

# Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2020. № 4 (64)

ISBN 2616-8391

## УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!



**Н.Н. Джафаров,**  
главный редактор

Горно-геологический журнал издается с 2003 года. За эти годы журнал вышел на международный уровень, на его страницах публикуются статьи авторов из Казахстана, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Выражаем огромную благодарность всем авторам которые поддержали журнал в это непростое время и надеемся на дальнейшее активное сотрудничество с нашим изданием.



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

Для оформления подписки на «Горно-геологический журнал» необходимо перечислить на расчетный счет KZ876017221000001566 в АО «Народный Банк Казахстана» БИК HSBKZZKZ необходимую сумму и прислать в адрес редакции копию платежного поручения с указанием почтового адреса и телефона.

Годовая подписка на Горно-геологический журнал (4 номера в год) составляет для физических лиц – 8 тыс. тенге, для юридических – 10 тыс. тенге.

Выписывая «Горно-геологический журнал» Вы узнаете много нового, интересного и полезного.



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

### 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 (как на документ) 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 1,25 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.



**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 ҰҒА

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

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

**Ч.М. Халифазаде,** геол.-мин. ғылым докторы,  
профессор, Ресей жаратылыстану ғылымдар

академиясының академигі (Әзірбайжан Республикасы)

**А.А. Хорольский,** техн. ғылымның кандидаты (Украина)

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, Жігітқара 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.

**Корректур** А.А. Хорольский

**Дизайн** И.Я. Хафизов

**Қазақ, ағылшын тілдерге аудару** С.К. Алави

**Компьютерлік өңдеу** В.А. Отлыгина

Жинаққа өтті 28.12.2020 ж.

Баспаға қол қойылған 29.12.2020 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, 2020

**МАЗМҰНЫ**

*Қазақстан Республикасы*

**ДЖАФАРОВ Н.Н., ОТЛЫГИНА В.А.**

Хризотил-асбест талшығындағы зиянды қоспалар. . . . . 4

*Әзірбайжан Республикасы*

**АСЛАНОВ Б.С., ХУДУЗАДЕ А.И.,**

**АСЛАНЗАДЕ Ф.Б.**

Геофизикалық кешенді мәліметтер бойынша

Евлах-Агджабедин илімнің манайындағы мезозой шоғындарының бүктілген тектоникасы (Әзірбайжан). . . . . 10

*Ресей Федерациясы*

**ОГОРОДНИКОВ В.Н., ПОЛЕНОВ Ю.А.,**

**КИСИН А.Ю.**

Оралдың кварц-желілік құрылымдарын

қалыптастыру үлгісі. . . . . 20

*Әзірбайжан Республикасы*

**СУЛТАНОВ Л.А.**

Каспий маңы және Губинск мұнайгазды ауданы

алаңдарының тереңдететін мұнай-газ

коллекторларының петрофизикалық

ерекшеліктер. . . . . 28

**ГЕОЛОГИЯ ЖАҢАЛЫҚТАРЫ. . . . . 34**

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, профессор  
(Российская Федерация)  
**Ч.М. Халифзаде**, докт. геол.-мин.наук,  
профессор, академик РАЕН (Азербайджанская Республика)  
**А.А. Хорольский**, канд. техн. наук (Украина)

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 28.12.2020  
Подписано в печать 29.12.2020  
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», 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

*Республика Казахстан*  
**ДЖАФАРОВ Н.Н., ОТЛЫГИНА В.А.**  
Вредные примеси в волокне хризотил-асбеста . . .4

*Республика Азербайджан*  
**АСЛАНОВ Б.С., ХУДУЗАДЕ А.И.,**  
**АСЛАНЗАДЕ Ф.Б.**  
Складчатая тектоника отложений мезозоя в  
окрестности Евлах-Агджабединского прогиба  
по комплексным геофизическим данным  
(Азербайджан). . . . . 10

*Российская Федерация*  
**ОГОРОДНИКОВ В.Н., ПОЛЕНОВ Ю.А.,**  
**КИСИН А.Ю.**  
Модель формирования кварцево-жильных  
образований Урала . . . . . 20

*Республика Азербайджан*  
**СУЛТАНОВ Л.А.**  
Петрофизические особенности  
глубокозалегающих нефтегазовых коллекторов  
площадей Прикаспийско-Губинского  
нефтегазоносного района . . . . . 28

НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ. . . . . 34

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. 4 (64)  
December 2020

*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, professor  
(Russian Federation)

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

**A.A. Khorolskiy**, ph.d in engineering science (Ukraine)

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 28.12.2020  
Signed to print 29.12.2020  
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, 2020

## CONTENTS

### *The Republic of Kazakhstan*

JAFAROV N.N., OTLYGINA V.A.  
Harmful impurities in chrysotyl-asbestos fiber . . . . . 4

### *The Republic of Azerbaijan*

ASLANOV B.S., KHUDUZADE A.I.,  
ASLANZADE F.B.  
Folded tectonics of mesozoic deposits in the  
neighborhood of Yevlakh-Agdzhebedi tender on  
complex geophysical data (Azerbaijan). . . . . 10

### *Russian Federation*

POLENOV YU.A., OGORODNIKOV V.N.,  
KISYN A.YU.  
Model of formation of quartz-veined bodies of the  
Urals . . . . . 20

### *The Republic of Azerbaijan*

SULTANOV L.A.  
Petrophysical features of deep-lying oil and gas  
area collectors of the Caspian-Gubinsk oil and gas  
region. . . . . 28

NEWS OF GEOLOGY . . . . . 34

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

## ВРЕДНЫЕ ПРИМЕСИ В ВОЛОКНЕ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА



**Н.Н. ДЖАФАРОВ<sup>1</sup>**,  
*<sup>1</sup>доктор геол.-мин. наук,  
академик НИИ РК и МИА,  
член Австралийского  
института геонаук,  
член (FR) ПОНЭН РК  
Главный редактор  
«Горно-геологического  
журнала»,*



**В.А. ОТЛЫГИНА<sup>2</sup>**,  
*<sup>2</sup>начальник геол. отдела  
ТОО «Асбестовое ГРП»,  
член (MR) ПОНЭН РК*

*<sup>1,2</sup>г. Житикара, Республика Казахстан*

В статье приведены результаты исследований по изучению распространения вредных примесей – немалита, волокнистой разновидности брусита и магнетита, которые являются природными спутниками хризотил-асбеста в рудах, рассмотрены вопросы их формирования в процессе серпентинизации ультрамафитов и асбестообразования. Разработаны методические рекомендации по диагностике вредных примесей в рудах и по снижению их влияния на качество готовой продукции. Особо выделена необходимость проведения специальных технологических исследований для определения возможности переработки руд с высоким содержанием вредных примесей в шихте.

**Ключевые слова:** хризотил-асбест, вредные примеси, немалит, магнетит, технологические исследования, эффективность отработки.

В настоящее время повсеместно для сохранения конкурентоспособности на мировом рынке при производстве хризотил-асбеста, максимально используются природные возможности месторождений, которые прямо и косвенно влияют на эффективность их отработки. Это касается всего цикла производственного процесса, начиная от рудоподготовки, технологии переработки асбестовых руд до формирования товарных марок готовой продукции и т.д.

Оптимизация технологического процесса без учета природных особенностей руд месторождения может отражаться на качестве

выпускаемой продукции, например, при попадании в готовую продукцию вредных примесей, ухудшающих ее качество и поэтому требует тщательного всестороннего изучения.

Вредными примесями в волокне хризотил-асбеста являются немалит, магнетит и некоторые другие минералы-спутники.

Необходимо отметить, что серпентинизация в чистом виде проявляется лишь в тех гипербазитах, в которых присутствует оливин, поскольку другие магнезиальные минералы для перехода в серпентин требуют привноса магния, а в оливине магний находится

в избытке и та часть магния, которая не входит в серпентин выносятся и расходуется для серпентинизации других присутствующих в породе силикатов или отлагается в виде брусита.

Серпентинизация ультрамафитов и сопровождающий ее процесс асбестообразования происходили на океаническом дне в две стадии [1]. На первой стадии, поступающие из верхней мантии тектонизированные гарцбургиты и сопровождающие их дуниты [2] испытывают процесс повсеместной изохимической (автометаморфической) серпентинизации за счет поровых вод ультрамафитов. В результате этой стадии серпентинизации по оливину образуются петельчатые  $\alpha$  – лизардит и серпофит.

Результаты экспериментов показывают, что начальная стадия серпентинизации с формированием низкотемпературного  $\alpha$ -лизардита происходит в слабокислой или ближе к нейтральной среде, и эти условия не благоприятствуют образованию брусита. Когда степень серпентинизации ультрамафитов составляет 60-90% и создается щелочная среда, где уже  $\alpha$  – лизардит не может кристаллизоваться, тогда в растворах образуется высокий потенциал магния и в этом случае по оливину формируется брусит [3, 4].

В связи с тем, что  $\alpha$  – лизардит содержит в своем составе железо, на данном этапе выделение магнетита происходит в исключительных случаях и, как правило, на этой стадии асбест образуется в незначительных количествах.

Вторая стадия – серпентинизация и асбестообразование – осуществлялась вслед за первой в результате воздействия вод извне на тектонизированные ультрамафиты и носила аллохимический (аллометаморфический) характер. В процессе аллохимической серпентинизации участвовали воды океана [5, 6, 7], магматические воды [6, 7].

Во вторую стадию серпентинизации при незначительном разогреве ультрамафитов, который, возможно, происходит при транспортировке [8], возникает менее богатый железом  $\alpha$  – лизардит-хризотилловый ряд серпентинитов и асбестовые жилы.

Процесс асбестообразования с участием воды и кислорода сводится к выносу из серпентинизированных ультрамафитов из-

бытка железа, магния и кремнезема, которые переотлагаются в виде асбеста, брусита, магнетита.

К.К. Золоевым [9] доказано, что соотношение компонентов в растворах, выносимых при серпентинизации гарцбургитов, максимально приближено к соотношению таковых в хризотил-асбесте, о чем свидетельствует четкая связь химического состава пород с их асбестоносностью [10].

Хризотил-асбест представляет собой водный силикат магния (рис. 1) и является минералом группы серпентина моноклинной сингонии. Химический состав хризотил-асбеста  $3\text{MgO} \times 2\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ .



**Рисунок 1** – Фото жил хризотил-асбестового волокна в руде

Немалит – это минерал, гидроксид магния, принадлежит к группе брусита. Представляет собой тонковолокнистую разновидность брусита с параллельным расположением шелковистых волокон, как у асбеста. Химический состав немалита (брусита)  $\text{Mg}[\text{OH}]_2$ . Содержание  $\text{MgO}$  – 69%,  $\text{H}_2\text{O}$  31%. В качестве изоморфных примесей иногда присутствуют железо (ферробрусит) или марганец (манганобрусит). Объемная масса 2,3–2,4 г/см<sup>3</sup>, твердость – 2,5 [11].

На Джетыгаринском месторождении хризотил-асбеста встречаются разновидности минерала немалит с цветовым спектром светло-серых, зеленовато-серых, от светло-бежевых до бежево-коричневых оттенков (рис. 2 а, б).

Они в виде продольно-, реже косо-волокнистых и перекрещенных жил разной

а)



б)



**Рисунок 2** – Фото образцов немалита, отобранных в бортах карьера Основной залежи, в процессе прохождения маршрутов в 2020 г. по площадкам:

а) немалит жильный, хрупкий, с тонкой слабо интенсивной вкрапленностью магнетита (образец пробы Н-1-3/26, восточный борт, в районе маркшейдерских линий 25+75 – 26+00, отм. 97,0 м)

б) немалитосодержащая жила участками с гидроокислами Fe, развитыми в различной степени и включениями магнетита в виде тонкозернистых вкраплений, скоплений и кристаллов кубической сингонии размером до 1х1 мм (Образец пробы Н-1-2/3; западный борт, в районе маркшейдерской линии 25+75, отм. +43,8 м);



**Рисунок 3** – Фото образца отобранного из керна скважины 38, Л 29+87,5, гор. +20 м, пробуренной в 2020 г., в рамках научных исследований на вредные примеси

мощности заполняют трещины отдельности пород, а также участками окаймляют жилы хризотил-асбестового волокна. Мощность заполнения изменяется от волосовидных до нескольких сантиметров.

Диагностика немалита в асбестовых рудах затрудняется тем, что он так же имеет

волокнистое строение и в его составе присутствуют элементы, которые входят в химический состав хризотил-асбеста.

Изучение вещественного состава вмещающих пород, хризотил-асбеста и немалитовых жил позволяет сделать вывод о том, что на участках, где наряду с асбестовой



минерализацией отмечается высокое содержание немалита, во вмещающих серпентинитах наблюдается пониженное содержание магния (рис. 3).

Количество немалита, являющегося природным спутником хризотил-асбеста в рудах, в волокне готовой продукции на протяжении многих лет отработки не превышало 1,5–2,5% и практически не отражалось на качестве выпускаемой продукции. В процессе изучения месторождения и его отработки вопрос о вредных примесях не возникал, а содержание его в готовой продукции нигде не регламентируется.

Необходимо отметить, что вопросы влияния различных природных факторов на технологический процесс периодически обострялись на протяжении всего периода эксплуатации Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста. В самом начале отработки это было связано с выветрелыми рудами, потом с дунитовыми рудами на юге Основной залежи, далее с бедными мелкопрожилковыми и мелкосетчатыми рудами в приконтактных частях залежи и т.д. Каждый раз возникшие проблемы были тщательно изучены и общими усилиями геологов, обогатителей и горняков был найден выход, благодаря которому качество товарной продукции всегда отвечало требованиям мировых стандартов.

В настоящее время в отработку вовлечены руды более глубоких горизонтов Основной залежи месторождения, поэтому в связи с изменениями горнотехнических условий доля так называемых «южных руд», которые традиционно характеризуются низкими технологическими показателями, в отработке доходит до 80%. Кроме этого, по мере углубления карьера выявляются участки, где наблюдается интенсивное развитие немалитовой минерализации. Для исключения влияния немалита на технологический процесс и качество выпускаемой продукции были выполнены специальные исследования, по результатам которых установлено, что высокая концентрация немалитовой минерализации отмечается в южной части залежи, по предварительным данным имеет протяженность около 900 м, при ширине до 150 м, преимущественно тяготеет к восточному контакту, где широко развиты ослабленные

зоны – зоны дробления, меланжа, глубинные разломы. Отмечается крайне неравномерная интенсивность немалитовой минерализации, как правило, размеры отдельных участков с относительно высоким содержанием немалита не превышают 25–30 м по простиранию и 10–20 м по ширине. Глубину распространения минерализации предстоит изучать специальными буровыми работами. Установлено, что в местах высокой концентрации немалита, интенсивность промышленной асбестизации снижается. По результатам изучения вещественного состава немалитосодержащих жил, выявлено, что большую часть этих жил (более 50%) составляют серпентиновые минералы, в том числе хризотил-асбест. По данным термических анализов содержание самого немалита в волокне, отобранном из немалитосодержащих жил меняется от 13,4 до 54,0%, в среднем составляет около 34,0%.

Хотя результаты технологических исследований показывают, что большая часть немалита в процессе дробления руд уходит в хвосты, вероятность попадания его из участков с высоким содержанием в готовую продукцию сохраняется.

В целом содержание магнетита в рудах месторождения не превышает 2–3%, и его влияние на качество волокна хризотил асбеста при соблюдении технологии отработки не существенно, поскольку в процессе переработки руд, основная часть магнетита как тяжелая фракция уходит в отходы обогащения. Однако, результаты наших исследований показали, что в местах интенсивного развития немалита отмечается так же повышенное содержание магнетита и вероятность его попадания в товарную продукцию в виде мелких частиц высокая. Экспериментальным путем установлено, что после обработки проб в волокне асбеста сохраняется магнитная активность. По мнению специалистов, наличие магнетита в готовой продукции (более 1%) может, отразиться на ее прочностной характеристике [12].

После обработки проб по существующей методике [13] из участков, где развита интенсивная немалитовая минерализация, содержание немалита в волокне хризотил-асбеста по данным термических анализов составляет 3–5%. Помимо этого, установлено,

что содержание немалита в волокне хризотил-асбеста по мере уменьшения его длины увеличивается, а в асбестовой пыли становится почти в 2 раза больше, чем в самом волокне асбеста.

При исследовании волокна проб эксплуатационной разведки на ситах гидроклассификатора Бауэр-Мак-Нетт содержание тонкодисперсной фракции  $-0,075$  мм, в среднем составляет около 45%, с преобладанием в ней мельчайших частиц хризотил-асбеста, серпентиновых минералов, немалита, магнетита, сопутствующих минералов и породы. Наличие в готовой продукции высокого содержания фракции  $-0,075$  мм является фактором, снижающим его качество, и она в асбестовом волокне прирастает по всей

цепочке добычи и переработки (взрывания, экскавации, транспортировки руды с карьера и дробления на ДСК и др.) обычно колеблется от 35 до 55 % [14].

По результатам исследований нами разработаны методические рекомендации [13], которые включают в себя комплекс мер для снижения влияния вредных примесей на качество готовой продукции хризотилового волокна, среди которых особо выделена необходимость проведения специальных технологических исследований для определения возможности переработки руд с высоким содержанием вредных примесей в шихте и решения вопроса о целесообразности их отработки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Джафаров Н.Н. Хризотил-асбест Казахстана. – Алматы. – 2000. – 180 с.
- 2 Ковалев А.А. Мобилизм и поисковые геологические критерии. – М.: Недра, 1985. – 223 с.
- 3 Варлаков А.С. Петрология процессов серпентинизации гипербазитов складчатых областей. – УНЦ АН СССР, 1986. – 219 с.
- 4 Варлаков А.С. Петрография Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста (Южный Урал) – Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1990. – № 10. – С. 58–69.
- 5 Алиева О.З. Метаморфическая эволюция гипербазитов дунит-гарцбургитовой формации // Эволюция комплексов. – Свердловск, УНЦ АН СССР, 1981. – С. 72–74. (Тез. докл. Всесоюзн. симпозиума).
- 6 Артемов В.Р., Колбанцев Р.В. Хризотил- и антофиллит-асбест // Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые. – Л.: Недра, 1986. – С. 580–601.
- 7 Артемов В.Р., Кузнецова В.Н. Метасоматические изменения гипербазитов при серпентинизации. // Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании. – М.: Недра, 1966. – С. 82–94.
- 8 Варлаков А.С. Породообразующие минералы группы серпентина и условия их формирования в гипербазитах и месторождениях асбеста (на примере Урала): Автореф. Дис. докт. геол.-мин. наук. – М., 1986. – 52 с.
- 9 Золоев К.К. Особенности вещественного состава асбестоносных гипербазитов // Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала. – Свердловск, 1969. – С. 242–253.
- 10 Шкуропат Б.А. Связь свойств хризотил-асбеста и обогатимости асбестовых руд с минералогическим составом серпентинитов (на примере Джетыгаринского месторождения). – В кн.: Минералого-геохимические особенности рудоносных комплексов Южного Урала. – Уфа, 1982. – С. 37–42.
- 11 Бетехтин А.Г. Минералогия. – ГИГЛ. – М., 1950. – С. 457–459.
- 12 ОАО «НИИПректасбест» Уточнение геолого-технологической классификации руд Джетыгаринского месторождения на основе изучения малообъемных проб. Определение переводных коэффициентов по показателю удельного расхода волокна в малообъемных пробах к промышленным пробам с целью прогнозирования промышленных показателей. – Отчет по

НТР. – Асбест, 2012.

13 Джафаров Н.Н. Отчет «Методика оценки вредных примесей в рудах и в волокне хризотил-асбеста при проведении геолого-информационного обеспечения процесса рудоподготовки в действующем карьере Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста». – Житикара, 2020. – 103 с.

14 Варлаков А.С. Породообразующие минералы группы серпентина и условия их формирования в гипербазитах и месторождениях асбеста (на примере Урала): Автореф. Дис. докт. геол.-мин. наук. – М., 1986. – 52 с.

**Н.Н. ДЖАФАРОВ<sup>1</sup>, В.А. ОТЛЫГИНА<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Жітіқара қ., Қазақстан Республикасы*

### **ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ ТАЛШЫҒЫНДАҒЫ ЗИЯНДЫ ҚОСПАЛАР**

Мақалада кендерде хризотил-асбесттің табиғи серіктері болып табылатын зиянды қоспалардың таралуын зерттеу бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген, ультрамафиттер мен асбест түзілу серпентиндену үдерісінде оларды қалыптастыру мәселелері қарастырылған. Кендердегі зиянды қоспаларды диагностикалау және олардың дайын өнім сапасына әсерін төмендету бойынша әдістемелік ұсынымдар әзірленді. Шихтадағы зиянды қоспалардың құрамы жоғары кендерді қайта өңдеу мүмкіндігін анықтау үшін арнайы технологиялық зерттеулер жүргізу қажеттілігі ерекше атап көрсетілген.

**Негізгі сөздер:** хризотил-асбест, зиянды қоспалар, немалит, магнетит, технологиялық зерттеулер, өңдеу тиімділігі.

**N.N. JAFAROV<sup>1</sup>, V.A. OTLYGINA<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Zhitikara town, The Republic of Kazakhstan*

### **HARMFUL IMPURITIES IN CHRYSOTYL-ASBESTOS FIBER**

The article presents the results of research on the spread of harmful impurities - nemalite, a fibrous variety of brucite and magnetite, which are natural satellites of chrysotile-asbestos in ores, the issues of their formation in the process of serpentization of ultramafites and asbestos formation are considered.

Methodological recommendations on diagnosis of harmful impurities in ores and reduction of their impact on the quality of finished products have been developed. The need for special technological studies for determination of the possibility of processing ores with a high content of harmful impurities in the furnace charge is emphasized.

**Keywords:** chrysotile-asbestos, harmful impurities, nemalite, magnetite, technological studies, efficiency of mining.

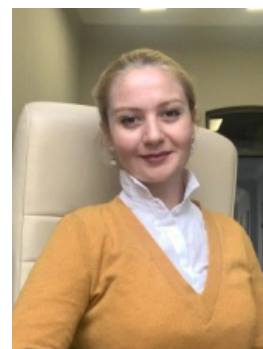
## СКЛАДЧАТАЯ ТЕКТОНИКА ОТЛОЖЕНИЙ МЕЗОЗОЯ В ОКРЕСТНОСТИ ЕВЛАХ-АГДЖАБЕДИНСКОГО ПРОГИБА ПО КОМПЛЕКСНЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ (Азербайджан)



**Б.С. АСЛАНОВ<sup>1</sup>**,  
доктор наук по наукам  
о Земле, профессор,



**А.И. ХУДУЗАДЕ<sup>2</sup>**,  
доктор философии  
по геол.-мин. наукам,



**Ф.Б. АСЛАНЗАДЕ<sup>3</sup>**,  
преподаватель кафедры  
«Геология нефти и газа»,

<sup>1,2</sup> Государственная нефтяная компания Азербайджанской Республики,  
<sup>3</sup> Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности  
г. Баку, Азербайджанская Республика

Геолого-геофизическими исследованиями, проведенными во второй половине прошлого века на северо-восточном борту Евлах-Агджабединского прогиба установлена нефтегазоносность глубокопогруженных мезозойских горизонтов верхнего мела, также неглубоко залегающих слоев палеогена и миоцена. Нефтегазоносные продуктивные толщи выявлены в пределах структур Мурадханлы, Зардаб, Шыхбаги и Джафарли, которые включены в Зардаб-Мурадханлы-Джафарлинский тектонический пояс. Нефтегазовые резервуары литологически связаны в основном, с трещиноватыми эффузивными и карбонатными породами верхнего мела, а также осадочно-вулканогенными породами среднего эоцена, и частично терригенными коллекторами майкопа-чокрака, относящиеся к пластово-сводовым типам ловушек. Рядом исследователей был сделан вывод о том, что при наличии благоприятных геологических условий на северо-восточном борту прогиба, коллекторы мезозойских отложений тоже могут содержать промышленные залежи нефти и газа.

Исходя из этого, за последние годы, основной объем поисково-разведочного бурения и разведочной геофизики был сконцентрирован в пределах Евлах-Агджабединского прогиба, где наряду с палеоген-миоценовыми отложениями, мезозойские структуры тоже имеют широкое развитие. Результатами этих работ было уточнено глубинное структурно-тектоническое строение и нефтегазоносность, как на юго-западном, так и на северо-восточном склоне прогиба. Выяснено, что с точки зрения углеводородной насыщенности северо-западный и юго-восточный склоны резко отличается между собой, как в структурно-тектоническом отношении, так и по нефтегазоносности, возможно связанной разными циклами складчатости кайнозойской и мезозойской эр.

**Ключевые слова:** мел, тектоника, вулкан, эффузивные породы, майкоп, чокрак, мезо-кайнозой, стратиграфия, литология.

## Введение

Первый промышленный приток нефти из мезозойских отложений был получен в 1940 году из альбских песчаников нижнего мела на площади Шурабад Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района. После этого основной объем поискового бурения на мезозойские отложения был сконцентрирован на площадях этого района. Несмотря на то, что на некоторых площадях в процессе бурения и опробования были отмечены нефтегазопоявления и слабые притоки нефти и газа, поисковые работы не увенчались успехом, за исключением Сиазанской моноклинали (площади Заглы-Зейва, Амирханлы, Чандагар, Сиазань, Нардаран и Саадан). Здесь было выявлено мелкое месторождение в карбонатном разрезе верхнего мела.

После этого поисковые и разведочные работы были передислоцированы с восточных нефтегазоносных районов Азербайджана в его западные части, в том числе Евлах-Агджабединскую впадину. В результате проведенного здесь глубокого бурения, из карбонатных и эффузивных пород верхнего мела получены промышленные притоки нефти на площадях Мурадханлы, Зардаб, Советляр и др. Положительные результаты бурения в меловых отложениях на указанных площадях вновь вызвали интерес геологов-нефтяников к нефтегазоносности мезозойских отложений в республике.

Так, почти 98% углеводородных ресурсов мезозоя в настоящее время остаются не освоенными. Низкая эффективность поисково-разведочных работ на нефть и газ в мезозое, с одной стороны связана со сложным геологическим строением отложений мезозоя, недостаточным объемом и качеством региональных геолого-геофизических (особенно сейсмических) работ, низким уровнем подготовленных под поисковое бурение перспективных структур. С другой стороны – низким уровнем техники и технологии бурения, не доведением поисково-разведочных скважин до проектных глубин и горизонтов, низким качеством вскрытия нефтегазоносных объектов в скважинах.

Мезозойские отложения широко распространены на территории суши Азербайджана и максимальная мощность их в депрессионных зонах достигает 8–10 км. Эти отло-

жения также как плиоценовые и палеоген-миоценовые образования кайнозоя являются основными при выборе направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ в Азербайджане. Ввиду достаточного освоения ресурсов Продуктивной Толщи (ПТ) плиоцена и отсутствия мощных пластов-коллекторов в разрезе миоцен-палеогена, потенциальными объектами для приращения промышленных запасов нефти и газа в Азербайджане считаются мезозойские отложения, то есть меловые, юрские и триасовые резервуары. Поэтому проблемы поиска мезозойской нефти на территории страны всегда находились в центре внимания научных и производственных организаций республики.

Отметим, что в настоящее время на территории суши Азербайджана по мезозойским отложениям, было пробурено 230 глубоких скважин, за исключением месторождения Мурадханлы и Сиазанской моноклинали. Но из указанного количества 112 скважин, не вскрывшие мезозойские отложения, были ликвидированы по техническим причинам, или же не были доведены до проектных горизонтов мезозоя. Поэтому степень разведанности мезозойских отложений также совершенно недостаточна. Сейсморазведочные работы, проводимые во второй половине XX и начале XXI вв. были ориентированы на изучение отложений кайнозоя. Несмотря на выявление мелких месторождений и наличие промышленных притоков нефти и газа в меловых и среднеюрских образованиях на отдельных площадях Азербайджана, до настоящего времени задача поиска мезозойской нефти остается не решенной. Следует признать, что запасы традиционных залежей углеводородов в Евлах-Агджабединском нефтегазоносном районе тоже практически истощены [1–7]. Поэтому очень своевременной и важной является постановка вопроса о проведении работ по изучению путей миграции и эмиграции углеводородов и формированию залежей в глубоких слоях Евлах-Агджабединского прогиба. Тем более, наличие в разрезе Майкопа мощной глинистой толщи еще раз подтверждает постановку и проведение глубинных исследований как актуальных. Результаты подобных исследований в буду-

щем могут использоваться в качестве одного из критериев при оценке перспектив скопленных УВ в глубинных слоях Евлах-Агджабединского прогиба.

Геолого-геофизическими исследованиями, проведенными во второй половине прошлого века на северо-восточном борту Евлах-Агджабединского прогиба установлена нефтегазоносность глубокопогруженных мезозойских горизонтов верхнего мела и средней юры. Рядом исследователей, был сделан вывод о том, что при наличии благоприятных геологических условий на северо-восточном и юго-западном бортах прогиба, коллекторы мезозойских отложений тоже могут содержать промышленные залежи нефти и газа [1–7]. Данная статья посвящена анализу нефтегазовых резервуаров верхнего мела, а также вулканогенно-магматических пород глубоких слоев.

### Результаты

Перспективы нефтегазоносности верхнеюрских и верхнемеловых терригенно-карбонатных отложений предполагаются на ЮЗ борту впадины [1–7], где они имеют благоприятные геолого-геохимические условия для накопления нефтематеринских пород и преобразования их в углеводороды в глинисто-карбонатных нефтепроизводящих отложениях. В отношении перспективности, как зоны нефтегазонакопления, отличаются Гедекбоз-Ширванлы-Советлярский и Амирарх-Зардаб-Мурадханлинский пояса поднятий, особенно их, соответственно северо-восточные и юго-западные крылья, обращенные к глубокой части впадины.

По определению ряда исследователей [1, 3] Евлах-Агджабединский прогиб, расположенный в юго-восточной части Средне-Куринской депрессии на территории Азербайджана имеет овалообразную форму, вытянутую в СЗ-ЮВ направлении. В географическом отношении он расположен между горами Малого Кавказа и правобережья р. Куры, а в тектоническом отношении между Гянджинской моноклиналию и Мингечаур-Гекчайской погруженной антиклинальной зоной третьей степени. В центральной части глубина поверхности кристаллического фундамента оценивается до 15 км (Керимов К.М.). На северо-западе прогиб отделяется от Казахской депрессии Шемкирским выступом,

на юго-востоке ограничивается так называемым, Южно-Аразским глубинным разломом. В регионально-тектоническом отношении прогиб расположен, на северо-восточном погружении мегантиклинория Малого Кавказа. В пределах прогиба, по результатам геолого-геофизических исследований, выделены три структурных яруса: мезозой, палеоген и неоген-антропоген [2].

Результаты комплексного анализа основных критериев нефтегазоносности показывают, что центральная зона Евлах-Агджабединского прогиба в мезо-кайнозойское время испытывала устойчивое и длительное прогибание, что привело к интенсивному накоплению в указанной зоне мощных карбонатных и глинистых образований с богатым содержанием органического вещества. Следовательно, центральная часть прогиба являлась вероятной зоной нефтегазонакопления, откуда углеводороды, мигрирующие также в северо-восточном направлении, заполняли резервуары уже существующих ловушек мезо-кайнозоя литостратиграфического и сводового типов. Наиболее благоприятные геологические условия здесь, в это время, с точки зрения зоны нефтегазонакопления, находятся в погруженной части юго-западного крыла Зардаб-Мурадханлы-Джафарлинской антиклинального пояса [4–7].

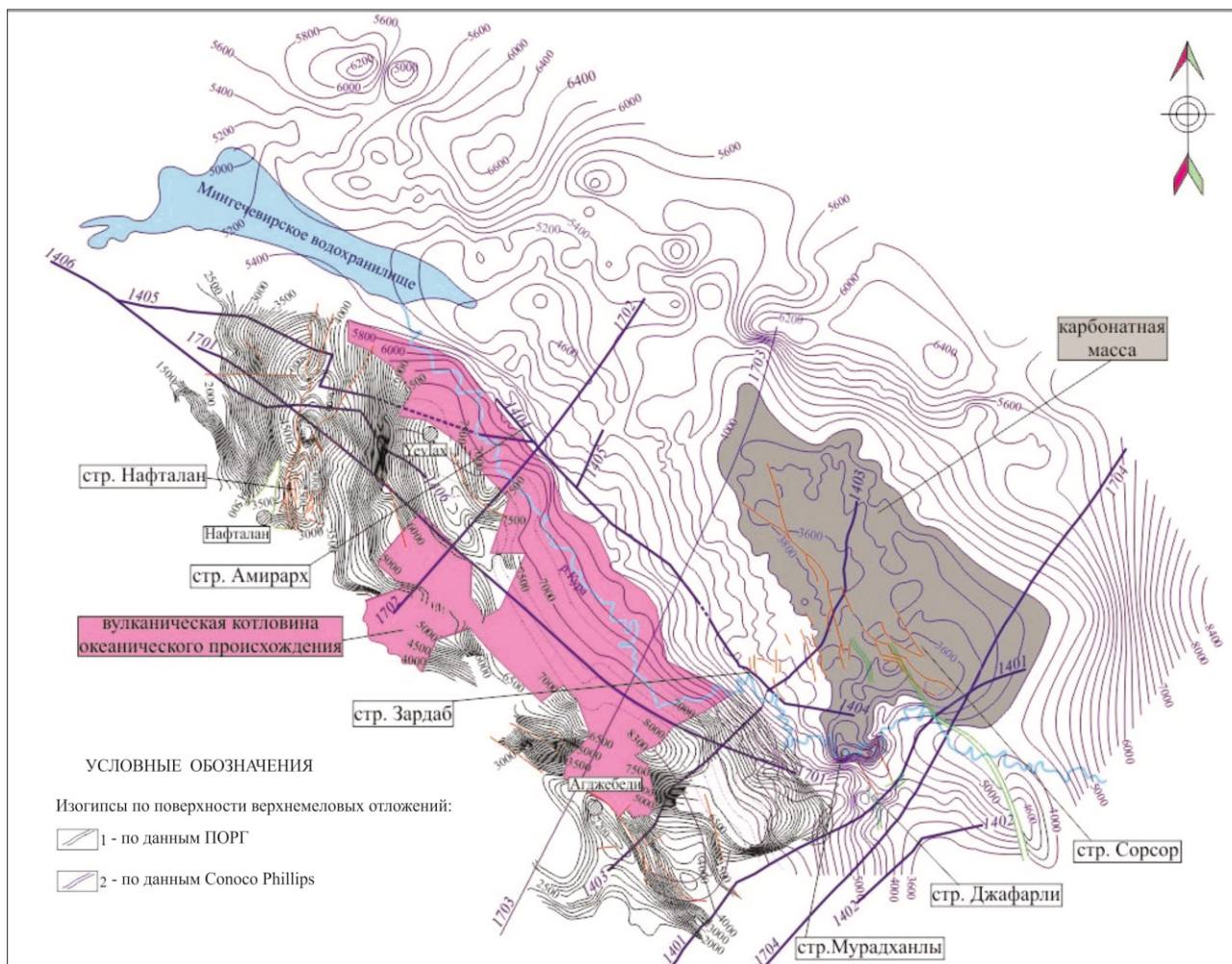
Можно допустить, что трещиноватые эффузивные породы верхнего мела в сводовой части поднятия Мурадханлы заполнены углеводородами в результате латеральной (боковой) миграции, то есть, перетока нефти и газа из резервуаров эоцена и миоцена на его юго-западное крыло по зонам трещин и выветривания вулканогенных пород.

Начиная с 90-х годов прошлого века по настоящее время, результаты геофизико-разведочных и поисково-скважинных работ определили резкое изменение в структурно-тектонической обстановке глубинных недр земной коры Евлах-Агджабединской впадины. Если по антропоген-плиоценовым отложениям наблюдается моноклиальная складчатость, углубленная в северо-восточном направлении, то сейсмогравиметрическими исследованиями в миоцен-палеогеновых отложениях выявлены антиклинальные пояса в направлении с северо-запада на юго-восток. В то же время, глубин-

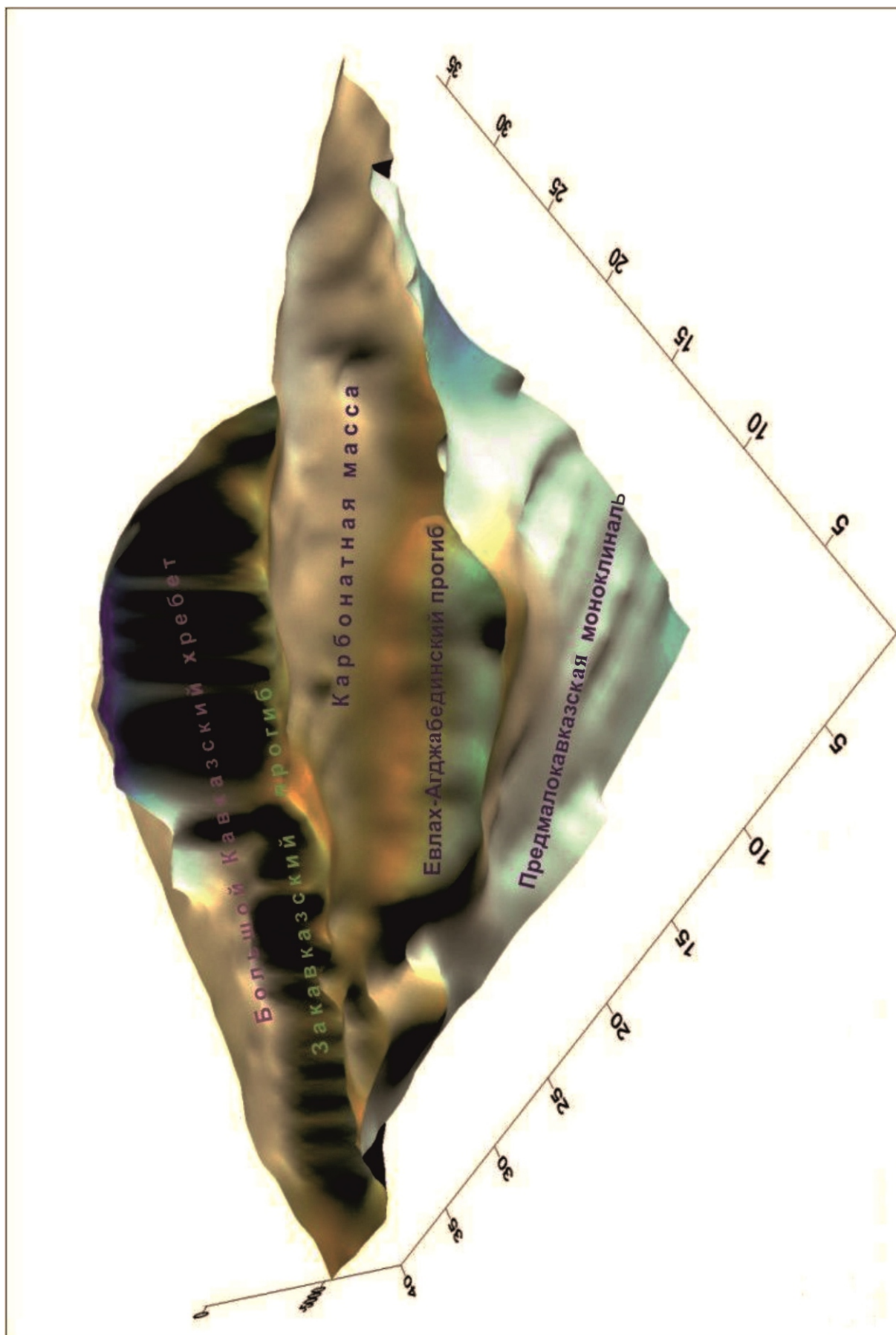
ные мезозойские структуры, погребенные под кайнозойскими отложениями, характеризуются более сложной тектоникой, так же, сеть тектонических разломов разных направлений и высоких амплитуд, резко отличает северо-западный борт от юго-восточного борта Евлах-Агджабединской впадины.

В 2014 г. со стороны фирмы ConocoPhillips, были вновь обработаны материалы сейсморазведки, выполненной трестом «Азербайджанская Геофизика» (ныне Производственное Отделение Разведочной Геофизики (ПОРГ)), в течение последних лет и построена структурная карта, приуроченная к размытой поверхности верхнемеловых отложений по левобережью р. Куры и северо-восточному

склону Евлах-Агджабединского прогиба. Справедливости ради, надо отметить, что работы фирмы ConocoPhillips меньше всего охватили крайнюю северо-восточную часть Евлах-Агджабединского прогиба и между изогипсами по данным фирмы ConocoPhillips и ПОРГ наблюдаются значительные расхождения. На структурной карте, построенной фирмой ConocoPhillips, северо-восточный склон Евлах-Агджабединского прогиба представлен моноклиналью, погруженной в юго-западном направлении до глубины 8000 м. В районе структуры Сор-Сор вырывается сложно-построенное сводовое поднятие, оконтуренное изогипсой 4000 м (рис. 1, 2).



**Рисунок 1** – Структурная карта по размытой поверхности мезозойских отложений и схема расположения региональных геофизических профилей, выполненных Производственным Отделением Разведочной Геофизики (ПОРГ, SOCAR) в конце прошлого века и компанией ConocoPhillips в 2014–2017 гг. Составили: Б.С. Асланов, А.И. Худузаде, Ф.Б. Асланзаде



**Рисунок 2** – 3D модель верхнемезозойских отложений в окрестности Евлах-Агджабединского прогиба. Модель составлена Ф.Б. Асланзаде в программе «Surfer»



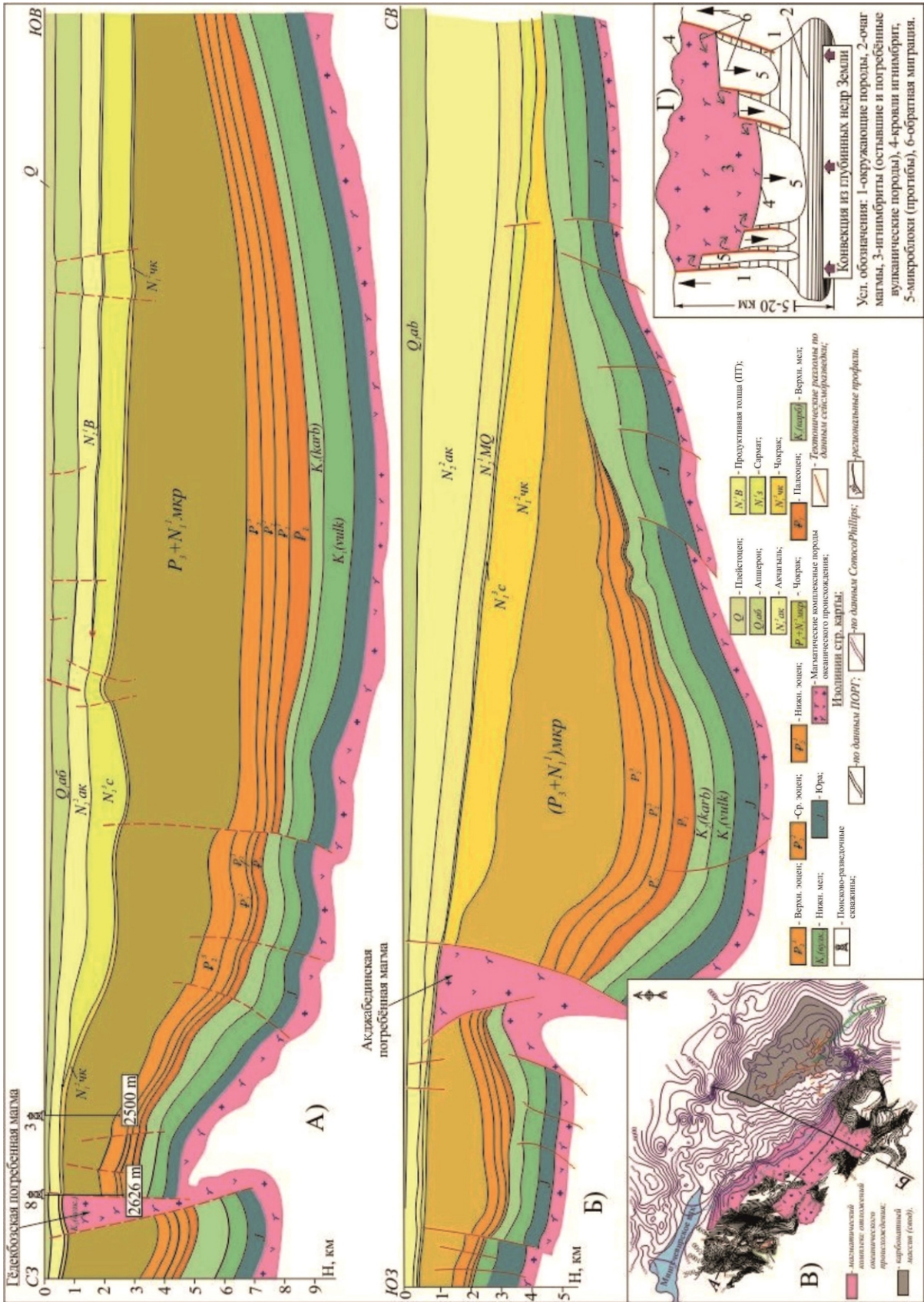


Рисунок 3 – А) и Б) глубинные геолого-геофизические разрезы; В) – структурная карта по размытой поверхности отложений мезозоя и региональные профили А-А и Б-Б; Г) – схема образования вулканического прогиба (по Заваритскому). Рисунок составили авторы

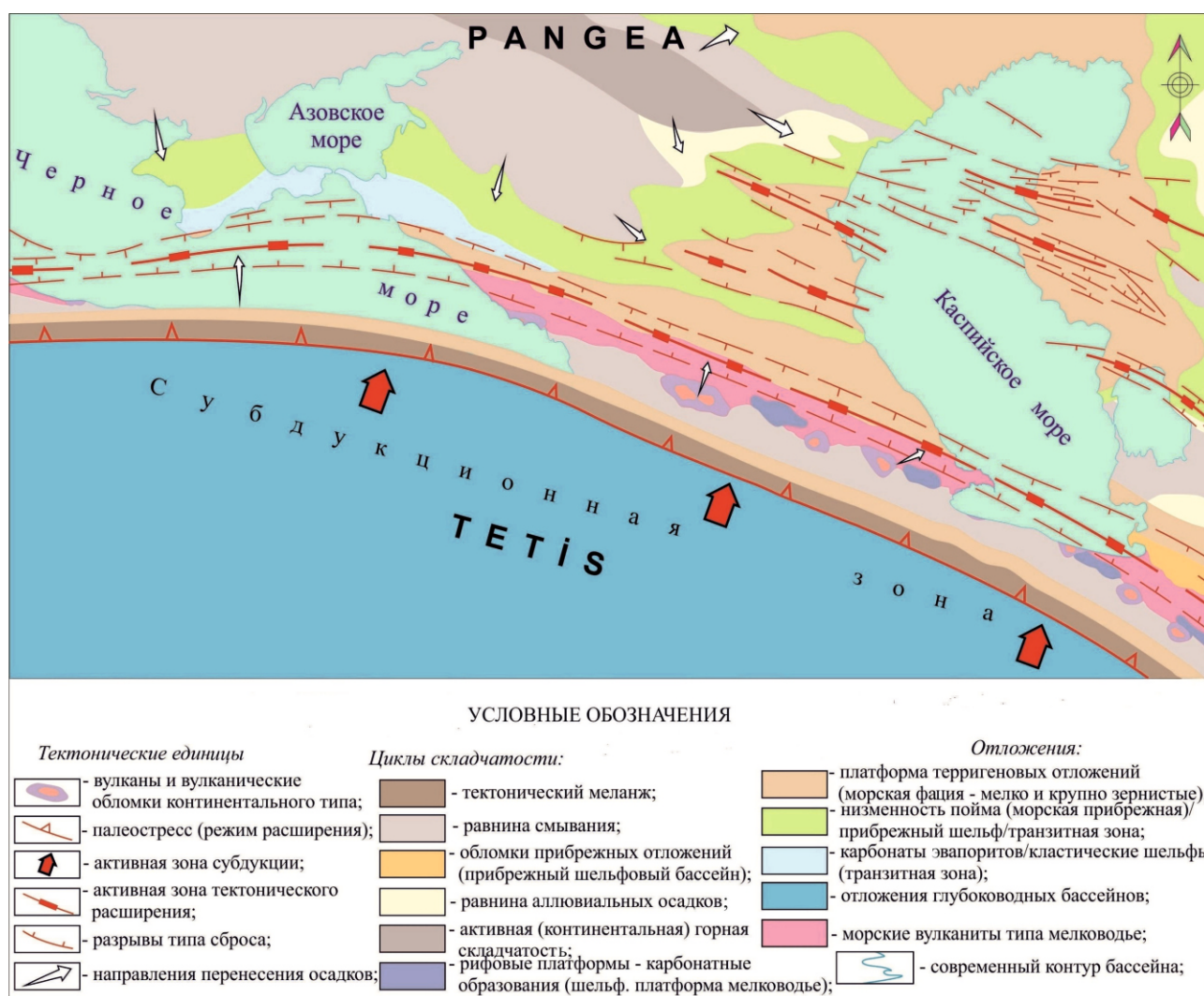
Литологический состав этого поднятия остается не выясненным до конца, но судя по скважинным данным, вскрытым на этих глубинах карбонатного комплекса верхне-меловых отложений, можно предположить, что литологический состав свода состоит из карбонатных пород.

По результатам комплексных сейсмогравиметрических разведочных работ, выполненных по региональным профилям ПОРГ в 2015–2017 гг., выявлены ярко выраженные сейсмические горизонты, приуроченные к поверхностям юрских и меловых отложений (рис. 3).

Образование и формирование пред-

полагаемой карбонатной платформы можно предположить вкратце следующим образом: – в конце мезозойской эры (верхний мел) исследуемый регион представлял собой окраинную территорию Палеоокеана Тетис (рис. 4).

Лабораторией «Геолого-геофизическое обобщение» (НИПИ «Нефтегаз», SOCAR), выполнен комплексный анализ и интерпретация, целью которой являлось уточнение глубинного строения Евлах-Агджабединского прогиба по выделенным сейсмическим горизонтам ПОРГ, также обоснование перспективных направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ.



**Рисунок 4** – История геологического развития Евлах-Агджабединского прогиба в палеозой-мезозойском времени (Барьер Е., Врильеник Б., Брунет М.Ф., Мамедов П.З. и др.)

Наряду с этим, проанализировано палеогеологическое формирование и структурно-тектоническая особенность отложений мезокайнозой, оценена мощность разновозрастных комплексных масс, выделены и определены границы крупных тектонических блоков.

Было подтверждено, что отложения мела и юры в глубокой части прогиба, наряду с испытанием резкой дислокации, представлены вулканогенно-терригенными и карбонатными породами. Глубинная тектоника, состоящая из блоков, также характеризуется дизъюнктивной дислокацией разных направлений и глубиной проникновения разрывных нарушений. В то же время, залегание нижне-, средне- и верхнеэоценовых отложений, непосредственно на верхнемеловых отложениях и сравнение Евлах-Агджабединской впадины с микробассейном, образованном в эоцен-майкопское время, позволяет предположить, что в конце майкопского времени в мезозойских осадочных формациях, образование углеводородов было полностью прекращено, и происходила эмиграция материалов УВ. Анализ мощностей разновозрастных слоев по профильным разрезам позволяет предположить, что после майкопского периода, произошло горизонтальное смещение мезозойских и миоценовых бассейнов. Это было связано с изменением палеогеологических и палеогеографических условий. А с восстановлением прежних условий в миоценовых бассейнах осадконакопления Евлах-Агджабединской впадины процесс нефтегазообразования возродился заново, но с другим темпом и активизацией.

Для объяснения вышеотмеченного, вкратце проанализируем структурно-тектонические особенности Евлах-Агджабединской впадины по глубинным геолого-геофизическим разрезам и трехмерной геологической модели 3Д (рис. 2).

Судя по глубинному геолого-геофизическому разрезу вдоль продольного профиля А-А (рис. 3А), в районе структуры Гедекбоз вулканогенно-магматические породы в погребенном виде залегают на глубине около 500-700 м, и форма залегания этих пород напоминает «конусообразную» постройку. По данным скважины 3 и 8, отложения чокрака и акчагыла непосредственно залегают на этих породах. Углубление вулканогенно-магматических

пород в районе поднятия Барда доходит до 10 км. По другим продольным профилям вулканогенно-магматические породы в погребенном виде залегают в районе поднятия Ширингум (скв. 2) 4000 м, в районе поднятия Мурадханлы (скв. 3) 3000 м, и в районе поднятия Сор-Сор 5000 м. В районе поднятия Ширингум и в районе поднятия Мурадханлы, модель 2D вулканогенных пород также напоминает вулканогенно-магматическое сооружение. На поднятии Мурадханлы отложения чокрака и акчагыла тоже непосредственно залегают на вулканогенных породах, но в районе поднятия Ширингум на вулканогенно-магматических породах непосредственно залегают отложения плиоцена.

На поперечном глубинном разрезе по профилю Б-Б (рис. 3Б), аналогичная картина глубинного структурно-тектонического строения Евлах-Агджабединского прогиба идентичная. Но явное сходство, то есть вулканогенно-магматическое извержение, наблюдается в районе поднятия Гедекбоз (рис. 3А) и Агджабеди (рис. 3Б). Как известно, поднятие Гедекбоз расположено на северо-западной, а поднятие Агджабеди на юго-восточной прибортовой части Евлах-Агджабединского прогиба, но 2D модели вулканогенно-магматического конуса очень схожи. В то же время, по мнению ряда исследователей [1–7], северо-западная и юго-восточная прибортовые части Евлах-Агджабединского прогиба в кайнозойском структурном плане резко отличаются (рис. 1 и 3В).

Сравнение картины глубинных разрезов вулканогенно-магматического конуса в районе поднятий Гедекбоз (рис. 3А) и Агджабеди (рис. 3Б), еще раз убеждает в том, что резкое отличие северо-западной и юго-восточной прибортовой части Евлах-Агджабединского прогиба связано с кайнозойскими отложениями. А структура мезозойских отложений идентичная по всему акваторию прогиба и представлена интрузивными породами, предположительно относящимися к океанической вулканической котловине (рис. 1 и 2 В).

#### **Заключение**

Таким образом, в результате анализа региональных геолого-геофизических разрезов, обоснован совершенно новый подход к глубинным тектоническим особенностям Евлах-Агджабединской впадины:

– уточнено расположение предполагаемой океанической вулканической котловины, образованной в мезозойское время и являющейся окраинной активной частью океана Палео-Тетис;

– можно предположить, что центральная часть Евлах-Агджабединской впадины напоминает складчатость рифтового строения океана Палео-Тетис;

– начиная с майкопской эры, нефтегазообразующие бассейны кайнозоя сместились по горизонтальной плоскости по отношению к мезозойским бассейнам на юго-восточном направлении (в сторону Южного Каспия);

– для уточнения глубинного рифтового строения Евлах-Агджабединской впадины,

смещения депоцентров структурно-формационных комплексов, вулканогенно-магматическим основанием осадочного чехла, продолжить комплексные геофизические исследования на региональных профилях по плотной сети, позволяющей построить карты масштаба 1:200 000;

– рекомендовать перед ПОРГ (SOCAR) проведение сейсмических работ мезозойского комплекса с учетом результатов нефтегазовых проектов по Черному и Каспийскому морю;

– для выбора и уточнения перспективных направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ, необходимо изучить геодинамические циклы региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Гусейнов А.Н., Ширинов Ф.А. Нефтегеологическое районирование территории Азербайджана. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – Баку, 1977. – № 8. – С. 5–10.

2 Керимов И.А., Мамедов С.Б., Эфендиев Д.И. Структурно-тектонические условия формирования зон нефтегазонакопления в глубокозалегающих мезозойских отложениях Евлах-Агджабединского прогиба. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – Баку, 1989. – № 4. – С. 12–17.

3 Салманов А.М., Юсифов Х.М. К перспективам нефтегазоносности северо-восточного борта Евлах-Агджабединского прогиба. // Научные Труды НИПИ «НефтеГаз». – Баку, 2013. – № 2. – С. 6–12.

4 Юсифзаде Х.Б. Нефтегазогеологическое районирование и рациональный комплекс поисково-разведочных работ в Азербайджане // Геология нефти и газа. – М., 1987. – № 3. – С. 6–16.

5 Юсифов Х.М., Сулейманов А.М. К вопросу нефтегеологического районирования территории Азербайджана по мезозойскому нефтегазоносному комплексу // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – Баку, 1993. – № 4. – С. 3–12.

6 Юсифов Х.М., Рахманов Р.Р. Стратегия поиска мезозойской нефти в Азербайджане // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – Баку, 2011. – № 6-7. – С. 10–18.

7 Юсифов Х.М. Основные критерии нефтегазоносности мезозойских отложений Азербайджана // Научные Труды НИПИ «НефтеГаз». – Баку, 2012. – № 2. – С. 6–14.

Б.С. АСЛАНОВ<sup>1</sup>, А.И. ХУДУЗАДЕ<sup>2</sup>, Ф.Б. АСЛАНЗАДЕ<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Баку қ., Әзірбайжан Республикасы

## ГЕОФИЗИКАЛЫҚ КЕШЕНДІ МӘЛІМЕТТЕР БОЙЫНША ЕВЛАХ-АГДЖАБЕДИН ИЛІМНІҢ МАНАЙЫНДАҒЫ МЕЗОЗОЙ ШОҒЫНДАРЫНЫҢ БҮКТІЛГЕН ТЕКТНИКАСЫ (Әзірбайжан)

Өткен ғасырдың екінші жартысында Евлах-Агджабедин иілімінің солтүстік-шығыс бортында жүргізілген геологиялық-геофизикалық зерттеулермен жоғарғы бордың терең тиелген мезозойлық деңгейжиектерінің мұнайгаздылығы, сондай-ақ палеоген мен миоценнің жатыс қабаттарының тереңдігі анықталды. Мұнайлы-газды өнімді қалыңдықтар Зардаб-Мурадханлы-Джафарли тектоникалық белдеуіне енгізілген Мурадханлы, Зардаб, Шыхбағы және Джафарли құрылымдары шегінде анықталған.

Мұнайгаз резервуарлары негізінен жоғарғы бордың жарықшақты эффузивті және карбонатты жыныстарымен, сондай-ақ орта эоценнің шөгінді-вулканогенді жыныстарымен және жартылай майкоп-чокрактың қат-қабат түрлеріне жататын терригенді коллекторларымен литологиялық тұрғыдан байланысты. Зерттеушілердің қатарында иілудің солтүстік-шығыс бортында қолайлы геологиялық жағдайлар болғанда мезозой шөгінділерінің коллекторлары да мұнай мен газдың өнеркәсіптік шоғырларын қамтуы мүмкін деген қорытынды жасалды. Осыны негізге ала отырып, соңғы жылдары іздеу-барлау бұрғылауы мен барлау геофизикасының негізгі көлемі Евлах-Агджабедин иілімі шегінде шоғырланған, мұнда палеоген-миоценді шөгінділермен қатар мезозойлық құрылымдар да кең дамыған. Бұл жұмыстардың нәтижелерімен оңтүстік-батыс және солтүстік-шығыс беткейлерінде терең құрылымдық-тектоникалық құрылысы мен мұнайгаздылығы нақтыланды. Көмірсутекті қанығу тұрғысынан алғанда солтүстік-батыс және оңтүстік-шығыс беткейлері құрылымдық-тектоникалық жағынан да, қайнозой және мезозой эрі қатпарлығының әртүрлі циклдерімен байланысты болуы мүмкін мұнайгаздылығы жағынан да өзара күрт ерекшеленетіні анықталды.

**Негізгі сөздер:** бор, тектоника, жанартау, эффузивті жыныстар, майкоп, чокрак, мезо-кайнозой, стратиграфия, литология.

B.S. ASLANOV<sup>1</sup>, A.I. KHUDUZADE<sup>2</sup>, F.B. ASLANZADE<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>City of Baku, The Republic of Azerbaijan

## FOLDED TECTONICS OF MESOZOIC DEPOSITS IN THE NEIGHBORHOOD OF YEVLAKEH-AGDZHEBEDI TENDER ON COMPLEX GEOPHYSICAL DATA (Azerbaijan)

Geological and geophysical studies taken part in the second half of the last century on the north-east of the Yevlakh-Agdzhabedy trough, established the oil and gas potential of the deeply submerged Mesozoic horizons in early Cretaceous sediments. Also in shallow horizons of the Paleogene and Miocene deposits. Oil and gas productive horizons are identified within the structures of Muradkhanli, Zardab, Shykhbagi and Jafarli, which are included in the Zardab-Muradkhanli-Jafarli tectonic belt. Oil and gas reservoirs are lithologically associated mainly with fractured volcanic and carbonate rocks of the Early Cretaceous, as well as volcano-sedimentary rocks of the Middle Eocene, and partially clastic reservoirs of Maykop-Chokrak, presented by stratigraphic traps. Many researchers agreed that the presence of favourable geological conditions on the north-east side of the trough creates the environment for industrial oil-and-gas-bearing zones in the Mesozoic deposits.

Despite the fact that the deep-exploration drilling and geophysical survey has been concentrated within the Yevlakh-Agdzhabedy Depression zone, along the Paleogene-Miocene deposits, the Mesozoic sediments are also widely presented. The research clarified the deep structural and tectonics of oil and gas perspective zones, both on the south-west and north-east slopes of the trough. It was found out that the north-west and south-east slopes hydrocarbon potential differ, and structurally and tectonically possibly associated with different folding cycles of the Cenozoic and Mesozoic eras.

**Keywords:** chalk, tectonics, volcano, effusive rocks, maykop, chokrak, mesocenozoic, stratigraphy, lithology.

## МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КВАРЦЕВО-ЖИЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ УРАЛА



**В.Н. ОГОРОДНИКОВ<sup>1</sup>,**  
*доктор геол.-мин. наук,  
доцент,*



**Ю.А. ПОЛЕНОВ<sup>2</sup>,**  
*доктор геол.-мин. наук,  
профессор,*



**А.Ю. КИСИН<sup>3</sup>,**  
*доктор геол.-мин. наук,  
профессор,  
зав. лабораторией,*

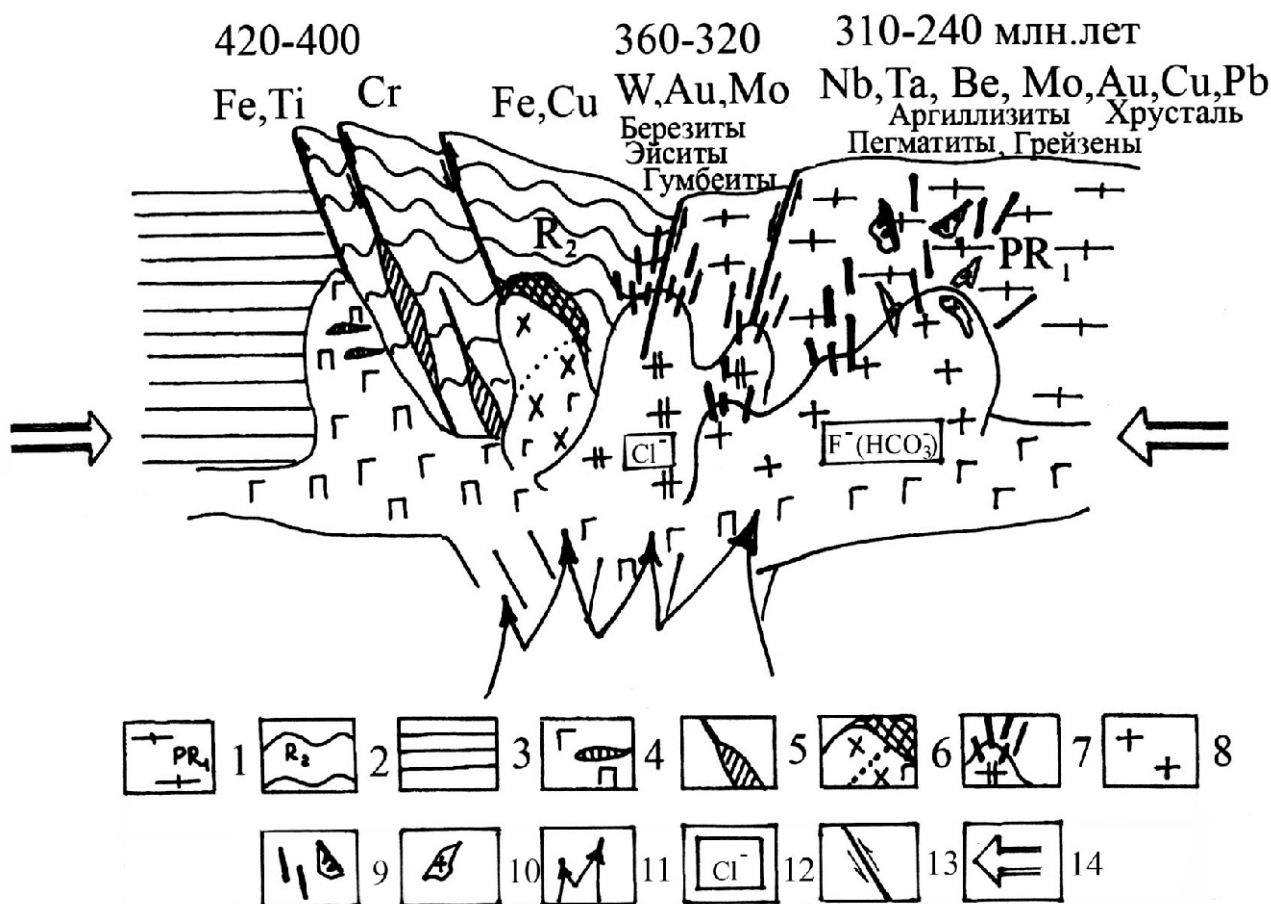
<sup>1,2</sup>Уральский государственный горный университет,  
<sup>3</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

На Урале широкое распространение имеют месторождения кварцево-жильного типа, основными рудными телами, которых являются кварцевые жилы выполнения. Авторами статьи, детально изучавшими геологическое строение таких месторождений, предложена модель формирования кварцево-жильных образований, с которыми связана вольфрамовая, золотая, молибденовая и хрустальная минерализации. Показано, что один из путей образования кварцевых тел больших объемов обусловлен проседанием отдельных блоков гранитных интрузивов с образованием камер, выполняющихся кварцем.

**Ключевые слова:** кварцевые жилы, гранитоиды, интрузивы, коллизия, кварцево-жильные образования.

В шовных зонах смятия, ограничивающих древние гнейсовые блоки, в раннем палеозое отмечаются кондуктивные теплопоток, вызывающие в вулканогенно-осадочных толщах обрамления метаморфическую трансформацию на уровне эпидот-амфиболитовой фации. Магматизм в этих зонах начинается габброидами раннедевонской островодужной серии, имеющей возраст 400–380 млн лет. В позднем девоне затем начинается формирование габбро-диорит-гранодиорит-гранитных серий окраинно-континентального типа [1]. Базитовый магматизм в этом типе серий создавал и вещество протолита тоналитов, гранодиоритов и источник энергии для их плавления. Базиты наращивали снизу кору, обусловили ее повышенную мощность в бло-

коограничивающих шовных зонах и гнейсово-амфиболитовых мегаблоках [1–3]. Производные от базитов анатектические гранитоиды имеют преимущественно тоналитовый или гранодиоритовый состав (рис. 1). Возраст по цирконам для этих интрузивных пород определен в интервале 360–320 млн лет [1]. Таким образом закладывается основа полигенных плутонов, причем количество фаз зависит от тектонической обстановки в зоне смятия. Становление их происходило в магматической камере путем пульсационной кристаллизации единого магматического расплава, с последовательным раскислением последующих фаз. Пульсационная кристаллизация особенно характерна для верхних частей плутонов и оптимальные глу-



**Рисунок 1** – Кинематическая модель формирования кварцево-жильных месторождений во время ранней и поздней коллизий (составлена с использованием материалов [1, 3]): 1 – древняя континентальная кора; 2 – вулканогенно-осадочные отложения континентального рифта; 3 – толеитовые раннеокеанические образования; 4 – ультрабазит-габбровый комплекс с титаномагнетитовой минерализацией; 5 – ультрабазиты дунит-гарцбургитового хромитоносного комплекса; 6 – габбро-диорит-гранодиоритовая формация с Fe-Cu скарнами; 7 – гранитоиды тоналит-гранодиоритовой формации с W, Mo и Au кварцевыми жилами; 8 – нормальные микроклиновые граниты; 9 – рудные кварцевые жилы и хрусталеносные гнезда; 10 – пегматиты; 11 – мантийный теплофлюидопоток в шовных зонах; 12 – хлоро- и фторотипная специализация гранитоидов; 13 – блокоограничивающие шовные зоны; 14 – тангенциальное сжатие во время коллизии

бины ее проявления определяются в 1–4 км [4].

Кварцево-жильное вольфрамовое и золотое оруденение, сопряженное с раннеколлизийными гранитоидами тоналит-гранодиоритовой формации, обуславливается эволюцией термоградиентных полей, создаваемых массивами этой формации на стадии их консолидации (Шарташский, Пластовский, Великопетровский, Суундукский, Айдырлинский и другие массивы).

Кварцевые жилы концентрируются в консолидированной части массива над остывающим магматическим очагом, в зоне

резких температурных градиентов в трещинах скола и отрыва. Ориентировка осей главных напряжений и поверхностей скалывания указывает на вертикальное направление активных усилий снизу вверх магматических масс, создаваемое в результате субширотного сжатия геологических структур Урала [5–6].

Экспериментальные данные и геологические наблюдения показывают, что в градиентных полях рудные и петрогенные элементы закономерно перераспределяются и образуют свои зоны обогащения. Так, вольфрам, молибден, мышьяк тяготеют к источ-

никам локального нагревания, т. е. кровле массива. Оруденение распространяется на удалении 200–300 м. Медь, свинец, цинк перемещаются и концентрируются в более удаленных холодных частях системы на удалении до 1–2,5 км от гранитного купола [6–8].

В купольной зоне гранитоидов и во вмещающих породах кварцевые жилы выполняют протяженные до 100 м (иногда до 1–1,5 км) трещины скола, реже отрыва, образуют, веер жил с крутыми углами падения и представляют собой типичные жилы выполнения с резкими контактами, практически лишенными околожильных изменений. Мощность жил обычно не превышает 1 м, но иногда достигает 2,0–2,5 м. К ним относятся «безрудные», мономинеральные кварцевые жилы с первично стекловидным, молочно-белым кварцем и «рудные» – шеелит-кварцевые, шеелит-турмалин-кварцевые, золотокварцевые жилы, иногда с арсенопиритом, которые совместно с «безрудными» образуют совмещенные жильные поля. Жилы сложены молочно-белым, плитчатым, нередко гранулированным в результате позднеколлизийного дислокационного метаморфизма, мелко-, реже крупнозернистым кварцем и неравномерно распределенными в нем шеелитом, турмалином и самородным золотом.

Во время поздней коллизии (320–230 млн лет) в шовных зонах, обрамляющих «микроконтиненты», проявился дислокационный метаморфизм, рассланцевание, будинаж. Для метаморфитов характерно развитие стресс-минералов: кианита, ставролита, фенгита, хлоритоида и др. В это время в центральных частях гнейсовых блоков и нередко в пределах ранее образованных тоналит-гранодиоритовых тел формируются крупные массивы нормальных микроклиновых гранитов, имеющих за счет переплавления корового субстрата фторотипную специализацию растворов. Характерны купола, состоящие из двух разновозрастных гранитов, на контакте которых наблюдаются зоны пегматоидного строения.

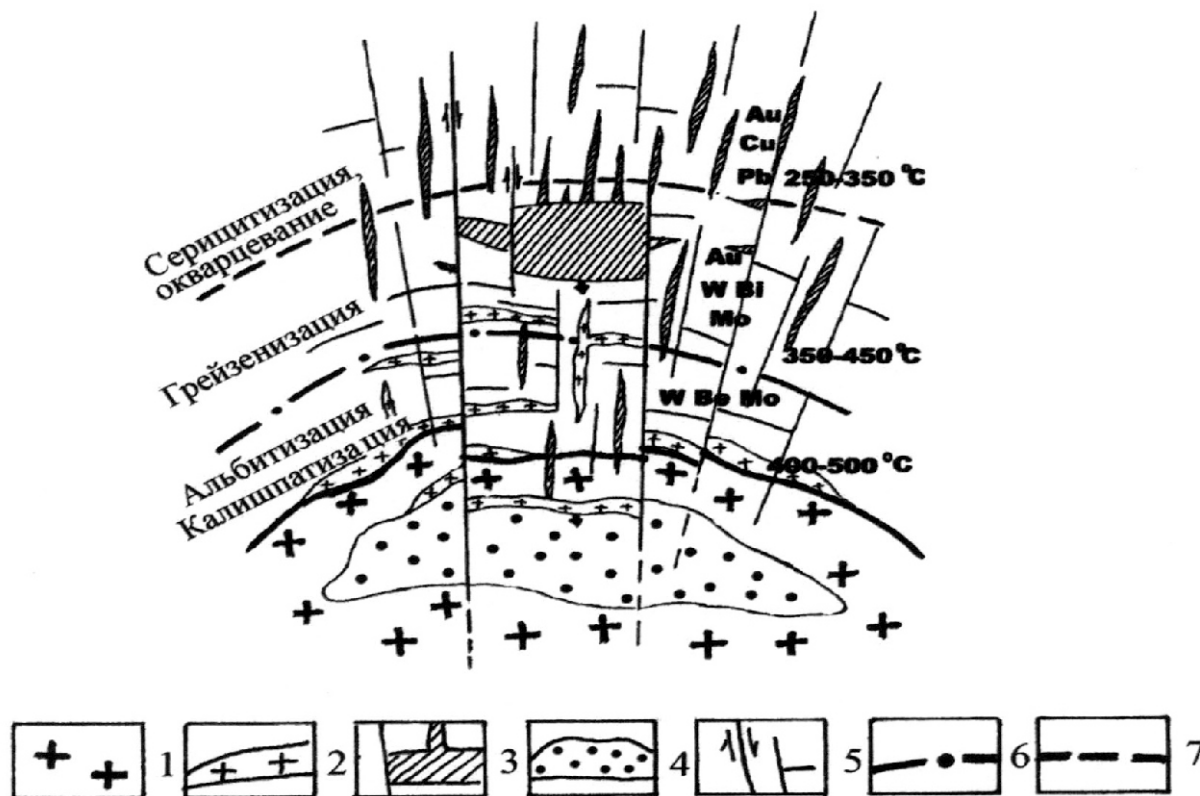
В результате эволюции постмагматических растворов по мере удаления от купола гранитов развиваются гидротермально-метасоматические образования, сопровождаемые кварц-жильными телами, которые еще А.Н. Заварицкий расположил в последова-

тельности выделения по мере падения температуры и удаленности от купола в ряд: пегматиты → альбититы → грейзены и слюдиты → березиты, листвениты → серицит-кварцевые породы. Процессы минералообразования происходят вблизи остывающих интрузивов в ореоле их воздействия на вмещающие породы. Основное внимание здесь уделяется возникновению в околоинтрузивном пространстве своеобразной тектоники, обязанной своему происхождению термическому сокращению объема плутонов и играющей, по нашим представлениям, немаловажную роль в последующих процессах эндогенного минералообразования.

Вследствие больших размеров интрузивов оседание их поверхности при остывании происходит не целиком, а какими-то блоками с образованием расколов. Инъекции из остывающей расплава будут осуществляться по этим крутопадающим трещинам, образуя дайковый пояс на удалении от кровли. Возникновение пегматитов, грейзенов, кварцевых жил и т.д. обусловлено образованием «свободного» объема при оседании поверхности куполообразного выступа интрузива и отставания оседания перекрывающих пород (рис. 2).

Происходит это потому, что гранитный батолит, прежде всего, отдает тепло покрывающим его породам. Поэтому сначала застывает наружная корка, которая постепенно нарастает снизу, приближаясь к центральному очагу. В верхней части последнего к этому времени образовался крупный флюидо-расплавный «пузырь». Одновременно с этим идет сокращение объема отвердевших частей батолита, вследствие чего, кровля рассекается рядом трещин, которые возникают сначала наверху и постепенно разрастаются вниз, причем часть этих трещин идет радиально, веером, другие протягиваются перпендикулярно к ним, т.е. параллельно поверхности охлаждения, образуя трещины отслоения, контракции. При остывании гипабиссальных интрузивов уменьшение их внешнего объема составляет порядка 5–7% начального объема интрузивовавшей магмы [9–10]. Если возникающая полость отслоения не получает сообщения с нижерасположенным исходным расплавом интрузива, то она может быть превращена в жилородное





**Рисунок 2** – Схема формирования метасоматической зональности в надкупольной зоне гранитов с образованием тел пегматитов, грейзенов и кварцевых жил (составлена с использованием материалов Ф.А.Летникова, 1992): 1 – купол гранита; 2 – тела аплит-гранитов и пегматитов; 3 – кварцево-жильные тела; 4 – флюидно-газовая полость в кровле гранитов; 5 – разрывные нарушения и трещины отслоения; 6 – граница калишпатизации, альбитизации; 7 – граница грейзенизации и серицит-кварцевых метасоматитов

пегматитовое тело, а еще позже в кварц-полевошпатовую и, наконец, в типичную гидротермальную жилу (месторождения «Гора Хрустальная», «Светлая речка», «Желанное» и др.).

Грейзенизация происходит обычно после магматического этапа формирования куполов. Она накладывается на уже ранее сформированные пегматиты, часто развивается лишь локально, вдоль трещин отслоения. Особенно важным представляется влияние термической усадки на размещение, локализацию рудных тел вблизи поверхности массивов гранитоидов, на миграцию и накопление рудного вещества в таких телах, на возникновение зональности и стадийности эндогенного околоинтрузивного минералообразования. Обычно фиксируемая амплитуда развития таких трещинных зон над интрузивами составляет 1–2 км [7].

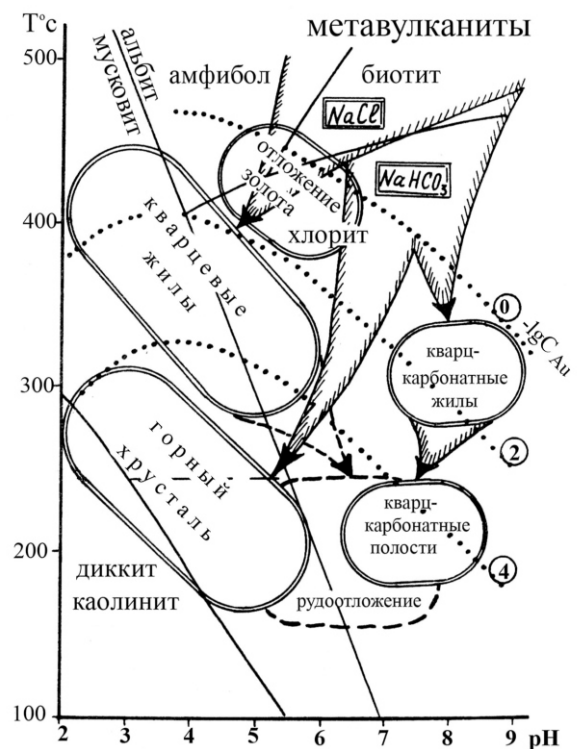
Во фторсодержащей гидротермальной системе максимальная мобилизация золота характерна для наиболее высокотемпературной части. Золото будет переходить в подвижное состояние при температурах выше 450 °C [11]. Высокотемпературные метасоматиты, образовавшиеся под воздействием фторидных растворов, обеднены золотом. Пегматиты – это продукты высокотемпературного щелочного постмагматического преобразования, с последовательностью от керамических к редкометалльным и «камерным» – хрусталеносным. Грейзены, как производные кислотной стадии этого процесса, последовательно сменяющие щелочную стадию с образованием фторсодержащих алюмосиликатов, практически стерильны в отношении золота. Мобилизованное золото переносилось в породы обрамления уже

существенно, хлоридными флюидами, так как фтор исчезает из газовой-жидких включений в кварце на удалении 2–2,5 км от гранитного массива [6].

Золоторудные месторождения и хрусталоносные кварц-жильные поля с сопутствующей золоторудной минерализацией размещаются на удалении от интенсивно гранитизированного гнейсового блока, гранитных массивов, зон пегматитообразования, в породах обрамления, метаморфизованных до уровня эпидот-амфиболитовой и зеленосланцевой фаций метаморфизма. Так, в вулканиках, метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации, ранняя щелочная стадия представлена биотитом в виде неориентированных таблитчатых кристаллов. Биотитизированные метавулканики золотоносные, содержание золота в них достигает 9,6 г/т. Повидимому, в указанных породах золото фиксируется преимущественно в самородной форме. Его пробность высокая (более 900), так как в этих условиях серебро в растворе достаточно устойчиво. Наиболее яркая черта этих метасоматитов – широкое развитие теллуридов, которые совместно с самородным золотом определяют продуктивность рудных тел [8]. Зона биотита, в силу ряда причин является термодинамическим и соответственно геохимическим барьером, способствующим накоплению рудных компонентов [12], т. е. зона биотитизации при снижении температуры и раскислении растворов (хлоритизация биотита) является зоной перестройки флюидной системы, перехода ее из надкритического состояния, расщепления на водную и газовую фазы. Такая перестройка резко сказывается на устойчивости растворенных рудных комплексных соединений и сопровождается их осаждением, в частности, золота. Наряду с этим резко падает растворимость сульфидов в растворах по мере снижения температуры. Поэтому совместное осаждение золота и сульфидов приводит к формированию рудных тел и объектов, относящихся к золото-сульфидной формации (рис. 3, левая ветвь).

При нарастающем снижении температуры процесс может идти двумя путями. Первый путь – дальнейшее раскисление раствора (рис. 3). Примерная температура замещения биотита, а также алмадина и

амфиболов хлоритом 400–450 °С [6]. Хлорит замещает железо-магнезиальные минералы псевдоморфно, по составу относится к корундофиллитам-рипидолитам. В серпентинитах наблюдается образование зон хлорита и талько-хлоритов. К концу этого процесса образуются мелкозернистые золотосодержащие пирит и халькопирит. В зонах хлоритизации концентрируется золото, содержание которого достигает 4 г/т. Возможность осаждения золота при понижении температуры щелочного раствора показана экспериментально [6, 13, 14].



**Рисунок 3** – Зависимость состава минеральных парагенезисов комплексных (золото+горный хрусталь) месторождений от Т и рН среды (с использованием данных [14, 15])

Более поздняя кислотная стадия гидротермальной деятельности отчетливо приурочена к зонам разломов различной ориентировки и трещинам их оперения. Ее продуктами в кристаллических сланцах являются кварцевые жилы, сопровождающиеся алюмокремневыми метасоматитами: силлиманитом, андалузитом, мусковитом, хлоритом, плагиоклазом в ассоциации с кварцем. Анализ этих химических превращений свидетельст-

вует о кислотном выщелачивании. Данные парагенезисы могут накладываться на метасоматиты раннеколлизийного этапа. Они, соответственно, типоморфны для кварц-мусковитовой (грейзеновой) и березит-лиственитовой формаций и образуются при РТ – параметрах раствора, близких или одинаковых, но при различном содержании в нем  $\text{HCO}_3$  и  $\text{CO}_2$ . Последнее реализуется на месторождениях в связи с неравномерностью проявления катаклаза в зонах разломов, обусловившего дифференциальное выкипание  $\text{CO}_2$  из раствора. В названных метасоматитах фиксируется пирит с незначительным (до 0,1 г/т) содержанием золота. Это естественно для пиритов стадии кислотного выщелачивания [16].

Формирование данных метасоматитов сопровождается мобилизацией золота и халькофильных элементов в раствор, дальнейшее развитие процесса сопровождается рудоотложением. Рудные минералы в жилах отлагаются в зальбандах и по трещинам в кварце и представлены молибденитом, пиритом, халькопиритом, ковеллином, шеелитом, гематитом, висмутином, золотом. Наблюдения показывают, что золотоносные метасоматиты с сульфидной и висмутовой минерализацией, сопровождаемые грейзенизацией (мусковит-кварцевыми метасоматитами), могут быть наложенными на раннегерцинские слабозолотоносные шеелит-кварцевые жилы и занимают секущее положение по отношению к ним. Содержание золота в метасоматитах с сульфидами достигает 3,5 г/т. Вмещающие гранитизированные кристаллические сланцы также, как плагиогнейсы из гнейсовых блоков, в объеме всего блока характеризуются низкими фоновыми содержаниями золота ( $x=1,35$  мг/т, Джабык-Карагайский комплекс;  $x=1,4$  мг/т, Адамовский комплекс), при метасоматических преобразованиях оно возрастает и в рудных кварцевых жилах может достигать граммовых содержаний. Кварц кварцевых жил, в которых рудная минерализация отсутствует, подвергся грануляции, рекристаллизации с очищением от микропримесей, при значительной протяженности и мощности используется для плавки многокомпонентных стекол и в качестве сырья для синтеза кварца. Второе направление в гидротермально-метасоматических

преобразованиях связано с активизацией тектонической деятельности после завершения образования кварц-жильной минерализации и наложенного на них рудоотложения. При наличии контакта толщ метавулканитов с карбонатными отложениями, хлоритипные растворы преобразуются в бикарбонат-хлоридные и приобретают отчетливо щелочную характеристику (рис. 3, правая ветвь). Бикарбонатная специализация растворов приводит к значительному расширению щелочной обстановки до более низких температур. В условиях зеленосланцевой фации и хрупких деформаций при жилообразовании происходит вскипание растворов, а падение давления стимулирует осаждение кварца с образованием кварцевых и кварц-карбонатных жил.

Кварцевые жилы, сложенные полупрозрачным светло-серым кварцем с характерным блеском, мощностью до 1,5–2,5 м, содержат рудную минерализацию в количестве 1–3 % (пирит, тетраэдрит, пирротин, галенит, сфалерит, халькопирит, самородное золото, шеелит, теллуриды). Золото чаще всего содержится в кварце. Его выделения приурочены к трещинам, пересекающим кварц, или к границам зерен кварца. В зальбандах кварцевых жил пирит образует гнездообразные скопления, содержит золото в количестве 3,6–3,4 г/т, иногда 20–30 г/т.

Углекислота, образующаяся при вскипании бикарбонатных растворов, перемещаясь в верхние горизонты кварц-жильного поля, накапливается под различными экранами, что приводит к формированию хрусталеносных зон аргиллизитов. Этот процесс промоделирован в экспериментах [17] и зафиксирован на хрусталеносных объектах [16–18]. Щелочные бикарбонатно-хлоридно-натровые растворы обладают большой агрессивностью по отношению к кремнезему и производят выщелачивание встречающихся на их пути кварцевых жил. Углекислота, раскисляя растворы, стимулирует осаждение кремнезема, а так как последнее идет в существенно закрытой системе, то в растворах концентрация кремнезема уже значительно ниже, чем при образовании жил, поэтому наблюдается медленный рост качественных кристаллов горного хрусталя. Формирование кристаллов в полостях, обычно происходило

уже из существенно хлоридно-натровых растворов, когда бикарбонатная составляющая была в значительной мере израсходована на образование карбонатов.

Области формирования хрусталоносных гнезд по температуре и щелочности растворов и области раннего рудоотложения сульфидов с золотом перекрывают друг друга. В процессе хрусталообразования при наложении гнезд на рудные жилы нередко отмечается переотложение рудных минералов, в том числе и золота, в хрусталоносных гнездах.

Литохимические съемки, выполненные на месторождениях, показали, что хрусталоносные зоны обрамляются контрастными ореолами сурьмы, мышьяка, серебра, свинца, висмута, меди и полями развития сульфидов. Совмещение хрусталоносных и золоторудных жил кроме Урала наблюдается на Дальнем Востоке, Памире, Кавказе, Тянь-Шане, Казахстане и в других регионах [16, 18].

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИГГ УрО РАН (гос. регистрации № АААА-А18-118052590028-9).*

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В., Кременецкий А.А. и др. Магматический контроль гидротермального золотого оруденения на Урале. // Эндогенное оруденение в подвижных поясах. – Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2007. – С. 181–184.
- 2 Калинин А.С., Ревердатто В.В. Модель глубинного плутонометаморфизма и анатексиса. // Докл. АН СССР, 1977. т. 237, № 5. – С. 1167–1170.
- 3 Хомичев В.Л., Бухаров Н.С., Чунихина Л.Е. Эталон Бийхемского габбро-диорит-сиеногранитового комплекса (Восточная Тува). – Новосибирск, СНИИГГиМС, 2007. – 250 с.
- 4 Косалс Я.А. Источники и способы обогащения рудным веществом ювенильных растворов в процессе формирования редкометалльных месторождений, связанных с гранитными интрузиями. // К вопросу об источнике вещества эндогенных рудных месторождений. – Алма-Ата, КазИМС, 1970. – С. 105–115.
- 5 Старостин Б.И. Структурно-петрофизический анализ эндогенных рудных полей. – М.: Недра, 1979. – 240 с.
- 6 Летников Ф. А., Вилор Н. В. Золото в гидротермальном процессе. – М.: Недра, 1981. – 224 с.
- 7 Рундквист Д.В., Денисенко В.К., Павлова И.Г. Грейзеновые месторождения. – М.: Недра, 1970. – 328 с.
- 8 Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А. Месторождения золота Урала. – Екатеринбург: УГГГА, 2001. – 622 с.
- 9 Щерба Г.Н. Формирование редкометалльных месторождений Центрального Казахстана. – Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1960. – 379 с.
- 10 Ферсман А.Е. Избранные труды. – Т. IV. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 742 с.
- 11 Летников Ф.А. Синэнергетика геологических систем. – Новосибирск: Наука. 1992. – 228 с.
- 12 Блюман Б. А. Эндогенные режимы и типы метаморфизма складчатых областей. – М.: Недра, 1985. – 133 с.
- 13 Рябчиков И. Д. Термодинамика флюидной фазы гранитоидных магм. – М.: Наука, 1975. – 230 с.
- 14 Белеванцев В. И., Колонин Г. Р., Васильева Н. Г. и др. Возможные формы нахождения и растворимости золота в рудообразующих растворах. // Гидротермальное низкотемпературное рудообразование и метасоматоз. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 83–117.
- 15 Говоров И. Н. Термодинамика ионно-минеральных равновесий. – М.: Наука, 1977. – 249 с.

16 Огородников В.Н., Сазонов В.Н. Соотношение золоторудных и хрусталеносных месторождений обрамления гнейсовых блоков Урала. – Свердловск: УрО АН СССР, 1991. – 72 с.

17 Глюк Д. С. Экспериментальные исследования условий образования гидротермальных золоторудных месторождений. // Современные проблемы теоретической и прикладной геохимии. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 124–132.

18 Огородников В.Н. Закономерности размещения и условия сопряженного образования кварцево-жильных, хрусталеносных и золоторудных месторождений Урала: Дис... д-ра геол.-минер. наук. – Екатеринбург, 1993. – 470 с.

В.Н. ОГОРОДНИКОВ<sup>1</sup>, Ю.А. ПОЛЕНОВ<sup>2</sup>, А.Ю. КИСИН<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Екатеринбург қ., Ресей Федерациясы

## ОРАЛДЫҢ КВАРЦ-ЖЕЛІЛІК ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ҮЛГІСІ

Оралда кварц-желілік типті кен орындары кең тараған, олардың негізгі кенді денелері кварц желілер болып табылады. Мақала авторлармен осындай кен орындарының геологиялық құрылысын егжей-тегжейлі зерттеген вольфрамдық, алтын, молибден және хрустальдық минералдану байланысты кварц-желілік құрылымдарын қалыптастыру үлгісін ұсынды. Үлкен көлемдегі кварц денелерінің пайда болу жолдарының бірі кварц орындайтын камералардың пайда болуы арқылы гранит интрузивтерінің жекелеген блоктарының шөгуге байланысты екендігі көрсетілген.

**Негізгі сөздер:** кварц желілері, гранитоидтар, интрузивтер, коллизия, кварц-желілік құрылымдары.

YU.A. POLENOV<sup>1</sup>, V.N. OGORODNIKOV<sup>2</sup>, A.YU. KISYN

<sup>1,2,3</sup> City of Yekaterinburg, Russian Federation

## MODEL OF FORMATION OF QUARTZ-VEINED BODIES OF THE URALS

In the Urals quartz-veined deposits are widespread, where quartz veins are the main ore bodies. The authors of the article, who studied the geological structure of such deposits in detail, proposed a model for the formation of quartz-veined bodies, with which tungsten, gold, molybdenum and crystal mineralization are associated. It has been shown that one of the ways of formation of quartz bodies of large volumes is due to the subsidence of separate blocks of granite intrusions with the formation of chambers executed with quartz.

**Keywords:** quartz veins, granitoids, intrusives, collision, quartz-veined bodies.



## ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПЛОЩАДЕЙ ПРИКАСПИЙСКО- ГУБИНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

**Л.А. СУЛТАНОВ<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup>научный сотрудник лаборатории «Физические свойства горных пород месторождений полезных ископаемых»

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,  
г. Баку, Азербайджанская Республика

В статье рассмотрено установление связей между глубинным геологическим строением Прикаспийско-Губинской области и физическими параметрами пород осадочного чехла, проведен анализ данных об изменении объемного веса и скорости упругих волн по площади и глубине.

С целью изучения характера изменения физических свойств пород с глубиной для некоторых нефтегазоносных областей применен графоаналитический метод. В результате применения этого метода найдены аналитические выражения изменения физических параметров с глубиной для Прикаспийско-Губинской области.

**Ключевые слова:** физические свойства, плотность, скорость продольных волн, графоаналитический метод, глина, известняк.

В связи с изучением перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих отложений в последние годы в Азербайджане в значительном объеме проводились геолого-поисковые и геофизические работы. На основании результатов этих работ выработаны критерии, которые являются основой для проведения дальнейших исследований. Отмечено, что данный седиментационный бассейн в основном погружался в мезо-кайнозойское время. Вследствие этого исследователи не сомневаются, что эти отложения высокоперспективные в центральной части исследуемой территории и на больших глубинах, но количественное решение проблемы остается открытой.

Изучение вещественного состава, коллекторских свойств пород и строения глубокозалегающих толщ сейсмическими методами как один из способов прогнозирования и не антиклинальных ловушек, в Прикаспийско-Губинском нефтегазоносном районе позволило уточнить коллекторские свойства глубокозалегающих слоев.

Прикаспийско-Губинский нефтегазоносный район расположен в северо-восточной части Азербайджанской Республики и охватывает большую прибрежную часть Каспийского моря. Относится к северному склону юго-восточного погружения мегантиклинория Большого Кавказа в составе Гусар-Шабранского синклиория.

На исследуемой территории нефтегазоносны верхнемеловые, эоценовые, олигоцен-миоценовые (майкоп), средне-верхнемиоценовые, и плиоценовые отложения. Промышленные скопления нефти и газа сосредоточены на месторождениях Сиязанской моноклинали. В Яламе, Худате, Талаби, Шурабад, Бегимдаг, Текчай и др. площадях, несмотря на малое количество все же встречаются нефтегазовые скопления. В целом на юго-восточном окончании Большого Кавказа среди 45 локальных поднятий выявлено и сдано в эксплуатацию 7 нефтегазовых месторождений, к которым относятся Сиязанская моноклинали, Чандагар-Зарат, Сиязань-Нардаран, Саадан, Амирханлы, Заглы и Зейва,

а также выявлены перспективные структуры Агзы-бирчала и Зарат-дениз. В последних, предусмотрено проведение глубокого поисково-разведочного бурения [1–3].

Район, имеющий сложное геологическое строение, по характеру нефтегазо-насыщения, структурно-тектоническим и геологическим особенностям, делится на несколько зон. Так, горная зона моноклинали, представлена верхнемеловыми, палеоген-миоценовыми, а равнинная – плиоценовыми отложениями. Коллекторские свойства всех отложений изучены достаточно детально.

Основными перспективными объектами Сиязанской моноклинали являются меловые и палеоцен-миоценовые отложения. Изменение коллекторских свойств пород по данным глубоких и мелких скважин показывает, что значения пористости и проницаемости в отдельных тектонических блоках, а также другие особенности существенно отличаются друг от друга. Наблюдается сохранение коллекторских свойств пород в относительно глубоких частях разреза. При этом на некоторых площадях коллекторские свойства пород улучшаются со стратиграфической глубиной.

Наибольшая глубина залегания отложений сумгаитской свиты, вскрытых скважинами на площади Зейва, составляет 820–2415 м. Здесь, в глинистых породах, плотность составляет 1,90–1,95 г/см<sup>3</sup>, пористость 20–25% (в некоторых случаях достигает до 30%), скорость распространения ультразвуковых волн 1200–1300 м/сек. Плотность алевролитов майкопского возраста изменяется в пределах 2,56–2,65 г/см<sup>3</sup>, пористость 15–30%, скорость распространения ультразвуковых волн 2000–2500 м/сек. Плотность песчаников составляет 2,07–2,55 г/см<sup>3</sup>, пористость 8,2–22,5%. Скорость распространения ультразвуковых волн в песчаниках, так же как и в других породах в зависимости от их литологического состава, изменяется, в пределах 950–4000 м/сек.

Породы палеогенового возраста, участвующие в геологическом строении моноклинали, в связи с метаморфическими изменениями имеют следующие физические свойства: плотность 2,05–2,65 г/см<sup>3</sup>, пористость 8,5–30%, скорость распространения ультразвуковых волн 2100–4000 м/сек.

Таким образом, с целью изучения фи-

зических характеристик пород мел, палеоцен-миоценового возраста с глубиной и по площадям Сиязанской моноклинали, на основании отобранных из скважин образцов был осуществлен сравнительный анализ всех параметров.

На месторождении Зейва четкой закономерности в уменьшении проницаемости пород со стратиграфической глубиной не наблюдается, однако в целом происходит стабилизация их значений в пределах 0,001. Значения проницаемости и пористости не поддаются корреляции. Слабо выраженная закономерность проявляется в снижении значений пористости со стратиграфической глубиной. Не наблюдается также какой-либо закономерности между карбонатностью и проницаемостью. Очевидно, это связано, в общем, с малыми значениями карбонатности. Отсутствие корреляции между пористостью, проницаемостью и карбонатностью, а также закономерности в изменении пористости и проницаемости со стратиграфической глубиной может быть связано с вариациями количества глиняной фракции в рассматриваемых породах.

На площади Бегимдаг-Текчай по данным двух стратиграфических интервалов нижнемелового возраста карбонатность пород увеличивается со стратиграфической глубиной, тогда как пористость и проницаемость уменьшаются в этом же направлении.

На площади Текчай по данным трех интервалов в нижнем мелу карбонатность возрастает со стратиграфической глубиной (сверху вниз), в этом же направлении в целом возрастает и пористость, тогда как происходит резкое уменьшение проницаемости в этом же направлении.

В свою очередь на площади Яшма рассматриваемые параметры были изучены сверху вниз в меотисе, сармате и нижнем мелу. Согласно результатам анализа карбонатность была установлена только в нижнемеловых отложениях. Пористость незначительно возрастает сверху вниз, тогда как проницаемость в целом увеличивается в этом же направлении в сотни раз.

Как следует из приведенного описания рассматриваемых параметров на различных площадях, четко выраженной закономерности в изменении их значений с глубиной

не наблюдается.

Также была установлена прямая зависимость между возрастанием плотности и скорости распространения ультразвуковых волн в меловых отложениях в северном (Яламинское поднятие) и южном (Тенгиалты-Бешбармагский антиклинорий) направлениях. При этом с увеличением глубины в большом диапазоне изменяются гранулометрический состав и физические свойства пород.

Проведенные анализы дали возможность выявить литологическую неоднородность основных комплексов, связанную с палеогеографическими и палеотектоническими условиями их формирования. Была также выявлена закономерность между изменениями коэффициентов пористости и проницаемости.

Изучение характера распространения ультразвуковых волн показало, что, несмотря на определенные изменения плотности верхнемеловых пород в пределах Сиязанской моноклинали, скорость распространения ультразвуковых волн с глубиной повышается. При этом характер изменения скорости в известняках и карбонатно-глинистых породах почти одинаков, т.е. в этих породах она значительно выше, чем в некарбонатных.

Для выявления взаимосвязи между изменением плотности пород и скорости распространения продольных сейсмических волн между глубокозалегающими и надстилающими литофациальными комплексами в Прикаспийско-Губинской области был проведен анализ этих данных по площади и разрезу глинисто-карбонатных пород мелового возраста. Из анализа, следует значительное, увеличение значений плотности и скорости продольных волн в меловых отложениях к северу (Яламинское поднятие) и к югу (Тенгинско-Бешбармагский антиклинорий) от Сиязанской моноклинали.

С целью изучения характера изменения свойств пород, с глубиной для также некоторых нефтегазоносных площадей Прикаспийско-Губинского района применен графоаналитический метод (М.Л. Озерская, 1967). В результате были найдены аналитические выражения изменения физических параметров пород с глубиной для Прикаспийско-Губинской области. Из анализа полученных данных видно, что в Прикаспийско-Губинской

области, несмотря на незначительное изменение плотности пород верхнего мела с глубиной, скорость продольных волн в них сильно возрастает в этом же направлении. Закономерность изменения скорости продольных волн с глубиной в известняках и карбонатно-глинистых породах почти одинакова. Следует отметить, что в тектонически сложных структурах Прикаспийско-Губинской области применение графоаналитического метода для меловых отложений не дало ожидаемых результатов. Здесь наблюдается непоследовательное и скачкообразное изменение физических параметров по разрезу, что может быть связано с изменчивостью палеогеографических условий осадконакопления, последующими процессами изменения, их литификации и тектонических преобразований.

Поднятия Ялама и Худат развиты на юго-восточном погружении Большого Кавказа. Эти структуры сложены породами мезокайнозойского возраста. Нефтегазоносность данных площадей изучена сейсморазведкой и поисково-разведочным бурением. В районе нефтегазоносные отложения верхнего мела, палеоцена, эоцена, олигоцен-миоцена (майкоп) и средне-верхнего миоцена. Из этих отложений нефть и газ промышленного значения добывается на поднятиях Сиязанской моноклинали, Ялама, Худат, Талаби, Шурабад, Бегимдаг-Текчай и др., где выявлены мелкие нефтегазовые скопления.

Говоря о структурно-тектонических особенностях Юго-Восточного погружения Большого Кавказа, наряду с локальными поднятиями общекавказского простирания в некоторых случаях имеют развитие структуры антикавказского простирания. Основные структуры Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района Ялама, Худат и Агзыбирчалинское поднятие отделяются от Гусарской структуры и Талаби-Гайнарджинской антиклинальной зоны широкой синклиналию. В состоящей из двух частей впадине с северо-запада на юго-восток мощность палеогеновых отложений увеличивается от 1000 до 1500 метров. Впадина, расширяясь в юго-восточном направлении, продолжается в акватории Каспийского моря. Мощность палеогеновых отложений на поднятиях Ялама и Худат изменяется от 100 м до 370 м. Несмотря на то, что структура Худат замыка-



ется 200-метровой палеоизогипсой, на участке Ялама наличие замкнутой структуры не наблюдается [4–6].

О высокой перспективности верхне-меловых, палеоцен, эоцен, олигоцен-миоценовых отложений в центральной части исследуемой территории и в целом в глубокозалегающих толщах этих площадей нет сомнений, но количественное выражение данной проблемы пока не нашло своего решения. В пределах рассматриваемых площадей мезозойские отложения полностью вскрыты бурением (2600–3700 м).

Следует отметить что плотность, granulометрический состав, карбонатность, скорость распространения ультразвуковых волн, магнитная восприимчивость, пористость, проницаемость пород отобранных из глубоких разведочных скважин, пробуренных на поднятиях Ялама и Худат, были исследованы современными методами.

В пределах рассматриваемых площадей карбонатность, коллекторские свойства, плотность и скорость распространения сейсмических волн были изучены от нижнего плиоцена (продуктивная толща – ПТ) до юрских отложений включительно.

Отложения ПТ залегают на глубинах 955–1235 м, они представлены в основном глинистыми песчаниками с низкой карбонатностью (11,6%). При пористости 20,2% проницаемость составляет  $1837 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ , а плотность 2,1–2,5 г/см<sup>3</sup>. Средняя скорость распространения ультразвуковых волн в этих отложениях составляет – 2800 м/сек.

Сарматские отложения вскрыты в интервале глубин 1236–1460 м. Они представлены чередованием песчаников, аргиллитов и глин с карбонатностью более 15%, пористостью до 20%, проницаемостью более  $25 \times 10^{-15} \text{ м}^2$  при плотности пород 2,15–2,57 г/см<sup>3</sup>. Скорость распространения ультразвуковых волн составляет – 2000 м/сек.

Уменьшение скорости распространения ультразвуковых волн в сарматских отложениях при почти одинаковой плотности с отложениями ПТ может быть связано с повышенной глинистостью разреза.

Отложения караганского яруса залегают на глубинах 1462–1864 м и представлены глинами с карбонатностью более 14%, пористостью более 20% при проницаемости

$730,5 \times 10^{-15} \text{ м}^2$  и плотности 2,11–2,67 г/см<sup>3</sup>. Скорость ультразвуковых волн составляет – 1900 м/сек. В данном случае уменьшение скорости ультразвуковых волн возможно связано со слабой цементацией песчаников.

Чокракский горизонт на исследуемых площадях вскрыт на глубинах 1870–2080 м и представлен глинами плотностью 2,08–2,68 г/см<sup>3</sup>, с карбонатностью – 38%, при пористости более 21,7% и проницаемости  $9,2 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ . Скорость ультразвуковых волн составляет – 1750 м/сек. Как следует, из приведенных данных в чокракском горизонте наиболее четко проявляется обратная зависимость между карбонатностью разреза и скоростью ультразвуковых волн, как и в предыдущих стратиграфических интервалах, т.е. повышение карбонатности способствует снижению скорости ультразвуковых волн.

Майкопская серия в районе исследованных вскрыта в интервале глубин 2080 – 2585 м, литологически сложена чередованием глин и песчаников с карбонатностью достигающей более 76,3%, при пористости 15,7% и полном отсутствии проницаемости, с относительно, высокой плотностью (2,29–2,72 г/см<sup>3</sup>) и повышенной скоростью ультразвуковых волн (2500 м/сек).

На рассматриваемых площадях мезозойский разрез начинается с маастрихтского яруса выявленного в интервале глубин 2596 – 2598 м и выраженного глинистым известняком плотностью 2,63–2,72 г/см<sup>3</sup>, карбонатностью более 32,8%, при пористости 5,0% и полным отсутствием проницаемости. Скорость ультразвуковых волн резко повышается до 4700 м/сек. Очевидно, глинизация известняка и высокое уплотнение привели к исчезновению проницаемости и повышению скорости ультразвуковых волн.

Коньякский ярус залегают на глубинах 2610–2633 м, представлен глинистыми известняками с карбонатностью более 66%, при пористости более 5% и проницаемости до  $0,01 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ . Плотность пород составляет более 2,6 г/см<sup>3</sup>, скорость ультразвуковых волн как у предыдущих такого же состава пород составляет – 4700 м/сек.

Туронские отложения, вскрытые на глубинах 2633–2735 м, представлены мергелями и глинистыми известняками с карбонатностью более 84%, пористостью более 4% и

проницаемостью  $1,45 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ . Плотность этих пород составляет  $2,60\text{--}2,67 \text{ г/см}^3$ , а скорость ультразвуковых волн несколько ниже, чем в породах коньякского яруса и составляет –  $4350 \text{ м/сек}$ . Можно полагать, что падение скорости ультразвуковых волн связано с многократным повышением пористости в туронских отложениях.

Альбский ярус в пределах исследуемых площадей, вскрыт на глубинах  $3061\text{--}3074 \text{ м}$  и представлен песчаниками с карбонатностью  $22\%$ , пористостью более  $7\%$  и отсутствием проницаемости. Плотность альбских песчаников составляет  $2,62\text{--}2,75 \text{ г/см}^3$ . Скорость продольных волн в этих породах возрастает до –  $4500 \text{ м/сек}$ . Очевидно, первопричиной возрастания скорости ультразвуковых волн в альбских песчаниках является их относительно высокая плотность и низкая пористость.

Аптские отложения вскрыты в интервале  $3074\text{--}3229 \text{ м}$ , сложены глинистыми известняками и аргиллитами с карбонатностью более  $23\%$  и отсутствием проницаемости. Плотность этих пород составляет  $2,48 \times 2,63 \text{ г/см}^3$ .

Скорость ультразвуковых волн в этих породах падает до –  $3850 \text{ м/сек}$ , что очевидно связано со снижением плотности и повышением пористости пород.

Барремский ярус представлен песчаниками и вскрыт в интервале глубин  $3605\text{--}3696 \text{ м}$ . Карбонатность пород составляет около  $4\%$ , при пористости до  $11\%$ , проницаемости  $0,45 \times 10^{-15} \text{ м}^2$  и плотности  $2,50\text{--}2,62 \text{ г/см}^3$ . Скорость ультразвуковых волн составляет –  $3000 \text{ м/сек}$ . Существенное понижение скорости ультразвуковых волн относительно их скорости в аптских отложениях, при почти одинаковой их плотности и незначительной разнице других параметров, может быть связано с резким падением карбонатности в песчаниках барремского яруса.

Юрские отложения в пределах исследуемых площадей были вскрыты на глубинах  $3441\text{--}3608 \text{ м}$ . Литологически они представлены преимущественно алевролитами и песчаниками с карбонатностью около  $56\%$ , то есть значительно выше, чем у барремских песчаников.

Пористость юрских отложений на  $0,65\%$

выше, чем у барремских, они непроницаемы при плотности  $2,53\text{--}2,62 \text{ г/см}^3$ , то есть такой же, как у барремских песчаников. Однако скорость ультразвуковых волн в юрских породах на  $450 \text{ м/сек}$  выше, чем в барремском разрезе [7–10].

Как видно, из вышеизложенного, скорость ультразвуковых волн коррелируется с пористостью пород, находясь с ней в обратной зависимости в кайнозойских породах. Менее четко это проявляется в мезозойских породах. Относительно слабая корреляция в виде прямой зависимости имеет место между значениями карбонатности пород и скоростью ультразвуковых волн. В целом же скорость ультразвуковых волн с некоторыми отклонениями возрастает со стратиграфической глубиной. Более устойчивая прямая зависимость прослеживается между плотностью пород и скоростью ультразвуковых волн.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. 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 особенностями развития локальных поднятий.

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

3. Скорость распространения ультразвуковых волн возрастает в известняках, реже, в породах с повышенной карбонатностью, а с некоторыми отклонениями, со стратиграфической глубиной.

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

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Юсифзаде Х.Б. Применение современных технологий в области разведки и добычи нефтегазовых месторождений в Азербайджане. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – Баку, 2013. – № 7–8. – С. 3–13.
- 2 Керимов К.М., Рахманов Р.Р., Хеиров М.Б. Нефтегазоносность Южно-Каспийской мегавпадины. – Баку, 2001. – 317 с.
- 3 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.
- 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. – 227 с.
- 5 Халифазаде Ч.М., Магомедов А.М. Среднеюрские отложения восточной части Большого Кавказа. – М.: Наука, 1982. – 271 с.
- 6 Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. / Под ред. Н. Б. Дортман. – М.: Недра, 1976. – 527 с.
- 7 Гурбанов В.Ш., Султанов Л.А., Аббасова Г.Г. Литолого-петрографические и коллекторские свойства мезо-кайнозойских отложений Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района. // Геофизические новости Азербайджана. – 2014. – №3-4. – С. 10–13.
- 8 Гурбанов В.Ш., Нариманов Н.Р., Султанов Л.А., и др. О литолого-петрофизических свойствах мезо-кайнозойских отложений Сиязанской моноклинали и Ялама-Худатской антиклинали. – г. Пермь, Россия. – Вестник ПНИПУ. – Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – №20. – С. 205–219.
- 9 Алиева И.Т. К петрографии и генезису обломочных пород среднеюрских отложений Прикаспийской впадины. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – Баку, 2006. – № 8. – С. 12–15.
- 10 Алиева И.Т., Халифа-заде Ч.М. Литолого-палеогеографические критерии перспектив нефтегазоносности среднеюрских отложений Прикаспийской впадины (Азербайджан) / Труды Международной Конференции. – Вып. 2. – Киев, 2005. – С. 65–68.

Л.А. СУЛТАНОВ<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Баку қ., Әзірбайжан Республикасы

### КАСПИЙ МАҢЫ ЖӘНЕ ГУБИНСК МҰНАЙГАЗДЫ АУДАНЫ АЛАҢДАРЫНЫҢ ТЕРЕНДЕТЕТІН МҰНАЙ-ГАЗ КОЛЛЕКТОРЛАРЫНЫҢ ПЕТРОФИЗИКАЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада Каспий-Губа аймағының терен геологиялық құрылымы мен шөгінді жамылғы жыныстарының физикалық параметрлері арасындағы байланыстарды құру туралы айтылады, көлем мен салмақтың өзгеруі туралы мәліметтер талданып, аудан мен терендіктегі серпімді толқындардың жылдамдықтары анықталды.

Кейбір мұнайгазды аудандар үшін терендігі бойынша тау жыныстарының физикалық қасиеттерінің өзгеру сипатын зерттеу үшін графикалық аналитикалық әдіс қолданылды. Осы әдісті қолдану нәтижесінде Прикаспий-Губа аймағы үшін физикалық параметрлердің терендігімен өзгеруіне арналған аналитикалық өрнектер табылды.

**Түйінді сөздер:** физикалық қасиеттері, тығыздығы, бойлық толқын жылдамдығы, графикалық-аналитикалық әдіс, саз, әктас.

L.A. SULTANOV<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>*City of Baku, The Republic of Azerbaijan*

#### **PETROPHYSICAL FEATURES OF DEEP-LYING OIL AND GAS AREA COLLECTORS OF THE CASPIAN-GUBINSK OIL AND GAS REGION**

In the article of the relations between deep geological structure of Caspian-Guba region and physical parameters of sedimentary rock has been considered, analysis of data about changes of volume weight and velocities of elastic wave on the area and depth has been carried out.

For studying character of change of physical properties of the rocks for oil gaseous regions, grapho-analytic method has been applied. As a result of this application analytical expressions of the change of physical parameters with the depth for Caspian-Guba region and rivers have been found.

**Keywords:** physical properties, density, velocity of longitudinal waves, grapho-analytic method, slurry, limestone, petroleum potential, hydrocarbon reservoirs.

### **НОВОСТИ ГЕОЛОГИИ**

#### **На Украине вырастили самый большой в мире алмаз**

На Украине был выращен самый большой на планете алмаз. На сегодняшний день камень-рекордсмен находится в Соединенных Штатах Америки, он прошел сертификацию на рекорд. До сих пор камень изучается иностранными экспертами.

Вес выращенного камня составляет 109 карат. До этого самым крупным выращенным алмазом, был камень от 10 до 20 карат.

По словам, президента Союза ювелиров Украины Дмитрия Выдолоба, по своим физико-геоммологическим свойствам лабораторно выращенные алмазы ничем не отличаются от натурального камня. Стоимость их ниже, так как выращивание от начала и до конца находится под контролем человека и камни не нужно искать.

Искусственно созданный драгоценный камень уже продан за 500 тысяч долларов.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_na\\_ukraine\\_vyirastili\\_samyiy\\_bolshoy\\_v\\_mire\\_almaz.html](https://catalogmineralov.ru/news_na_ukraine_vyirastili_samyiy_bolshoy_v_mire_almaz.html)

#### **На Марсе обнаружены крупные запасы воды**

Итальянские ученые, используя метод радиолокационного зондирования, открыли большие запасы воды на Марсе. На одном из марсианских полюсов обнаружено 4 подземных озера, которые сообщаются между собой. Объем найденной воды оценивается в несколько миллионов кубических метров, глубина залегания озер составляет от 1,5 до 3 километров от поверхности планеты.

Ученые считают, что вода в подземных полостях содержит много тяжелых солей, но ее жидкое состояние не вызывает сомнений.

Первые следы наличия воды на поверхности красной планеты найдены в 2015 году с помощью аппарата Curiosity. Траектория его движения исследована мощным радиотелескопом MARSIS, размещенного на орбитальной станции Mars Express. В 2018 году обнаружено первое подземное озеро, в сентябре 2020 – еще три. Новые данные о Марсе позволяют рассчитывать на наличие жизни на данной планете в уже локализованных местах.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_na\\_marse\\_obnarujenyi\\_krupnyie\\_zapasyi\\_vodyi.html](https://catalogmineralov.ru/news_na_marse_obnarujenyi_krupnyie_zapasyi_vodyi.html)

### **В Бухаре открыта скважина природного газа и газового конденсата**

На месторождении «Шортак» в результате поручения Председателя правления акционерного общества «Узбекнефтегаз» в рамках «Программы развития и воспроизводства углеводородно-сырьевой базы» проводятся буровые работы. Месторождение «Шортак» располагается на территории Каракульского района Бухарской области и открыто 2017 году.

В апреле 2020 года в поисковой скважине №2 месторождения «Шортак» рабочие приступили к бурению, цель изучения которого – нефтегазоносность юрских отложений. Скважина пробурена до проектной глубины 2800 метров и начаты пообъектные испытания в целях определения нефтегазоносности. В результате испытания скважины в терригенно-юрских отложениях в интервалах 2518-2514 м, 2496-2492 м (XVIII) получен промышленный приток природного газа.

Суточный дебит составляет газа 112 тысяч кубических метров и конденсата 1,6 тысяч кубических метров. В скважине проведены работы по исследованию для определения параметров пластов. Работы по испытанию продолжатся для определения нефтегазоносности.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_v\\_buhare\\_otkryita\\_skvajina\\_prirodnogo\\_gaza\\_i.html](https://catalogmineralov.ru/news_v_buhare_otkryita_skvajina_prirodnogo_gaza_i.html)

### **Органические краски и Пигменты**

Пигменты – их виды и применение

Человечество использует пигменты на протяжении тысяч лет. Первыми пигментами, которые стали использоваться для окрашивания одежды и в изобразительных искусствах, были красители, изготовленные из растений и минеральных солей. Сегодня многие предпочитают использовать более современные краски на основе полимеров – их можно приобрести, например, на сайте <https://odyssey2000.ru/chernye-kraski/>. Тем не менее, еще остались области, в которых без использования натуральных красителей просто не обойтись.

Минеральные пигменты

Минералы в качестве красителей люди начали использовать еще в доисторические времена. На самом раннем этапе развития человеческой цивилизации пигменты применялись для нанесения ритуальных рисунков на тело. Самые первые свидетельства о таком использовании минералов были найдены в Замбии.

Наиболее популярным пигментом была ляпис-лазурь. Это полудрагоценный непрозрачный камень, который бывает окрашен, в самые разные оттенки синего — от небесно-голубого до черно-фиолетового цвета. Древние люди растирали такие камни в порошок, смешивали его с органическим связующим и получали, таким образом, краску. Все цветные минералы можно посмотреть тут.

Позже, появились первые синтетические минеральные краски на основе комплексных солей свинца, алюминия, титана, меди и других металлов. Их уже не добывали в чистом виде, а получали при помощи химических реакций. Сегодня минеральные пигменты используются в живописи и иконописи, производстве стеклянной и керамической посуды.

Органические краски

Новый толчок к развитию производство пигментов получило с изобретением органических красителей. В конце 19 века были открыты краски на основе анилина. Позже появились акриловые краски. Анилиновые красители имели одно неприятное свойство – они изготавливались из токсичного анилина и сами иногда тоже могли быть ядовиты.

Синтетические краски на основе полиакрилатов, сегодня представляют основную долю рынка красителей. Их применяют в живописи и наружной отделке, строительстве и производстве керамических изделий.

Акриловые краски разбавляются водой, но при высыхании приобретают гидрофобные свойства и не поддаются действию воды и водных растворов. Акриловые краски очень широко

используются в живописи и дизайне интерьеров. По сравнению с другими красками, они отличаются быстрым временем высыхания, могут наноситься как в очень жидком, так и в пастообразном состоянии. В акриловые краски можно вносить добавки, позволяющие придавать им нужные свойства. Они хорошо ложатся на стекло, холст, металл, дерево и другие материалы.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_organicheskie\\_kraski\\_i\\_pigmentyi.html](https://catalogmineralov.ru/news_organicheskie_kraski_i_pigmentyi.html)

### **Уникальный бриллиант из Якутии продают за 3 миллиарда рублей**

Чистый розовый алмаз, масса которого составляет 27,85 карата, был добыт 9 октября 2017 года на россыпи «Эбелях» в Якутии. Он стал самым крупным розовым камнем в истории добычи алмазов в России и был признан лучшей находкой года по версии издания The National Jeweler.

Огранка осуществлялась в Москве, на гранильном предприятии «Бриллианты АЛРОСА», итоговый вес ограненного кристалла составил 14,83 карата. Бриллиант был назван «Призрак Розы» – в честь знаменитого балета в постановке Михаила Фокина, в котором танцевал Вацлав Нижинский.

По оценкам аукционного дома, алмаз уйдет с аукциона за сумму от 23 до 38 миллионов долларов. Розовые алмазы – очень редкая находка в природе. А в последнее время среди людей с достатком вырос спрос на приобретение полученных из розовых алмазов бриллиантов.

В связи с тем, что к концу года закроются шахты месторождения Аргайла, которое является поставщиком 90 процентов высококачественных розовых бриллиантов на рынке, интерес коллекционеров, любителей и интересующихся ожидается необычно высокий.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_unikalnyiy\\_brilliant\\_iz\\_yakutii\\_prodayut\\_za\\_3.html](https://catalogmineralov.ru/news_unikalnyiy_brilliant_iz_yakutii_prodayut_za_3.html)

### **Индийская ювелирная компания попала в книгу рекордов Гиннеса, создав кольцо с 7 801 бриллиантом**

Индийская ювелирная компания создала кольцо, которое украшено 7 801 бриллиантом. Это событие занесено в Книгу рекордов Гиннеса. Кольцо выполнено в виде редкого и священного гималайского цветка, имеющего 46 лепестков, которые украшены бриллиантами, покрывающими всю их поверхность.

На создание кольца ушло 11 месяцев, оно реализовалось в магазине Diamond Store by Chandubhai в Хайдарабаде, входящем в состав компании Hallmark Jewelers. Кольцо получило название «Божественность – 7801» («The Divine – 7801») и в конечном итоге будет продано с аукциона.

Предыдущий рекордсмен Книги рекордов Гиннеса, компания Lakshika Jewels из Мумбая, установила рекорд в августе 2019 года, создав кольцо с 7 777 бриллиантами, стоимость которого составила 4,9 миллиона долларов. Кольцо было выполнено в форме Храма Лотоса в Дели.

Кольцо «Божественность – 7801» превзошло предыдущего обладателя рекорда из Lakshika Jewels по количеству бриллиантов.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_indiyskaya\\_yuvelirnaya\\_kompaniya\\_popala\\_v\\_knigu.html](https://catalogmineralov.ru/news_indiyskaya_yuvelirnaya_kompaniya_popala_v_knigu.html)

### **В Арктике начинают оттаивать месторождения метана**

Залежи метана в Северном Ледовитом океане, которые известны как «спящие гиганты углеродного цикла», начали высвобождаться на большой площади. Процесс проходит на глубине 350 метров в море Лаптевых.

Ученые опасаются, что данный процесс станет ускорителем глобального потепления. Команда специалистов, которые работают на борту научно-исследовательского судна «Академик Келдыш» сообщают, что большая часть пузырьков в настоящее время растворяется в воде, но уровень метана на поверхности в 4–8 раз превышает ожидаемый.

По словам Эрьяна Густафссона из Стокгольмского университета, который в настоящее время работает на судне, на сегодняшний день вряд ли будет серьезное влияние на глобальное потепление, но процесс уже запущен. Система гидратов метана Восточно-Сибирского склона была нарушена, и процесс будет продолжаться. Озвученные выводы являются предварительными, а реальные масштабы выбросов метана не будут подтверждены до тех пор, пока не будут проанализированы все имеющиеся данные.

Метан имеет согревающий эффект в 80 раз сильнее, чем CO<sub>2</sub>. Температура Арктики сейчас растет более чем в 2 раза быстрее, чем в среднем по миру. Начавшаяся разморозка залежей метана может увеличить скорость глобального нагрева.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_v\\_arktike\\_nachinayut\\_ottaivat\\_mestorojdeniya.html](https://catalogmineralov.ru/news_v_arktike_nachinayut_ottaivat_mestorojdeniya.html)

### **В Азербайджане проведена переоценка запасов трех золоторудных месторождений**

Британская компания Anglo-Asian Mining Plc., которая занимается добычей золота, серебра и меди в Азербайджане, вновь оценила минеральные ресурсы и рудные запасы эксплуатируемых ею месторождений «Гедабек», «Гадир» и «Угур».

Оценка минеральных ресурсов и запасов руды проводилась независимой компанией Mining Plus UK Limited и она была основана на надежных геологических моделях, опирающиеся на данные, собранные во время разработки месторождений, последних геологических и разведочно-буровых работ.

Так, объем пересмотренных общих минеральных ресурсов месторождения «Гедабек» составляет 735 тысяч унций золота и 69 100 тонн меди. Рудные запасы этого месторождения составляют 284 тысячи унций золота и 26 тысяч тонн меди. На сегодняшний день проводится оценка минеральных ресурсов цинка, это позволит определить технические результаты цинка с более высоким содержанием цинка на глубинах. Разработка месторождения «Гедабек» возможна в течение 8 лет.

Объем подтвержденных минеральных ресурсов месторождения «Гадир» составляет 267 тысяч унций золота и 2 183 тонны меди. Рудные запасы этого месторождения составляют 49 тысяч унций золота и 191 тысяч тонн меди.

На месторождении «Угур» в настоящий момент продолжают разведочные работы. Исследование остаточных полезных ископаемых на данном месторождении показывает, что, как и ожидалось, рудник приближается к истощению, но разведка продолжается.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_v\\_azerbaydjane\\_provedena\\_pereotsenka\\_zap](https://catalogmineralov.ru/news_v_azerbaydjane_provedena_pereotsenka_zapasov_treh.html)  
[asov\\_treh.html](https://catalogmineralov.ru/news_v_azerbaydjane_provedena_pereotsenka_zapasov_treh.html)

### **Ученые СПбГУ открыли новый минерал, перспективный для создания аккумуляторов**

Научной группой под руководством профессора кафедры кристаллографии Санкт-Петербургского университета, Станислава Филатова на Камчатке обнаружен новый минеральный вид – петровит. находка названа в честь выдающегося кристаллографа, профессора СПбГУ Томаса Георгиевича Петрова, который первым в мире создал технологию выращивания ювелирного малахита.

Недавняя находка ученых СПбГУ, петровит – это образование голубых глобулярных корочек из таблитчатых кристаллов, которые содержат газовые включения. Минерал состоит из атомов кислорода, серы натрия и меди, которые образуют пористый каркас. Пустоты соединены между собой каналами, по которым могут перемещаться относительно мелкие атомы натрия. Таким образом, ученые установили, что структурный тип петровита является перспективным для ионной проводимости и может использоваться в качестве катодного материала для натрий-ионных батарей.

На сегодняшний день наибольшая проблема для использования представляет небольшое количество переходного металла – меди – в кристаллической структуре минерала. Возможно, ее можно будет решить с помощью синтеза соединения, обладающего такой же структурой, как и петровит, в лаборатории.

Большинство последних открытий минералогов и кристаллографов Санкт-Петербургского университета связано именно с полуостровом Камчатка, однако много новых минералов ученые обнаруживают в самых необычных местах. Среди находок за последние 12 лет есть образцы из полярной Якутии, Кольского полуострова (месторождение Ковдор), Израиля (пустыня Негев), Греции, Танзании, ЮАР, Иордании и многих других.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_uchenyie\\_spbgu\\_otkryili\\_novyiy\\_mineral.html](https://catalogmineralov.ru/news_uchenyie_spbgu_otkryili_novyiy_mineral.html)

### **Мировой выпуск золота может упасть на 15–20 процентов**

По мнению генерального директора компании «Полюс» Павла Грачева, мировые запасы золота с точки зрения качества и количества будут истощаться в долгосрочной перспективе. Это повлияет на производство золота, которое уже находится в состоянии застоя. Относительно прошедшего года данный показатель сократился на 5–10 процентов. На сегодняшний день нет существенных проектов, которые могли бы прервать эту тенденцию. Но если сравнить запасы золота в мире на 2020 год с запасами в 2010 году, то они сократились на 10 процентов.

Если брать показатель среднего содержания золота в руде, то он снизится на 15–20 процентов к 2030 году по миру. В этом случае к 2030 году будет получено среднее содержание на уровне одного грамма золота на тонну руды. Резервы сокращаются, их качество тоже снижается, а затраты на добычу будут увеличиваться.

Главный рыночный стратег Всемирного совета по золоту Джон Рид предположил, что мир пройдет пик по объемам добычи золота уже в ближайшее время. Речь не идет о значительно снижении объемов, однако многие закладывают падение объемов на 5 процентов, а то и на 10 процентов в год. То есть рассчитывать на то, что мировой рынок золота вернется на уровень 2018 года, не приходится.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_mirovoy\\_vyipusk\\_zolota\\_mojet\\_upast\\_na\\_15\\_20.html](https://catalogmineralov.ru/news_mirovoy_vyipusk_zolota_mojet_upast_na_15_20.html)



### Нефрит – излюбленный камень алхимиков

Чаще всего мы видим в ювелирных магазинах зеленый нефрит, мало кто знает, что его цветовая гамма проходит от почти белого через все оттенки зеленого до почти черного.

Нефрит – очень прочный камень, его прочность сравнима с хорошей сталью. И на заре цивилизации люди делали из него оружие. Только потом, научившись ценить красоту и приукрашивать ее мифами, из нефрита стали изготавливать украшения. Более ценными всегда считались равномерно окрашенные образцы, дешевле ценятся камни с пятнами, полосами или эффектом затуманенности.

За долгую историю человечество наделяло нефрит различными сверхъестественными свойствами – божественными, лечебными. Именно к, так называемым камням-амулетам, можно отнести и этот минерал. И по сей день люди верят, что из нефрита получают отличные и действенные счастливые талисманы. Из названия ясно, что нефрит считался хорошим средством от почечных болезней. Родственные нефриту камни – жадеид, жад.

Носить нефрит, прежде всего, советуют людям, желающим больших и благоприятных перемен в жизни. Считается, что этот камень поможет выйти на высший уровень, самосовершенствоваться. И в принципе, неважно, будут ли это серьги, брошь, какая-то статуэтка, или даже шкатулка, вырезанная из нефрита – предмет будет сильным энергетическим амулетом. Если к нему часто прикасаться и благодарить за помощь – хорошая энергетика будет наслаиваться и укрепляться.

Нефрит рекомендуется Водолеям, Козерогам, Девам, Весам.

Браслет из черного нефрита Бяньши

Аксессуары, которые называют «энергетическими», пользуются успехом у многих людей. Таинственная сила минералов вводит в ступор даже ученых, которые с трудом могут объяснить некоторые их свойства. Тем не менее, эти свойства есть.

Черный нефрит Бяньши является одним из тех камней, что издревле пользовался уважением в Китае. Его добывают на месте падения древнейшего метеорита, и больше в мире таких месторождений нет. Камень используют в традиционных оздоровительных процедурах (массаж), а также носят в качестве амулета, который дарит своему владельцу здоровье и молодость на долгие годы. Чтобы Бяньши наиболее полноценно воздействовал на организм человека, требуется обеспечить хороший контакт. Поэтому форма браслета является оптимальной – он прилегает к коже, при этом присутствует эффект трения.

Способность камня генерировать ультразвук и инфракрасное излучение помогают ему вступить в резонанс на клеточном уровне, а содержащимся в нем полезным элементам – проникнуть сквозь кожу и начать свое благотворное действие по обновлению и омоложению клеток. В результате активизируется кровоток, улучшается работа всех органов и систем, укрепляется иммунитет, успокаивается гормональный фон.

Как выглядит браслет Бяньши?

Сами камни Бяньши могут быть разной формы, как правило, округлой. Цвет варьирует от чисто черного до небольших серых разводов, присутствующих в камне. Блестящая поверхность или нет – зависит от полировки. Браслеты Бяньши состоят из 10-12 камешков с одной плоской стороной – для лучшего прилегания к руке. Впрочем, не исключено, что вскоре в продаже появятся и другие варианты аксессуара - к примеру, круглой или неправильной формы.

Источник: [https://catalogmineralov.ru/news\\_nefrit\\_izlyublennyiy\\_kamen\\_alhimikov.html](https://catalogmineralov.ru/news_nefrit_izlyublennyiy_kamen_alhimikov.html)

### Учеными ИГМ СО РАН открыты два новых минерала

Сотрудниками ИГМ СО РАН Д.И. Резвухиным, С.В. Ращенко, И.С. Шарьгиным, В.Г. Мальковцом, Т.А. Алифиновой, Е.Н. Нигматулиной и Ю.В. Серёткиным совместно с Л.А. Паутовым из Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН открыты два новых минеральных вида – ботубобинскит  $\text{SrFe}^{2+}(\text{Ti}^{4+}_{12}\text{Cr}^{3+}_6)\text{Mg}_2[\text{O}_{36}(\text{OH})_2]$  и мирныйит  $\text{SrZr}^{4+}(\text{Ti}^{4+}_{12}\text{Cr}^{3+}_6)\text{Mg}_2\text{O}_{38}$ . Минералы утверждены специальной комиссией Международной минералогической ассоциации (International Mineralogical Association, сокр. IMA) под номерами IMA 2018-143a и IMA 2018-144a, соответственно.

Новые минералы обнаружены в виде включений в зернах хромистого пироба из кимберлитовой трубки «Интернациональная», которая располагается в пределах Мирнинского кимберлитового поля в 16 км от г. Мирный (административный центр Мирнинского района Республики Саха). Ботубинскит и мирныйит названы в честь Ботубинской геологоразведочной экспедиции, открывшей кимберлитовую трубку «Интернациональная» в 1969 г., и г. Мирный.

Оба утвержденных минерала принадлежат к группе кричтонита, сложным оксидам с общей формулой  $ABC_{18}T_2(\Phi)_{38}$ , где  $A = K, Ba, Ca, Na, La, Ce, Pb, Sr$ ;  $B = Mn, Y, U, Fe, Sc, Zr$ ;  $C = Ti, Fe, Cr, Nb, V, Al, Mn$ ;  $T = Fe, Mg, Zn, Mn$ ;  $\Phi = O, (OH)$ . Минералы относятся к тригональной сингонии, пространственная группа R3. В позиции А у обоих минералов преобладает стронций, однако у ботубинскита в позиции В доминирует железо, а у мирныйита – цирконий. В ботубинските также диагностирована вода (группа OH).

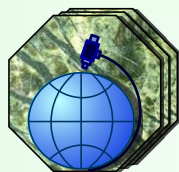
Как включения в хромистых пиробах, ботубинскит и мирныйит часто ассоциируют с другими титанистыми и хромистыми оксидами, такими как прочие минеральные виды группы кричтонита, хромсодержащий рутил, пикроильменит, хромит, магнезиохромит. Визуально все эти минералы-включения в зернах пироба очень похожи и имеют сравнительно небольшой размер. Представительные игольчатые включения ботубинскита и мирныйита были извлечены из вмещающих пиробов и изучены комплексом аналитических методов (оптическая микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, монокристалльный рентгеноструктурный анализ, спектроскопия комбинационного рассеяния света, ИК-Фурье спектроскопия).

Полированные эталонные образцы минералов, имплантированные в шашки из эпоксидной смолы, переданы на хранение в Центральный Сибирский геологический музей в ИГМ СО РАН и зарегистрированы под номерами VII-99/1 (ботубинскит) и VII-100/1 (мирныйит).

Минералы группы кричтонита являются важным инструментом для расшифровки процессов метасоматоза в литосферной мантии и реконструкции составов метасоматических расплавов или флюидов. Литосферная мантия (прим.: верхняя твердая часть мантии, входящая вместе с земной корой в состав литосферных плит, которые двигаются по относительно пластичной астеносфере) древних кратонов, стабильных «ядер» континентов, доступна для непосредственного изучения только по фрагментам мантийных пород (ксенолитам или ксенокристаллам), вынесенным на поверхность кимберлитовыми и другими глубинными магмами. Литосферная мантия древних кратонов образовалась в архейское время в результате высоких степеней плавления примитивного мантийного вещества. Этот процесс привел к тому, что литосферная мантия потеряла «магмафильные» или «несовместимые» компоненты, такие как вода, щелочные металлы, железо, редкоземельные элементы и другие редкие элементы (Ba, Pb, Sr, Zr, Nb и т.д.). Однако впоследствии в постархейскую историю через литосферную мантию просачивались расплавы и флюиды разного состава и различной природы. Их взаимодействие с породами литосферной мантии приводило как к ее обогащению несовместимыми элементами, так и к образованию новых минералов и минеральных ассоциаций, в том числе алмаза (прим.: такой процесс называют «мантийным метасоматозом»).

Минералы группы кричтонита обладают уникальной структурой, благодаря которой их состав может варьировать в широких пределах, и в него в высоких концентрациях могут входить разнообразные несовместимые элементы. Например, в ботубинските и мирныйите зарегистрировано около 20 химических элементов в значимых концентрациях (Ti, Cr, Al, V, Fe, Zr, Mg, Mn, Nb, Ba, Sr, Ca, Na, K, REE). Минералы группы кричтонита из кимберлитовой трубки «Интернациональная» характеризуются составами, богатыми Sr, Na, Ca, Al и редкоземельными элементами, в то время как минералы этой группы из мантийных ксенолитов в кимберлитах ЮАР обогащены в основном барием и калием. Это свидетельствует о различном составе расплавов или флюидов, циркулировавших в мантии Сибирского и Каапваальского кратонов. Также необходимо отметить, что южноафриканские находки минералов группы кричтонита обнаружены в безгранатовых флогопит-К-рихтерит-содержащих перидотитах (phlogopite-potassium richterite peridotites, PKP), в то время как минералы группы кричтонита в литосферной мантии Сибирского кратона часто ассоциируют с гранатом (хромистым пиробом). Включения минералов с таким необычным составом позволяют лучше понять генезис граната в литосферной мантии Сибирского кратона.

Источник: <https://www.igm.nsc.ru/index.php/novost/novosti-geologii/item/1791-igm-sb-ras-scientists-discovered-two-new-minerals>



## 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

На лицевой стороне обложки журнала представлено фото кристаллов минерала – крокоит (хромат свинца).

Цвет: оранжево-красный. Хим. формула –  $PbCrO_4$ .

Фото из коллекции Уральского геологического музея. Предоставлено Поленовым Ю.А.



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