobalt, the field of application, etc. Against the background of increasing demand for cobalt in the world market, the emphasis is placed on its presence in the weathering crust of ultramafites of the Dzhetysgarinsky ore district, and

provides data on the contents in ores and resources. The need to develop modern technological schemes for the extraction of cobalt from silicate cobalt-nickel ores is specified.

**Key words:** world production and consumption of cobalt, ultramafite weathering crust, cobalt, silicate cobalt-nickel ores, oxidation zone, asbolan, resources.

**Название самого металла** имеет интересную историю. Кобольд – злой дух из скандинавской мифологии. Жители Севера верили, что он живет в горах и губит людей – горняки и плавильщики серебряных руд часто болели и быстро умирали. Позже оказалось, что Кобольд здесь не причем, причиной всему был мышьяк, входящий в состав кобальт-содержащих минералов, которые находились в рудах серебра. При обжиге руд токсичный летучий оксид мышьяка выделялся и наносил неисправимый вред здоровью людей. По иронии судьбы название злого демона Кобольда получил не истинный убийца – мышьяк, поскольку к этому моменту он уже имел название, а кобальт, только из-за того, что находился рядом, то есть в «плохой компании» [1].

Кобальт использовался людьми еще с древних времен (для ярко окрашенных синих глазурей и стекол) и вплоть до начала XX столетия – в изготовлении стойких, красивых минеральных красок. Металлический кобальт был впервые получен в 1735 г. шведским химиком и минералогом Г. Брандтом. В двадцатом веке он начал применяться, в основном, в металлургии для получения различных сплавов, а также в качестве легирующих добавок, для изготовления магнитов, в аэрокосмической и авиационной промышленности, в качестве активного катализатора в синтетической, нефтяной и химической промышленности, в медицине (использование искусственного радиоактивного изотопа кобальта, лечение диабета, приготовление активного пенициллина, витамина В12) и в сельском хозяйстве – для улучшения почв, пастбищ и минеральной подкормки животных и др.

В настоящее время стремительно растет потребность на кобальт для производства литий-ионных аккумуляторов, которые используются в электромобилях и мобильных телефонах.

Ежегодно мировые ресурсы кобальта расширяются и в настоящее время оцениваются около десяти млн тонн. Более 50% мировых подтвержденных запасов сос-

редоточено в латеритных кобальт-никелевых месторождениях, остальные – в медно-кобальтовых, сульфидных медно-никелевых, а также в кобальтовых арсенидных, колчеданно-полиметаллических и железорудных месторождениях. Кроме того, огромные, но пока не оцененные количественно ресурсы кобальта содержатся в железомарганцевых конкрециях и корках на дне океанов.

Известно до 40 кобальтовых минералов: арсенидов, сульфидов и сульфидо-арсенидов, арсенатов и сульфатов, окислов и карбонатов. Из них наиболее часто встречаются кобальтин и продукты его окисления – эритрин и асболан [2].

Как правило, содержание кобальта в зависимости от типа месторождений колеблется от 0,05–0,1% до 0,3%.

Конго располагает 51% мировых запасов кобальта, Австралия, Куба, Замбия, Россия и др. страны также имеют большие запасы этого ценного сырья.

*Производство* кобальта в мире стремительно растет. Только за последние 15 лет оно увеличилось почти в 4 раза. Раньше кобальт добывался, в основном, как побочный продукт при производстве меди и никеля, при этом почти 70% – из медных руд. В последние годы доля производства кобальта из медной руды снизилась, и в настоящее время больше половины кобальта производится из никелевой и собственно кобальтовой руд. Крупными производителями кобальта являются Конго, Австралия, Китай, Россия и др. страны.

Самым крупным потребителем кобальта является Китай – больше половины мирового потребления.

В Казахстане имеется свыше 30 месторождений кобальта. В основном месторождения с промышленным содержанием кобальта представлены в основном силикатными кобальт-никелевыми рудами. Так же значительные запасы кобальта содержатся в скарново-железорудных месторождениях Северного Казахстана.



Раньше добываемая руда из некоторых месторождений Актюбинской области поставлялась для переработки на комбинаты «Южуралникель» и «Буруктальский металлургический завод» (Оренбургская область, Россия). Однако добыча была прекращена в начале 2000-х годов.

За последние десятилетия в Казахстане проводились и сейчас продолжаются работы по реализации проектов для освоения кобальт-никелевых месторождений.

По всем массивам ультраосновных пород в пределах Джетыгаринского рудного района в мезозойской коре выветривания, обнаружены месторождения кобальта, где кобальт связан с силикатными кобальт-никелевыми рудами [3]. Практически во всех месторождениях высокая концентрация Со связана с гидроокислами марганца, дающими никель-кобальтовые асболаны, образующиеся в верхних частях коры выветривания, в зонах охр, в нонтронитах и нонтронитизированных серпентинитах. Асболан (греч. Ασβολος – сажа) – минерал, водный оксид марганца, кобальта и никеля. Химическая формула –

$(\text{Co,Ni})_{1-y}(\text{Mn}_4+\text{O}_2)_2-x(\text{OH})_2-2y+2x \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ .

Разброс содержаний кобальта в коре выветривания серпентинитов колеблется от 0,02% до 0,88%, при среднем содержании 0,05–0,08%, высокое содержание отмечается в рудах Аккаргинского месторождения. Ресурсы кобальта рудного района нами оцениваются около 200 тыс. т. Большинство ресурсов сосредоточено в пределах Шевченковского, Кундыбайского, Милютинского месторождений и месторождений Подольской группы.

Проведенные технологические исследования показали возможность переработки руд электроплавкой с извлечением в ферро-никель 90,0–95,0 % никеля и 85,0–90,0 % кобальта.

Подводя итоги можно отметить, что содержание и ресурсы кобальта в рудах Джетыгаринского рудного района имеют промышленное значение, и их добыча совместно с никелем повысит рентабельность отработки силикатных кобальт-никелевых месторождений. Для этого необходима разработка эффективных и экологически безопасных технологий.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 <https://tvoi-uvelirr.ru/kobalt-svoystva-kobalta-primeneniye-kobalta/>
- 2 Ред. кол. и Кнунянц И.Л. Краткая химическая энциклопедия. – Т 2. – М: Советская Энциклопедия, 1963. – С. 611–616.
- 3 Емельянцеv К.А. Отчет по разведке Джетыгаринского месторождения силикатных кобальт-никелевых руд (с подсчетом запасов по состоянию на 1-е апреля 1960 г.). – Т. 1. Фонды ТУ «Севказгеология», 1960.



## ИСТОРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБ ОТКРЫТИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ООЛИТОВЫХ РУД В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

**А. Т. ЕВЛАМПЬЕВ,**  
*член-корреспондент РК,*  
*почетный геологоразведчик РК,*  
*Лауреат государственной премии СССР*  
*г. Костанай, Республика Казахстан*

Кен орнының орналасқан жері көрсетілген және ашылу туралы қысқаша хикаясы баяндалған, геологиялық құрылымы, морфологиялық ерекшеліктері, кендердің минералды құрамы, олардың табиғи түрлері мен генезисі қарастырылған, пайдалы және зиянды кендердің компоненттерінің құрамы келтірілген, кен орнының өнеркәсіптік категориялары бойынша берілуі, зертханалық және жартылай өнеркәсіптік кендерді зерттеу нәтижелері келтірілген, оларды байыту және шойын шығаруды өңдеу технологиясы жасалды, кенді әрі қарай зерттеу үшін ұсыныстар берілді.

**Түйінді сөздер:** оолит темір кендері, Аят шығанағы, кен орны, геологиялық құрылымы, кендердің табиғи түрлері, генезис, трансгрессия, кенді байыту және өңдеу технологиясы, кен орнының өндірістік құны, қорытындылар.

Указано местоположение и изложена кратко история открытия месторождения, рассмотрены его геологическое строение, морфологические особенности, минеральный состав руд, их природные типы и генезис, приведены содержания полезных и вредных компонентов руд, даны запасы руд по промышленным категориям, приводятся результаты лабораторных и полупромышленных технологических исследований руд, разработана технология их обогащения и переработки с получением чугуна, даны рекомендации по дальнейшему изучению месторождения.

**Ключевые слова:** оолитовые железные руды, Аятский залив, месторождение, геологическое строение, природные типы руд, генезис, трансгрессия, технология обогащения и переработки руд, промышленная ценность месторождения, выводы.

The location and summary of the deposit discovery are indicated, its geological structure, morphological features, mineral composition of ores, their natural types and genesis are considered, the contents of useful and harmful ore components are given, ore reserves by commercial categories are given, results of laboratory and subcommercial technological ore research, technology of their enrichment and processing with the production of pig iron has been developed, recommendations have been made for the further study of the deposit.

**Key words:** oolitic iron ores, Ayatsky Bay, deposit, geological structure, natural types of ores, genesis, transgression, technology of ore enrichment and processing, commercial value of the field, conclusions.

Настоящая статья написана по материалам сборника статей «Оолитовые бурые железняки Костанайской области и пути их использования», изданного издательством Академии наук СССР в 1956 г., с целью обратить внимание геологов-рудознатцев и руководителей властных структур Костанайской области всех уровней и прежде всего Тарановского района, где расположены месторождения разных полезных ископае-

мых: железных руд – Аятское, Лисаковское (эксплуатируется), 7 Елтаев, Куржункульское (эксплуатируется), Копотки; меди – Баталинское, Красноармейское; бокситов – Аятское (эксплуатируется), Восточно-Аятское (эксплуатируется), Белинское (эксплуатируется), Покровское, Варваринское и др.; золота – Варваринское (эксплуатируется) и др., на наличие в упомянутом районе области весьма перспективной минерально-сырьевой базы

черной металлургии.

Месторождения оолитовых железных руд расположены, за исключением одного – Кировского (Ауекольский район), в Тарановском районе и представлены крупными месторождениями – Аятским и Лисаковским и небольшим – Шиелинским. Минерально-сырьевой потенциал всех месторождений составляет в сумме 17876,3 млн т, из них – на долю балансовых руд, разведанных на Аятском и Лисаковском месторождениях приходится 3672,4 млн т (категории А+В+С<sub>1</sub>). На них же выделены потенциально промышленные запасы категории С<sub>2</sub> в сумме 6400,6 и забалансовые руды – 6346,3 млн т [1].

Лисаковское месторождение в настоящее время эксплуатируется и поэтому ниже будут рассмотрены промышленные перспективы Аятского месторождения.

**Аятское месторождение.** Расположено на восточном склоне Южного Урала, на северо-востоке Тарановского района, в 60 км к юго-западу от областного центра г. Костанай. Районный центр Тарановского района – пос. Аят, находится на территории месторождения, до ближайшей ж.д. ст. Баталы – 20 км, р. Аят протекает в южной части месторождения и в 15 км к востоку от него впадает в р. Тобол, на его территории действует ГОК АО «Полиметалл», который эксплуатирует Варваринское месторождение медно-золотых руд [2].

**Краткая история открытия месторождения.** Первые сведения о наличии в этом районе бурых железняков получены А.А. Краснопольским в конце 19 века [2].

В 1930 г. А.Г. Бер при производстве геологической съемки обнаружила выходы оолитовых руд мощностью 4 м на р. Аят, в 20 км ниже пос. Николаевского.

В 1931 г. П.Л. Безруков, изучая по р. Аят и р. Тобол стратиграфию меловых и третичных отложений, более подробно останавливается на аятских рудах, характеризует условия их залегания и приводит данные химического анализа.

И.И. Савельев, производивший в 1932–1933 гг. геологические исследования по долине р. Аят, дает уже конкретную промышленную оценку Аятскому месторождению – определяет запасы железных руд, приводит их качественный состав, отмечает

широкое распространение руд и возможность из разработки открытым способом.

В 1945 г. А.Н. Волков проводил поиски бокситов в этом районе, осуществил предварительную разведку железорудного горизонта с применением горных выработок на одном из участков этого месторождения – Журавлевском. На участке пройдено до 10 разведочных дудок, произведено их опробование и химико-аналитические исследования отобранных проб. По результатам проведенных работ А.Н. Волков дал химико-минералогическую характеристику окисленных железных руд и оценил их запасы как весьма большие. Он отметил большое промышленное значение Аятского железорудного района и необходимость всестороннего его изучения.

В конце того же года Д.Д. Топорков, ознакомившись с материалами А.Н. Волкова, лично посетил этот район и, обследовав береговые рудные выходы, согласился с выводами А.Н. Волкова. По результатам посещения Д.Д. Топорков написал докладную записку на имя председателя Комитета по делам геологии при СНК СССР о срочной необходимости проведения поисковых и разведочных работ в Аятском районе. На основе этой записки и по настоянию наркома черной металлургии И.Ф. Тевосяна, Комитет по делам геологии включил в свой план на 1946 г. поисковые работы на железные руды в Аятском районе, поручив проведение этих работ республиканскому (Казахскому) управлению.

Поисково-разведочные работы на месторождении интенсивно выполнялись Аятской ГРЭ, вновь созданной при Уральском геологическом управлении, при участии научно-исследовательских институтов Академии наук СССР и Казахской ССР, с 1947 г. по 1951 г. Геологическое руководство поисково-разведочными работами на месторождении осуществлял главный геолог Д.Д. Топорков.

По результатам проведенных работ оконтурена рудоносная площадь размерами 2500 км<sup>2</sup>, в пределах которой (на юге) выделен участок гидрогетитовых оолитовых руд и проведена его детальная разведка. По ее результатам подсчитаны и утверждены ВКЗ СССР (1951 г.) запасы железных руд по промышленным категориям (А<sub>2</sub>+В+С<sub>1</sub>), сос-



тавившие 1755,4 млн т. По категории  $C_2$  подсчитано 5188,1 и к забалансовым рудам (по горнотехническим условиям) отнесено 3209,0 млн т.

Общие запасы железных руд составляют 10 млрд т. Из них запасов, пригодных для выемки открытым способом, составляют 1496,4 млн т, со средним содержанием полезных и вредных компонентов (%): Fe–37,27;  $SiO_2$ –16,32;  $Al_2O_3$ –8,69; CaO–1,59; MgO–0,81; Mn–0,92; P–0,37; S–0,34; п.п.п.–16,3 [3].

**Геологическое строение месторождения.** В геологическом строении месторождения принимают участие два литолого-стратиграфического комплекса пород: палеозойский и мезо-кайнозойский [2].

Первый слагает складчатый фундамент месторождения и представлен скальными образованиями силурийского, девонского и каменноугольного возраста, в литологическом и генетическом отношении среди них выделяются осадочные, метаморфические, эффузивные, интрузивные, метасоматические и др. комплексы пород – известняки, песчаники, сланцы, кварциты, порфириды разнообразного состава и их туфы, диориты, гранодиориты, скарны и продукты метасоматоза – магнетитовые, медно-золотые и медно-порфиновые руды и другие разновидности пород разного генезиса.

На породах фундамента залегают разнообразные по литологии и составу продукты коры выветривания, в местах, где они сохранились от последующей эрозии целиком, они имеют зональное строение (выделяется до трех зон). Ее возраст условно датируется в интервале юра-нижний мел, мощность редко достигает 30 м.

В основании мезо-кайнозоя лежат локально сохранившиеся (в неглубоких депрессиях палеозойского рельефа) отложения нижнего мела, представленные линзами и прослоями лигнитовых и бокситовых глин с пластами, как правило, вверху разреза каменистого и глинистого бокситов. Бокситы образуют промышленные залежи Варваринского месторождения. Возраст бокситоносных отложений условно принят нижним мелом (апт–альб). Их мощность редко превышают 10 м.

В разрезе второго комплекса выделяются рудоносные отложения сеноман-

туронского возраста, залегающие на размытой неровной поверхности отложений условного нижнего мела с базальным горизонтом (галечник и гравий), а там, где они отсутствуют – на глинистых продуктах древнего элювия или породах палеозоя.

Выше базального слоя, коры выветривания и пород палеозоя залегают кварцево-сидеритовые песчаники преимущественно разномерные с прослоями гравия. Песчаники имеют темно-серую и серовато-коричнево-желтую окраску, часто с зеленоватым оттенком из-за присутствия в них глауконита, терригенный материал хорошо окатанный, но чаще угловато-окатанный и принадлежит кварцу, полевым шпатам и глаукониту. Из включений встречаются пирит, обугленные и оруденелые растительные остатки, конкреции сидерита. Верхняя часть песчаников (5–10 см) местами имеет черную окраску и обогащена марганцем. Они не являются постоянными членами сеноманской толщи и распространены главным образом в западных прибрежных частях сеноманского бассейна.

Выше песчаников следует хорошо выдержанный и широко развитый горизонт кварцево-глауконитовых песков мощностью до 40 м (отсутствует на участках выступов пород палеозоя, таких участков несколько, в восточных и южных частях месторождения). Пески хорошо отсортированные, тонкозернистые и илистые, серой и темно-серой окраски с зеленоватым оттенком, часто содержат лигнит, небольшие конкреции сидерита, обычно цементирующие обломки обугленной древесины, в кровле слоя, на контакте с рудным горизонтом встречаются рудные оолиты.

Пески постепенно переходят в подрудные лигнитовые глины, серого и темно-серого цвета, содержат большое количество органических примесей в тонкораспыленном виде и реже в виде обломков древесины, разных размеров, мощность и распространенность их не велика (преимущественно в западной части) и они нередко залегают на базальном горизонте и с размывом на древней коре выветривания и даже на палеозое.

Рудный горизонт имеет региональное распространение и, в основном, дублирует контуры сеноманских отложений. На востоке он ограничен островными поднятиями

(Сарбайским, Соколовским, Увальненским и др.). Эта цепь островов отделяет от открытого моря Аятский залив, где происходило рудоотложение оолитовых руд.

Рудный пласт, представленный оолитовыми гетит-лептохлорит-сидеритовыми рудами, хорошо выдержан по простиранию и по мощности, залегает горизонтально, с общим незначительным уклоном на восток. Он чаще залегает на кварцево-глауконитовых песках с четкой границей и иногда со слабо выраженным размывом. В западной части бассейна подстилающими породами являются глины с лигнитом, граница с которыми также резкая и иногда с размывом. В сравнительно редких случаях почвой рудного пласта являются палеозойские породы и их древний элювий. От последних руда местами отделяется тонким базальным прослойком из конгломератовидных руд или пестрыми глинами с галькой и гравием палеозойских пород, с редким пизолитами и обломками боксита и сидерита.

Мощность рудного пласта колеблется обычно в пределах 2–5 м, максимальная – достигает 9 м.

Кровлей рудного пласта являются глины с лигнитом. Однако они бывают смыты и пользуются ограниченным распространением. Мощность их не превышает 1,5–2,0 м. Контакт с рудой четкий, но без размыва. На глинах несогласно залегают кварцево-глауконитовые пески разнозернистые, иногда косослоистые. Возраст глин и песков датируется турон-сантонским.

По внешнему виду надрудные глины аналогичны подрудным, но содержат меньше растительных остатков. Для них характерны включения черного фосфорита, конкреции и корки светлого сидерита.

Все перечисленные литологические разновидности рудоносной толщи одно время объединялись в Аятскую свиту и относились целиком к сеноману. В последствии на основе фациального анализа эта свита расчленяется на две части. К нижней – песчаники, глауконитовые пески и лигнитовые глины, имеющие ясно выраженный характер осадков мелкого моря и палеонтологически достаточно четко охарактеризованы, их стали относить к сеноману. Пачка этих пород отделена перерывом от рудного горизонта, который богат растительными остатками (слабо пригод-

ными для определения возраста) и, следовательно, нижней границей рудного горизонта является верхи сеномана, а верхней – почва песчано-глинистой толщии турона-сантона.

Покровными отложениями оолитовых руд являются осадки преимущественно морского генезиса: кампана – известковисторакушечные глины и глауконито-кварцевые пески зеленовато-серого цвета с фауной моллюсков и фораминифер, развит почти повсеместно); верхнего маастрихта – известковистые и мергелевидные глины реже пески и песчаники желтовато-серого и зеленовато-серого цвета, с обильной фауной моллюсков, брахиопод и фораминифер, распространены почти повсеместно; условно датские – глины темно-серые, опоковые, с прослойками крепкой опоки; палеоцена – переслаивание песков и песчаников кварцево-глауконитовых, серого и темно-серого цвета с опоковым и кремнистым цементом, опок и глин опоковых, известковистых, серого и темно-серого цвета; эоцена – глины жирные, сланцеватые, оливково-зеленого цвета, с прослойками тонкозернистого кварцевого песка, в кровле выветренные; олигоцена – пески кварцевые со слюдой, тонкозернистые, иногда глинистые, белые, серые, желтые и бурые, вверху слоя выветренные; четвертичного возраста – суглинки, супеси, глины. Мощность покровных отложений колеблется от 5 до 80 м.

**Типы руд.** По структурному признаку и минералогическому составу на месторождении по результатам разведки выделены четыре типа руд: оолитовый гидрогетитовый и хлоритовый, безоолитовый сидеритовый и глауконитовый, а также смешанные (переходные) разновидности этих типов [3].

#### ***Оолитовые гидрогетитовые руды.***

Эти руды являются основным промышленным типом. Они состоят из оолитов, обломков оолитов руд и цемента. Основным рудным минералом является гидрогетит. Выделяются разновидности руд со слабо выраженной слоистостью и руды массивные. Они сложены крепкой или рыхлой песчанистой массой зеленовато-серой и бурой массой, в которую неравномерно включены матовые, блестящие или тусклые оолиты, резко или слабо отличающиеся от цемента своим цветом. Слоистость проявляется в виде наличия в породе линз и прослоек сильно

обогащенных оолитами или бедных ими.

Оолиты, слагающие руду, имеют гидрогетитовый состав, округлую, реже вытянутую форму, размеры их 0,5–1,0 мм, концентрическое строение, концентры состоят из гидрогетита и в редких случаях (измененные оолиты) из хлорита. Оолиты раскалываются вдоль концентрической скорлуповатости (окисленные). Иногда в руде встречаются кварцевые песчинки или целые скопления их.

Обломки в гидрогетитовых рудах представлены обломками оолитов, отдельных концентров, песчинок оолитовой руды и бурого железняка, в виде неправильной формы и выделений в цементирующей массе. Обломки оолитовой руды в гидрогетитовой руде имеют или остроугольную форму, или форму более или менее окатанных песчинок. Особенно много их встречается в прибрежной зоне залива в массе оолитовых гидрогетитовых руд с песчаным, алевритовым или глинистым цементом, что указывает на природу их возникновения – в прибрежной зоне прибоя за счет размывания и переотложения частей ранее образовавшейся руды.

Цементирующая масса в оолитовых гидрогетитовых рудах представлена, в основном, тонкообломочной глинисто-алевритовой массой рыхлого сложения. Под микроскопом выделяются мельчайшие обломочки кварца и глинистой массы слабо действующей на поляризованный свет буроватого гидрогетита. В состав этой массы входят брусочки, чешуйки, комочки анизотропного глинистого вещества и бурая не действующая или слабо действующая на поляризованный свет масса гидрогетита. Иногда в цементе видны чешуйки бесцветного слюдевидного минерала и буроватого гидрогетита.

Песчано-алевритовая цементирующая масса сложена остроугольными или из слабо окатанных зернышек кварца, кварцита или песчаника, реже обломков порфирита, между которыми находится алевритовая масса того же состава.

Особую разновидность оолитовых гидрогетитовых руд представляют руды, богатые гидрогетитовым песком. В их составе окатанные и остроугольные песчинки гидрогетита и обломки оолитов играют одинаковую, иногда даже доминирующую

роль по сравнению с основными оолитами гидрогетита.

Следует отметить также еще одну разновидность – конгломератовидные гидрогетитовые руды, образованные из остроугольных обломков оолитовых руд, заключенных в песчано-глинистую, гидрогетитовую массу, которая встречается в верхних частях рудной пачки. Это переотложенные продукты размывания рудной пачки.

Цемент в оолитовых гидрогетитовых рудах у остовов и в средней части рудной площади хлоритовый с большим количеством кварцевой пыли, незначительным количеством сидерита и мелкозернистого пирита.

Гидрогетитовые руды в местах, где они имеют выходы на поверхность, окислены (выветрелые) и приобрели желтовато-бурю окраску (бурые железняки). Масштабы этих руд не оценены.

Оолитовые гидрогетитовые руды встречаются в строго определенных участках месторождения. Эти почти мономинеральные руды, с небольшой примесью хлорита в оолитах, распространены в самой западной, прибрежной части залива. Такие руды с хлоритом имеются в самой восточной части месторождения, вблизи берегов островов и в средней части, где также имеется выступ (остров) палеозоя (журавлевско-николаевский).

Химический состав оолитовой гидрогетитовой руды следующий (%): Fe–28,35; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–39,66; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–8,39; SiO<sub>2</sub>–36,34; FeO–0,76; MgO–0,95; Mn–0,63; S–0,13; P–0,58; TiO<sub>2</sub>–0,30; п.п.п.–9,53.

**Оолитовые хлоритовые руды.** Макроскопически хлоритовые руды представляют массивную породу буровато-серого цвета, в которой густо, не касаясь друг друга, сидят блестящие желтого цвета оолиты диаметром 0,5–1,0 мм и редкие окатанные обломочки с отполированной поверхностью диаметром до 2,0 и реже до 4,0 мм. Цемент руд темно-зеленовато-серого цвета.

Под микроскопом в хлоритовой руде различаются оолиты хлорита, окатанные обломки оолитовой руды, песчинки кварца, в небольших количествах глауконит и пирит. В цементе руды виден хлорит и немного сидерита. Оолиты имеют форму шариков, правильных или несколько сплюснутых, концентрически скорлуповатого строения,



концентры светло-бурые и темно-бурые, часто чередуются между собой. Толщина отдельных светло-бурых концентров колеблется около 0,005 мм, темно-бурых – в пределах 0,005–0,05 мм. В оолитах имеются обычно ядро из обломков кварца, бурого железняка или концентров оолитов. Песчинки кварца имеют остроугольную форму и разные размеры.

Глауконит в руде представлен в виде мелких зерен зеленого или бурого цвета. При выветривании он приобретает светло-серую окраску.

Цементирующая масса образована из сплошного изотропного зеленого хлорита, в котором имеются участки буровато-зеленого слабо изотропного хлорита, цвет и анизотропность последнего связана с присутствием включений чешуек гидроокислов железа. Вдоль трещин хлорита отмечаются выделения сидерита.

Химический состав обохренной оолитовой хлоритовой руды (%):  $\text{SiO}_2$ –18,54;  $\text{TiO}_2$ –0,15;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ –6,13;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ –48,92;  $\text{FeO}$ –6,31;  $\text{MnO}$ –0,14;  $\text{MgO}$ –1,89;  $\text{CaO}$ –0,81;  $\text{S}$ –0,53;  $\text{P}_2\text{O}_5$ –1,16.

**Сидеритовые руды.** Макроскопически эти руды имеют вид плотной и тонкозернистой породы темно-серого и желтоватого цвета с шероховатым изломом. В ней встречаются каверночки, покрытые более крупнозернистым бесцветным сидеритом, редкие включения оолитов гидрогетита и растительных остатков, иногда остатки каких-то сидеритизированных организмов. Встречаются и глинистые сидериты темно-серого цвета, слоистые, похожие на глину, но имеющие больший удельный вес.

Под микроскопом сидериты обнаруживают очень тонкокристаллическую или скрытокристаллическую структуру буроватого цвета в проходящем свете. Структура руды неравномерная: в ней встречаются участки шарообразной формы и участки неправильной формы, более светлого и более крупнозернистого строения. Изредка попадаются обугленные растительные остатки, мелкие скопления зернышек пирита, выделения зеленого глауконита, обломки кварца и оолиты гидрогетита, в значительной степени замещенного сидеритом.

Сидеритовые руды образуют прослойки среди подстилающих осадочных breccий и

песков сеномана, залегают в основании рудного пласта на сидеритовых песчаниках сеномана или подрудных глинах с лигнитом.

Химический состав сидеритовых руд (%):  $\text{Fe}$ –26,96;  $\text{FeO}$ –30,75;  $\text{SiO}$ –32,66;  $\text{P}$ –0,09;  $\text{S}$ –2,27;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ –4,25;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ –2,80;  $\text{TiO}_2$ –0,22;  $\text{MnO}$ –2,0;  $\text{CaO}$ –1,15;  $\text{MgO}$ –2,0.

**Глауконитовые руды.** Внешне это плотная легкая порода, слоистая, похожая на глину, окрашенная в серовато-зеленый или темно-зеленовато-серый цвет. В ней имеются зернистые прослойки с песком и оолитами гидрогетита.

Под микроскопом в составе руд обнаруживаются глауконит, песчинки кварца, немного сидерита, бурого железняка, магнетита, пирита, растительных остатков и редкие оолиты гидрогетита.

Основную массу породы слагают зерна глауконита, тесно примыкающие друг к другу и составляющие местами промежутки, занятые цементом. Глауконит, как и в оолитовых рудах, трех возрастов.

Самые ранние, вместе с тем самые крупные выделения, глауконита (первый тип) отличаются темно-бурым цветом; они слабо просвечивают в отдельных местах. Обычно они несколько вытянуты в одном направлении, поверхность их покрыта трещинами ссыхания, придающими им зазубренный вид. Они не действуют на поляризованный свет.

Наряду с этими темно-бурыми зернами приблизительно в равном с ними количестве находятся зерна бурого и светло-бурого глауконита разных оттенков (второй тип), имеющие аналогичную вытянутую форму и зазубренную поверхность, но они хорошо просвечивают и показывают слабо выраженную микроагрегатную поляризационную окраску.

Наибольшее количество зерен глауконита принадлежит серовато-зеленой разновидности (третий тип). Они мельче по размеру, имеют ту же форму, но менее зазубренную поверхность, чем первые два типа. Они хорошо просвечивают и показывают микроагрегатную поляризационную окраску. В количественном отношении их больше первых двух вместе взятых.

Между этими разновидностями руд имеются постепенные переходы. Такие взаимоотношения, а также нахождение глауко-

нитов первого типа в виде включений в ядре оолитов гидрогетита, ясно свидетельствует о более раннем их возникновении и об условиях происхождения их темно-бурой окраски.

Цементом глауконитового агрегата являются небольшое количество тонкообломочного песчано-глинистого материала и мелких зерен сидерита.

По месту залегания этот тип руды тяготеет к краевой, внешней зоне рудного пласта и встречается в восточной части месторождения. Относительно малая мощность руды и большая глубина залегания обусловили отнесение ее, по результатам разведки, к забалансовым рудам.

Из четырех типов всесторонне (геологически, технологически, экономически и т. д.) изучен гидрогетитовый тип. Руды этого типа оконтурены, подсчитаны их запасы по промышленным категориям и утверждены ВКЗ СССР, изучены вещественный состав и технологические свойства руд, разработана технология их обогащения и переработки с получением металлургического передела, т.е. проведенными разведочными работами доказана их промышленная ценность и они подготовлены для промышленного освоения. Другие типы можно квалифицировать только как природные типы и их промышленное значение нужно обосновывать.

Выделенные при разведке месторождения смешанные руды (гидрогетито-хлоритовые, хлорито-сидеритовые, глауконитосидеритовые и др.) являются переходными разновидностями четырех основных типов руд и отличаются от них количественными соотношениями рудных минералов. Они не имеют практического значения (добываться будут промышленно интересные руды).

**Генезис оолитовых руд.** Формирование месторождения аятских руд упрощенно можно представить в следующей последовательности. Рудоотложение происходило в несколько этапов в Аятском заливе [4], изолированном от открытого сеноманского моря на востоке грядой выступов пород (островов) палеозойского возраста. Залив на первых порах был мелководным и рудоотложение происходило в благоприятных условиях (щелочная окислительная среда). В этот период вначале произошло отложение песков и глин подрудной пачки, а затем при накоплении необходимого количества железа сфор-

мировался и гидрогетитовых тип руд (первый этап).

Предполагается, что залив в сеноманское время был не спокойным, в нем трансгрессии открытого моря продолжались и соответственно размеры и глубина его увеличивались, что сказывалось на состоянии физико-химической среды в направлении возрастания восстановительного потенциала и в это время в глубоких частях водоема (в центральных и восточных) при недостатке кислорода и избытке железа, по прежнему поступающего из коры выветривания, развитой на прилегающей территории к бассейну осадконакопления с запада и севера, образовались хлоритовые руды (второй этап). Перекрывание последними гидрогетитовых руд способствовало появлению в цементе и концентрациях оолитов зерен хлорита и образование смешанной разности оолитовых руд – гидрогетит-хлоритовой.

При очередном «вторжении» сеноманского моря с востока на запад, в заливе вновь увеличилась его глубина и вновь изменилась физико-химическая среда на восстановительную, благоприятную для образования сидеритовых руд (третий этап). Формирование этих руд и смена среды оказало влияние на состояние гидрогетитовых и хлоритовых руд, произошла их частичная сидеритизация – появились зерна сидерита в цементе и концентрациях оолитов этих руд и возникли переходные разности.

С трансгрессией турон-сантонского моря связано происхождение глауконитовых (сантонских) руд и надрудных глин с лигнитом, территориально сформировавшиеся в центральных и восточных частях залива, в самых глубоких его местах, перекрывая площади развития частично хлоритовых и полностью сидеритовых руд (четвертый этап). Вновь образованные руды также оказали влияние на минеральный состав хлоритовых и сидеритовых руд, результатом которого является замещение глауконитом хлорита и сидерита в цементе этих руд и образование переходных (глауконитсидеритовых, глауконит-хлоритовых и т.д.) разностей.

Последующая трансгрессия моря произошла в кампанское время, оставив после себя кварцево-глауконитовую толщу песков и песчаников, залегающую на рудоносной

пачке сеномана. Почвой этих осадков является рудоносная толща, сложенная сверху маломощным слоем (1,5–2,0 м) лигнитовых глин и песков турон-сантона, которые часто бывают смыты и глаукониты кампана лежат на руде.

Выделенные при разведке глауконитовые руды возможно не причастны к рудогенезу оолитовых железных руд, потому что содержание железа около 30% свойственно для железистого алюмосиликата (глауконита), а также не исключено, что в условиях совместного залегания с железными рудами и при их взаимодействии произошло обогащение железом и оно достигло 38%, как отмечено в сборнике [3].

После формирования оолитовых железных руд на месторождении протекали пострудные процессы. Они заключались в выветривании «первичных» (гидрогетитовых, хлоритовых и др.) руд на участках, где они имели выходы на поверхность или небольшую мощность наносов и в преобразовании их (вторичные процессы) в связи с перекрытием первичных руд частично рудами других типов и покровными отложениями. При выветривании образовывались окисленные (бурожелезняковые, лептохлоритовые) руды, а за счет вторичных процессов возникали сидеритизированные руды и руды, обогащенные глауконитом. В частности, вторичными процессами можно объяснить возникновение безоолитовых разностей руд (сидеритовых и глауконитовых).

**Технология обогащения и переработки оолитовых руд.** Технологические исследования оолитовых железных руд Аятского месторождения проводились на лабораторных пробах в институте Механообр, г. Ленинград, в 1948–1951 гг. [5]. Исследования осуществлялись на семи пробах, представляющих смешанные руды основных их разновидностей – первичную сидеритосодержащую (проба №1), смешанную сидерито-бурожелезняковую (№2), окисленную бурожелезняковую (№3), смешанные окисленные № 4–7). Содержание железа в пробах колеблется от 31,51% (№7) до 37,95% (№5). Из них представительной по содержанию полезных и вредных компонентов и по минеральному составу (гидрогетит, хлорит, сидерит и др.) является проба №5, с содержанием (%):

Fe общ.–37,95; FeO–2,17; SiO<sub>2</sub>–14,68; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–6,0; CaO–1,88; MgO–1,62; MnO–1,74; TiO<sub>2</sub>–0,1; V–0,056; S–0,21; P–0,28, отобранная на участке детальной разведки и отвечающая содержанию перечисленных компонентов в утвержденных запасах ВКЗ.

В дальнейшем будут излагаться результаты технологических опытов этой пробы. Исследования проводились в лабораторных и полупромышленных условиях по двум технологическим схемам обогащения: схеме, включающей промывку руды и обогащение мытой мелочи размерами 6–0 мм на сильномагнитных сепараторах (первая) и обжиг магнитного способа обогащения руды (вторая).

Обогащение аятской руды по первой схеме позволяет получать суммарные концентраты с содержанием железа 39% при выходе 71% и извлечении железа 78%. Обогащение по второй схеме, включающей в себя намагничивающий обжиг и трехстадийную магнитную сепарацию с начальной крупностью 6–0 мм и конечной 0,2–0 мм, в результате получают концентраты с содержанием железа 50,3% при выходе 64,5% и извлечении железа 90%.

Проведены опыты по агломерации концентратов и получены следующие результаты: полученного – по первой схеме обогащения получается закисный агломерат с содержанием железа 48% при выходе 58% от исходной руды и извлечении железа 78%; по второй – также закисный агломерат с содержанием железа 52% при выходе от исходной руды 62,5% и извлечении железа 90%.

Проведенными опытами по плавкам агломератов с получением чугуна установлено, что по себестоимости 1 т чугуны близки (357 и 362 руб., 1951 г.).

Проведенные технологические исследования аятских руд свидетельствуют о их технологической и экономической эффективности, а также о пригодности руд для промышленного производства на их базе железорудных концентратов и металлургической продукции.

#### **Выводы:**

1. Крупные запасы оолитовых железных руд гидрогетитового типа Аятского месторождения, разведанного в 1948–1951 гг., промышленная ценность которых всесторонне обоснована и в настоящее время не



утратили промышленного значения.

2. Наличие в Тарановском районе других месторождений осадочных и магнетитовых железных руд с промышленными запасами является надежной рудной базой для строительства в районе крупного ГОКа производительностью по руде до 30 млн т с получением железорудных концентратов и

металлургической продукции.

3. Целесообразно в этом районе продолжить геологоразведочные и научно-исследовательские работы по дальнейшему геологическому изучению месторождений оолитовых железных руд и разработке эффективных способов их промышленного освоения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Евлампьев А.Т. Кратко о минеральных ресурсах Костанайской области. – Горно-геологический Журнал. – №3 (55), 2018. – С.13–19.

2 А.А. Жилияков, Д.Д. Топорков, М.Р. Узбеков. Геологическая характеристика Аятского месторождения // Оолитовые бурые железняки Кустанайской области и пути их использования. – СОПО, АН СССР, 1956. – С. 5–13.

3 А.А. Жилияков, Б.П. Кротов, Д.Д. Топорков. Рудное поле Аятского месторождения. Сб. статей. – С.13–88.

4 Б.П. Кротов. Генезис Аятского месторождения. Сб. статей. – С. 88–125.

5 А.М.Парфенов, Г.И.Юденич. Обогащение агломерация аятских бурых железняков // Оолитовые бурые железняки Кустанайской области и пути их использования / под. ред. акад. Бардина И.П. Сб. статей. – АН СССР, 1956. – С.149-189.

УДК 550.38  
МРНТИ 38.53.21



## ГЕОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

**Л.А. СУЛТАНОВ,**

*научный сотрудник лаборатории физических свойств горных пород - Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,  
г. Баку, Азербайджанская Республика*

Мақалада әр түрлі геологиялық және геофизикалық зерттеулер мен физикалық аспектілер қарастырылған, олар осы саладағы мұнай, газ және газ конденсатын кен орындарының әлеуетін сақтап қалды.

Атап айтқанда, РТ жыныстарының коллекторлердің қасиеттері зерделенді, соның нәтижесінде олардың ауданда, кеңістікте және уақыт бойынша өзгеруін көрсететін деректер алынды. Бұл коллекторлердің әртүрлі типтерін бөлуге, оларды бөлу үлгілерін және секциядағы кеуектіліктің өзгеруін белгілеуге мүмкіндік берді. Осылайша, әртүрлі петрофизикалық зерттеу әдістерінің нәтижелері бойынша тау жыныстарының коллекторлердің қасиеттері тұтастай тереңдікте нашарлайды. Алайда, кейбір жағдайларда саз және карбонатты жыныстарда қатаң термобариялық жағдайларда коллекторлық қасиеттер қайталама кеуектіліктің пайда болуына

байланысты жаксаруу мүмкін.

**Түйінді сөздер:** петрофизика, тығыздық, ультрадыбыстық толқындардың таралуы, кеуектілігі, ұңғыма, тау жыныстары, терендік, мұнай, газ, шоғыр, өлшемдер, карбонат, иілу, бұрғылау.

В статье приведены различные геолого-геофизические исследования и физические аспекты, которые влияли на коллекторский потенциал нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений в данном районе.

В частности, были изучены коллекторские свойства пород ПТ, в результате чего получены данные, отражающие их вариацию по площади, в пространстве и во времени. Это позволило разделить различные типы пород-коллекторов, установить закономерность их распространения и изменения пористости в разрезе. Так, согласно результатам разных петрофизических методов исследований, коллекторские свойства пород, в целом, ухудшаются с глубиной. Однако в отдельных случаях в глинистых и карбонатных породах при относительно жестких термобарических условиях коллекторские свойства могут улучшиться, за счет появления вторичной пористости.

**Ключевые слова:** петрофизика, плотность, распространение ультразвуковых волн, пористость, скважина, породы, глубина, нефть, газ, залежь, критерии, карбонатность, прогиб, бурение.

In the article different geological-geochemical and physical aspects which affect the gas and collector potentials of oil and gas-condensate deposits encountered in area have been researched.

Dependence between physical parameters for the individual kinds of rocks, dependence between physical properties and material structures are established. The results of various petrophysical research methods show that the filtration capacitance properties, in general, deteriorate with depth. However, in certain cases, in clay and carbonate rocks, reservoir properties can improve, due to the appearance of secondary porosity under relatively stringent thermobaric conditions.

**Key words:** petrophysics, density, wave propagation velocity, porosity, well, rocks, deep, oil, gas, deposit, criterion, carbonate content, drilling.

Недавно в связи с изучением нефтегазоносности глубокозалегающих слоев в Азербайджане в значительном объеме были проведены геологоразведочные и геофизические работы. Были разработаны научные критерии, которые могут являться основанием для будущих геологоразведочных исследований. Отмечено, что формирование основных залежей нефти и газа связано с Южно-Каспийской и Куринской впадинами. Во время мезокайнозоя эти впадины подвергались интенсивному погружению.

Изучение нефтегазоносности глубокозалегающих толщ осадочного чехла Южно-Каспийской впадины (ЮКВ) в Азербайджане включало в себя значительный объем геолого-геофизических работ, по результатам которых подготовлены научные критерии, которые могут быть основанием для будущих поисково-разведочных работ.

Несмотря на высокую перспективность центральной части ЮКВ ее глубокозалегающих толщ, проблемы, связанные с извлечением из них нефти и газа еще не разрешены окончательно.

Локальные поднятия отдельных структурных элементов ЮКВ развивались в основном при активности одних и тех же механизмов складкообразования, и их подавляющая

часть относится к структурам нагнетания. К таковым относятся и локальные поднятия антиклинальной линии Дарвин кюпеси (наименование структуры) имеющие одинаковое геологическое строение. К ним относится Гюргян-дениз, расположенная на антиклинальной линии Дарвин кюпеси-Южный и о.Чилор, расположенная в антиклинальной линии Хали-Нефт Дашлары. Структуры, которые располагаются на этих антиклинальных линиях, корреляционно изучены.

В районе Апшеронского архипелага были осуществлены петрофизические исследования. Их целью было получение подробной информации о породах-коллекторах и их литолого-петрофизических особенностях, уточнение углеводородных ресурсов и на основе полученных результатов определение дальнейших направлений поисково-разведочных работ.

С этой целью были исследованы геолого-геофизические и физические характеристики, которые влияли на коллекторский потенциал отложений, содержащих нефтяные, газовые и газоконденсатные скопления мезокайнозойского возраста в ЮКВ [1, 2].

Глубокой поисково-разведочной скважиной были вскрыты и изучены отложения коунской и майкопской свит, среднего, верхне-

го миоцена и плиоцена.

Максимальная толщина этих отложений составляет 4650 м.

Майкопская серия (олигоцен-нижний миоцен) вскрыта скважиной, пробуренной в сводовой части складки, она состоит из песков и глин с прослойками вулканического пепла и растительных остатков.

В разрезе продуктивной толщи (ПТ) были вскрыты многоэтажные нефтяные залежи. Калининская свита представлена алевролитами и глинистыми отложениями с прослойками мелкозернистых песков и песчаников. Пески кварцевые, средне-мелкозернистые, а глины слабо-песчаные и слабо-карбонатные. Вещественный состав и мощность песчаных горизонтов и глинистых прослоев, разделяющих их по площади нестабильны. Песчаность разреза от подошвы к кровле свиты и от свода к крыльям складки увеличивается до 70%. Свита делится на 4 нефтегазоносных горизонта. Кроме того, в нижней части горизонта в ряде блоков отмечаются еще 4 горизонта [2].

Для определения запасов эксплуатационного объекта по площади осуществляется анализ накопленного многочисленного геолого-геофизического и промыслового материалов и комплексного использования их результатов. По накопленным промыслово-геофизическим материалам каждой скважины данные интерпретируются и определяются значения таких параметров, как эффективная мощность, пористость, нефтенасыщенность. Используемая методика реализуется по программе алгоритма [3].

Месторождение Нефть Дашлары простирается с северо-запада на юго-восток, юго-восточная часть периклинали надвинута на юго-западную. Свод складки осложнен крупным продольным разрывом, который по существу является широкой зоной дизъюнктивной дислокации, сложенной сильно перемятыми брекчиевидными отложениями олигоцен-миоценового возраста. В юго-восточной части складки, на пересечении разрывных нарушений располагается грязевой вулкан. Здесь имеются многочисленные грифоны, непрерывно выделяющие нефть и газ на дне моря [4].

Для определения литолого-петрографических и коллекторских свойств глубокозалегающих слоев, изменяющихся по площади,

были изучены карбонатность, пористость, проницаемость, плотность, гранулометрический состав и скорости распространения продольных волн с помощью образцов, взятых из пробуренных поисково-разведочных скважин на площади Нефть Дашлары, Гюргян-дениз, о.Чилор и др. Также были определены экстремальные и средние пределы физических свойств пород. Рассмотрена зависимость их коллекторных свойств от глубины залегания и физических факторов [5].

Вскрытая максимальная мощность ПТ в скважинах составляет 4600 м. Но, в некоторых частях месторождения глубокими разведочными скважинами, на больших глубинах, были вскрыты некоторые горизонты ПТ. Плотность глинистых пород здесь составляет 2,20–2,48 г/см<sup>3</sup>, пористость – 8,3–17,0% (в некоторых случаях достигает до 25%), распространение ультразвуковых волн 2150–2200 м/сек. Плотность алевролитов составляет 2,13–2,60 г/см<sup>3</sup>, пористость варьирует между 15–28%, распространение звуковых волн колеблется между 1300–2200 м/сек. Плотность песчаников составляет от 2,00 до 2,50 г/см<sup>3</sup>, пористость варьирует между 7,2–22,0%. Во всех породах распространение ультразвуковых волн, в зависимости от литологического состава, изменяется в пределах 850–2800 м/сек. Карбонатные глины ПТ подвергались изменению и их физические свойства характеризуются следующими величинами: плотность 2,02–2,59 г/см<sup>3</sup>, пористость 8,5–30% и распространение ультразвуковых волн 2100–3500 м/сек. Надо отметить, что карбонатность и проницаемость отложений ПТ в целом также подверглись значительному изменению [6, 7].

Проведенные исследования дают возможность предположить, что изменения физических характеристик исследуемого объекта связаны с литологической неоднородностью основного комплекса, разнообразием пород и тектонических условий. Установлена также закономерность изменения коэффициентов пористости и проницаемости.

В результате коллекторские свойства пород в пределах рассматриваемых глубин претерпевают незначительные изменения, что дает основание прогнозировать наличие коллекторов на этих глубинах. Но в некоторых случаях в связи с петрофизическими измене-



ниями нарушаются некоторые закономерности. Это видно из графика изменения пределов значений коллекторских характеристик осадочных пород.

Нами были изучены также пределы изменения пористости, проницаемости, песчанистых и глинистых пород на основе петрофизических свойств пород [8]. Зависимость физических свойств пород от глубины была изучена по гипсометрическим и стратиграфическим принадлежностям. Учитывая связь между коллекторскими свойствами и изменением литолого-гранулометрических характеристик пород, была проведена корреляция разрезов. На исследуемой территории вдоль различных антиклинальных структур изучена зависимость между петрографическими параметрами.

#### **Выводы:**

Изменение в широком диапазоне коллекторских свойств пород по площади связано в основном с условиями литогенеза, неоднородностью литологического состава осадочных комплексов, глубиной залегания

пород, а также с особенностью развития локальных поднятий.

Установлено, что изменение петрофизических значений в широком диапазоне связано с литологическими неоднородностями, разнообразием глубин залегания пород и тектоническими условиями в регионе.

Результаты петрофизических исследований позволили установить увеличение скорости распространения ультразвуковых волн с возрастанием плотности пород и понижение коллекторских свойств с глубиной.

При прогнозировании нефтегазоносности в глубокозалегающих толщах рассматриваемой территории, наряду с разведочно-геофизическими методами, целесообразно использовать также результаты изменения фильтрационно-объемных характеристик пород, выявленных петрофизическими исследованиями, а также характер изменения скорости распространения сейсмических волн с глубиной.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Али-заде А.А., Ахмедов Г.А., Ахмедов А.М., Алиев А.К., Зейналов М.М. – Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана. – М.: Недра, 1966. – 390 с.
- 2 Юсифзаде Х.Б. Применение современных технологий в области разведки и добычи нефтегазовых месторождений в Азербайджане // *Azərbaycan Neft Təsərrüfatı*. 2013. – № 7–8. – с. 3–13.
- 3 Бабазаде Б.Х., Путкарадзе Л.А. О поисках залежей газа и нефти в прибрежной морской зоне Апшеронского полуострова и Бакинского архипелага // *Геология нефти и газа*. – 1961. – № 10. – С. 7–11.
- 4 Али-Заде А.А., Салаев С.Г., Алиев А.И. Научная оценка перспектив нефтегазоносности Азербайджана и Южного Каспия и направление поисково-разведочных работ. – Баку: Элм, 1985. – 250 с.
- 5 Гурбанов В.Ш., Султанов Л.А., Аббасова Г.Г. Литолого-петрографические и коллекторские свойства мезокайнозойских отложений Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района // *Геофизические новости Азербайджана*. – 2014. – №3-4. – С. 10–13.
- 6 Физические свойства горных пород и полезных ископаемых / Под ред. Н.Б. Дортман. – М.: Недра, 1976. – 527 с.
- 7 Составление каталога коллекторских свойств мезокайнозойских отложений месторождений нефти-газа и перспективных структур Азербайджана – отчет Научно-Исследовательского Института Геофизики – 105–2009. Фонды Управления Геофизики и Геологии. – Баку, 2010.
- 8 Мехтиев У.Ш., Хеиров М.Б. Литолого-петрографические особенности и коллекторские свойства пород калинской и подкирмакинской свит Апшеронской нефтегазоносной области Азербайджана. – Баку, 2007. – Ч.1 – 238 с.



## ИСТОРИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЬЕЗООПТИЧЕСКОГО КВАРЦА НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

**Ю.А. ПОЛЕНОВ**

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

Уақыт өтіп, адамдар кетіп жатыр, бірақ олардың жұмысының нәтижелері қалады. Кен орындарын барлау пьезооптикалық және тастан жасалған асыл тастарды өндіру және қайта өңдеу бойынша жұмыстар жүргізетін «Казквартсамоцветы» Қазақстандық өндірістік бірлестігінің геологиялық бөлімшелері Қазақстан аумағын пьезооптикалық шикізатқа зерттеуге елеулі үлес қосқан. Қазақстандағы пьезооптикалық шикізатты мамандандырылған геологиялық барлаудың басталуы 1949 жылдан санауға болады, сол кезде Қарағанды облысының Ақтас ауылында сутасты кварцтық тастамырлар табылды. Осы уақыттан бастап Қазақстанда пьезооптикалық шикізатты кең ауқымды іздестіру іске қосылды.

Уходит время, уходят люди, но остаются результаты их труда. Весомый вклад в изучение территории Казахстана на пьезооптическое сырье внесли коллективы геологических подразделений Казахстанского производственного объединения «Казквартсамоцветы» по разведке месторождений, добыче и переработке пьезооптического и камнесамоцветного сырья. Началом специализированных геологоразведочных работ на пьезооптическое сырье на территории Казахстана может считаться 1949 год, когда в районе пос. Актас Карагандинской области были открыты хрусталеносные кварцевые жилы. С этого времени на территории Казахстана разворачиваются масштабные поисковые работы на пьезооптическое сырье.

Time is running out, people are passing away, but the results of their work remain. A significant contribution to the study of the territory of Kazakhstan on piezo-optical raw materials was made by teams of geological divisions of the Kazakhstan Production Association “Kazkvartssamotsvety” on exploration of deposits, mining and processing of piezo-optic and semiprecious stone materials. The beginning of specialized geological exploration of piezo-optical raw materials in Kazakhstan can be considered as 1949, when crystal quartz veins were discovered in the area of the settlement of Aktas of the Karaganda region. From this time on, extensive prospecting works for piezo-optical raw materials has been launched in Kazakhstan.

Вопрос обеспечения оборонной промышленности пьезооптическим кварцем в конце 30-х годов XX века стоял очень остро. Попутная добыча и скупка этого вида сырья подразделениями треста “Русские самоцветы” себя не оправдала. Полное отсутствие выявленных месторождений на территории СССР вызвало необходимость создания в стране специализированной организации, которая серьезно занималась бы поисками месторождений и в кратчайший срок смогла бы решить проблему обеспечения промышленности этим стратегическим сырьем.

Приказом Наркомата оборонной промышленности СССР от 28 июля 1937 года № 259 в Москве организован Государственный трест № 13 с подчинением –

Пятому главному управлению. В первый год создания треста были начаты геологоразведочные работы в районах находок кристаллов кварца: на Урале, Памире, Украине и других регионах страны, что привело к открытию ряда месторождений.

Правоприемником треста № 13 в последующем становится 6 Главное Управление Мингео СССР, которое в дальнейшем преобразовалось во Всесоюзное шестое производственное объединение, Всесоюзное промышленное объединение «Союзквартсамоцветы», и в последний период своего существования до декабря 1991 года Государственное промышленное объединение «Союзквартсамоцветы» Министерства геологии СССР.

Началом специализированных геологоразведочных работ на пьезооптическое сырье на территории Казахстана может считаться 1949 год, когда в районе пос. Актас (тогда Карагандинской области) геологами А.С. Гудковым и С.Н. Венедиктовым были открыты хрусталеносные кварцевые жилы. С этого года создаются три специализированные геологоразведочные экспедиции для проведения на территории Казахстана поисковых работ на пьезооптическое сырье, которые с 1960 года вошли в состав 6-го Главного управления Министерства геологии и охраны недр СССР.

Выявление хрусталеносных кварцевых жил послужило основанием для создания в 1949 г. Актаской ГРП в составе Алтайской экспедиции. В 1953 г. партия была преобразована в Актаскую экспедицию, а в 1954 г. – в СреднеАзиатскую, которая в 1960 г. переименована в экспедицию № 112.

История Алтайской экспедиции начинается с 1949 г. (в составе 8 ГУ МПСС СССР). На основании приказа по Министерству электростанций и электропромышленности за № 171 от 23 июля в 1953 году она вошла в состав Всесоюзного треста «Пьезокварц» МЭСЭП. Экспедиция была создана на основе Егорьевской и Ключевской геолого-поисковых партий, проводивших работы на территории Алтая. В 1960 г. Алтайская экспедиция преобразована в экспедицию № 111 с базой в г. Талды-Кургане.

Третья экспедиция на территории Казахстана приступила к поисковым и разведочным работам на пьезооптическое сырье с 1956 г. в составе сотрудников Украинской экспедиции. В 1956 г. Украинская экспедиция преобразована в Казахстанскую, которая с 1960 г. функционировала как экспедиция № 113 с базой в пос. Новотроицкое Джамбульской обл.

В 1962 г. (приказ № 30 от 21.07.1962 г. начальника 6-го Главного Управления МГ, и ОН СССР) экспедиция № 113 вошла в состав экспедиции № 111, а в 1966 г. в ее состав вошла и экспедиция № 112.

Таким образом, начиная с 1966 г., специализированные геологоразведочные работы на пьезооптическое сырье на территории Казахстана осуществляла объединенная экспедиция № 111, которая в 1977 г. была преобразована в Казахстанское производст-

венное объединение «Казкварцсамоцветы» по разведке месторождений, добыче и переработке пьезооптического и камнесамоцветного сырья (генеральным директором которого с 1978 г. по 1988 г. являлся автор этой статьи).

Объединение должно было осуществляться на всей территории Казахстана геологоразведочные работы на пьезооптическое, кварцевое и камнесамоцветное сырье; вести добычу этого сырья; его переработку на различные кварцевые полуфабрикаты, вставки и готовые изделия из цветных камней; а также организовать распродажу изделий из цветных камней через сеть фирменных магазинов. Объединение представляло собой единый производственно-хозяйственный комплекс, в состав которого входили: головное предприятие – Курганская группа партий и предприятий с аппаратом управления объединения (г. Талды-Курган), Центрально-Казахстанская геологоразведочная экспедиция (г. Караганда).

Геологоразведчики объединения внесли огромный вклад в изучение недр Казахстана, вовлечение кварцевого и камнесамоцветного сырья в промышленное производство.

В изучении территории Казахстана на пьезооптическое сырье четко выделяются три периода.

1.1949–1968 гг. – преобладающие работы на пьезооптическое сырье, попутная добыча горного хрусталя и пьезокварца.

2.1969–1976 гг. – оценка месторождений жильного кварца для оптического стекловарения, развитие эксплуатационных работ на жильный кварц.

3.1977–1992 гг. – плановая эксплуатация месторождений жильного кварца, горного хрусталя и пьезокварца.

Поиски месторождений пьезооптического сырья на территории Казахстана проводились с учетом их формирования в результате различных геологических процессов. Несмотря на то, что началом поисковых работ на пьезокварц послужило выявление в районе Улутау хрусталеносных кварцевых жил гидротермального генезиса, в последующее двадцатилетие больше внимания было уделено поискам и разведке имеющих широкое распространение на территории Казахстана гранитных пегматитов, с которыми генетически связаны хрустале-



носные полости с крупными кристаллами кварца, флюорита, полевого шпата. В какой-то степени это связано с привлечением к поисковым работам геологов, ранее работавших на Володарск-Волынском пегматитовом месторождении и имевших большой опыт в поисках и разведке пегматитов камерного типа.

1949-1968 гг.

Деятельность Актаской экспедиции была направлена на оценку кварцевых жил на пьезооптический кварц в районе Улутау. Хрусталеносность жил месторождения Актас определила широкое развитие поисковых работ в Джекказган-Улутауском районе. Усилиями геологоразведчиков в районе открыто 10 месторождений горного хрусталя, которые вовлекались в эксплуатацию, минуя детальную разведку.

Алтайская экспедиция проводила поиски пьезокварца в кварцевых жилах в районе Алтая. В этот период на горный хрусталь для плавки внимания обращалось мало, поэтому многочисленные проявления пьезокварца, ввиду низкого его содержания, получили отрицательную оценку.

С 1950 года Алтайская экспедиция длительное время вела поиски хрусталеносных пегматитов в Восточно-Казахстанской области. В 1955 году в урочище Акжайляу, в северо-западном Тарбагатае, было открыто крупное месторождение пьезокварца в пегматитах – Акжайляу. В массиве крупнозернистого лейкократового гранита было обнаружено крупное пегматитовое тело. Главную массу пегматитового тела составляло кварцевое ядро, сложенное плотным, белым до серого, непрозрачным кварцем. В северо-восточной части пегматитового тела карьером была вскрыта верхняя часть огромной хрусталеносной полости с размерами поверху 9х3 м. В центре описываемой полости в глине был обнаружен гигантских размеров кристалл кварца [1], достигавший 7,5 м по оси  $L_3$  и 1,6 м по осям  $L_2$ . Вес кристалла по расчету 70 т (см. рисунок). В полости было много крупных прекрасно образованных кристаллов кварца, достигавших 0,8–1,0 м по оси  $L_3$ . Наряду с крупными кристаллами добыто много кристаллов кварца мелких размеров.

В Карагандинской области в 1959 году были начаты поисковые работы на пьезокварц на Кентском гранитном массиве, что позволило выявить крупное пегматитовое



Гигантский кристалл кварца, длина 7,5 м, ширина 1,6 м. Расчетный вес – 70 т. Месторождение Акжайляу. Фото А. И. Захарченко [2]

поле с пегматитами камерного типа. Было открыто в пегматитах крупное Кентское месторождение пьезокварца, которое отрабатывалось около 10 лет.

Ориентация работ на хрусталеносные пегматиты Волынского типа позволила сотрудникам Алтайской экспедиции открыть несколько крупных месторождений пьезокварца в Северном Казахстане. В Павлодарской области было открыто Баянаульское месторождение пьезокварца, а в Кокчетавской области – Зерендинское или Новоромановское месторождение оптического флюорита, которое разрабатывалось в течение 5 лет.

Казахстанская экспедиция (с 1960 года экспедиция № 111) проводила поиски месторождений горного хрусталя и оптического флюорита в гранитных пегматитах. Ею опознованы районы Бетпақдалы, Центрального и Южного Казахстана. С 1956 г. по 1968 г. открыты и освоены комплексные месторождения пьезокварца и оптического флюорита Керементаское, Бесоба и др.

1969–1976 гг.

В связи с завершением оценки Казахстана на пьезокварц в пегматитах, работы объединенной экспедиции № 111 были

ориентированы на оценку жильного кварца хрусталеносных жил для оптического и технического стекловарения и на поиски месторождений жильного кварца как заменителя горного хрусталя;

Завершена детальная разведка жилы № 55–57 Актаского месторождения и запасы жильного кварца для оптического стекловарения защищены в ГКЗ СССР. Оценены запасы жилы № 3 Актаского месторождения и утверждены в ЦКЗ Мингео СССР. Работами на горный хрусталь в Актасе открыто, оценено и разрабатывалось месторождение Надырбай.

Открыто месторождение жильного кварца Сарыкульское в Талды-Курганской области.

Поисковыми работами на гранулированный кварц оценены два района: Прииртышский и Приатасуйский. Из-за ограниченного распространения кварцевых жил они были признаны бесперспективными.

1977–1992 гг.

В эти годы объединение резко снизило объем поисковых работ, ориентируясь на разведку и доразведку открытых ранее месторождений, их переоценку на дефицитные полезные ископаемые, защиту запасов в ГКЗ и развертывание плановых эксплуатационных работ.

В этот период доразведано Актаское месторождение жильного кварца для оптического стекловарения, что позволило втрое увеличить его запасы и обеспечить страну надежной сырьевой базой. Произведена переоценка Сарыкульского месторождения, жильный кварц которого оказался пригодным для оптического и технического стекловарения.

Успешное исследование территории Казахстана на пьезооптическое сырье проведено благодаря слаженной, профессиональной и добросовестной работе специалистов и рабочих геологоразведочных подразделений 6-го Главного управления Мингео СССР.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Юргенсон Г.А. Гигантский кристалл кварца // ЗВМО, 1961. – Вторая серия. – Ч. 90, вып. 6. – С. 747–748.
- 2 Буканов В.В. Цветные камни. Энциклопедия. С-Петербург. Гранит, 2008. – 472 с.

## НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ИЗУЧЕНИИ ЦИКЛИЧНОСТИ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ



**В.П. АЛЕКСЕЕВ<sup>1</sup>**,  
доктор геол.-мин.  
наук,



**Э.О. АМОН<sup>2</sup>**,  
доктор геол.-мин.  
наук,



**С.О. ЗОРИНА<sup>3</sup>**,  
доктор геол.-мин.  
наук,



**О.С. ЧЕРНОВА<sup>4</sup>**,  
канд. геол.-мин. наук,

<sup>1</sup>Уральский гос. горный университет, г. Екатеринбург

<sup>2</sup>Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, г. Москва

<sup>3</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

<sup>4</sup>Томский национальный политехнический университет, г. Томск  
Российская Федерация

Кезеңділік - шөкпе қабаттарға толығымен тән кең таралған табиғи құбылыс. Оның сипаттамалары үшін сызықтық координаттардағы теңбүйірлі үшбұрыш түрінде графикалық бейнелеу жиі пайдаланылады. Дегенмен кезеңділікті қалыптастыру туралы сызықты ұсынулар шектеулі және механистік сипатқа ие. Сызықты емес қасиеттермен және шөкпе процестердің сипаттамасымен байланысты зерттеудің перспективалар, мысалы, бейімделімді кезеңде көрсетілді.

**Түйінді сөздер:** кезеңділік, сейсмикалық стратиграфия, бейсызықтық, бейімделімді кезең.

Цикличность – широко распространенное природное явление, в полной мере присущее осадочным толщам. Для ее характеристики часто используется графическое отображение в виде равнобедренных треугольников (циклитов) в линейных координатах. Однако линейные представления о формировании цикличности ограничены и имеют механистический характер. Перспективы в изучении связываются с нелинейными свойствами и характеристиками осадочных процессов, отраженными, например, в адаптивном цикле.

**Ключевые слова:** цикличность, сейсмическая стратиграфия, нелинейность, адаптивный цикл.

Cyclicality is a widely spread natural phenomenon, considering to be intrinsic to the sedimentary deposits as well. Graphic imaging in the form of isosceles triangles (cyclites) in linear coordinates is often used to illustrate the cycles. However, linear ideas on the formation of cyclicality are limited having been of mechanistic nature. Prospects in the study of cyclicality are associated with non-linear properties and specific characteristics of sedimentary processes reflected, for example, in the adaptive cycle.

**Key words:** cyclicality, seismic stratigraphy, nonlinearity, adaptive cycle.

Цикличность – широко распространенное «всюдное» природное (и социальное) явление, постоянно привлекающее внимание исследователей, в том числе геологов. Классик отечественной литологии В.Т. Фролов

деление цикла как «законченного круга явлений» попадает все, и ошибки не будет, если считать, что «нециклов» в природе, обществе и мышлении нет ...» [1]. Феномену цикличности в геологии в целом, и в геологии



осадочных толщ (седиментологии) в особенности, посвящено большое количество публикаций различного объема и содержания, включая обобщающие сводки, принадлежащие советским/российским геологам [2–4]. Однако, в силу разного рода причин, в последние двадцать лет в отечественной науке наблюдается стагнация в исследованиях данного направления. Напротив, среди зарубежных исследователей в этот период произошло значительное увеличение интереса к выявлению и изучению разнообразных, в том числе циклических закономерностей в строении осадочных отложений. Наследуя общее пристальное внимание к цикличности, уходящее истоками к работам Дж. Уэллера [5] и в современном виде сформировавшееся в 1960-х гг. [6, 7], новый импульс этому вниманию придало бурное развитие сейсмической стратиграфии (секвенсстратиграфии).

В предлагаемой статье в сжатом виде освещены некоторые общие тенденции в изучении цикличности осадочных толщ, а также возможные пути совершенствования таких исследований. Это выполнено в рамках синергетического мировидения или эндовидения применительно к литологии, или, иными словами, в рамках эндолитологии. Некоторые базисные основания последней изложены в ранее опубликованных статьях, в том числе в Горно-геологическом журнале [8–11].

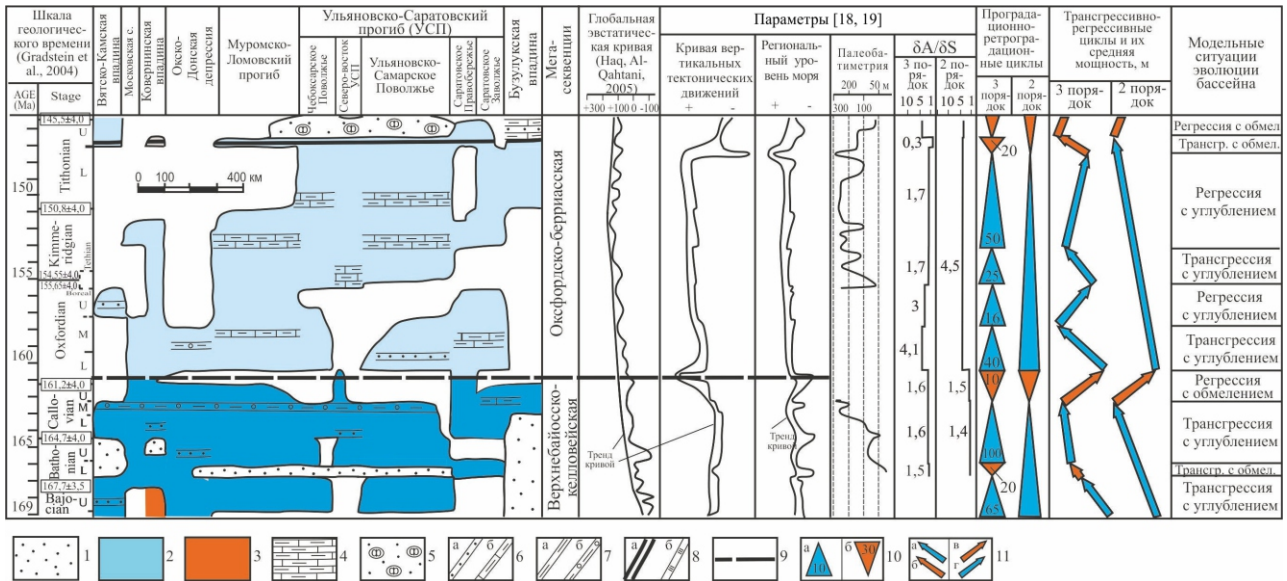
#### **Плюсы и минусы «механизированной» цикличности**

Ранее мы уже уделили внимание анализу как секвентной, так и «генетической» стратиграфии в ракурсе современной пролонгации основополагающих идей Н.А. Головкинского, насчитывающих полтора столетия [11, 12]. Не повторяя основных выводов, приведем дополнительные суждения в виде «pro et contra» по использованию простейших треугольников для изображения основных видов «циклитов». Для характеристики цикличности специалисты часто применяют графическое отображение в виде вытянутых или сжатых равнобедренных треугольников (циклитов), вершины которых могут быть разнонаправлены. Согласно Геологическому словарю, «циклит (Трофимук А.А., Кародин Ю. Н., 1976; *suclite*) – это генетически определенный набор слоев, характеризующийся направленностью и непрерывностью изменения структурных и веществ-

венных свойств, устойчиво повторяющийся в разрезе» [13]. Дополнительно к этому определению заметим, что прилагательное «генетически» здесь выглядит абсолютно инородным, о чем многократно писал (и продолжает утверждать) сам ведущий автор термина «циклит» [14].

В последнее время между терминами «цикл (*cycle*)» и «секвенс (*sequence*)» нередко ставится знак равенства. Например, в обобщающей работе [15], прямо указано: «*Depositional sequence* – осадочный цикл. Это реальная стратиграфическая единица, определенная по данным каротажа, сейсморазведки или в обнажении»; «*Parasequence* – парацикл – относительно согласная последовательность генетически связанных пластов или серий пластов, разграниченных поверхностями затопления морем (*marine-flooding surfaces*) и соответствующими им поверхностями. Обломочные парациклы являются проградационными и становятся более мелководными вверх по разрезу». Между тем, сами создатели секвентной стратиграфии подчеркивали существенные различия между понятиями *парасеквенс* и *цикл* во многих случаях, кроме мелководных прибреговых обстановок, где они действительно весьма близки [16].

Отображение в виде треугольников простейшей или «механизированной» по Ю.А. Жемчужникову [17] (механистической) смены гранулометрических типов пород присуще в настоящее время многим работам, раскрывающим строение осадочных комплексов. «Треугольничковая» привлекательность обусловлена простотой исполнения, наглядностью и довольно высокой разрешающей способностью, что показано, к примеру, на рис. 1. Здесь сведения о цикличности приведены в увязке с комплексом других параметров, что позволяет подробно расшифровать условия формирования изученного средне-позднего юрского комплекса востока Русской платформы [18]. При этом в последние десятилетия в основу выполняемых построений, и прежде всего – выделения циклов – закладывается генерализованная схема совместного воздействия разнонаправленных и разноамплитудных геологических процессов [19] (рис. 2), важнейшими из которых признаны глобальная эвстазия, «тектонический шум» и седиментационный градиент [20, 21].



**Рисунок 1** – Проградационно-ретроградационная и трансгрессивно-регрессивная цикличность юрских отложений востока Русской плиты [18]

1 – пески, песчаники; 2 – глины; 3 – вулканогенно-осадочные отложения; 4 – мергели; 5 – пески, песчаники с желваками и гальками фосфоритов; 6а – прослой песков, алевроитов, 6б – прослой мергелей; 7а – прослой глин, 7б – прослой глин с железистыми оолитами; 8а – битуминозные глины и горючие сланцы, 8б – прослой опок; 9а – ретроградационная последовательность и ее мощность в метрах, 9б – проградационная последовательность и ее мощность в метрах; 10 – трансгрессивно-регрессивный режим: а – трансгрессия с обмелением, б – трансгрессия с углублением, в – регрессия с обмелением, г – регрессия с углублением



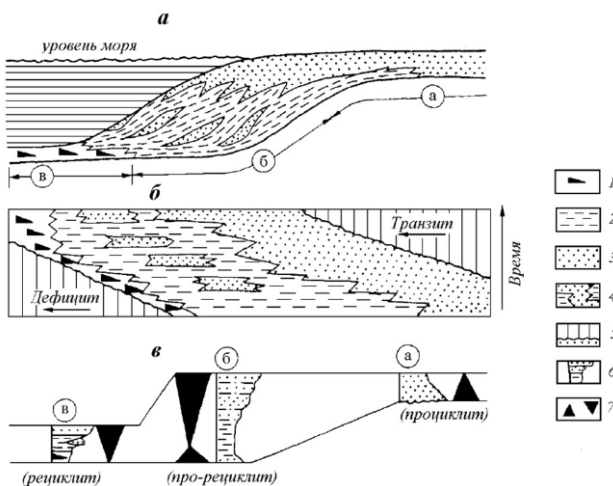
**Рисунок 2** – Генерализованная схема, иллюстрирующая влияние эвстазии, вертикальной тектоники и осадконакопления на формирование различных типов осадочных последовательностей [18: по 19, 20 и др. с изменениями и дополнениями]

Отметим, что при избытке аккомодационного пространства (A) и/или недостатке осадочного материала (S) и выполнении условия:  $\delta A/\delta S > 1$ , формируются ретроградационные последовательности. При недостатке аккомодационного пространства и/или избытке осадочного материала и при выполнении условия:  $\delta A/\delta S < 1$ , сформируются проградационные (до деградационных) последовательности.

Моделирование механизмов формирования осадочных последовательностей в платформенных бассейнах позволило расширить спектр возможных вариантов и результатов взаимодействия глобальной эвстазии, «тектонического шума» и седиментационного градиента [18, 19]. Установлено, что трансгрессивные последовательности могут накапливаться не только при углублениях бассейна и наступлении моря на сушу, но и при регрессии с углублением, а также при трансгрессивном обмелении; проградационные пакеты могут формироваться при регрессивном углублении и в условиях мелеющей трансгрессии (рис. 1).

Можно заключить, что подобные представления существенно дополняют основной фациальный закон Головкинского-Вальтера [11, 12].

Наряду с достоинствами «треугольной» методики отображения цикличности, выражающимися, как уже было сказано, в предельной простоте и высокой степени наглядности, ее безвариантное применение и использование вызывает серьезные сомнения в правомерности. Прежде всего, это относится к возможной **инверсии** строения циклитов, то есть смены ретроградационной направленности слоев на проградационную (и, соответственно, наоборот), причем как на значительных, так и на коротких расстояниях. Этот механизм был (по-видимому, впервые) показан А.А. Неждановым [22] (рис. 3), освещен в работах А.Л. Бейзеля [23], а также авторов настоящей статьи [24–26].



**Рисунок 3** – Схема строения циклита, формирующегося в относительно глубоководном бассейне в условиях трансгрессивно-регрессивного режима седиментации (по А. А. Нежданову [22]):

*а* – палеогеологический разрез; *б* – хроно-профиль; *в* – схема конвергенции структуры циклитов. 1 – битуминозные глины; 2 – глины; 3 – песчаники; 4 – фациальные замещения; 5 – перерывы; 6 – литологическая колонка; 7 – символы циклитов; *а* – *в* (в кружках) – типы разрезов: *а* – транзитный; *б* – перфектный (завершенный); *в* – дефициентный

Механизм инверсии наглядно раскрывается схемой, приведенной в табл. 1, где показано как одним и тем же последовательностям в смене гранулометрических типов пород могут быть присвоены диамет-

ально различающиеся названия [27, 28]. Чрезмерное увлечение процессом выделения простейших (примитивных) «циклитов», например, для осадочного бассейна Западной Сибири, может приводить к созданию обширной «системно-структурной» базы представлений [14] на базе ложных (что следует из табл. 1) предпосылок.

**Нелинейная цикличность**

Рассматривая цикличность в режиме *линейности* (линейности) протекания изучаемых природных процессов, их разложение на исходные базовые составляющие, особенно если таковых насчитывается не более трех (рис. 2), не составляет труда и выглядит довольно обоснованно и убедительно. Однако принципиально иначе обстоит дело при переходе на *нелинейную* парадигму общенаучного знания [8–11].

Согласно выводам синергетичной теории катастроф [29] усложнение протекания осадочного процесса (удвоение, утроение и т.д. циклов, их наложение друг на друга) приводит к хаотизации результата, но никак к его упрощению, или линейаризации.

Привычное многим литологам-исследователям «треугольное» графическое отображение цикличности имеет *линейный* (от 1D к 2D) вид на плоскости. Переход в измерение 3D и, следовательно, в *нелинейное* представление показан в табл. 2.

**Таблица 1** – Пример недостаточности «механического» циклирования, выражающийся в противоположных названиях одинаковых форм

Тренды кривых геофизических исследований скважин (ГИС): [27,28]; парасеквенсы (strata.org)			Принципиальная интерпретация трендов	Циклиты Ю.Н. Каро-година [14 и мн. др.]	
тип	гамма-каротаж GK (ГК)	электрокаротаж PS (ПС)		символ	название
5	[wavy line]	[wavy line]	Проградация	▽	Рециклит
4	[wavy line]	[wavy line]	Ретроградация	△	Проциклит
3	[wavy line]	[wavy line]	Агградация		Не предусмотрен
2	[wavy line]	[wavy line]	Проградация и ретроградация	◇	Ре-проциклит ("ромб")
1	[wavy line]	[wavy line]	Агградация		Не предусмотрен
Не предусмотрен				⊗	Про-рециклит ("песочные часы")



Таблица 2 – Основные типы аттракторов и примеры их реализации в геологических циклах

Аттракторы (притягивающие подмножества) [29]			Примеры в цикличности
Вид	Фазовый портрет	Динамика во времени	
Предельный цикл			Простое чередование двух (реже трех) типов пород: от ритмиков до циклитов
Инвариантный тор			Циклы низких порядков
Странный аттрактор			Наиболее сложная цикличность, в основном высших порядков

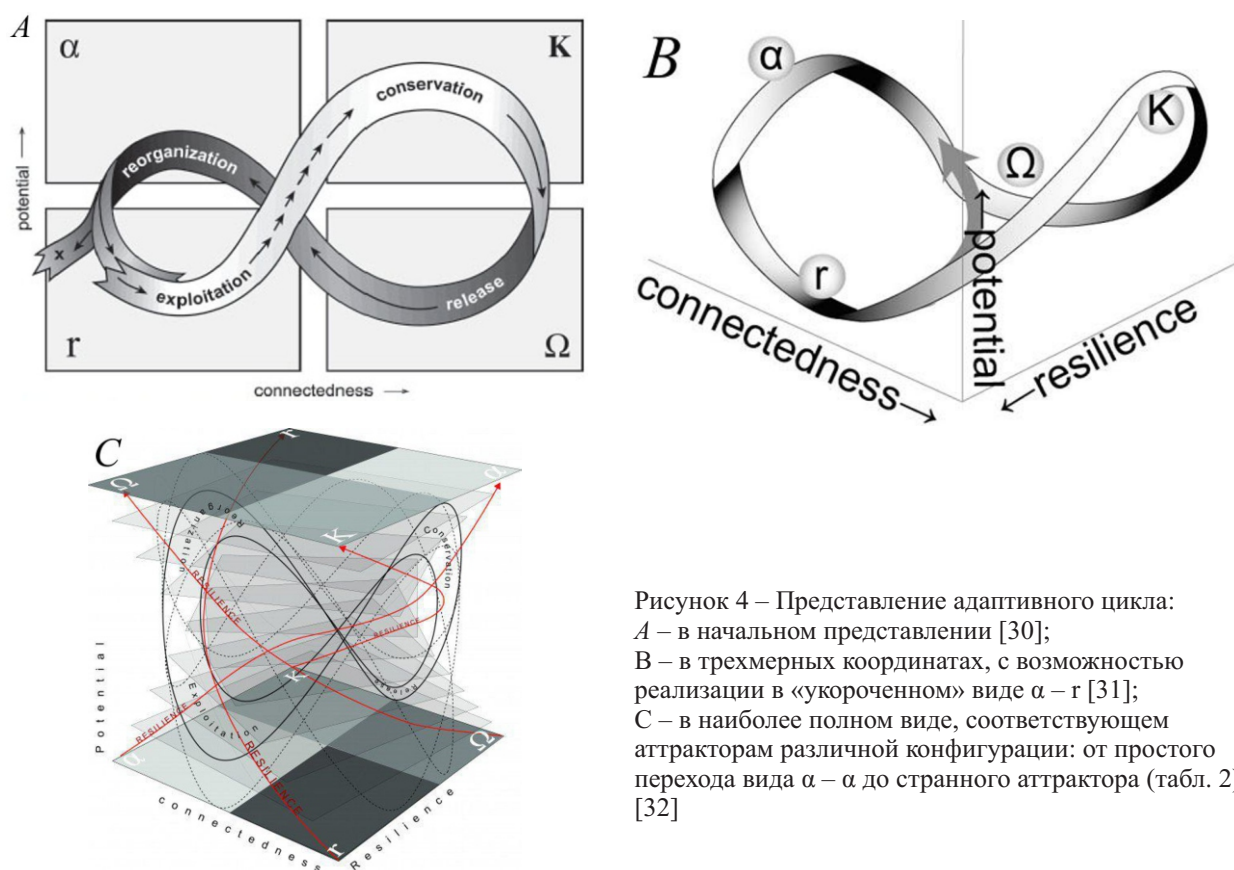


Рисунок 4 – Представление адаптивного цикла: А – в начальном представлении [30]; В – в трехмерных координатах, с возможностью реализации в «укороченном» виде  $\alpha - r$  [31]; С – в наиболее полном виде, соответствующем аттракторам различной конфигурации: от простого перехода вида  $\alpha - \alpha$  до странного аттрактора (табл. 2) [32]

Этот подход детально разобран в работах [25, 26] и соответствует синергетическому мировидению, которому посвящены статьи авторов, ранее опубликованные в Горно-геологическом журнале [8–11].

Такой перевод изучения цикличности в 3D-объем в целом присущ сейсмической стратиграфии последних десятилетий. Он хорошо вписывается в представления, характеризуемые как **адаптивный цикл** и

разработанные для изучения и прогнозтики социальных и природных систем [30]. Принципиальная схема адаптивного цикла и смены представлений в его изучении приведены на рис. 4. Здесь на схеме А представления даны в двухмерном пространстве 2D, которое развернуто в полноценное 3D измерение на схеме В. Формирование цикла в виде ленты Мёбиуса проходит в четыре основные стадии в координатной

сетке:  $r$  – роста (growth),  $k$  – консервации (conservation),  $\Omega$  – высвобождения (release) и  $\alpha$  – реорганизации (reorganization). При этом интерпретация трех координат, применительно к геологической цикличности, видится следующей: эластичность, регенерируемость (resilience) → седиментационный (фациальный) профиль; связанность, организованность (connectedness) → трансгрессия/регрессия; запас, объем (potential) → аккомодация. Такие особенности адаптивного цикла имеют высокое сходство с составляющими аккомодационного пространства (рис. 2). Здесь заложена как верифицируемость, так и валидность выполняемых построений [10]. Однако, если в «аккомодационных» реконструкциях речь идет о синтезе линейных по своей сути представлений, то для адаптивного цикла – именно о нелинейных процессах в литологии, каковые рассмотрены в работах [8, 9, 25, 26].

Начальная модель, приведенная на рис. 4, А показывает, что адаптивный цикл содержит два главных перехода. Первый медленный от  $r$  до  $K$  отражает возрастающую фазу роста и накопления, соответствующую модели эволюции канала связи и общей логистической модели. Второй от  $\Omega$  до  $\alpha$  представляет собой фазу быстрой перестройки, приводящей к «омоложению» системы. Динамика в первом периоде предсказуема. Последствия второй фазы непредсказуемы и неопределенны. В рамках понятий о парасеквенсах/циклитах первый (медленный) переход соответствует ретроградации (табл. 1), а второй (быстрый) – проградации. В первом случае процесс осадконакопления начинается с перерыва, которому соответствует несогласие, а во втором случае – завершается им.

Однако дальнейшее развитие модели показало возможность реализации адаптивного цикла в «укороченном» виде (рис. 4, В: фазы  $\alpha \rightarrow r \rightarrow \alpha \rightarrow \dots$ ), то есть «полуциклами» или гемциклами [3], при отсутствии фаз консервации ( $k$ ) и высвобождения ( $\Omega$ ). Естественно полагать, что такой путь более характерен для построений в рамках сейсмостратиграфии, «заточенной» на выделение хорошо распознаваемых поверхностей несогласия (SB). При таком подходе фаза реорганизации ( $\alpha$ ) адекватна ретроградационному, а роста ( $r$ ) – проградационному циклиту (табл. 1), полностью оправдывая их названия.

### Заключение

Изучение закономерностей в строении осадочных толщ неразрывно связано с установлением цикличности и выделением циклов разных порядков – от простых повторов ограниченного набора пород до крупных комплексов, имеющих стратиграфическое «наполнение». Исследование цикличности получило новый толчок к развитию в связи с созданием сейсмической стратиграфии, имеющей особое значение при изучении осадочных толщ, содержащих нефтегазовые ресурсы.

Достаточно простой набор ограниченного количества гранулометрических типов пород, в определенной последовательности сменяющих друг друга, и получивший название *парасеквенс*, обычно отождествляется с *циклом* (*циклитом*). Два вида такой смены получили несложное графическое отображение в виде равнобедренных треугольников: ретроградационного (уменьшение размерности вверх по разрезу) и проградационного (наоборот).

Вместе с тем, наряду со склонностью к максимальному упрощению (схематизации) в отображении процессов осадконакопления, в последние два десятилетия наблюдается противоположная тенденция – стремление к постижению тесной взаимосвязи и сопряжению нескольких седиментологических феноменов. Особенно ярко это проявлено в понятии аккомодационного пространства, отражающего триединство объема поступающего материала, уровня приемного бассейна и скорости его заполнения. Однако эти составляющие представляются в линейном измерении.

При всех достоинствах выполняемых построений можно полагать, что они имеют свое конечное жесткое ограничение рамками традиционной линейной парадигмы познания и анализа. Мы полагаем, что прогресс в области изучения циклического строения осадочных комплексов может быть достигнут на путях использования нелинейного синергетического мировидения с его богатством нетрадиционных подходов, пока еще мало известного геологам. В частности, более глубокому пониманию некоторых аспектов циклического седиментогенеза может способствовать аксиоматика и основные положения теории катастроф. Другим эффектив-

ным инструментом являются представления об адаптивном цикле, проходящем последовательно четыре стадии: роста, консервации, высвобождения и регенерации. Эти стадии или фазы полностью соответствуют геологическим циклам некоего «базового» порядка, которые в определенной последовательности формируют иерархическую последовательность (панархию).

Оценивая перспективы в изучении цикличности осадочных толщ, можно полагать, что и в будущем будет сохраняться правомерность обоих рассмотренных путей. Первый, заключающийся в упрощенном («механизированном») порядке установления прос-

тейших наборов пород (циклитов) направлен на постоянное пополнение общей базы **конкретных сведений** по изучаемым объектам (регистрация фактов). Второй, относящийся к нелинейному (синергетическому) восприятию и оценке седиментационных процессов, направлен на **понимание** их сути и прогнозирование поведения в новых условиях и обстановках. Эти пути вполне сопоставимы со структурно-вещественным и генетическим направлениями развития и совершенствования геологического знания, соперничество и сотрудничество которых сопровождает всю историю существования геологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Фролов В.Т. Наука геология: философский анализ. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 128 с.
- 2 Романовский С.И. Динамические режимы осадконакопления. Циклогенез. – Л.: Недра, 1985. – 263 с.
- 3 Ботвинкина Л.Н., Алексеев В.П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. – 336 с.
- 4 Шванов В.Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии). – СПб.: Недра, 1992. – 230 с.
- 5 Weller J.M. Cyclical sedimentation in the Pennsylvanian period and its significance // J. Geol. 1930. – V. 38. – № 2. – P. 97–135.
- 6 Дафф П., Халлам А., Уолтон Э. Цикличность осадконакопления: пер. с англ. – М.: Мир, 1971. – 284 с.
- 7 Symposium of cyclic sedimentation / Ed. Merriam D. F. Geol. Surv. of Kansas Bull, 1964. – Vol. 169. – 636 p.
- 8 Алексеев В.П., Амон Э.О., Ворожев Е.С., Рыльков С.А. Нефтегазовая литология через призму NBICS-конвергенции // Горно-геологический журнал. – 2014. – № 3–4. – С. 6–13.
- 9 Алексеев В.П., Амон Э.О., Ворожев Е.С., Рыльков С.А. Эндолитология: на пути к постнеклассической научной парадигме // Горно-геологический журнал. – 2016. – № 1–2. – С. 9–14.
- 10 Алексеев В.П., Амон Э.О. Верификация представлений и валидация исследований в эндолитологии (несколько дополнительных методологических дефиниций) // Горно-геологический журнал. – 2017. – № 1–2. – С. 13–19.
- 11 Алексеев В.П., Амон Э.О., Ворожев Е.С., Рыльков С.А. Основной фациальный закон: история, значимость и перспективы (к 150-летию работы Н.А. Головкинского «О пермской формации...») // Горно-геологический журнал. – 2018. – № 4. – С. 12–20.
- 12 Зорина С.О., Алексеев В.П., Амон Э.О., Хасанова К.А. Возрастное скольжение слоев: факты и геологические следствия (к 150-летию фундаментальной работы Н.А. Головкинского) // Георесурсы. – 2018. – Т. 20. – № 4. – Ч. 1. – С. 278–289
- 13 Геологический словарь. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. – Т. 3. – 2012. – 440 с.
- 14 Карогодин Ю.Н. Седиментационная цикличность. – М.: Недра. – 1980. – 242 с.
- 15 Сынгаевский П.Е., Хафизов С.Ф., Шиманский В.В. Глубоководные конусы выноса и турбидиты. Модели, циклостратиграфия и применение расширенного комплекса ГИС. – М.–Ижевск: ИКИ, 2015. – 480 с.
- 16 Позаментьер Г.В., Аллен Дж. П. Секвентная стратиграфия терригенных отложений. Основные принципы и применение: пер. с англ. – М. – Ижевск: ИКИ, 2014. – 436 с.



17 Жемчужников Ю.А. Цикличность строения угленосных толщ, периодичность осадконакопления и методы их изучения // Труды ИГН АН СССР. Вып. 90. Угольная серия (№ 2). – 1947. – С. 7–18.

18 Зорина С.О. Седиментационный режим и аккомодационное пространство в средней юре – раннем мелу на востоке Русской плиты // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – № 10. – С. 1509–1520.

19 Зорина С.О. Аккомодационно-седиментационные механизмы формирования осадочных последовательностей в платформенных бассейнах // Доклады академии наук. – 2014. – Т. 455. – № 6. – С. 672–675.

20 Catuneanu O. Principles of sequence stratigraphy. Amsterdam. Elsevier, 2006. – 375 p.

21 Neal J., Abreu V. Sequence stratigraphy hierarchy and the accommodation succession method // Geology. – 2009. – Vol. 37. – No 9. – P. 779–782.

22 Нежданов А. А. Некоторые теоретические вопросы циклической седиментации // Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд. – 1990. – С. 60–79.

23 Бейзель А. Л. Значение и методы выделения аналогов континентальных поверхностей выравнивания в морских разрезах // Био- и литостратиграфические рубежи в истории Земли. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. – С. 62–69.

24 Алексеев В. П. Литмологические этюды. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 149 с.

25 Алексеев В. П. Нелинейно-литмологические эссе. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. – 250 с.

26 Алексеев В. П., Амон Э. О. Седиментологические основы эндолитологии. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 476 с.

27 Emery D. & Meyers K. J. (Eds). Sequence Stratigraphy. Oxford, U. K. Blackwell, 1996. – 297 p.

28 Krassay A. A. Outcrop and drill core gamma ray logging integrated with sequence stratigraphy: examples from Proterozoic sedimentary successions of northern Australia // AGSO J. of Australian Geol. And Geoph, 1998. – 17 (4). – P. 285–299.

29 Арнольд В. И. Теория катастроф. – М.: Наука, 1990. – 128 с.

30 Holling C.S., Gunderson L.H. Resilience and Adaptive Cycles // Panarchy: Understanding transformations in Human and Natural Systems. Island Press, 2002. – P. 25–62.

31 Apeldoorn van D. F., Kok K., Sonneveld M., Veldkamp T. Panarchy Rules: Rethinking Resilience of Agroecosystems, Evidence from Dutch Dairy-Farming // Ecology and Society, 2011. – 16 (1); 39 [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss31/art39/>.

32 Reed C., Lister N.-M., eds. Projective Ecologies. New York: Harvard GSD and Actar, 2014. – 288 p.

## НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ

### Классификация драгоценных камней

Не все камни – драгоценные. Мастера-ювелиры могут легко определить драгоценный камень от недрагоценного.

Драгоценный камень – это камень-минерал, который имеет соответствующие свойства для приготовления ювелирных украшений, а сами изделия рекомендуем посмотреть на сайте jewel-box. Разделяя камни на разные классификации мастера учитывают: окраску, блеск, цвет, твердость, реакцию на свет, и прозрачность.

Помимо такой классификации существует общепринятая классификация драгоценных камней. Эта классификация разделяет камни на первый, второй, третий и четвертые классы, искусственные и органические камни. К камням первого порядка относятся рубин, алмаз, синий сапфир и изумруд. Эти кристаллы являются самыми дорогими драгоценными камнями в мире.

На первом месте находится алмаз, который ко всему еще и самый твердый кристалл в мире. После обработки ювелирами алмаз превращается в бриллиант. На втором месте – голубой сапфир, на третьем – рубин и изумруд.

К камням второго класса относятся: черный опал, жадеит, александрит и падпараджа. Александрит в природе встречается очень редко, и добываются только в России. Этот камень может менять цвет, который зависит от освещения.

К камням третьего класса относят: белый опал, родолит, лунный камень, демантоид, огненный опал, топаз, аквамарин, бирюза, хризолит, гранат, аметист и много других. Многие камни вообще невозможно назвать камнями, так как, например коралл – это не камень и не кристалл, он почти животное. Однако ювелиры используют коралл, в своей работе. К такому камню относится и жемчуг. Всегда надо помнить и об искусственных камнях. Ювелиры всегда старались синтезировать натуральные камни и минералы. Все остальные кристаллы и камни относят к полудрагоценным камням и так же разделяют на классы.

[http://www.catalogmineralov.ru/news\\_klassifikatsiya\\_dragotsennyih\\_kamney.html](http://www.catalogmineralov.ru/news_klassifikatsiya_dragotsennyih_kamney.html)

### **В 2018 году в Анголе было произведено**

#### **почти девять с половиной миллионов карат алмазного сырья**

Государственная алмазодобывающая компания Анголы – Endiama – подвела итоги по добыче драгоценных камней в стране за 2018 год. Результаты превысили прогнозы специалистов на восемь процентов и составили девять миллионов четыреста тридцать тысяч карат алмазного сырья (один миллиард двести миллионов долларов в денежном эквиваленте).

Восемь миллионов двести шестьдесят тысяч карат алмазов, из общего объема драгоценных камней, добытых в Анголе в 2018 году, были проданы по средней цене, составляющей почти сто сорок девять долларов за карат. Кроме того, в прошлом году увеличилась прибыль ангольских алмазодобывающих компаний, чему способствовала новая экономическая политика правительства страны. Согласно ей, производители получили более широкий круг потенциальных покупателей и возможность быстрой реализации шестидесяти процентов от общего объема добытых драгоценных камней.

Большая часть из полученного объема алмазного сырья была добыта промышленным способом. На долю полупромышленного и старательского производства драгоценных камней в 2018 году в Анголе пришлось двести двенадцать тысяч пятьсот сорок карат алмазов (что значительно меньше показателей 2017 года).

[http://www.catalogmineralov.ru/news\\_v\\_2018\\_godu\\_v\\_angole\\_byilo\\_proizvedeno\\_pochti.html](http://www.catalogmineralov.ru/news_v_2018_godu_v_angole_byilo_proizvedeno_pochti.html)

### **Международная минералогическая ассоциация признала новый минерал, найденный в Израиле**

Комиссия Международной минералогической ассоциации признала и официально зарегистрировала новый минерал, найденный в Израиле и названный «кармельтазит» (Carmeltazit). Минерал одобрен под номером 2018-103.

Новый камень был добыт израильской геологоразведочной компанией Shefa Yamim на месторождении Carmel в северном Израиле среди камней, известных как «кармельские сапфиры». Кармельтазит обладает уникальным составом – его основными компонентами являются циркон, титан и алюминий ( $ZrAl_2Ti_4O_{11}$ ). Место находки (гора Кармель) и аббревиатура из первых букв названий основных компонентов минерала титана, алюминия и циркония ("TAZ") стали составными частями его имени.

С 2014 года компания Shefa Yamim извлекает уникальные корунды, получившие название «кармельские сапфиры», в среднем течении реки Кишон. Первоначально минералы, обладающие различными оттенками от темно-серого до черного, инкрустированные вулканическим стеклом и насыщенные включениями титана, циркона и оксидов алюминия, не были отнесены к категории драгоценных камней. Но их последующая полировка показала, что они обладают потенциальной ценностью и в 2016 году находка получила название «кармельские сапфиры».

[http://www.catalogmineralov.ru/news\\_mejdunarodnaya\\_mineralogicheskaya\\_assotsiatsiya.html](http://www.catalogmineralov.ru/news_mejdunarodnaya_mineralogicheskaya_assotsiatsiya.html)

## Тектоника в тропиках запускает ледниковый период Земли

Ученые из Массачусетского технологического института определили вероятный триггер ледниковых периодов

За последние 540 миллионов лет Земля пережила три основных ледниковых периода — периоды, в течение которых глобальные температуры резко падали, создавая обширные ледяные щиты и ледники, которые простирались за полярные шапки. Теперь ученые из Массачусетского технологического института определили вероятный триггер для этих ледниковых периодов.

В исследовании, опубликованном в журнале Science, группа ученых сообщает, что каждому из трех последних ледниковых периодов предшествовали тропические «столкновения океанов и континентов» — тектонические нагромождения, произошедшие вблизи экватора Земли, когда океанические плиты поднимались над континентальными плитами, обнажая десятки тысяч километров океанических пород в тропической среде.

Ученые говорят, что высокая температура и влажность тропиков, вероятно, вызвали химическую реакцию между плитами и атмосферой. В частности, кальций и магний пород реагировали с атмосферным углекислым газом, вытягивая газ из атмосферы и постоянно изолируя его в виде карбонатов, таких как известняк.

Со временем, по словам исследователей, этот процесс выветривания, протекающий на миллионах квадратных километров, может вывести достаточное количество углекислого газа из атмосферы, чтобы охладить температуру во всем мире и в конечном итоге вызвать ледниковый период.

### Тропический триггер

Когда океаническая плита сталкивается с континентальной плитой, столкновение, как правило, создает горный хребет вновь обнаженной породы. Зона разлома, вдоль которой сталкиваются океаническая и континентальная плиты, называется «шов». Сегодня некоторые горные цепи, такие как Гималаи, содержат швы, которые мигрировали от их первоначальных точек столкновения, поскольку континенты смещались на протяжении тысячелетий.

В 2016 году ученые проследили движение двух швов, которые сегодня составляют Гималаи. Они обнаружили, что оба шва возникли в результате одной и той же тектонической миграции. Восемьдесят миллионов лет назад, когда суперконтинент, известный как Гондвана, двинулся на север, часть суши была раздавлена Евразией, обнажив длинную линию океанических пород и создав, первый шов; 50 миллионов лет назад еще одно столкновение суперконтинентов создало второй шов.

Ученые обнаружили, что оба столкновения произошли в тропических зонах вблизи экватора, и оба предшествовали глобальным явлениям охлаждения атмосферы на несколько миллионов лет — что почти мгновенно в геологическом масштабе времени.

Изучив скорость, с которой открытые океанические породы, также известные как офиолиты, могут вступать в реакцию с углекислым газом в тропиках, исследователи пришли к выводу, что, учитывая их расположение и величину, оба шва могли действительно выделять достаточное количество углекислого газа для охлаждения атмосферы и вызвать оба ледниковых периода.

Интересно, то этот процесс, вероятно, также ответственен за прекращение обоих ледниковых периодов. За миллионы лет океаническая порода, которая была способна реагировать с атмосферой, в конечном итоге разрушалась, заменяясь новой, которая поглощала гораздо меньше углекислого газа.

Ученые идентифицировали три периода за последние 540 миллионов лет, в течение которых в тропиках образовались крупные сутуры (швы) длиной около 10 000 километров. Каждый из этих периодов совпал с каждым из трех основных, хорошо известных ледниковых периодов: в позднем ордовике (455–440 миллионов лет назад), в пермско-карбонных отложениях (от 335 до 280 миллионов лет назад) и кайнозой (35 миллионов лет назад до сегодняшнего дня).

Важно отметить, что они обнаружили, что не было никаких ледниковых периодов или случаев оледенения во время периодов, когда основные зоны швов образовывались за пределами тропиков.

<https://ab-news.ru/2019/03/15/tektonika-v-tropikah-zapuskayet-lednikovyyiy-period-zemli/>



**БЕКМАГАМБЕТОВУ БЕРДЫ ИСМУКАНОВИЧУ – 70 ЛЕТ**



**16 марта 2019 г. Бекмагамбетову Берды Исмукановичу** почетному геологоразведчику РК, почетному буровику РК, академику Академии минеральных ресурсов РК исполнилось 70 лет.

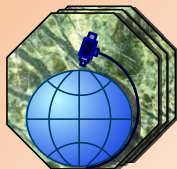
Родился Берды Исмуканович в 1949 г. в г. Степняке, в 1967 г. после окончания средней школы №1 поступил в Казахский политехнический институт, который окончил в 1972 г. по специальности «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых». После окончания института в 1972 году работал в Степной геологоразведочной экспедиции буровым мастером, а позже техническим руководителем, начальником геолого-разведочной партии. В 1979 г. – назначен начальником ГРП, главным инженером Торгайской ГРЭ. В 1981 г. окончил факультет «Организаторов промышленного производства и строительства» Казахского политехнического института.

С 1984 г. работал начальником участка, начальником ГРП Васильковского ГОКа. С 1986 г. работал старшим инженером, технологом, начальником отдела, заместителем начальника, начальником Кокшетауской ГРЭ. С 1997 г. по март 2013 г. Берды Исмуканович работал руководителем Северо-Казахстанского территориального департамента геологии и использования недр и внес огромный вклад в становление и развитие геологии региона и независимого Казахстана. Зная проблемы отрасли изнутри, он всегда правильно ориентировался в сложных ситуациях во благо интересов отрасли. Как истинный геолог, Берды Исмуканович является человеком широкой, доброй души, интеллигентом, обладая лидерскими качествами умело объединял людей, что было немаловажным в сложные годы развития отрасли.

Берды Исмуканович является автором и соавтором 7-и книг, в том числе энциклопедии по своей малой Родине «Енбекшильдерский район» (2015 г.) и более 70 научных статей, ряда рационализаторских предложений. Принимал непосредственное участие в разведке и доразведке Восточно-Аятского, Елтайского, Краснооктябрьского, Аркалыкского месторождений – бокситов, Куржункульского, Лисаковского – железных руд, Орловского, Кзылтальского бурых углей, Васильковского – золота, Сырымбетского – олова, Бенкалинского – меди, Кумдыкольского – технических алмазов и другие. Инициатор ликвидации хвостохранилищ в гор. Степняке, освоения месторождений Атансор, Семизбай, Байлюсты в Енбекшильдерском районе. Участвовал в международных геологических конгрессах (Бразилия, Италия, Норвегия), геологических семинарах и совещаниях России и Казахстана. Организовал в г. Костанай 7-ю научно – практическую конференцию Уральского координационного Совета по геологии и использованию недр (УКСОГЕН), членом которого был, посвященную 50 – летию Севказгеологии, с участием ведущих ученых и геологов России и Казахстана (30–31 августа 2001 г.). Совместно с учеными Казахстана и Сибирского отделения академии наук, после 6–ой Международной конференции по кимберлитам (г. Новосибирск) организовал с 14 по 18 августа 1996 г. 4–й Международный полевой симпозиум, посвященный алмазонасыщенным эклогитам (Боровое, Кумдыколь). С 2013 г. на пенсии. В настоящее время пишет о геологах и нефтяниках Западного Казахстана.

Бекмагамбетов Б.И. за трудовые заслуги награжден знаками «Шахтерская слава» 3-х степеней, «Первооткрыватель месторождения», отмечен Благодарственным письмом Президента РК (2001 год).

*Коллеги и редакция «Горно-геологического журнала» сердечно поздравляют Берды Исмукановича с юбилеем, желают ему крепкого здоровья, долголетия, творческих успехов и удач.*



# ТОО “АСБЕСТОВОЕ ГРП”

- *Изучение геологического строения и горно-геологических и инженерно-геологических условий, гидрогеологических характеристик месторождений*
- *Проектирование геологоразведочных работ, прогноз, оценка запасов, разработка ТЭО, подготовка месторождений к промышленному освоению*
- *Бурение скважин на все виды полезных ископаемых*
- *Геолого-маркшейдерское обслуживание при пользовании недрами*
- *Инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания*
- *Проектные и строительно-монтажные работы*
- *Контактные телефоны: 8 (714 35) 2-35-60; 2-22-72 (факс)*
- *E-mail: [nizamid@mail.ru](mailto:nizamid@mail.ru); [agrpgeol@mail.ru](mailto:agrpgeol@mail.ru)*

Адрес редакции:

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

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

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

Контактные телефоны: 8 (714 35) 2-22-72; сот. +7 775 361 0634

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)**