

# Горно- геологический журнал

научно-технический и производственный журнал



2011. №3-4 (27-28)

ISBN 9965-431-42-7





Н. Н. Джафаров,  
главный редактор



Ф. Н. Джафаров,  
зам. главного  
редактора



Т. М. Каскевич,  
ответственный  
секретарь



Т. И. Исакова,  
компьютерная  
обработка и  
верстка



И. Я. Хафизов,  
дизайн

Уважаемые читатели “Горно-геологического журнала”!

Настоящий номер журнала подготовлен в дни празднования 20-летия Независимости Казахстана. Недра Казахстана таят несметные богатства. За годы независимости страна не только восстановила разрушенную экономику, но и добилась огромных успехов в области освоения недр и создала современную горно-добывающую промышленность. Мы поздравляем всех, кто связал свою судьбу с изучением и освоением месторождений полезных ископаемых - геологов, технологов, горняков и многих других, которые внесли существенный вклад в укрепление экономической независимости Казахстана.

Наш журнал издается с 2003 года, за период издания мы приобрели широкий круг авторов и читателей не только в Казахстане, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья: России, Азербайджане, Узбекистане, Кыргызстане, Китае, Германии, Великобритании. Авторами публикаций являются руководители предприятий, представители научных центров, видные ученые, а так же инженеры, которые делятся своим накопленным опытом и знаниями. На страницах журнала публикуются статьи как практического направления, так научного и познавательного характера, материалы научно-практических конференций, совещаний, проводимых в стране, имеется раздел «Юбилейные даты», где коллеги поздравляют юбиляров, связавших свою трудовую деятельность с горно-геологической отраслью, и страница с рекламной информацией. Приятно отметить, что публикации вызывают интерес читателей и мы получаем отзывы о профессионализме статей и хорошем оформлении журнала. Благодарим тех, кто не остался равнодушным к журналу, ведь ваши отзывы и предложения помогут сделать его еще лучше и интереснее.

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

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

Для оформления подписки на “Горно-геологический журнал” необходимо перечислить на расчетный счет № KZ41319M010000392612 в АО “БТА Банк” БИК АВКZ KZ KX КБе 17 необходимую сумму и прислать в адрес редакции копию платежного поручения с указанием почтового адреса и телефона.

**Наш адрес:** 110700 г. Житикара, Республика Казахстан, Костанайская область, 4 мкрн., д. 5а ТОО “Асбестовое ГРП”

**Редакция Горно-геологического журнала**

**E-mail:** nizamid@mail.ru.

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



**Главный редактор**

**Н. Н. Джафаров**, д.г.-м.н.,  
академик НИА РК и МИА

**Зам. главного редактора**

**Ф. Н. Джафаров**, к.г.-м.н.

**Ответственный секретарь**

**Т. М. Каскевич**

**Ученый секретарь**

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

**Редакционная коллегия:**

**А. Б. Бегалинов**, д.т.н., профессор  
**О. Б. Бейсеев**, д.г.-м.н., профессор  
**С. Ж. Галиев**, д.т.н., профессор  
**К. К. Жусупов**, д.т.н., академик МАИН  
**Л. И. Кованова**, к.т.н.  
**А. Р. Ниязов**, д.г.-м.н., профессор

**Учредитель ТОО «Асбестовое  
геологоразведочное предприятие»**

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

**Адрес редакции:**

110700, г. Житикара, 4 мкр. 5«А»  
Тел./факс: 8(71435) 2-22-72  
E-mail: nizamid@mail.ru

**Литературная обработка**

**М. К. Прокофьева**

**Дизайн**

**И. Я. Хафизов,**  
**Т. И. Исакова**

**Переводчик**

**С. К. Биримжанова**

**Компьютерная обработка**

**Т. И. Исакова**

Подписано в печать 2.12.2011.  
Формат 84X108.1/8 Бум. офсетная.  
Уч.-изд. л. 4,8. Тираж 500 экз.

ISBN 9965-431-42-7

© ТОО «Асбестовое геологоразведочное  
предприятие», 2011

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

**БЕКМАГАМБЕТОВ Б. И., ЕВЛАМПУЕВ А. Т., ШЕСТАК Г. И.**  
**СМИРНОВСКОЕ И ДРОЖИЛОВСКОЕ**  
**МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ**  
**МОЛИБДЕНОВЫХ РУД КУСТАНАЙСКОГО**  
**ЗАУРАЛЬЯ - НОВАЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА**  
**РЕДКОМЕТАЛЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**  
**КАЗАХСТАНА**  
(Республика Казахстан) ..... 3

**ОГОРОДНИКОВ В. Н., КОРОТЕЕВ В. А.,**  
**ПОЛЕНОВ Ю. А., САВИЧЕВ А. Н.**  
**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КИАНИТА**  
(Российская Федерация) ..... 10

**КАШКАЙ Ч. М., КЕРИМОВ Р. Б., АГАЕВ А. Н.,**  
**АМИРОВ А. С., КАШКАЙ Е. А.**  
**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ**  
**ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА НА МЕСТЕ ЗАЛЕГАНИЯ**  
**РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТУЛАЛЛАР**  
**В ГЕКГЕЛЬСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА**  
(Республика Азербайджан) ..... 17

**ДЖАФАРОВ Н. Н., ДЖАФАРОВ Ф. Н.**  
**О ХРОМИТОНОСНОСТИ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО**  
**РУДНОГО РАЙОНА (Кустанайское Зауралье)**  
(Республика Казахстан) ..... 25

**ГУСЕЙНЗАДЕ О. ДЖ., ЭФЕНДИЕВА З. ДЖ.,**  
**ГАМАШАЕВА М. ДЖ.**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ**  
**ДВИЖЕНИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ВАРИАЦИЙ**  
**СИЛЫ ТЯЖЕСТИ, АНОМАЛИИ**  
**НАПРЯЖЕННОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**  
(Республика Азербайджан) ..... 31

**БЕКМАГАМБЕТОВ Б. И., СЕМЯНОВ В. П.,**  
**МИХНО А. Н., СИДОРКО И. В.**  
**ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОРАДАРНЫХ**  
**ИССЛЕДОВАНИЙ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ**  
(Республика Казахстан) ..... 36

**ГУСЕЙНЗАДЕ О. ДЖ., ЭФЕНДИЕВА З. ДЖ.**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ**  
**ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД**  
**НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ**  
**КОЛОНН НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**  
(Республика Азербайджан) ..... 39

**ДЕЙНЕКА В. К.**  
**О РАДИУСЕ ВЛИЯНИЯ ВОДОПОНИЖАЮЩИХ**  
**СИСТЕМ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ**  
**ГРУНТОВЫХ БАССЕЙНОВ**  
(Республика Казахстан) ..... 41

**ГУСЕЙНЗАДЕ О. ДЖ., ЭФЕНДИЕВА З. ДЖ.**  
**ОЦЕНКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ**  
**ПЛЫВУНОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ**  
**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КОЛОНН**  
**НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН**  
(Республика Азербайджан) ..... 45

**МАМЕДАЛИЗАДЕ А. М.**  
**ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АРЕАЛЫ**  
**СЕНОМАН-САНТОНСКИХ**  
**МОРСКИХ ЕЖЕЙ КАВКАЗА**  
(Республика Азербайджан) ..... 47

**ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ**

**Абдрахману Бегалиновичу Бегалинову 65 лет** ..... 55



**Editor**

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

**Co-editor**

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

**Secretary**

**T. M. Kaskevitch**

**Secretary of sciences**

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

**EDITORIAL BOARD:**

**A. B. Begalinov**, dr. of technical sciences, professor  
**O. B. Beiseyev**, dr. of geological Sciences, professor  
**S. G. Caliev**, dr. of technical sciences, professor  
**K. K. Zhukupov**, dr. of technical sciences, academician  
IAIS  
**L. I. Kovanova**, candidate of technical sciences  
**A. R. Niyazov**, dr. of geological Sciences, professor

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

*Certificate of registration  
№ 8109-Ж dated 22.11.2007*

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

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

Translator  
S.K.Birimzhanova

Computer processing  
**T. I. Issakova**

ISBN 9965-431-42-7

© "Asbestos Geological prospecting  
enterprise" LTD, 2011

*B.I. BEKMAGAMBETOV, A.T. YEVLAMPIEV, G.I. SHESTAK*  
**SMIRNOVSKOYE AND DROZHILOVSKOYE  
DEPOSITS OF COMPLEX MOLYBDENUM ORES  
OF KUSTANAI ZAURALIYE – THE NEW  
MINERAL RAW MATERIAL BASE  
OF RARE-METAL INDUSTRY  
OF KAZAKHSTAN** ..... 3

*V. N. OGORODNIKOV, V. A. KOROTEYEV,  
Yu. A. POLENOV, A.N. SAVICHEV*  
**GENETIC TYPES OF KYANITE'S DEPOSITS** ..... 10

*CH. M. KASHKAY, R. B. KERIMOV, A. N. AGAYEV,  
A. S. AMIROV, E. A. KASHKAY*  
**ABOUT POSSIBILITY OF IN-SITU LEACHING  
TECHNOLOGY APPLICATION FOR TULALLAR  
GOLD-ORE FIELD IN GEKSEL REGION  
OF AZERBAIJAN** ..... 17

*N. N. JAFAROV, F. N. JAFAROV*  
**ABOUT CHROMITE-BEARINESS OF  
DZHETYGARINSKOYE ORE DISTRICT  
(KOSTANAISKOYE ZAURALIYE)** ..... 25

*O. DJ. GUSEYN-ZADE, Z. DJ. EFENDIEVA,  
M. DJ. GAMACHAEVA*  
**MODERN GEODYNAMIC MOVEMENTS  
OF INTERRELATION AND VARIATIONS  
OF A GRAVITY AND ANOMALY OF INTENSITY  
OF A GEOMAGNETIC FIELD** ..... 31

*B. I. BEKMAGAMBETOV, V. P. SEMYANOV,  
A. N. MIKHNO, I.V. SIDORKO*  
**EXPERIENCE IN PERFORMANCE OF GEORADAR  
RESEARCH IN NORTHERN KAZAKHSTAN** ..... 36

*O. DZH. GUSEYN-ZADE, Z. DZH. EFENDIJEVA*  
**RESEARCH INFLUENCE OF CHANGES  
OF PHYSICAL PROPERTIES ROCKS ON  
STABILITY OF THE OPERATIONAL COLUMNS  
OF OIL AND GAS DEPOSITS** ..... 39

*V. K. DEINEKA*  
**ON THE RADIUS OF INFLUENCE  
OF UNWATERING SYSTEMS WORKING  
IN CONDITIONS OF GROUNDWATER BASINS** ..... 41

*O. DZH. GUSEYN-ZADE, Z. DZH. EFENDIJEVA*  
**ESTIMATION OF FORECASTING OF INFLUENCE  
OF QUICKSANDS ON STABILITY OF PERATIONAL  
COLUMNS OF OIL AND GAS WELLS** ..... 45

*A. M. MAMEDALIZADE*  
**COMPOSITION AND ZOOGEOGRAPHICAL AREALS  
OF CENOMANIAN - SANTONIAN ECHINOIDS  
IN THE CAUCASUS** ..... 47

**ANNIVERSARIES**

*Begalinov Abdrakhman Begalinovich* ..... 55



## СМИРНОВСКОЕ И ДРОЖИЛОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД КУСТАНАЙСКОГО ЗАУРАЛЬЯ - НОВАЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА РЕДКОМЕТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА



**Б. И. БЕКМАГАМБЕТОВ,**  
член-корреспондент Академии  
минеральных ресурсов РК,  
руководитель МД «Севказнедра»,  
г. Кокшетау, Республика Казахстан



**А. Т. ЕВЛАМПЬЕВ,**  
главный специалист  
МД «Севказнедра»,  
г. Кокшетау,  
Республика Казахстан

**Г. И. ШЕСТАК,** директор ТОО «ЖГРЭ»  
г. Кокшетау, Республика Казахстан

Смирновское және Дрожиловское кен орнылары ә азақстан сирек кездесетін металдыә әнеркәсібінің әшін потенциалдыә шикізат база болып табылған баптада сипаттаған.

В статье охарактеризованы Смирновское и Дрожиловское месторождения которые являются потенциальной сырьевой базой для редкометальной промышленности Казахстана.

Smirnovskoye and Drozhilovskoye deposits, which are a potential source of raw materials for rare-metal industry in Kazakhstan are described in the article .

На западе Костанайской области расположены потенциально промышленные Смирновское и Дрожиловское месторождения комплексных молибденовых руд выявленные геологами ТУ «Севказнедра» в минувшем веке.

**Смирновское месторождение** открыто в 1958 г. при разведке одноименного месторождения подземных пресных вод (В. А. Быховский). Оно находится в Карабалыкском районе Костанайской области, в 18 км к юго-востоку от пос. Карабалык, в районе действующего Канарского рудника.

С 1959 по 1969 гг. изучением промышленного потенциала месторождения занимались геологи Канарской ГРЭ: К. А. Емельянец, С. И. Кандауров, Г. Г. Липатов, Е. А. Мосеева, В. А. Самохвалов с привлечением сотрудников Тематической партии ГТСЭ (А. Т. Ивлев и др.) и ИГН им. Сатпаева А.Н. Каз. ССР (В. В. Степанов).

В начале 90-х годов оценка месторождения была продолжена, но из-за отсутствия необходимых ассигнований работы были прекращены, не выполнив половины предусмотренных проектом объемов. Не был также составлен отчет с подсчетом запасов молибденовых руд. В этот период работы проводились Рудненской ГРЭ под руководством геологов В. А. Самохвалова и Г. И. Шестака.

Проведенными поисково-разведочными работами на месторождении установлено комплексное редкометальное оруденение, основным полезным компонентом которого является молибден, попутными - медь, вольфрам, висмут, литий, рубидий, цезий.

В геологическом строении рудного поля месторождения принимают участие интенсивно метаморфизованные осадочно-вулканогенные образования верхнего венлока-лудлова и разнообразные по составу и возрасту

гранитоиды. В результате постмагматических процессов и тектонической деятельности в эндо- и экзоконтактах интрузий образовались метасоматиты, с которыми связано комплексное редкометальное оруденение Смирновского месторождения.

Осадочно-вулканогенные образования по литологическому составу исходных пород и степени метаморфизма А. И. Ивлевым подразделяются на три толщи:

- нижняя - плагиоклаз-амфиболовые, кристаллические кварц-полевошпат-слюдистые, графит-известковистые и слюдисто-полевошпатовые сланцы, мраморизованные известняки;

- средняя - зеленые сланцы, туфопорфирииды, базальтовые порфириды, эпидот-плагиоклаз-амфиболовые сланцы;

- верхняя - серицито-хлоритово-альбитовые, филлитовидные сланцы с прослоями песчаников, алевролитов, аргиллитов, известняков.

Гранитоиды, слагающие рудогенерирующие Кзыл-Туский интрузивный массив и многочисленные лайковые комплексы, представлены гранитами, гранодиоритами, тоналитами, кварцевыми и меланократовыми диоритами. В южной части месторождения (Южный участок) пользуются распространением ультраосновные породы, слагающие межпластовые тела среди осадочно-вулканогенных образований.

В результате тектонической деятельности на месторождении сформировались пликативные и дизъюнктивные структуры, последние из них относительно рудотложения были до-, син- и пострудными. Происхождение первых связано с региональными (глубинными) разломами (Тобольским), являющимися опережающими к ним. Они раздробили рудное поле месторождения на отдельные блоки с образованием в слагающих их породах систем трещин. Синрудные возникли в результате просадки осадочно-вулканогенных образований, набегавших на интрузивные тела при их остывании. С этими процессами связано появление зон смятия, дробления и трещиноватости.

Пострудные проявились после формирования редкометального оруденения и выразились в брекчировании вмещающих

оруденение пород, деформации и трещиноватости рудоносных жил, иногда с нарушением их сплошности.

Следует отметить, что магмотектонические процессы протекали синхронно и имели на месторождении полициклический характер.

Силурийские образования с редкометальными рудами слагают скальный фундамент месторождения, на котором залегают песчано-глинистые осадки мезокайнозоя мощностью 60-70 м.

Молибденовое оруденение Смирновского месторождения представлено тремя морфогенетическими типами: грейзеновым, скарновым и штокверковым. Наиболее изученным является последний, с которым на данной стадии изучения месторождения связаны промышленные запасы редкометальных руд. Исследователями, изучавшими месторождение, перспективы выявления промышленных запасов молибденовых руд, приуроченных к двум другим типам оруденения, оцениваются также положительно, несмотря на их слабую изученность (Г. Г. Липатов, А. И. Ивлев).

Рудопроявления грейзенового типа установлены в пределах Кзыл-Туского гранитного массива (скв. №№ 207, 204, 1014, 1008 и др.), на юге Северного участка (скв. № 514, 527, 622) и на юго-западе рудного поля месторождения (Юго-Западный участок - 630, 312). Оруденение вкрапленных молибденовых руд залегает в эндо- и экзоконтактовых частях интрузивных тел и приурочено к жилам и прожилкам, выполненным флюорит-слюдисто-кварцевыми минеральными образованиями.

Рудная минерализация представлена пиритом, халькопиритом, молибденитом, вольфрамитом, а также бериллом, висмутином, сфалеритом, галенитом. Содержания полезных компонентов в грейзенизированных гранитах варьируют (%): молибдена от следов до 0,8, трехоксида вольфрама, висмута и бериллия достигают соответственно 0,3, 0,08 и 0,04. Этот тип в морфологическом и металлогеническом отношениях, как уже отмечалось выше, изучен очень слабо и заслуживает дальнейшего изучения.

*Скарновый* тип развит на Южном участке месторождения и относится к медно-



молибден-скарновой формации. Оруденение занимает в плане площадь около 40 тыс. м<sup>2</sup>.

Рудовмещающими отложениями участка являются слоистые глубоко метаморфизованные вулканогенно-карбонатно-терригенные породы нижнего палеозоя (нижняя толща). Оруденение образует линзо- и пластообразные рудные тела, приуроченные к полиминеральным скарнам, образованным на контактах карбонатных и метаморфизованных вулканогенных пород (ортосланцы плагиоклаз-амфиболового состава) в результате циркуляции флюидных растворов и воздействия их на вмещающие породы (метасоматоза). Основными пороодообразующими минералами рудоносных скарнов являются кварц, микроклин, пироксен, фанат и др. Рудные скарны залегают гипсометрически выше карбонатных пород (мраморов) и часто перекрываются межпластовыми телами серпентинитов, экранирующих оруденение.

Максимальная мощность скарнов по скважинам - 50 м. Средняя мощность рудных тел, оконтуренных при бортовом содержании молибдена 0,1 % (выделено 3 рудных тела), варьирует от 1,9 до 6,2 м. Глубина залегания их 85,8 - 204,4 м. Протяженность рудной зоны не превышает 2 км, ширина - 800 м. На глубину и с востока оруденение неоконтурено.

Запасы молибдена участка по категории С<sub>2</sub> при бортовом содержании 0,1 % определены в 11 тыс. т при среднем содержании металла 0,234 %. Они могут быть увеличены путем сгущения сети разведочных скважин до 100 x 50 м и оценке масштабов редкометальной рудоносности по обоснованным кондициям. Промышленная ценность медно-молибденовых руд этого участка возрастет при комплексной оценке всех полезных компонентов (молибдена, меди, вольфрама, висмута, бериллия).

Молибденовая минерализация, в основном мелкорассеянная, образует гнездовые обособления в скарнах и сравнительно редких жилах и прожилках в ассоциации с кварцем и везувианом. Рудные минералы - молибденит, халькопирит и пирит.

Штокверковое оруденение локализуется на Северном участке и имеет линейно-вытянутую форму в северо-восточном направлении на площади 1,5 км<sup>2</sup>. Вмещающими породами редкометального

оруденения являются полевошпатово-амфиболитовые сланцы S<sub>1,3</sub>, диоритовые тела ниже-среднекаменноугольного интрузивного комплекса и апофизы верхнепалеозойских гранитов.

Линейный штокверк представлен густым скоплением крутопадающих жил и прожилков в зоне интенсивной тектонической трещиноватости. Морфологически жилы и прожилки имеют прямолинейные ровные стенки, весьма выдержанные по падению, углы падения преимущественно крутые.

Жилы и прожилки рудоносного штокверка характеризуются сложностью внутреннего строения и значительным разнообразием минералогического состава. Разнообразие обусловлено многостадийным характером рудогенеза. Выделяются три стадии минералообразования: ранняя, рудная и поздняя. Редкометальное рудоотложение происходило во вторую стадию с образованием кварц-полевошпатово-мусковитовых и мусковит-кварцево-флюоритовых жил и прожилков. С кварцевыми жилами, возникшими на двух других стадиях, связана убогая пиритовая минерализация.

Рудоносные жилы и прожилки характеризуются значительной мощностью, изменяющейся в пределах 5-20 мм, редко - нескольких десятков сантиметров. Густота их невыдержанная и достигает 150-200 штук на 100 м керна.

Рудная минерализация представлена молибденитом, пиритом, халькопиритом, магнетитом, шеелитом, вольфрамитом, висмутином, сфалеритом. Она концентрируется в гнездах и оторочках мусковита, в сердцевине кварцевых жил.

Согласно подсчету, выполненному Липатовым Г. Г. по результатам поисково-разведочных работ в 1965 году, геологические запасы молибдена Северного участка составили первые сотни тыс. т при среднем содержании 0,099 %. Для подсчета приняты следующие кондиционные' параметры: минимальная мощность 1 м, бортовое содержание молибдена 0,02 %. Запасы подсчитаны с использованием коэффициента рудоносности, составившего по Северному участку 0,489. Подсчитаны также запасы меди (43,9 тыс. т, среднее содержание 0,04 %), висмута (2,74 - 0,0025), трехоксида вольфрама

(5,5 – 0,005). Кроме того, произведен подсчет запасов молибденовой руды и молибдена при бортовых содержаниях 0,04, 0,06, 0,08 и 0,1 %. Подсчитанные запасы молибдена и средние содержания его составили соответственно 82,2 и 0,120, 62,1 и 0,140, 52,6 и 0,154 и 21,8 тыс. т и 0,165 %. При этом коэффициенты рудоносности характеризуются следующими величинами: 0,624, 0,711, 0,732 и 0,809. Сделана попытка выделить в контуре геологических запасов блоки с условно промышленными рудами при бортовом содержании молибдена 0,04 %, отвечающие по степени развешанности категории  $C_2$ . Они геометризуются в два блока, запасы одного из них (блок 1) с запасами молибдена 82,2 тыс. т при среднем содержании 0,120 % и коэффициенте рудоносности 0,624, отнесены к категории  $C_2$ . Второго - в количестве 63,2 тыс. т со средним содержанием 0,121 % - квалифицируются как прогнозные ресурсы. Подсчет выполнен без использования условного молибдена, что является его методическим недостатком.

Прогнозные ресурсы молибдена месторождения до глубины 500 м соответствуют масштабам уникального объекта комплексных молибденовых руд.

В 2002 г. Шестаком Г. И. произведен новый подсчет запасов с использованием всей геологической информации, полученной в течение всего периода изучения месторождения. Запасы подсчитаны по нескольким вариантам бортового содержания условного молибдена (0,0125, 0,0250 и 0,050 %), минимальной мощности руд 4 м, максимальной мощности некондиционных прослоев 10 м. Подсчет запасов произведен статистическим способом с использованием коэффициента рудоносности.

Анализ результатов произведенного подсчета показывает, что наиболее приемлемым бортовым содержанием условного молибдена для обоснования промышленной ценности месторождения является борт 0,025 %. При нем достигается наиболее полная отработка разведанных запасов (до 97 %). Подсчитанные по этому варианту запасы месторождения по сумме категорий  $C_1+C_2$  составляют (тыс. т - среднее содержание %): молибдена (крупные – 0,067), меди (95,5 – 0,049), трехокиси вольфрама

(19,7 – 0,01) висмута (13,3 - 0,007) при среднем содержании условного молибдена 0,092 %. На долю категории  $C_1$  из них основного полезного компонента приходится 93 %.

Прогнозные ресурсы всех полезных компонентов месторождения при том же борте оцениваются как крупные при средних содержаниях (%): молибдена – 0,03, меди - 0,05, трехокиси вольфрама – 0,016, висмута – 0,0067.

Подсчитанные запасы и прогнозные ресурсы медно-молибденовых руд и полезных компонентов Смирновского месторождения, геолого-морфологические особенности строения и горногеологические условия в комплексе характеризуют его как уникальный промышленный объект в геологическом, металлогеническом и рудоносном отношении.

Технология переработки комплексных редкометальных руд Смирновского месторождения изучена в лабораторных условиях. Технологические исследования проводились в ЦХЛ прикладной химии геохимического треста (г. Москва) на одной пробе (1112 кг), ЦХЛ СКГУ (г. Костанай) - пяти (16 - 50 кг) и институте "Уралмеханобр" - одной (910 кг). Они показали возможность обогащения руд месторождения с получением кондиционных молибденового и медного концентратов. Опыты по селекции полученных концентратов с получением других ценных компонентов руд не проводились.

В 1990 г. партией Т'ЭДов и кондиций ГлавКГУ "Казгеология" (М. Г. Чернышев) составлен ТЭС по оценке промышленной ценности молибденовых руд месторождения. В расчетах участвовали запасы, подсчитанные Г. Г. Липатовым по Северному участку. Техничко-экономические показатели свидетельствуют об экономической целесообразности промышленного освоения Смирновского месторождения.

**Дрожиловское месторождение** расположено в Денисовском районе Костанайской области, в 150 км к юго-западу от г. Рудный, 100 - к западу от ж.д. ст. Тобол и 30 км к югу от разъезда Заятский. Открытие месторождения датируется 1968 г. и связано с проведением поисково-съёмочных работ (Н. С. Преображенский).



Месторождение по парагенезису рудных минералов относится к гидротермальной мусковит-флюорит-молибденит-висмутин-вольфрамитовой формации. Редкометальное оруденение представлено двумя генетическими типами: экзогенным и эндогенным. Промышленный интерес с учетом степени изученности в настоящее время представляет второй, который здесь рассматривается.

Рудное поле месторождения сложено городищенской и алексеевской свитами протерозоя. Разрез первой слагают интенсивно метаморфизованные осадочно-вулканогенные образования, кварц-серицит-хлоритовые сланцы, амфиболиты, талькиты, кварциты; кварц-полевошпатовые песчаники, филлитовидные глинистые, углисто-глинистые, слюдисто-кварцевые, графитокремнистые сланцы, кварциты и эффузивы - второй. Перечисленные комплексы свит смяты в пологие складки северо-северо-восточного простирания.

В геологическом строении широкое участие принимают интрузивные породы джабык-карагайского комплекса (диориты, диорит-порфириды, лейкограниты), залегающие в виде даек и межпластовых тел. Практически все породы претерпели контактовый и гидротермальный метасоматоз с образованием роговиков, ороговикованных сланцев, амфиболитов, грейзенов. Повсеместно упомянутые скальные образования перекрыты глинистыми продуктами коры выветривания триаса-юры мощностью 5-30 м и суглинками, глинами чет-вертичного возраста средней мощностью 4 м.

На месторождении широко развиты дизъюнктивные структуры, происхождение которых связано с внедрением интрузий джабак-карагайского магматического комплекса, представленного здесь Бисембаевским гранитоидным массивом и «слепой» интрузией. В результате тектонической деятельности на месторождении образовались многочисленные разнонаправленные нарушения разрывного характера, зоны дробления и трещиноватости, сыгравшие важную роль в рудогенезе и формировании сложной мозаичной структуры месторождения.

Редкометальное оруденение шток-

веркового типа локализуется в надинтрузивной зоне Дрожиловского купола лейкогранитов и в общих чертах повторяет форму кровли последнего, располагаясь на глубину от контакта интрузива до 200 м. В составе месторождения по результатам поисковых работ Шишковой Л. Я. выделены два молибденовых штокверка: Северный и Южный.

*Северный штокверк* при бортовом содержании молибдена 0,01 % разделяется на несколько минерализованных зон (рудных тел), наиболее густонасыщенных рудоносными жилами и прожилками. Их мощности колеблются от первых метров до 50. Расстояние между ними варьирует в пределах нескольких метров. Сближенные минерализованные зоны, группируясь между собой, образуют две рудные зоны: Западную и Восточную.

Первая включает пять более мелких зон, ориентированных в северо-западном направлении. Они прослеживаются на расстояние 420 - 1000 м при колебании средней мощности 9,5-13,8 м и содержании Mo 0,105 - 0,34 %, W<sub>03</sub> 0,021 - 0,051 %. В рудах также содержатся Be до 0,3 %, Li до 0,1 %, Rb и Cs до 0,01 %.

Восточная рудная зона также состоит из отдельных обогащенных редкими металлами минерализованных зон, разделенных и нетервалами "пустых" пород мощностью до 20 м. Здесь выделено пять зон мощностью 10 - 20 м, прослеженных по простиранию на 1000 м и падению - до 150 м. Содержание Mo в зонах меняется в пределах 0,10 - 0,384 %.

Южный штокверк расположен в 500-800 м южнее первого и имеет размеры 600x300 м, простираясь в северо-восточном направлении. В нем выделяется до 25 минерализованных зон с редкометальным оруденением. Мощность выделенных зон 1-15,5 м. Зоны отстоят друг от друга на расстоянии 5-50 м, отдельные до 90 м. Содержание Mo варьирует в пределах 0,04 - 0,786 %, W<sub>03</sub> - до 0,3 %.

В составе месторождения выделяется еще и вольфрамовый штокверк, оконтуренный по бортовому содержанию 0,01 %. Он объединяет молибденовые штокверки и выходит за их пределы. По внутреннему строению штокверк аналогичен

молибденовым. Наиболее богатые минерализованные зоны содержат  $W_3$  более 0,1 %.

Во всех жилах и прожилках, выполненных кварцем, мусковитом, флюоритом, присутствует молибденит в ассоциации с халькопиритом, висмутином, пиритом, пирротинном. Редко встречаются марказит, сфалерит, халькозин, галенит.

Оценка масштабов редкометального оруденения производилась дважды: на поисковой стадии Шишковой Л. Я., поисково-оценочной - Костеровым Е. И. По результатам обоих подсчетов месторождение по запасам отнесено к разряду крупных с рядовыми содержаниями полезных компонентов. Методически оба подсчета выполнены без учета комплексного характера руд, т. е. бортовое содержание принималось отдельно для молибдена, вольфрама и других попутных компонентов, а не условного молибдена. К тому же во втором случае необоснованно завышены минимальная мощность руд (15 м) и максимальная мощность пустых пород и некондиционных руд (15 м). Следует, отметить, что в подсчитанных запасах, квалифицированных по категории  $C_2$ , средние содержания составляют 0,03 и 0,11 % молибдена (соответственно бортовые содержания 0,01 и 0,05 %) и 0,036 и 0,07 % трехокси вольфрама (при тех же бортах), что для комплексных молибденовых руд можно считать приемлемыми.

В 2002 г. авторами выполнен новый подсчет запасов месторождения по условиям, принятым для Смирновского месторождения. По данным этого подсчета запасы полезных компонентов месторождения по категориям  $C_1+C_2$  составляют (тыс. т): молибдена – 92,4, - трехокси вольфрама – 97,4, висмута – 6,0, бериллия – 7,0, при средних содержаниях этих компонентов соответственно (%): 0,0454, 0,0478, 0,0029, 0,0034 и условного молибдена – 0,1161 (бортовое содержание условного молибдена 0,025 %). Эти запасы незначительно превышают подсчитанные запасы П. И. Костеровым.

Прогнозные ресурсы полезных компонентов по категории Р оцениваются (тыс. т): молибдена и трехокси вольфрама – более 100 тыс. т каждого, висмута – 3,7,

бериллия 4,6 (глубина оценки 400 м).

Кроме отмеченных полезных компонентов в дрожиловских рудах содержатся литий, золото и серебро, подсчитанные запасы которых Е. И. Костеровым составляют соответственно (тыс. т) 36,4, 0,326 и 0,4 при средних содержаниях 0,007 %, 0,2 и 2 г/т. Прогнозные ресурсы их оцениваются в 100 тыс. т, 100 и 1000 т. Особо следует отметить перспективу промышленной золотоносности в связи с нахождением на рудном поле месторождения известного и частично отработанного Дрожиловского месторождения золота.

На месторождении среди слюдистых и тальк-карбонатных метасоматитов по ультрамафитам обнаружены единичные мелкие кристаллики изумруда. Практическое значение находки проведенными работами не определено.

Технология обогащения первичных дрожиловских руд изучалась на четырех лабораторных пробах в ЦХЛ СКГУ (г. Костанай), отобранных из дубликатов керновых проб. Исследованиями показана возможность получения флотацией коллективного концентрата с содержанием молибдена до 46,5 % при извлечении 75,9 % и выходе концентрата 0,2 %. Селекцией из него может быть получен висмут-медно-пиритный продукт с содержанием золота до 50 г/т.

В кровле первичных руд залегают окисленные, приуроченные к коре выветривания рудоносных скальных пород палеозойского фундамента. Вещественный состав, технология обогащения и запасы руд не оценивались.

Геолого-экономическая оценка промышленного значения месторождения не производилась.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия обоих месторождений не изучались. По аналогии с другими месторождениями, разрабатываемыми в регионе, оцениваются как простые.

Горно-геологические условия залегания руд благоприятны для открытых работ. Средняя мощность покрова на Смирновском месторождении не превышает 60 м, Дрожиловском - 10. Максимальная мощность коры выветривания на Дрожиловском месторождении - около 30 м.



Степень опробования рудных полей - как Смирновского, так и Дрожиловского - слабая. Перспективы наращивания промышленного потенциала месторождений связываются с доизучением рудных полей, а также флангов и глубоких горизонтов.

Минеральные ресурсы комплексных молибденовых руд этих месторождений в перспективе могут стать надежной сырьевой базой редкометальной промышленности Казахстана.

Для объективной оценки промышленной значимости Смирновского и Дрожиловского месторождений рекомендуется выполнить необходимый комплекс геологоразведочных работ и произвести новый подсчет запасов полезных компонентов с использованием кондиций, отвечающих особенностям их геологического строения и современным требованиям промышленности.

При проведении разведочных работ на этих месторождениях необходимо:

- обосновать оптимальные параметры

разведочной сети, необходимой для квалификации разведанных запасов по промышленным категориям и в соотношениях, рекомендуемых инструкцией ГКЗ;

- изучить вещественный состав редкометальных руд и их технологические свойства с разработкой технологического регламента переработки руд с извлечением всех полезных компонентов;

- на Дрожиловском месторождении дать оценку промышленного значения экзогенному типу оруденения и изумрудной минерализации;

- провести исследования по изучению гидрогеологических и инженерно-геологических условий залегания руды;

- оценить возможные последствия их отработки на окружающую среду;

- по результатам проведенных работ составить ТЭО целесообразности промышленного освоения этих месторождений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Геология СССР, т. XXXIV. Тургайский прогиб. М: Недра. 1975. С. 219-220.
2. *Адамьян Н. Х., Бекмагамбетов В. И. и др.* Геологической службе Северного Казахстана 50 лет. Костанай, 2001. С. 80.
3. *Никитченко И. И.* Полезные ископаемые Казахстана. Кокшетау. 2002. С. 45.
4. *Ивлев Л. И.* Новые данные о строении Северного участка Смирновского редкометально-медно-молибденового месторождения в Кустанайском Зауралье. Топорковские чтения, выпуск 111, Рудный, 1997. С. 67-76.
5. *Ивлев Л. И., Самохватов В. Л.* Строение рудоносного штокверка Смирновского редкометально-медно-молибденового месторождения в Кустанайском Зауралье. Топорковские чтения, выпуск 111, Рудный, 1997. С. 76-83.
6. *Шерстюк А. И., Логинов В. П.* Дрожиловское месторождение. Металлогения Казахстана. Алма-Ата, 1981. С. 123-126.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КИАНИТА



**В. Н. ОГОРОДНИКОВ,**  
д. г.-м. н., доцент,  
Уральский  
государственный  
горный университет,  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**В. А. КОРОТЕЕВ,**  
д. г.-м. н., академик  
РАН, институт  
геологии и геохимии  
УрО РАН,  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**Ю. А. ПОЛЕНОВ,**  
д. г.-м. н., доцент,  
Уральский  
государственный  
горный университет,  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация



**А. Н. САВИЧЕВ,**  
к. г.-м. н., институт  
геологии и геохимии  
УрО РАН,  
г. Екатеринбург,  
Российская Федерация

Кианит тобыныө минералдары жоэары отэа шыдамды материалдардыө эндірісінде талап етілген. Жоэары саз топыраэтысы минералдармен байытылэан энімді метаморфогендік - метасоматиялыө жыныстардыө екі топтарына тебіседі: 1) ерте архейдіө және протерозойдыө плагиогнейстіө стратификациялалэан кэжжиктер эалындыэта - ежелгі платформалардыө (кианитовтік ) саз топыраэты эалэан формациясы және ежелгі платформалардыө (метаморфогендік, кейвтік тэрі); 2) андалузит-силлиманиттік және кианит-силлиманиттік полифациалдыө метаморфиялыө кешендерініө ішкі және сыртэы тігіс аймаэтарын ысэылауэа эосатын стратификациялыө емес метасоматиялыө жыныстар бойынша эр жастаэы ээрастыратын термодинамикалыө тэрлердіө эдетте пелит жыныстарында - (гидротермалдыө- метасоматиялыө, орал тэрі) эжімді белдіктердіө саз топыраэты формациясы.

Минералы группы кианита востребованы при производстве высокоогнеупорных материалов. Выделяются две группы продуктивных метаморфогенно-метасоматических пород, обогащенных высокоглиноземистыми минералами: 1) стратифицированные горизонты в толще плагиогнейсов раннего архея и протерозоя – глиноземистая (кианитовая) формация щитов и древних платформ (метаморфогенный, кейвский тип); 2) нестратифицированные метасоматические породы, слагающие внутренние и внешние шовные зоны полифациальных метаморфических комплексов андалузит-силлиманитового и кианит-силлиманитового термодинамических типов, образующихся по разновозрастным, обычно пелитовым породам – глиноземистая формация складчатых поясов (гидротермально-метасоматический, уральский тип).

Minerals of kyanite group are used in high-fireproof materials' industry. Two groups of productive metamorphic-metasomatic rocks enriched by high-aluminiferous minerals are distinguished: 1) stratificated horizons in a rock mass of the Archean and Proterozoic plagiogneisses – aluminiferous formation of continental shields and ancient platforms (metamorphogenic Keiv type); 2) non- stratificated metasomatic rocks of inward and outward suture zones of polyfacies metamorphic complexes of andalusite-sillimanite thermodynamic types formed in different ages pelitic rocks - aluminiferous formation of folded belts (hydrothermal metosomatic Uralian type).

Алюмосиликатные минералы состава  $Al_2SiO_5$  являются эффективным видом огнеупорного сырья. Они объединены в группу кианита – кианит (дистен), андалузит, силлиманит, и относятся к метаморфогенно-метасоматическому генетическому типу. Различия в величинах энтропии и свободной энергии трех полиморфных модификаций минералов группы кианита очень невелики. В атмосферных условиях при нагревании до

высоких температур в группе кианита происходит перестройка кристаллической решетки с образованием одного и того же минерала – муллита и кремнеземистого стекла. Объемные изменения при нагревании минералов группы кианита различны, что и определяет выбор этих материалов для различных видов огнеупоров. Например, для кианита необходим предварительный обжиг с целью снижения его объемного расширения в

набивных массах, а для андалузита предварительный обжиг нежелателен. Кианит превращается в муллит при 13500С с увеличением объема на 18 %, объем андалузита при 13800С увеличивается на 8 %, а силлиманит 15500С – на 7 %. Наиболее плотная упаковка атомов наблюдается в кристаллической решетке кианита, значительно меньшая – в решетке силлиманита и наименее плотная – в решетке андалузита. Среди своей группы кианит наименее стабильный, самый мягкий и наиболее анизотропный [1]. Муллит обладает высокой огнеупорностью и температурой деформации под нагрузкой, устойчив к тепловым ударам благодаря низкому температурному коэффициенту линейного расширения, устойчив к химическому и абразивному воздействию.

Изучение кианитовых месторождений Кольского полуострова, Карелии, Сибири и Урала позволили установить их полиметаморфический генезис, обусловленный длительностью и сложностью геологической истории формирования структур северо-восточной части Восточно-Европейской платформы и Уральского складчатого пояса, что обусловило наличие сходных черт развития кианитовых месторождений, хотя масштабы минерализации в разных регионах различные [2, 3, 4, 5].

Урал считается типичным палеозойским складчатым поясом. Однако не менее значительную роль в его развитии играл докембрийский этап, так как из под «уралид» повсеместно обнажаются архейско-протерозойские метаморфические комплексы, которые представляют собой тектонические блоки, оторванные от Восточно-Европейской платформы – гнейсо-амфиболитовые ядра (по определению Г. А. Кейльмана [6]). Для докембрия характерны маломощная и мобильная кора Земли, высокая интенсивность вулканизма, специфические условия седиментационных процессов, а также повышенный поток тепловой энергии, приведший к интенсивному развитию метаморфизма и ультраметаморфизма пород.

Процессам регионального метаморфизма и сопутствующему ему определенному типу магматизма как рудогенерирующему фактору придается основная роль в формировании

месторождений, залегающих в глубокометаморфизованных комплексах докембрия. Происхождение метаморфогенных руд в докембрии в значительной степени связано с разрывными дислокациями шовных зон, которые в докембрии и на начальной стадии образования палеоокеана представляли собой зоны рифтинга (растяжения), а во время коллизионных преобразований – зоны сжатия (дислокационного метаморфизма).

Среди прометаморфических формаций докембрия развит достаточно широкий спектр месторождений полезных ископаемых (глиноземистые, марганцевые, железорудные, золото-урановые и др.). Подавляющее большинство месторождений глиноземистого сырья, связанных с глиноземистыми сланцами осадочного генезиса, независимо от их возраста (архей или протерозой) залегают в породах, метаморфизованных в условиях амфиболитовой фации. Масштабы их зависят от формационной принадлежности.

В фанерозое ультраметаморфизм и магматизм сосредоточены в основном в зонах дислокационного метаморфизма глубинных разломов и связаны с локальными термическими аномалиями. В этом проявляются наиболее общие особенности метасоматизма в докембрии и его отличие от фанерозойских процессов [7].

Намечаются две группы продуктивных метаморфогенно-метасоматических пород, обогащенных высокоглиноземистыми минералами: 1) стратифицированные горизонты в толще плагиогнейсов раннего архея и протерозоя – **глиноземистая (кианитовая) формация щитов и древних платформ (метаморфогенный, кейвский тип)**; 2) нестратифицированные метасоматические породы, слагающие внутренние и внешние шовные зоны полифациальных мета-морфических комплексов андалузит-сил-лиманитового и кианит-силлиманитового термодинамических типов, образующихся по разновозрастным, обычно пелитовым породам – **глиноземистая формация складчатых поясов (гидротермально-метасоматический, уральский тип)**.

Древнее основание (фундамент) уральских метаморфических комплексов (Салдинский, Мурзинско-Адуйский, Верхисетский,



Сысертско-Ильменогорский, Уфалейский, Джабык-Карагайский, Адамовский и др.) представлено высокометаморфизованными архейскими и протерозойскими отложениями. Они сложены двуслюдяными, биотитовыми, пироксен-амфиболовыми, биотит-гранат-кианитовыми, биотит-кианитовыми и биотит-гранат-силлиманитовыми плагиогнейсами с реликтами двупироксеновых, клинопироксен-гранатовых кристаллосланцев и гиперстен-магнетитовых кварцитов, амфиболитами. Центральные зоны метаморфических комплексов претерпели гранитизацию и ультраметаморфизм. В обрамлении древних гнейсовых блоков, в зонах дислокационного метаморфизма, сопровождающего развитие шовных зон смятия, наблюдается высокоградиентный метаморфизм, магматизм и весьма контрастный метасоматоз, которые сочетаются с разновозрастными и разнотипными структурными элементами, причем более ранние переработаны в результате поздних движений.

В геологическом плане для дислокационного метаморфизма характерна связь с зонами разломов, в петрологическом – совмещение разновозрастных и разнотипных минеральных ассоциаций, большое влияние одностороннего сжатия (стресса) и, наконец, сочетание с метасоматозом и рудоотложением. В одних случаях деформация горных пород в зонах разломов происходит изохимически, в других сопровождается явным выносом и привносом петрогенных элементов [8]. Процессы дислокационного метаморфизма играют важную роль в образовании метаморфогенно-метасоматических месторождений: они изменяют ранее существовавшие метаморфогенные рудные залежи, вызывают ремобилизацию рудного вещества и создают тектонические структуры, благоприятные для формирования новых метасоматических проявлений полезных ископаемых.

Характерной особенностью гнейсово-мигматитовых комплексов Урала [6, 9, 10], наряду с метаморфическими месторождениями и рудопроявлениями, является существенное преобладание в их пределах неметаллических полезных ископаемых, таких как антофиллит-асбест, кварц, мусковит, **кианит, андалузит, силлиманит** [11], тальк и

другие. Главным фактором, обуславливающим возникновение месторождений и проявлений, в данном случае служит не столько концентрация вещества, сколько многоэтапность их преобразования, сопровождающаяся концентрацией полезного компонента, выделение его в соответствующей минеральной форме, а промышленная ценность этих, по сути, породообразующих минералов определяется их физическими свойствами, размером кристаллов, чистотой кристаллической решетки и т. д. Ведущую роль здесь, очевидно, играет не столько миграция элементов, сколько физико-химические условия преобразования горных пород, прежде всего давление [10, 11, 18].

При картировании метаморфической зональности в метаморфических комплексах устанавливается выдержанная последовательность изоград метаморфических минералов от центра к периферии: силлиманит – кинанит (андалузит) – ставролит – гранат – биотит – хлорит.

При внимательном рассмотрении, в частности на Светлинском хрусталеносном месторождении (Кочкарский метаморфический комплекс), оказывается, что каждый индекс-минерал, как правило, появляется в двух модификациях, образуя две «изограды появления»; одна обусловлена региональным метаморфизмом, другая – гидротермально-метасоматическими процессами. Последние прогрессивно накладываются на продукты метаморфизма так, что во внешнюю зону выходят минеральные ассоциации, отвечающие более высокому температурному уровню [2, 13].

Связь режима щелочности-кислотности с термодинамическими условиями метаморфических процессов легче всего представить, рассмотрев кристаллохимические особенности минералов, характеризующих различные метаморфические фации.

Устойчивость минералов с возрастанием температуры как функция энергии кристаллической решетки находится в прямой зависимости от величины зарядов входящих в нее ионов и в обратной зависимости от их радиусов. Кроме того, уменьшение ионного радиуса катиона, а также увеличение его координационного числа в значительной мере

определяют устойчивость минералов при возрастающем давлении [2, 13, 14].

Изменение минералов происходит в результате изменения энергетического состояния структурных частиц кристаллической решетки под воздействием внешних факторов. Неизбежным следствием этих изменений является уменьшение или увеличение расстояний между структурными частицами, что отражается в увеличении или уменьшении количества частиц в объеме решетки. В результате новая решетка, по сравнению с исходной, всегда уплотнена или разуплотнена. Степень уплотнения или разуплотнения, отражающая направленность в изменении внешних термодинамических факторов [13], выражается величиной структурной рыхлости « $\omega$ » кристаллических решеток минералов [11].

Результаты экспериментального изучения устойчивости алюмосиликатов в условиях меняющейся кислотности-щелочности и при различных температурах и давлениях объясняют появление различных парагенезисов высокобарических минералов на разных участках шовных зон в метаморфических комплексах Южного Урала.

Общеизвестно, что в процессах динамотермального метаморфизма ведущей тенденцией в изменении состояния алюминия является переход его из четверной координации по кислороду в шестерную. Это сопровождается уменьшением молекулярного объема и увеличением плотности минералов [11].

Взаимодействие флюида и твердой фазы в некоторых проявлениях может иметь полярно-противоположный характер: с одной стороны, состав и состояние флюида является причиной смены минеральных ассоциаций, а с другой – наоборот, изменение состава твердой фазы под влиянием меняющихся Т-Р условий определяет состав сосуществующего с ней флюида [8].

Выразительным примером такого двойного взаимодействия может служить выщелачивание, которое осуществляется путем кристаллохимического фракционирования при метаморфизме (метамор-фогенный тип) или в результате воздействия на твердую фазу активного кислого раствора (метасоматический тип).

В первом случае низковалентные ионы с большим радиусом в определенных термодинамических условиях, среди которых наибольшее значение имеет давление, оказываются неустойчивыми в кристаллической решетке большинства силикатов и уходят в раствор. Таким образом, формируются ассоциации, содержащие высокоплотные минералы, для которых характерна шестерная координация алюминия: кианит, пироп-альмандиновый гранат, хлоритоид, ставролит и др. Геологически вполне четко устанавливается приуроченность таких ассоциаций к древним, архейско-протерозойским гнейсово-амфиболитовым комплексам, претерпевшим высокотемпературный и высокобарический метаморфизм. Так как рассматриваемые ассоциации возникают вследствие реакции породы на изменяющиеся термодинамические условия, их необходимо отнести к числу *метаморфических*, хотя формирование самих минеральных агрегатов осуществляется с помощью *метасоматического* механизма и не является вполне изохимическим.

Появление высокобарических парагенезисов в шовных зонах докембрийских метаморфических комплексов (Кольский п-ов, Карелия, Алданский щит, Урал и др.) связано не столько с гидротермально-метасоматическими преобразованиями (изменение кислотности-щелочности) пород глубинными флюидами, сколько с кристаллохимическим фракционированием, обусловленным селективным переходом под давлением в раствор «наименее надежно закрепленных» ионов в кристаллической решетке, которое меняет соотношение химических потенциалов компонентов в твердой и жидкой фазах, определяя, в частности, щелочность-кислотность и другие свойства раствора. Векторное стрессовое давление, возникающее в зонах тектонического сжатия, трансформируясь дилатационно-гидравлическим путем во флюидное давление с весьма высоким градиентом, стимулирует процессы перекристаллизации кианита в виде крупных порфиробласт [2, 15, 16, 17, 18]. Кианит в плагиогнейсах Уфалейского, Сысертско-Ильменогорского, Кочкарского, Адамовского, Джабык-Карагайского метаморфических комплексов

образуется по биотиту, а не по алюмосиликатам полевым шпатам или мусковиту, и минеральная ассоциация создается без кварца, в отличие от гидротермально-метасоматического способа образования кианит-кварцевых зон (рис. 1). Аналогичная картина описана в гнейсах Карелии [14].



**Рис. 1. Развитие метаморфогенного кианита в плагигнейсах Шумихинского купола, Сысертско-Ильменогорский комплекс. Шлиф Ш-102, без анализатора, увел. 20X.**

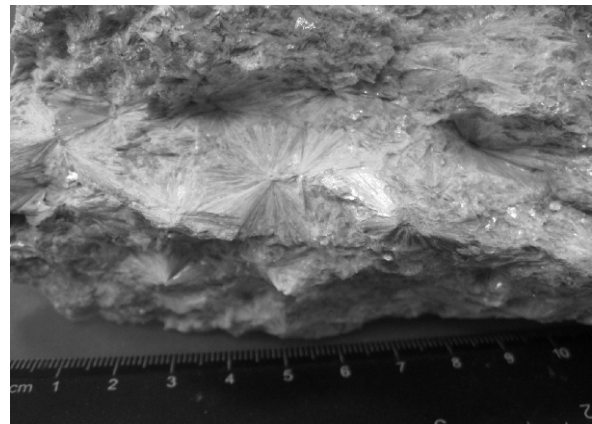
На Урале широко развиты месторождения метасоматических кианитовых кварцитов, реже – силлиманитовых кварцитов, залегающих в шовных зонах, секущих силлиманит (кианит) содержащие гнейсы Адамовского, Кочкарского, Мурзинско-Адуйского, Уфалейского, Сысертского метаморфических комплексов [6, 10, 12, 19]. Кианитовые кварциты представляют собой плотные породы, разбитые трещинами отдельности на крупные блоки.

Метасоматический кианит распределяется в кварцитах неравномерно: от единичных зерен до 40 – 50 %. В зонах высокой концентрации кианита последний кристаллизуется в виде радиально-лучистых агрегатов светло-голубой окраски (рис. 2). Кианит образует радиально-лучистые агрегаты в кварците, в котором по границам зерен наблюдаются скопления пылевидного магнетита, реже появляются зерна рутила, пирита, гематита.

Для метаморфогенных и метаморфогенно-метасоматических месторождений высокоглиноземистого сырья типичны кварцевые жилы выполнения с кианитом (рис.

3), андалузитом или силлиманитом в зальбандах [2, 10, 20]. Концентрации высокоглиноземистых минералов в этих жилах представляют лишь минералогический интерес, промышленных концентраций не образуется.

Сравнение Уральских кианитов (пробы БР, БС, КУ, КТ) с кианитом свиты Кейв (пробы КЕЙ) методами математической статистики и факторного анализа показало их сходство по минеральным включениям и примесям, по химсоставу, содержанию редких и редкоземельных элементов (рис. 4). Наиболее загрязненными по минеральным примесям и химическому составу оказываются наиболее ранние метаморфогенные кианиты волокнисто-игольчатого и конкреционно-лучистого промышленного типа (КЕЙ-5, 11, 12, 20). Менее загрязнен параморфический тип кианита по хиастолитам (КЕЙ-15, 19) и метаморфогенно-метасоматический радиально-лучистый кианит кианитовых кварцитов и зон перекристаллизации (КЕЙ-1, 8, БР-1, БС-1, 10, КТ-1). Наиболее чистыми являются поздние метасоматические кианиты голубого цвета (КЕЙ-16, КУ-2/7), образующие оторочки в зальбандах кварцевых жил, которые, к сожалению, имеют очень небольшие масштабы распространения и, соответственно, запасы.



**Рис.2. Радиально-лучистый метасоматический кианит в кианитовых кварцитах. Брусняновское проявление кианита.**

На Урале в настоящее время запущен пилотный проект по организации добычи кианитового сырья с производительностью 30-50 тыс. т в год. Наиболее благоприятными в этом отношении являются техногенные



отложения Андрее-Юльевской россыпи, содержащие кианит (Челябинская обл., г. Пласт). В техногенных отложениях из россыпи преобладает порфиробластический кианит, достаточно чистый (БС-1), к тому же в значительной мере уже обогащенный.

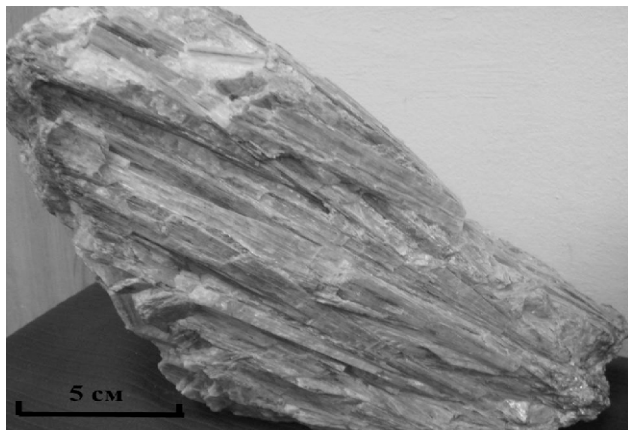


Рис. 3. Голубой кианит внутрижилых оторочек кварцевых жил. Свита Кейв, Серповидный хребет. Образец КЕЙ-16.

Ресурсы сырья достаточны для крупномасштабного производства концентратов на базе кианита и кварца. В ВОСТИО под руководством д. г.-м. н. В. А. Перепелицына были проведены лабораторные огнеупорные исследования кианитовых концентратов, из которых следует, что кианитовые концентраты, полученные из Андрее-Юльевских россыпей, являются перспективными для производства качественных мулито-кремнеземистых огнеупорных материалов и изделий.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований № 14-23-24 Президиума РАН и Интеграционного проекта «Развитие минерально-сырьевой базы России ...», руководитель проекта академик РАН В. А. Коротеев. Частичное финансирование осуществлялось по госбюджетной теме Г-3 (УГГУ).

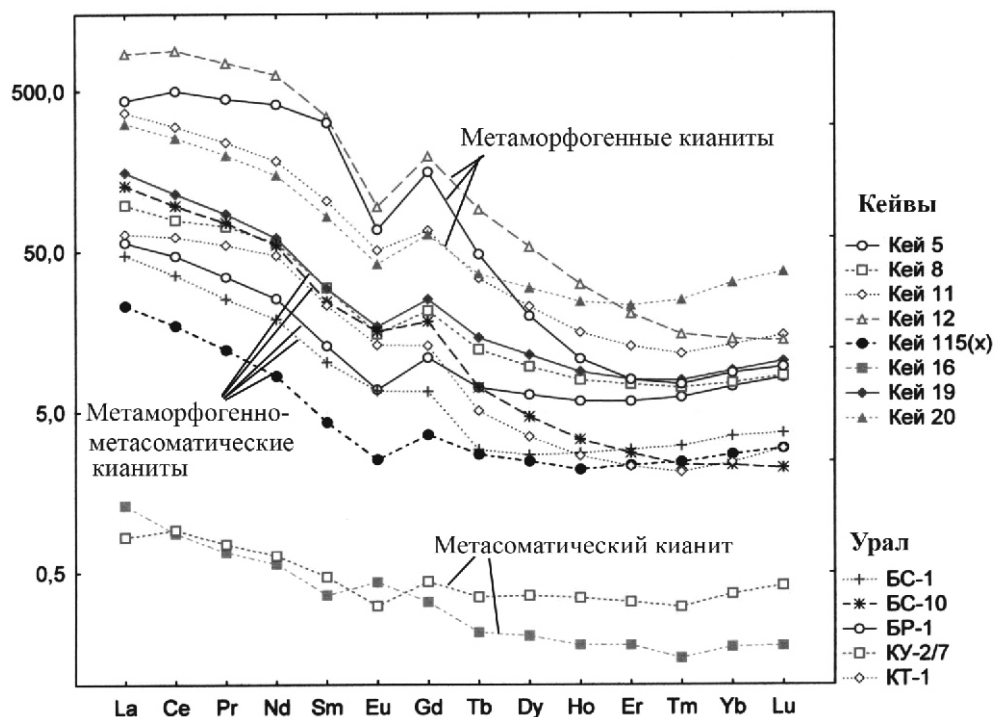


Рис. 4. Распределение редких земель, нормированных по хондриту в кианитах месторождений Кольского полуострова (кейвская свита) и Урала

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Головенко В. К. Высокоглиноземистые формации докембрия. Л.: Наука, 1977. 205 с.
2. Бельков И. В. Кианитовые сланцы свиты Кейв. М.: АН СССР, 1963. 320 с.
3. Добрецов Н. Л. Специфика раннедокембрийского метаморфизма и ранняя история Земли // Метаморфизм раннего докембрия. Апатиты, 1980. С. 19-31.

4. Небокситовое алюминиевое сырье Сибири. М.: Недра, 1988. 167 с.
5. *Коротеев В. А., Огородников В. Н., Войтеховский Ю. Л., и др.* Небокситовое алюминиевое сырье России. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 228 с.
6. *Кейльман Г. А.* Мигматитовые комплексы подвижных поясов. М.: Недра, 1974. 200 с.
7. *Рундквист Д. В., Бушмин С. А., Глебовицкий В. А., Михайлов Д. А., Рудник В. А.* Основы типизации метасоматитов докембрия // Метасоматиты докембрия и их рудоносность. М.: Наука, 1989. С. 5 - 16.
8. *Кейльман Г. А., Огородников В. Н.* О взаимодействии флюида с минеральными системами при метаморфизме // Флюидный режим земной коры и верхней мантии. Иркутск: ИЗК СО АН СССР, 1977. С. 79-80.
9. *Коротеев В. А., Огородников В. Н., Сазонов В. Н., Поленов Ю. А., Савичев А. Н., Коротеев Д. В.* Минералы группы силлиманита - база промышленного производства высокоглиноземистых огнеупоров, силумина и алюминия // Ежегодник -2009. Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 2010. С. 157-162.
10. *Огородников В. Н., Сазонов В. Н., Поленов Ю. А.* Минерагения шовных зон Урала. Уфалейский гнейсово-амфиболитовый комплекс. Научное издание. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 216 с.
11. *Ицксон Г. В.* Кристаллохимическое фракционирование калия и натрия в метаморфических процессах и его металлогеническое значение // Региональный метаморфизм и метаморфогенное рудообразование. Л.: Наука, 1970. С.172-194.
12. *Игумнов А. Н., Кожевников К. Е.* Уральские месторождения дистена (кианит). Тр. ВИМС, вып. 90, 1935. 184 с.
13. *Евзикова Н. З.* О структурных плотностях минералов // Минерал. Сб. Львов. ун-та. 1966. № 20, вып. 3. С. 352-358.
14. *Shade J. W.* Hydrolisis equilibria in the system  $K_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ . Ph.D. Thesis, Pensilvania state Univ., 1968.
15. *Беляев О. А.* Кислотное выщелачивание и сопряженный железо-магнезиальный метасоматоз в условиях гранулитовой фации // Метасоматоз и метасоматиты в метаморфических комплексах докембрия. Апатиты, ГИ КолФАН СССР, 1981. С. 10-18.
16. *Кейльман Г. А., Пучков В. Н.* Сиализация земной коры (тектонические аспекты). Свердловск: УрО АН СССР, 1989. 50 с.
17. *Жданов В. А.* Рудогенерирующая роль региональных метаморфо-метасомати-ческих процессов // Метаморфогенное рудообразование раннего докембрия. Апатиты, 1980. С. 62-70.
18. *Кейльман Г. А., Глушкова Г. А., Золоев К. К. и др.* Геологические типы метаморфизма в региональных структурах Урала. Екатеринбург: УКСЭ, 1991. 82 с.
19. *Рапопорт М. С.* Кианитовые алюмокварциты восточного склона Среднего Урала и роль кислотного выщелачивания и их образовании // Метаморфизм горных пород Урала. Свердловск: Изд-во СГИ, 1970. С. 43-45.
20. *Кориковский С. П.* Метаморфизм, гранитизация и постмагматические процессы в докембрии Удокано-Становой зоны. М.: Недра. 1967. 298 с.

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТА НА МЕСТЕ ЗАЛЕГАНИЯ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТУЛАЛЛАР В ГЕКГЕЛЬСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА



**Ч. М. КАШКАЙ,**  
д. г.-м. н., гл. научный  
сотрудник ИГНАНА,  
г. Баку, Республика  
Азербайджан



**Р. Б. КЕРИМОВ**  
к.г.-м. н., вед. научный  
сотрудник ИГНАНА,  
г. Баку, Республика  
Азербайджан



**А. Н. АГАЕВ,**  
инженер ИГНАНА,  
г. Баку, Республика  
Азербайджан



**А. С. АМИРОВ,**  
к. ф.-м. н., вед. научный  
сотрудник ИГНАНА,  
г. Баку, Республика  
Азербайджан



**Е. А. КАШКАЙ,**  
научный сотрудник  
ИГНАНА,  
г. Баку, Республика  
Азербайджан

Ә ә Аныә геологиялары институтта кендердіә жатуын орындаәы сілтіден айыруы технологияныә әдістері әндейді. Тәжірибе - әдістемелік полигон ретінде ә зірбайжан ауданы Гекгельскийдегі Тулаллар сульфид алтынкен кен орны таәдалған. Осы кен орны әшін гипохлорид сілтіден айыруныә әтымды тәртіптері эксперименттік тәрде теріп алған. Олардыә жатуын орындаәы кендердіә сілтіден айыруы процесстіә инженерлік шешімініә схемасы әсынылады.  
*Маңызды сңздер:* сілтіден айыру, технология, гипохлорит, алтын.

В институте геологии НАНА разрабатываются методы технологии выщелачивания на месте залегания руд. В качестве опытно-методического полигона было выбрано малосульфидное золоторудное месторождение Тулаллар в Гекгельском районе Азербайджана. Экспериментально подобраны оптимальные режимы гипохлоридного выщелачивания для данного месторождения. Предлагается схема инженерного решения процесса выщелачивания руд на месте их залегания.

*Ключевые слова:* выщелачивание, технология, гипохлорит, золото.

The Geology Institute of ANAS being developed methods of in-situ leaching technology. As a experimental-methodical area was chosen low- sulphide gold deposit Tulallar in Goygol region of Azerbaijan. For the leaching of gold was used hypochlorite technology, for which the experimentally selected optimum modes with regard to these deposits. A scheme of engineering is suggested.

*Key words:* in-situ leaching, technology, hypochlorite, gold.



### Введение

Добыча металлов с использованием технологии выщелачивания на месте залегания руд привлекает своей дешевизной, значительно меньшим экологическим воздействием и многими другими преимуществами. Можно перечислить немало примеров успешной промышленной добычи золота с применением технологии подземного выщелачивания [1]. В особенности эта технология является безальтернативной в случае убогих руд и маломасштабных рудопроявлений, которые по численности значительно превышают крупные месторождения.

В Азербайджане технология выщелачивания металлов из руд разрабатывается при поддержке правительства Республики в Институте геологии Академии Наук Азербайджана, где создана необходимая для этого технологическая база, система моделирования процессов выщелачивания, а также комплекс оборудования для пилотных испытаний непосредственно на рудном объекте с передвижной геохимической лабораторией [2].

Однако технология выщелачивания на месте залегания руд не применима для любого месторождения, поскольку во многом зависит от геологических параметров рудного поля, возможности инженерного решения задачи и целого ряда других факторов. Если считать главным критерием применения подобной технологии возможность доставки выщелачивающего раствора в рудную толщу с обеспечением максимального контакта извлекаемого металла с раствором и вероятность без потерь дренажа продуктивного раствора на поверхность, то, как будет показано, ниже, эти критерии в определенной мере могут быть реализованы в пределах золоторудной зоны Тулаллар в Гекгельском районе Азербайджана. Принимая во внимание общую конфигурацию рудоносной толщи, которая по всему периметру имеет выход на поверхность, авторы рассматривают возможность осуществления процесса выщелачивания руд путем формирования на месте их залегания как бы единой кучи и применения принципа кучного выщелачивания без выемки руды.

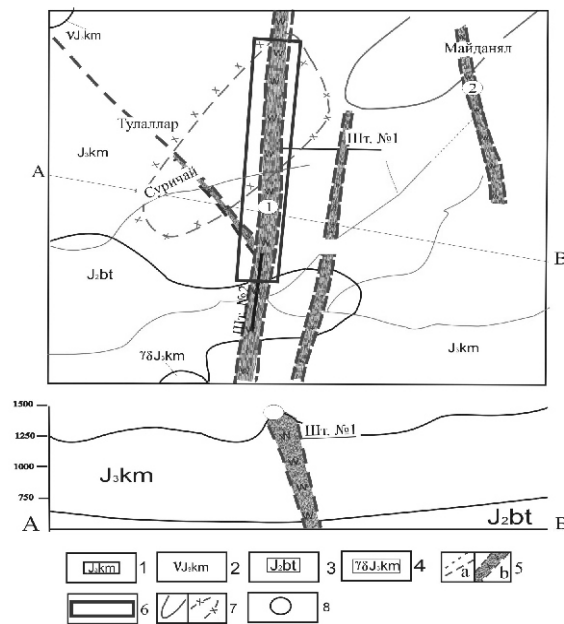
Настоящая статья не преследует цель изложения полного технологического цикла, а лишь акцентирует внимание на тех отличительных особенностях этого месторождения, которые в совокупности с экспериментальными исследованиями, могут убедить в пригодности этого месторождения для более простого и, по мнению авторов, более рационального способа эксплуатации данного месторождения.

### Краткое описание месторождения

Золоторудное месторождение Тулаллар расположено на северо-восточном склоне Малого Кавказа в Гекгельском районе Азербайджанской Республики. Месторождение представлено единой гидротермально-измененной зоной, протягивающейся в субмеридиональном направлении шириной 20 - 80 м, уходящей вглубь почти под вертикальным углом ( $85 - 90^\circ$ ) с северо-западным падением (рис. 1).

Геологоразведочные работы на месторождении проводились Геологическим департаментом Министерства Экологии и природных ресурсов Азербайджана. Центральная часть месторождения, длиной около 1,5 км, изучена горными выработками (канавами, шурфами, штольнями и скважинами) и геофизическими исследованиями и на основе этих данных была дана предварительная оценка запасов золота более 60 т, серебра - 300 т и молибдена - более 2000 т.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы среднего и верхнего байоса, бата и верхнеюрского (Киммериджского) возраста. Рудовмещающими являются, в основном, породы киммериджского возраста и литологически представлены андезитодацитами, дацитами, чередующимися грубо-, средне- и мелкообломочными литокластическими туфами. Разломные структуры месторождения простираются, в основном, в северо-западном направлении и сопровождаются гидротермально-измененными породами, которые представлены, в основном, вторичными кварцитами и частично пропилитами и каолинитами.



**Рис.1. Геологическая карта Тулалларского золоторудного месторождения:**

1 – Киммериджский ярус - диабазы, андезиты, андезитодациты и их туфы, туфоконгломераты; 2 – Габброиды I фазы Чичеклинского интрузива; 3 – Батский ярус – андезиты, андезитобазальты и их туфы, туфопесчаники; 4 – ранодиориты, адамеллиты, граниты, кварцевые диориты, диорит-порфириты II фазы Чичеклинского интрузива; 5 – а) разрывные нарушения, б) Золотосодержащие вторичные кварциты и другие рудоносные гидротермально-измененные породы; 6 – Центральная часть Тулалларской рудоносной зоны; 7–Геофизические аномалии; 8 – Золоторудные поля: 1 – Тулаллар, 2 – Майданял.

В минералогическом отношении руда золото-кварцевой формации состоит из нерудных минералов кварца (60 - 80 %) и каолинита (5 - 7 %), а среди рудных минералов встречается пирит (4 - 6 %), халькопирит (2 - 3 %), самородное золото, а также ряд других минералов, не представляющих интерес для технологического процесса [3].

В гидрогеологическом плане, за исключением небольшой речки, пересекающей кварцевую полосу, на данном участке отсутствует какая-либо выявленная подземная гидрогеологическая сеть, которая могла бы помешать подземному выщелачиванию.

Результаты силикатного анализа показали (%):  $\text{Na}_2\text{O}$  –  $0,32 \div 5,51$ ,  $\text{MgO}$  –  $0,76 \div 1,24$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  –  $4,03 \div 14,15$ ,  $\text{SiO}_2$  –  $67,52 \div 87,72$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  –  $0,15 \div 0,18$ ,  $\text{SO}_3$  –  $0,14 \div 0,68$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  –  $1,13 \div 2,81$ ,  $\text{CaO}$  –  $1,41 \div 1,54$ ,  $\text{TiO}_2$  –  $0,04 \div 0,27$ ,  $\text{MnO}$  –  $0,13 \div 0,15$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  –  $1,76 \div 4,24$ , п.п.п. –  $1,65 \div 2,13$ .

Микроскопически в шлифах основная масса состоит из мелких бесформенных зерен кварца, чередующихся каолинитом,

серицитом и редко рудными минералами. Золото в виде микроскопически мелких выделений находится в промежутках среди кварцевых зерен, а также по каймам ковеллина и халькопирита. Содержание золота в пробах, взятых в поперечных сечениях кварцевой жилы (рис. 4), варьирует в пределах  $0,4 \div 33,5$  г/т, при среднем содержании 1,5 г/т. Местами есть участки со средним содержанием Au 10-20 г/т.

Среднее содержание серебра составляет 7,30 г/т. Среди других заслуживающих внимание металлов имеется молибден в количестве 0,0001-0,003 %.

Для экспериментальных исследований были взяты пробы вторичного кварцита, как из поверхностной зоны, так и из штольни. Элементный анализ был выполнен в лаборатории ALS Chemex Турция методами AAS и ICP-OAS, а контрольные определения золота проводились методом пробирного анализа (табл. 1). Рутинные анализы растворов выполнялись на рентген-флуоресцентном анализаторе S2 PICOFOX.

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований проб вторичных кварцитов

Элемент	Au	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	K	La	Mg
Ед.изм.	г/т	г/т	%	г/т	г/т	г/т	г/т	%	г/т	г/т	г/т	г/т	%	г/т	%	г/т	%
Содерж.	11,20	14,2	1,72	199	580	<0,5	22	0,07	0,8	2	58	72	1,83	10	0,38	10	0,03

Элемент	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Sr	Th	Ti	Tl	U	V	W	Zn
Ед.изм.	г/т	г/т	%	г/т	г/т	г/т	%	г/т	г/т	г/т	г/т	%	г/т	г/т	г/т	г/т	г/т
Содерж.	1,87	82	0,03	4	170	382	0,98	73	9	311	<20	0,03	<10	<10	43	10	69

Как видно из аналитических данных, содержание серы (0,98 %) и прочих потенциально вымываемых компонентов не столь велики, чтобы беспокоиться об их мешающей роли.

Поскольку выщелачиванию намечается подвергать всю массу кварцитов, отпадает необходимость в более детальной разведке и вопрос оконтуривания кондиционных участков для данного месторождения теряет свой смысл. В этом состоит еще одно замечательное превосходство технологии выщелачивания на месте залегания.

### Экспериментальные исследования

Цель лабораторных экспериментальных исследований состояла в том, чтобы определить степень податливости руд к гипохлоридному выщелачиванию золота и по возможности найти оптимальные технологические режимы и условия, обеспечивающие максимальный выход золота в выщелачивающий раствор за минимальное время. За основу была принята хлоридная технология, практически оправдавшая себя на ряде месторождений [1]. Преимущество хлоридной технологии состоит в том, что используется минимальное количество дешевых реактивов (поваренная соль и для подкисления HCl) + электрический ток для

генерации гипохлорита натрия. Последний считается экологически безвредным и в тоже время дезинфицирующим веществом. Кроме того, высокая окислительная способность гипохлорит иона ClO<sup>-</sup>, наличие связанного кислорода и активного хлора, не требует участия атмосферного кислорода, в связи с чем растворы успешно могут функционировать в подземных условиях.

Эксперименты проводились на сконструированной нами моделирующей установке (см. рис. 2).

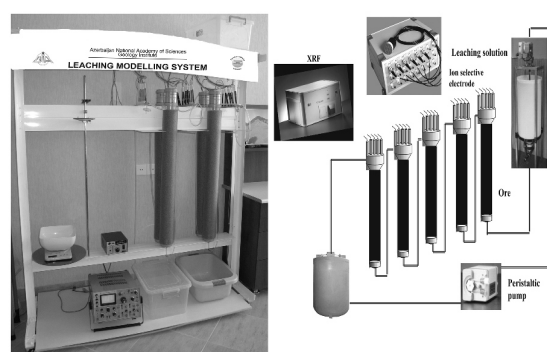


Рис. 2. Экспериментальная установка и принципиальная схема работы моделирующей системы

Из раствора поваренной соли (NaCl) с концентрацией 35 г/л электрохимическим путем приготавливали раствор гипохлорита натрия (NaClO). Путем добавления HCl доводили раствор до нужного значения pH и



Eh и пропускали этот раствор через батарею заполненных рудой перколяторов, каждый длиной в 1 м. Перколяторы соединены последовательно трубками и имеют теплоизоляционную рубашку и встроенный измеритель температуры. В каждую крышку перколятора вмонтированы ионоселективные электроды, значения которых в потоке, в режиме реального времени, одновременно фиксировали с помощью 20-канального иономера Elit. Это позволило контролировать промежуточные и конечные параметры растворов (рН, Eh, t°C, Cl<sup>-</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>). Содержание золота, как в растворе, так и в обработанной руде, определяли методом AAS, а прочие тяжелые металлы на приборе S2 PICOFOX. Последовательное герметичное соединение нескольких перколяторов позволяет имитировать процесс выщелачивания до определенной глубины без контакта с атмосферой. Использовался замкнутый цикл повторной циркуляции раствора с электрохимическим восстановлением гипохлорита и рН-Eh параметров при каждом новом цикле.

Согласно литературным источникам, для перевода золота в раствор окислительно-восстановительный потенциал должен быть не ниже 0,8-0,9 вольт, а оптимальная кислотность среды в пределах 2-4 рН. Эти значения старались выдержать в экспериментальных работах. С другой стороны, снижение Eh раствора ниже 500 мВ приводит к выпадению в осадок ранее растворенного золота, и уже при Eh < 400 мВ золото в растворе почти не обнаруживается. Таким образом, непременным условием является поддержание высоких значений Eh вплоть до процедуры сорбции золота.

Одним из важнейших факторов успешной выполнимости выщелачивания руд на месте залегания является степень водопроницаемости рудной толщи. На месторождении Тулаллар приповерхностная часть вторичных кварцитов сильно выветрена, трещиновата и является достаточно водопроницаемой. На глубине 10-20 м, судя по мокрым стенкам штольни, можно сделать вывод о том, что дождевые воды могут проникать на эту глубину. Также встречаются многочисленные пустоты. Поскольку степень изменчивости этих пород резко отличается, то

коэффициент пористости пород и соответственно их фильтрационные свойства варьируют в широких пределах. Наши измерения коэффициента фильтрации для некоторых участков данного месторождения позволили выделить три типа пород:

1) водопроницаемые породы, для которых коэффициент фильтрации составляет около 2,5 м/сут.

2) умеренно проницаемые трещиноватые породы, для которых коэффициент фильтрации составляет 1-2 м/сут.

3) малопроницаемые породы с коэффициентом фильтрации 0,01 м/сут.

Однако эти параметры явно недостаточны для приемлемой производительности процесса, поэтому предлагается провести дополнительное дробление рудной массы на месторождении с помощью мелких взрывов через густую сеть скважин (рис. 4). Поскольку в основном рудные минералы обособлены в кварцевой массе в виде прожилков и скоплений, то при механической нагрузке основная масса растрескивается и рассыпается именно по этим ослабленным местам. Если в чистой кварцевой массе содержание золота колеблется в пределах 0,2-0,6 г/т, то в прожилках анализы показывают содержание Au 3 г/т и более. Следовательно, при взрывном разуплотнении пород может быть обеспечен доступ выщелачивающих растворов к большинству рудных зерен. С другой стороны, как показали опыты, при длительной обработке породы хлоридными растворами с течением времени происходит разложение и дальнейшее рассыпание мелкозернистой массы, что естественно, приводит к вскрытию зерен и, следовательно, к контакту растворов с новыми порциями рудных частичек.

Наверное, этим можно объяснить то обстоятельство, что если за первые сутки оборотной циркуляции раствора сквозь рудную массу выход золота составлял 50-60 %, то в последующие сутки оставшееся золото продолжало вымываться во все уменьшающемся количестве. В итоге при использовании найденных нами режимов выщелачивания общий выход золота через 7-10 дней составил около 80 % (табл. 2).

Таблица 2. Результаты экспериментальных исследований технологии выщелачивания золоторудного месторождения Тулаллар

Начальные параметры раствора		Время эксперимента	Выход Au (mg/l)	Степень извлечения %
pH	Eh			
4,30	1090	60 мин.	2,16	40,2
4,20	1100	180 мин.	2,30	62,7
3,18	1120	3 суток	2,50	73,1
1,80	1230	7 суток	2,98	78,0

Причем это касается также весьма убогих образцов руд с содержанием Au 0,3 – 0,6 г/т. Указанные в таблице данные являются сводкой многочисленных экспериментальных результатов и отражают характерные параметры.

Несмотря на то, что AgCl является труднорастворимым соединением, гипохлорит натрия в определенной степени растворяет серебро, а присутствие некоторого количества сульфата способствует этому, в связи с чем в растворах мы наблюдаем растворенное серебро в количестве 2-3 мг/л. Для более эффективного выщелачивания серебра в некоторых работах рекомендуют после хлоридного выщелачивания золота использовать тиосульфатное выщелачивание серебра.

Поскольку разуплотнение рудной массы предполагается производить путем взрывов через скважины, то возникает вопрос о необходимости определения густоты скважин и схему их расположения. Для этого, помимо механических параметров раздробления, которое обеспечивает лучшую проницаемость растворов и большую поверхность контакта раствора с твердой породой, очень важно знать параметры пространственной и временной активности выщелачивающего раствора. Т. е. при просачивании раствора сквозь рудное тело требуется выявить, на каком расстоянии от точки первого контакта раствор все еще сохраняет свою выщелачивающую силу. Контрольными параметрами для этого могут служить значения Eh и pH раствора. С этой целью нами была изготовлена специальная конструкция, позволяющая исследовать влияние длины пробы на реакционную способность раствора (см. рис.3).

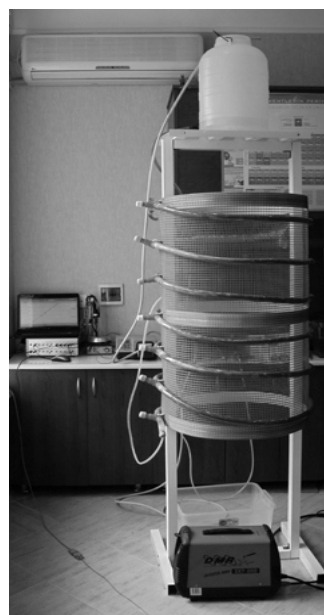


Рис. 3. Установка для исследования влияния длины пробы на активность выщелачивающего раствора

Установка представляет собой многометровый прозрачный шланг, свернутый вертикально в виде спирали, с промежуточными выходами через каждые 2 метра для отбора жидкости. Шланг по всей длине заполняют измельченной рудой и с верхнего уровня запускают раствор.

Испытания показали, что длина активного воздействия раствора зависит от количества оборотных циклов. Чем больше циклов, тем длиннее зона активного воздействия. Так, если при первом цикле активная зона составляла всего 2-3 метра, то при 5-том и последующих циклах зона удлинилась до 10 и более метров. По результатам этих экспериментов оптимальным промежутком можно считать расстояние между скважинами равное 15 метрам.

Результаты лабораторных технологических испытаний на более крупном

химических параметров и поведение процесса предсказуемы и регулируемы, на основании чего можно допустить, что полученные технологические режимы после дополнительной проработки и натуральных испытаний могут быть применимы на этом месторождении и при более крупномасштабном процессе.

### **Представление о возможном горно-инженерном решении задачи выщелачивания на месте залегания для Тулалларского месторождения**

Геологическое строение и пространственное размещение месторождения, форма рудного тела, а также прочие физико-химические параметры объекта позволили предложить для этого месторождения, как нам кажется, наиболее простую и реальную схему процесса выщелачивания.

Разработка такого типа месторождения классическим карьерным способом представляется маловероятным. Выемка вертикально расположенной узкой кварцевой жилы с глубиной потребует все нарастающего объема вскрытия вмещающих пород. При том, что среднее содержание золота составляет всего 1,5 г/т, очень скоро с глубиной эксплуатация может оказаться нерентабельной. Это еще один довод в пользу применения указанной технологии для подобного типа месторождений.

Основная инженерная идея состоит в том, что воспользовавшись удачной геоморфологической структурой рудной зоны, а именно, ее близповерхностной доступностью и почти вертикальным залеганием рудной полосы, создать непосредственно на месте залегания раздробленную рудную кучу. При этом боковыми водонепроницаемыми стенками могут служить инертные к хлоридным растворам плотные вмещающие породы андезитодацитового состава, а нижним водоупором может быть нераздробленная масса, где непосредственно располагается штольня-коллектор. Такая штольня должна быть пройдена по центру рудной полосы по всей ее длине и служить общим дренажным каналом.

В этом случае пробуренные над

штольной перпендикулярно к ней скважины после взрывного разуплотнения будут образовывать раздробленную кучу (забой скважин не должен подходить ближе 5-10 м до стенок штольни).

Учитывая длину рудной полосы равной 1500 м при средней ширине 45 м, а также найденное нами опытным путем оптимальное расстояние между скважинами, равное 15 м, легко можно рассчитать необходимое число скважин. В таком случае для полного разрыхления рудной массы потребуется не менее 200 скважин.

Что касается глубины скважин, то если рассматривать продольный разрез месторождения по длине (см. рис. 4), то он будет выглядеть как бы в виде двух клиньев, острием к середине полосы в сторону оврага. При этом максимальная высота одного клина по отношению к средней части месторождения составляет 200 - 220 м, а другого – 70 м.

Таким образом, необходимая глубина раздробления вблизи оврага будет начинаться от уровня штольни-коллектора и, по мере удаления, будет возрастать до указанных максимумов (рис. 4).

В целях экономичности добычи и быстрого выхода на прибыльный этап, целесообразно бурение первой группы скважин и разуплотнение пород начать со средней не глубокой части рудной полосы и тут же приступить к добыче на этом небольшом участке, не дожидаясь бурения последующих более удаленных от центра скважин. В этом случае, по мере разуплотнения последующих участков в процесс добычи будут вовлекаться все новые и новые зоны, умножая масштаб добычи.

Применение принципа кучного выщелачивания для раздробленной рудной массы непосредственно на месте залегания обеспечивает высокую экономичность и простоту реализации. В экономическом плане преимущества предложенной схемы настолько очевидны, что не может быть и речи о ее сопоставимости не только с классическими методами извлечения руды на поверхность, но и со скважинным методом подземного выщелачивания, поскольку в нашем случае не требуются закачные и откачные скважины, скважинные насосы, сложные трубные коммуникации и пр.



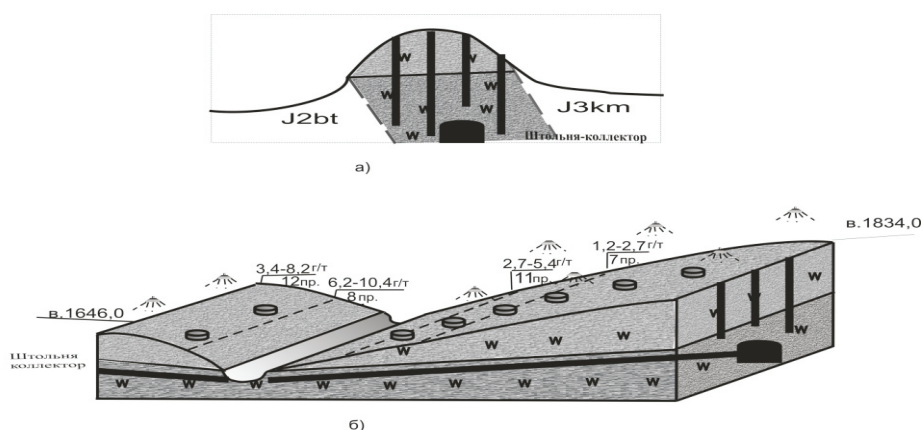


Рис. 4. Схема профилей центральной части месторождения:  
 а) поперечный, со штольней-коллектором и скважинами; б) продольный

Обычно при подземном выщелачивании важное значение придается экологическому мониторингу. В нашем случае задача облегчается тем, что значительный объем обрабатываемой руды выступает над поверхностью и находится на виду и поэтому любые боковые утечки могут быть легко обнаружены и устранены. Об устранении вероятности просачивания вглубь было указано выше. С другой стороны, использование в качестве основного реагента безвредной поваренной соли, а точнее ее гипохлоритной формы в оборотном цикле, не создает особую экологическую опасность и не требует таких строгих мер предосторожности, как при цианидном выщелачивании.

Помимо месторождения Тулаллар, площадь добычи может быть значительно расширена за счет других близко расположенных аналогичных проявлений (Майданял и Сарыял), которые также могут быть вовлечены в процесс выщелачивания подобным же образом.

Таким образом, совокупность геолого-морфологических особенностей месторождения и результаты экспериментальных исследований позволили найти для этого месторождения более упрощенный путь решения задачи извлечения драгоценных металлов и сделать вывод о том, что Тулалларская рудная зона вполне может быть объектом возможного применения технологии выщелачивания на месте залегания руд.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Докунин Ю. В., Самойлов Ф. Г. Опыт Российских инновационных технологий в золотодобыче // Инновационные направления развития минерально-сырьевого комплекса России. С.-Петербург: ВСЕГЕИ, С.22-23 октябрь 2009.
2. Кашкай Ч. М. Перспективы применения новых природосберегающих геохимических технологий для добычи металлов из месторождений и рудопроявлений Азербайджана // Сборник трудов «Научное наследие академика М. А. Кашкая», Баку, 2007.
3. Мұттиқов М., Вəлиев Н., Мұттиқов І., Әһтəдов Ә., Алиев Ф., Ағакішіев А. “Kіçik Qafqazın Tülallar zonasının qızılı filiz cisimlərinin maddi tərkibi”, АМЕА Хəбərləri, Yer elmləri, No.4, 2007.

## О ХРОМИТНОСТИ ДЖЕТЫГАРИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ( Костанайское Зауралье)



**Н. Н. ДЖАФАРОВ,**  
д. э.-м. н.,  
академик НИИ РК и МИА;  
ТОО «Асбестовое ГРП»,  
г. Житикара,  
Республика Казахстан



**Ф. Н. ДЖАФАРОВ,**  
к. э.-м. н.,  
ТОО «КазКопер»,  
г. Алматы,  
Республика Казахстан

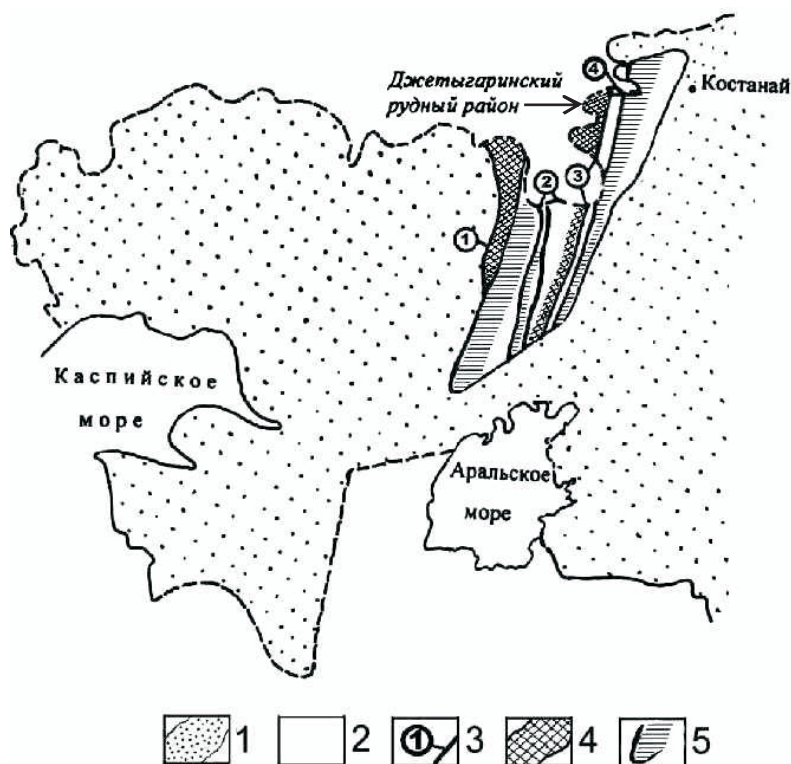
Бапта хромитті минерализация туралы мәліметтер келтірілген және кен ауданның ультрамафиттер шектердегі хромиттер кен орныларының табылуының келешектер анықталған.

В статье приведены данные о хромитовой минерализации и определены перспективы обнаружения месторождений хромитов в пределах ультрамафитов рудного района.

The data on chromite mineralization are presented in the article and prospects on detection of chromite deposits within ultramafites of the ore district are determined.

Джетыгаринский рудный район расположен на восточном склоне Южного Урала, который в структурном отношении представляет часть Уральского щита - восточной окраины Восточно-Европейской плиты. Южный фрагмент Уральского щита, находящийся в пределах Казахстана, состоит из серии субмеридиональных аккреционных призм, являющихся продуктом столкновения континента, Восточно-Европейской плиты, с микроконтинентами, надводными и подводными островными дугами, океанской плитой, перемещавшимися с востока. Призмы разделяются сохранившимися на месте зон субдукции меридионально вытянутыми сутурными линиями, большинство которых трассируются протрузиями ультрамафитов. Главнейшие из этих линий (с запада на восток) – Таловско-Халиловская, Мугоджарская, Джетыгаринская, Иргизская (Притобольская) (рис.1). Вдоль некоторых сутурных линий сохранились пластины океанской литосферной плиты (ультрамафитов, базальтов, кремнисто-глинистых пород), благоприятные для месторождений хрома,

никеля, кобальта, платины, асбеста, золота, меди. Среди аккреционных призм наблюдается общая тенденция омоложения фрагментов океанской коры, а также островных дуг с запада на восток - от раннего ордовика Сакмарской призмы до раннего карбона Иргизской. Некоторые нарушения этой закономерности связаны с сохранившимися участками обдукционных зон. В зонах обдукции часто более молодые породы океанического дна залегают западнее более древних. Они слагают крупные блоки, падающие на восток и образующие иногда пологолежащие пластины. Девонские и каменноугольные вулканы, продукт субдукции, имеют преимущественно средне-основной состав, что указывает на относительно небольшую мощность континентальной коры. Все призмы пронизаны интрузивами различного состава и размера, возраст которых колеблется от ордовика до карбона. На щит с востока наложен Тургайский внутриконтинентальный прогиб.



**Рис. 1. Тектоническая схема Казахской части Южного Урала (по данным авторов):**

1 – площади развития постратриасового плитного комплекса; 2 – межсутурные площади развития континентальной коры; 3 – сутурные линии (1 - Таловско-Халиловская, 2 – Мугоджарская, 3 – Джетыгаринская, 4 – Иргизская (Тобольская); 4 – зоны развития океанических литосферных плит в обдукционном залегании; 5 – зоны развития фрагментов океанических литосферных плит.

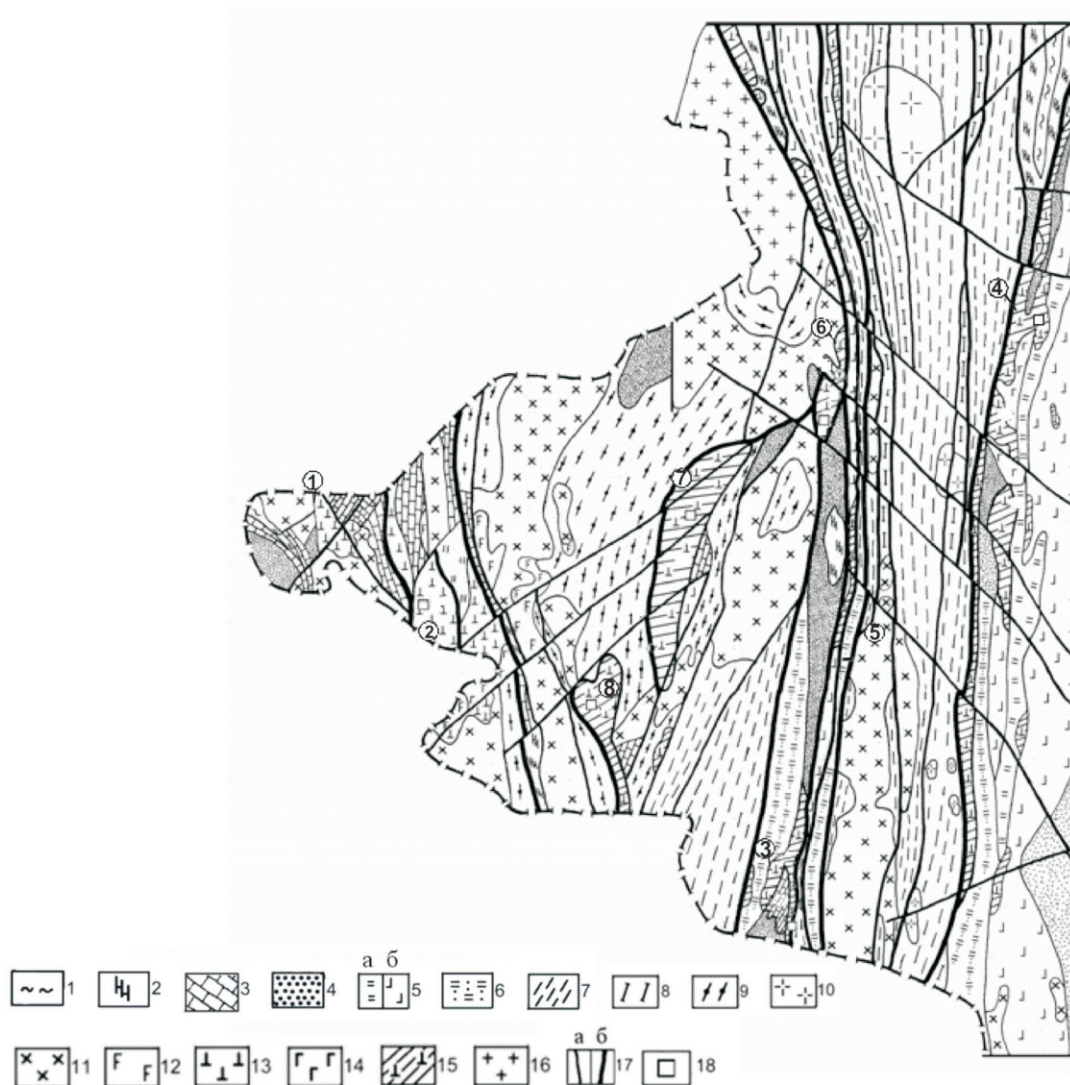
Джетыгаринская и Иргизская (Притобольская) сутуры проходят через Джетыгаринский рудный район и во многом определяют его металлогенический облик. Многие месторождения района (асбест, кобальт, никель, хром, золото и др.) приурочены к этим сутурам.

В Джетыгаринском рудном районе ультрамафиты широко распространены и занимают огромные площади, приурочены к региональным глубинным разломам, подчеркивающим сутурные линии (Аккаргинская группа, Гришинский, Милютинский, Джетыгаринский массивы), или находятся в стороне от региональных глубинных разломов в обдукционном залегании (Шевченковский, Кундыбайский и другие массивы) (рис.2).

Первые работы на хромиты проводились еще в конце 1920-х гг. на Джетыгаринском

массиве, расположенном рядом с Джетыгаринским золоторудным месторождением, и было выявлено небольшое месторождение (информация о нем приведена ниже). В 1930-е гг. почти все известные ультрамафитовые массивы были охвачены поисковыми работами, и во многих из них были выявлены рудопроявления хромитов. Вся территория ультрамафитов покрыта гравитационными исследованиями. Крупных скоплений хромитовых руд в районе не установлено. Известные аномалии оценены с применением бурения. После этих исследований обнаружение месторождений крупных размеров в районе вряд ли возможно. Выявление месторождений мелких и средних размеров не исключается. На рисунке приведена схема расположения хромитовых проявлений в пределах Джетыгаринского рудного района.





**Рис. 2. Схематическая геологическая карта Джетыгаринского рудного района (по материалам В. А. Сахарова, А. М. Захарова, Ю. Г. Фалькова, А. Р. Ниязова с дополнениями авторов):** 1 – верхнепалеозойские аргиллиты и конгломераты; 2 – нижнекаменноугольные известняки, аргиллиты, андезиты; 3 – фаменские мраморизованные окремнелые известняки; 4 – эйфельские конгломераты, алевролиты, мергели, известняки; 5 – силурийские толщи: а – песчаники, алевролиты, аргиллиты, кремни, б – спилиты; 6 – верхнепротерозойские - нижнепалеозойские кварциты, песчаники, углисто-глинистые сланцы; 7 – 9 – верхний протерозой: 7 – кремнистые, кремнисто-графитистые сланцы, кварциты (алексеевская свита); 8 – зеленые сланцы (городищенская свита); 9 – гнейсы, кристаллические сланцы (мариновская свита); 10 – позднепалеозойские биотитовые, двуслюдяные, аляскитовые граниты (джабык-карагайский комплекс); 11 – 12 – ранне-среднекаменноугольные: 11 – диориты, гранодиориты (милютинский комплекс); 12 – габбро-диориты (соколовско-сарбайский комплекс); 13 – ранне-каменноугольные ультрамафитовые массивы (аниховский комплекс); 14 – 15 – позднесилурийские – ранне-девонские: 14 – габбро-плагиограниты (джанганинский комплекс); 15 – ультрамафитовые массивы (притобольско-аккаргинский комплекс); 16 – позднепротерозойские гранитоиды (мариновский комплекс); 17 – разрывные нарушения: а – разломы, б – глубинные разломы; 18 – месторождения и рудопроявления хромитов.

Изучением хромитоносности ультрамафитов в разные годы занимались: Н. М. Альбов, Д. С. Штейнберг, П. М. Идкин, М. И. Русинов, И. В. Гачкевич, В. В. Хидчинко, Г. М. Тетерев, Б. А. Шкуропат (1966, 1968 гг.) [1], А. И. Ивлев, В. Н. Воинов [2], Л. И. Колотилов (1969 г.) [3] и многие другие.

Наиболее крупные рудопроявления хромитов приурочены к Аккаргинской группе массивов. Хромиты встречены только в Восточном массиве и его западной ветви.

Восточно-Аккаргинский массив вытянут в меридиональном направлении на 40 км, ширина его на севере составляет 0,5 – 1,5 км, а на юге, за пределами Казахстана, достигала 8 км. Северная и южная части массива разьединены гранитоидами. Северная часть находится на территории Казахстана, южная – в России. В Российской части массива расположены месторождения хромитов с запасами несколько сотен тысяч тонн, что обусловлено благоприятным вещественным составом ультрамафитов. Здесь в аподунитовых серпентинитах хризотил-лизардитового и антигоритового составов отмечаются аподунитовые разновидности серпентинитов. Полосы этих пород прослеживаются на сотни метров в длину при ширине до нескольких десятков метров.

В казахстанской части Восточно-Аккаргинского массива (к северу от р. Тобол), известно 15 мелких хромитовых тел. Подавляющая их часть находится среди аподунитовых серпентинитов и окружена обычно маломощной оторочкой более светлых аподунитовых серпентинитов. Форма рудных тел гнездо-, жило- и линзообразная, мощность их составляет не более 1 – 1,5 м, длина – первые метры. Текстуры руд сплошные, встречаются также густо-вкрапленные. В полосе аподунитовых серпентинитов длиной 3 км и шириной 300 – 500 м обнаружено несколько мелких тел полосчатых средневкрапленных хромитов шпиро- и пластообразных форм; мощность их около 1 м, длина не более 10 м, падение на запад и восток.

Руды сложены хромшпинелидами, в них также преобладают хромпикотиты, феррохромпикотиты, где присутствует в большом количестве глинозем. Содержание

$\text{Cr}_2\text{O}$  в этих хромитах 48,71 %. Отношение  $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{FeO} = 3,0$ . Кроме того, поисковыми скважинами на глубине до 200 м в этой части массива были встречены слепые тела высококачественных густо вкрапленных хромитов ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  48 %;  $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{FeO} = 4,1$ ), мощность которых не более 3 м.

Западная ветвь Восточно-Аккаргинского массива прослежена в северо-восточном направлении на 8 км, ширина составляет около 1 км. Массив сложен в основном аподунитовыми хризотил-лизардитовыми серпентинитами, аподунитовые серпентиниты установлены лишь на его периферии. Проявления хромитов представлены бедно- и средневкрапленными полосчатыми хромитами в виде небольших тел; самое крупное из них на поверхности наблюдается в виде коренного выхода средне- вкрапленных хромитов размером 12 x 3 м. По данным бурения это рудное тело на глубине быстро выклинивается. Бурением здесь отмечено также несколько маломощных слепых хромитовых тел. Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  22,37 – 47,6 %, отношение окислов хрома и железа всегда больше 2,5.

В пределах *Джетыгаринского ультраосновного массива*, где расположено крупнейшее одноименное месторождение хризотил-асбеста, хромитовые проявления приурочены к обособлениям дунитов и аподунитовых серпентинитов, редкие тела хромитов встречаются среди перидотитов. Обычно рудопроявления имеют форму мелких гнезд и линз с незначительными запасами руды. Однако встречаются и более крупные тела. Хромитовое проявление, известное как месторождение 2, расположено в 1,5 км к югу от г. Житикары и приурочено к серпентинизированным дунитам среди серпентинизированных гарцбургитов. Рудная залежь состоит из двух тел линзообразной формы северо-восточного простирания с крутым юго-восточным падением. Протяженность этих тел составляет около 20 м, ширина 5 м. Хромитовые тела до глубины 110 м прослежены скважинами.

Рудные тела так называемого месторождения 2 представлены густо- и средневкрапленными петельчатыми хромитами с участками сплошных и нодулярных

тел. Среднее содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в сплошных рудах 44,75 %, во вкрапленных 34,41 %. Отношение  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ : FeO в большинстве случаев больше 2,5.

Месторождение отработано до глубины 16 м.

Кроме месторождения 2 в аподунитовых серпентинитах известно еще несколько хромитовых тел. По данным Б. А. Шкуропата, изучавшего хромитоносность (1966, 1968 гг.), в Джетыгаринском массиве установлено 26 хромитовых линз и гнезд небольших размеров. Они сложены сплошными рудами. Содержание триоксида хрома в хромитах одного из таких рудопроявлений составляет 55,46 %, глинозема – 13,77 %, отношение  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ : FeO = 4,3. Сведений об эксплуатации этих тел нет.

*Гришинский массив* ультрамафитов приурочен к Тобольскому региональному разлому. Возраст Гришинского массива определяется как среднепалеозойский ( $S_2 - D_1$ ) и представляет собой полосу северо-восточного простирания длиной 44 км и шириной 1 км, падение массива крутое. К востоку от массива развиты вулканогенные породы основного состава с прослоями песчаников и сланцев, а на западе массив граничит с известковистыми песчаниками, андезитовыми порфиритами, туфами, диабазами. На юго-востоке и юге массива развиты среднедевонские эффузивы среднего состава и песчаники. Мощность мезозойской коры выветривания от первых метров до 60 м.

Хромитовые оруденения в пределах массива приурочены к дунитам, гарцбургитам, реже перидотитам и образовавшимся по ним серпентинитам. Эти породы образуют вытянутые зоны или слагают отдельные участки массива и представлены вкрапленными в разной степени густоты, реже сплошными рудами в форме гнезд, линз, шпир размером до 10–15 м, при ширине 3–5 м.

Установлено одно живообразное тело длиной 12 м, мощностью до 2,5 м и прослежено до глубины 25–30 м. Месторождение отработано до глубины 13,5 м. Руды сплошные, участками густовкрапленные, содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  46,4–51,8%. Запасы оценивались в 1278 т. Добыто 1072 т.

В *Милютинском массиве* ультрамафитов двумя скважинами было вскрыто слепое хромитовое тело мощностью около 0,8 м, по падению прослеженное на 50 м. Текстура руд густовкрапленная и нодулярная. Другие рудные тела не обнаружены.

*Кундыбайский ультрамафитовый массив* расположен в 60 км к юго-западу от г. Житикары. Массив вытянут в субмеридиональном направлении на 15 км, ширина его от 1 до 6 км. Ультраосновные породы представлены в разной степени серпентинизированными перидотитами и дунитами. Дуниты и серпентиниты по ним встречаются редко и образуют небольшие, изолированные друг от друга тела.

Хромитовые тела встречаются в дунитах, форма их жильная, длина от нескольких метров до 104 м, мощность 0,2–7,0 м, на глубину прослежены до 30–50 м. Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  20–43 %. Отношение  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ : FeO в основном больше 2,5.

Наиболее крупное рудопроявление массива находится на юге. Запасы хромитов здесь составляют 12,8 тыс. т. Бурение скважины до глубины 150–180 м новых данных об увеличении запасов не дало.

*Шевченковский массив* расположен в 35–40 км к юго-западу от г. Житикары. Ориентирован в меридиональном направлении, без перерыва протягивается на 40 км при ширине до 9 км.

Хромиты на массиве проявлены многочисленными мелкими телами вкрапленных и нодулярных руд в виде гнезд, линз, шпиров. Почти все они находятся в северной половине интрузива. В некоторых рудных телах отмечаются оторочки аподунитовых серпентинитов либо перидотитов.

Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в наиболее густо вкрапленных рудах составляет 37,94–45,9 %, отношение  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ : FeO изменяется в пределах 1,9–2,4; на глубину массив на наличие хромитоносности не изучен.

*Берсуатский массив* ультрамафитов находится в 80 км к юго-западу от г. Житикары в верховьях р. Берсуат, форма массива неправильная, площадь немногим больше 50 км<sup>2</sup>.



Здесь выявлен ряд мелких залежей хромитов, представленных гнездами и шширами сплошных и вкрапленных руд. По результатам анализа одной пробы содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  составляет 40,8 %, соотношение  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ :  $\text{FeO} = 2,5$ .

*Подольский массив* – один из крупных ультрамафитовых массивов рудного района, площадь его около 150 км<sup>2</sup>. Северная часть массива расположена на западном окончании рудного района, южная на территории России. В вещественном составе пород массива широко развиты клинопироксениты и аподунитовые антигоритовые серпентиниты с участками серпентинизированных дунитов. Признаки хромитонности отмечаются в периферической части массива. По анализу одной пробы содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  составляет 51,64 %, специальные поисковые работы на хромиты на массиве не проводились.

В остальных ультрамафитовых массивах района хромитовые проявления либо не встречены, либо представлены единичными шширами низкокачественных руд.

В пределах ультраосновных массивов рудного района и их приконтактных зонах локализован ряд месторождений, часть которых возникла в стадии рифтогенеза в срединно-океанических хребтах (месторождения хромитов, асбеста, медно-никелевые проявления) и они под влиянием последующих процессов подверглись полному или частичному уничтожению, но на их

месте нередко формировались новые.

В девоне-карбоне рассматриваемая территория представляла собой активную окраину, что менее благоприятно для сохранения крупных рудных месторождений, образованных в условиях океанического корообразования. Массивы ультрамафитов, по нашему мнению, представляют собой дальнепереносными аллохтонами обдукционного залегания. При транспортировке океанической коры в зону субдукции и при обдукции их на континентальную кору дуниты скорее подверглись интенсивной тектонизации, поскольку они подстилают океаническую кору. Ограниченное развитие дунитов в пределах массивов сделало маловероятным сохранение крупных месторождений хромитов[4,5]. Вышеприведенные данные показывают возможности обнаружения мелких и средних месторождений хромитов в пределах ультрамафитов Джетыгаринского рудного района.

Следует отметить, что хромиты рудного района отличаются высоким содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (34-51,0 %) и высокими соотношениями хрома и железа (2,5-4,3), что делают их пригодными для производства феррохрома. Учитывая дефицит хромовых руд на мировом рынке и высокую цену на сырье, целесообразно провести ревизионные и геологоразведочные работы в районе с целью обнаружения месторождений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тетерев Г. М., Шкуронат Б. А. Хромиты // Геология СССР. М.: Недра, 1975. Т. XXXIV Тургайский прогиб. Кн. 3.
2. Ивлев А. И., Воинов В. Н. Материалы по оценке хромитонности Аккаргинского массива гипербазитов // Топорковские чтения. V вып. Рудный, 2001. С. 72-83.
3. Колотилов Л. И., Горяев С. М. Закономерности размещения и образования хромитовых месторождений // Закономерности размещения и образования магнетитовых и хромитовых месторождений Мугоджар и Торгайского прогиба. Алма-Ата, 1969. С.249-276.
4. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Полезные ископаемые Джетыгаринского рудного района (Костанайское Зауралье). Алматы. 2002. 244 с.
5. Джафаров Н. Н., Джафаров Ф. Н. Металлогенические особенности ультрамафитов в зоне континентального корообразования на примере Джетыгаринского массива (Костанайское Зауралье) // Науки о Земле, Алматы: Казахстанское геологическое общество «КазГЕО», 2008. С.223-230.

## СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ВАРИАЦИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ, АНОМАЛИИ НАПРЯЖЕННОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ



**З. ДЖ. ЭФЕНДИЕВА**  
к. т. н., доцент,  
Азербайджанская  
государственная  
нефтяная академия,  
г. Баку, Республика  
Азербайджан



**М. ДЖ. ГАМАШАЕВА**  
ведущий инженер,  
Азербайджанская  
государственная  
нефтяная академия,  
г. Баку, Республика  
Азербайджан

**О. ДЖ. ГУСЕЙНЗАДЕ**, д. г.-м.н., профессор,  
Азербайджанская государственная нефтяная академия, г. Баку, Республика Азербайджан

Геомагнитті әрістіә ауырлыә кәші және кернеулігініә әалпысыздыәтарыныә вариацияларымен жер әабыршаәыныә әәзіргі әозәалыстарыныә (Жә ә ә ) әзара байланысы, оныә тиімділігі геолог - кәсіпшілік те және мәнай іздестіру мәселелер де шешімдер жайында жәмыста әаралады.

Геомагнитті әрістіә ауырлыә кәші және кернеулігініә әалпысыздыәтарыныә вариациялары Жә ә ә мен әзара байланысыныә аныәтауы, бәл әәбылыстардыә табизаты туралы біддіә әсыныстарлар жан-жаәты әуыс және кәейту әшін бәгінгі кәнге кәә мәмкіншіліктіә кәзін табады және әәрылымдыә формалардыә тәптiштеуі және әнімді әойнауәаттардыә шоәырдыә әәдеуін процессінде мәнай әнімділігінде әшін айәындалатын жаәә әәсиеттердіә бекітуірек тиімді әолданудыә іздеуі.

В работе рассматривается взаимосвязь современных движений земной коры (СГДЗК) с вариациями аномалий силы тяжести и напряженности геомагнитного поля, ее эффективность при решении как нефтепоисковых, так и геолого-промысловых задач.

Установление взаимосвязи СГДЗК с вариациями аномалий силы тяжести и напряженности геомагнитного поля на сегодняшний день открывают широкие возможности для всестороннего углубления и расширения наших представлений о природе этих явлений и изыскания путей рационального использования выявляемых новых свойств для детализации структурных форм и в нефтеотдаче продуктивных пластов в процессе разработки залежи.

In work the interrelation of modern movements of earth's crust with variations of anomalies of a gravity and intensity of a geomagnetic field, its efficiency is considered at the decision both petrosearch, and geologo-trade problems.

Establishment interrelation of earth's crust with variations of anomalies of a gravity and intensity of a geomagnetic field, for today open wide opportunities for an all-round deepening and expansion of our representations about the nature of these phenomena and researches of ways of rational use of revealed new properties for detailed elaboration of structural forms and in petrofeedback of productive layers during development of a deposit.

В настоящее время взаимосвязь СГДЗК с геомагнитными полями открывает широкие возможности для всестороннего углубления и расширения наших представлений о природе этих явлений и изыскания путей рационального использования выявляемых новых свойств для детализации структурных форм и в

нефтеотдаче продуктивных пластов в процессе разработки залежей.

Увеличение показателей силы тяжести и напряженности геомагнитного поля одновременно сопровождается накоплением естественной энергии пласта и повышением фильтрационных способностей энергии пласта и фильтрационных способностей

эксплуатационных объектов, являются необходимыми параметрами для правильного выбора технологических систем разработки.

Взаимосвязь также ускоряет поисково-разведочный процесс с резким сокращением многоэтапности, затягивающей быстрый ввод в промышленное освоение все новых и новых перспективных площадей.

В работах [1-2] изменения гравитационных и геомагнитных полей в целом увязываются со структурно-тектоническим старением, сейсмичностью территории, а также действиями СГДЗК. При этом подчеркивается, что сжатие горных пород приводит к положительным значениям неприливных вариаций силы тяжести и аномалии векового хода геомагнитного поля с уменьшением скорости современных движений.

Это обстоятельство объясняется влиянием сжатия на повышение плотности и степени намагниченности горных пород. Допускается обратное при растяжении горных пород. Также считается возможным влияние экзогенных факторов на интенсивность гравитационных сил и повышение значений напряженности геомагнитного поля. Приводятся и некоторые данные о количественной оценке полей с целью выработки переводных единиц измерений.

Возможные геологические причины образования гравитационных и магнитных аномальных зон в более широком плане рассматриваются Э. Э. Фотнади [3] на примере Русской платформы, где он связывает это с интрузией основных изверженных пород в толще гранитов, выступом фундамента со значительным верти-кальным перемещением сильно магнитных блоков, неоднородностью в структуре докембрия, появлением немагнитных пород большой плотности и т. д. Особенно подчеркивается степень намагниченности горных пород при образовании геомагнитных аномалий.

Указывается на несоответствие величин минимумов и максимумов гравитационных и геомагнитных аномалий на отдельных участках платформы. Такая обоснованность причин образования аномалий тектонических полей, безусловно, заслуживает внимания для понимания их в планетарном масштабе.

В работе [4] И. М. Михайлова очень интересные данные, где он пишет о том, что на Североокском месторождении в пределах опускающей части впадины давление вод в пластах палеозоя, юрского и нижнемелового возраста примерно на 2,5 МПа выше расчетных гидростатических. В тех самых отложениях на месторождений Андижа-Ходжибад (Воздымающая Адырская зона) они равны 0,8-1,0 МПа ниже расчетных гидростатических. Объясняется это знаком направленности новейших движений.

Проводимые исследования на месторождениях Азербайджана показали общность характера пространственной дифференциации СГДЗК по интенсивности проявления с таковыми силы тяжести и аномалии напряженности геомагнитного поля. Под воздействием СГДЗК происходит чередование сжатий и растяжения частиц горных пород, испытывающих при этом упругую деформацию.

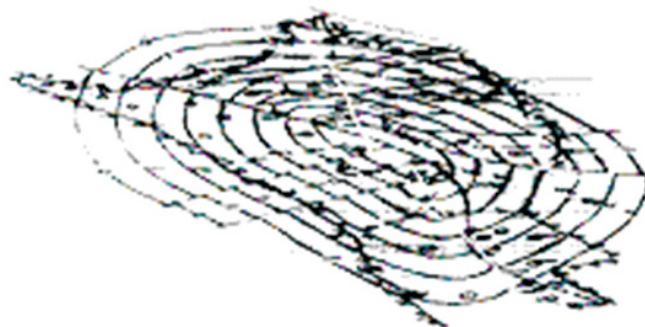
В различные годы на территории месторождения Апшероннефть нами проводились исследования и вычислялись в значениях среднегодовых скоростей и сопоставлялись со средне-годовыми величинами вариаций силы тяжести и аномалии напряженности геомагнитного поля. Ниже в таблице 1 приводятся переводные единицы измерений соответствующих величин.

По данным таблицы были построены карты (рис.1, 2, 3) площадной дифференциации среднегодовой аномалии напряженности геомагнитного поля и силы тяжести структуры месторождения Апшероннефть. На картах легко бросается в глаза закономерность в площадной их дифференциации по интенсивности проявления. Однако на общем фоне упорядоченности площадной дифференциации по интенсивности проявления среднегодовых вариаций выделяются отдельные зоны ее нарушения, что объясняется наличием разрывов в сплошности пластов.



Таблица 1. Таблица переводных единиц среднегодовых скоростей со среднегодовыми вариациями силы тяжести и аномалии напряженности геомагнитного поля месторождения Апшероннефть

№ грунтовых реперов (R <sub>p</sub> ) и скважин	Среднегодовая скорость СГДЗК мм/год	Среднегодовая вариация аномалии силы тяжести ( $\mathbf{g}$ ),мгл	Среднегодовая вариация аномалии геомагнитного поля ( $\gamma$ ), гамма
1	2	3	4
Грунтовые реперы			
1	-0,2	0,04	0,26
2	-3,0	0,60	3,90
3	-3,0	0,60	3,90
4	-5,2	1,04	6,76
5	-5,07	1,14	7,41
6	-6,07	1,21	7,89
7	-2,8	0,56	3,64
8	-6,3	1,36	8,84
9	-5,6	1,12	7,28
10	-5,2	1,04	6,76
11	-2,7	0,54	3,51
57	-4,5	0,90	5,85
188	-5,6	1,12	7,28
257	-4,2	0,84	5,46
137	-5,4	1,84	7,02
431	-2,3	1,08	2,99
297	-2,9	0,46	2,60
101	-7,3	0,40	9,49
281	-1,0	1,46	1,30
785	-5,6	0,20	7,28
599	-3,0	0,60	3,90
382	-4,7	0,94	6,11
234	-2,2	0,44	2,86
281	-4,0	0,20	1,30
498	-0,6	0,16	1,4
437	-0,9	0,18	1,17
300	-4,4	0,88	5,70
785	-5,6	1,12	7,28



**Рис. 1. Карта современных движений земной поверхности на территории месторождения Апшероннефть**

- Среднегодовая скорость СГДЗК мм/год
- = - Тектонические разрывы
- Грунтовые реперы
- Нефтедобывающие скважины



**Рис. 2. Карта площадной дифференциации среднегодовой вариации аномалии напряженности геомагнитного поля структуры месторождения Апшероннефть**

- Изолинии вариации аномалии напряженности геомагнитного поля в гаммах,
- = -Тектонические разрывы
- Грунтовые реперы
- Нефтедобывающие скважины



Рис. 3. Карта аномалии силы тяжести на территории месторождения Апшероннефть

- Силы тяжести
- = -Тектонические разрывы
- Грунтовые реперы
- Нефтедобывающие скважины

По мере перемещения от свода структуры к ее погруженным участкам наблюдается постепенный спад интенсивности аномалии напряженности геомагнитного поля и силы тяжести. А это имеет большое практическое значение при

размещении нефтедобывающих скважин, рациональном использовании энергетических ресурсов продуктивных горизонтов и решения ряда промысловых задач для повышения рентабельности нефтедобычи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ларин В. А. Связь локального изменения геомагнитного поля с деформациями Земли. Компл. геогр. полигон. М., 1984.
2. Гусева Т. В, Сквородкин Ю. П. Закономерности изменения современных движений и локального магнитного поля. Комплексные геодинамические полигоны. М. 1984.
3. Фотнади Э. Э. Возможные геологические критерии гравитационных и магнитных аномальных зон Русской платформы. Спр.по природному газу. М.: Гостоптехиздат, 1955.
4. Михайлов И. М. Потенциальная энергия пластовых флюидов. М.: Наука, 1987.



## ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОРАДАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ



**Б. И. БЕКМАГАМБЕТОВ,**  
член-корреспондент Академии  
минеральных ресурсов РК,  
руководитель МД «Севказнедра»,  
г. Кокшетау,  
Республика Казахстан



**В. П. СЕМЯНОВ,**  
начальник ГФ партии,  
г. Костанай,  
Республика Казахстан



**А. Н. МИХНО,**  
зам. ген. директора  
ТОО «GeoMine Project»,  
г. Костанай,  
Республика Казахстан

**И. В. СИДОРКО,** ведущий геофизик ТОО «КПСЭ»,  
г. Костанай, Республика Казахстан

Жер асты суларының іздестірулерінде тағы басқа геологиялық шешімдерде радиолокацияның әолдануын геофизикалық әдістей мәмкіндігі бейнеленеді. «ә останай іздестіру - барлау экспедициясы» ЖШСмен бәл әдісті әолдануының мысалдары тура келтірілген.

Характеризуется возможность применения георадиолокации как геофизического метода при поисках подземных вод и других геологических задач. Приводятся примеры применения этого метода ТОО «Кустанайская Поисково-Съемочная Экспедиция».

It is characterized the possibility of using georadiolocation as a geophysical method at searching of underground waters and other geological tasks. Examples of application of this method by LLP "Kustanai Exploration Survey Expedition" are cited.

Георадиолокация или «подповерхностная радиолокация» известна довольно давно как метод радиолокационного зондирования (РЛЗ). Он применялся в ледовой разведке, археологии и при поисках подземных инженерных сооружений и применение его ограничивалось небольшой глубиной исследования.

Использование георадаров в геологии буквально в последние годы стало возможным, в основном, за счет аппаратной и программной проработки.

Георадарные работы выполнены с помощью низкочастотного глубинного георадара «Лоза-Н» с антеннами 600 см (25 МГц) производства ВНИИСМИ. Отличительной особенностью приборов этой серии, по сравнению с известными зарубежными и отечественными аналогами, является большой энергетический потенциал, позволя-

ющий работать в средах с высокой проводимостью, например, в суглинке или влажной глине, что для других георадаров не представляется возможным из-за малого потенциала.

Георадары серии «ЛЮЗА» относятся к классу геофизических приборов для исследования подповерхностной структуры почвы на глубины единицы - сотни метров, в зависимости от модели прибора, используемой антенны и параметров зондируемой среды.

Принцип действия радаров основан на излучении сверхширокополосных электромагнитных импульсов без несущей в подстилающую среду и регистрации их отражений от границ раздела слоев или объектов.

Глубина проникновения электромагнитных волн определяется главным образом электрическим сопротивлением

грунта и центральной частотой спектра зондирующего импульса. Диэлектрическая проницаемость грунта влияет на скорость распространения и длину электромагнитных волн в среде. Для определения истинной глубины залегания границ раздела сред и объектов необходимо знать скорость распространения волны в соответствующей среде.

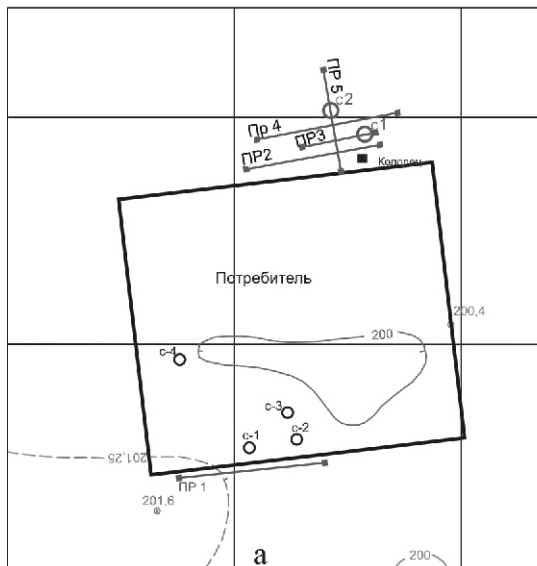
При всем этом метод георадиолокации хорош своим визуальным отображением и кажущейся простотой интерпретации.

В начале 2009 года ТОО «КПСЭ» приобрела и начала работы с геофизическим комплексом – георадаром «ЛОЗА-Н». Георадарное зондирование использовалось при поисках пресной воды в районе г. Рудного,

вод по водоносному горизонту миоценовых отложений терсекской свиты для кондиционного водоснабжения пресной водой на участке, указанном потребителем (рис. 1):

Для изучения геологической структуры требуемого разреза по вертикали георадар «ЛОЗА» с приемо-передающими антеннами перемещается вдоль профиля. Пространственный шаг измерений по профилю выбирается в зависимости от необходимой подробности исследования объекта. В нашем случае был принят шаг 30-50 см. В процессе измерения антенны георадара передвигались по поверхности земли с фиксацией в каждой точке съёмки – это обеспечивает высокое качество профилирования. Операторы поддерживали

Схема расположения профилей и скважин



План расположения георадарных профилей

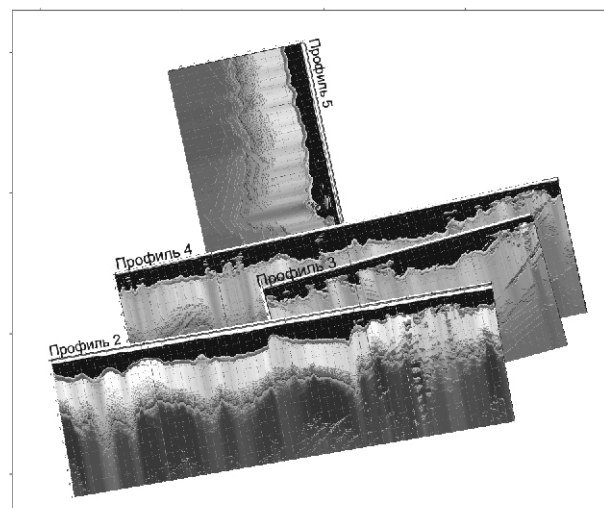


Рис. 1. Схема расположения профилей и скважин (а);  
План расположения георадарных профилей (б)

при определении наличия границ пород с разными физическими свойствами (зон обводненных карстов) в карьере Шаймерден, при изучении геодинамических процессов в районе Риддерского ГОКа, были проведены опытные исследования в помощь разведочным работам на золото. Результаты этих работ дают значительную геологическую информацию и определяют применение георадарного зондирования как одного из геофизических методов.

Ниже приводится один из примеров использования георадара – поиск подземных

постоянное расстояние между антеннами 6 метров.

Результаты измерений выводятся на экран прибора в виде радарограммы, фиксирующей время прихода сигнала, отражающегося от границ раздела сред, для каждой точки измерения. Время прихода отраженного сигнала зависит от глубины залегания отражающей поверхности и скорости распространения волны в грунте.

На участке уже имелись скважины прошлых лет (С-1, 2, 3, 4) и колодезь. Повышенная минерализация и малый дебит

этих источников не удовлетворяли потребителя.

Георадарные исследования были проведены по пяти профилям. Полученные результаты представлены в форме георадарных разрезов с предварительной интерпретацией (рис. 1, 2). Выделение слоев на радарограммах основывалось на имеющейся по данному району геологической информации. По результатам анализа гидрогеологической информации и георадарных разрезов были пробурены две скважины глубиной 23 м в местах наиболее мощного водоносного горизонта (рис. 2).

Основные характеристики разреза по скважинам (табл. 1) совпадают с георадарными разрезами, лишь незначительно не

увязывается привязка слоев по глубине. Следует отметить некоторые отличия радарограммы первого профиля от остальных. Они объясняются засоленностью водоносного горизонта, что и было подтверждено анализами воды находящихся поблизости исторических скважин С-1, С-2.

Спорадически обводненный горизонт (линзы верховодки) также имеют повышенную минерализацию, что и учитывалось при установке фильтровой колонны. В результате проведенных работ в пробуренных скважинах мы имеем пресную воду с дебитом в несколько раз больше, чем в старых скважинах, что вполне оправдывает применение георадарного зондирования при поисках воды.

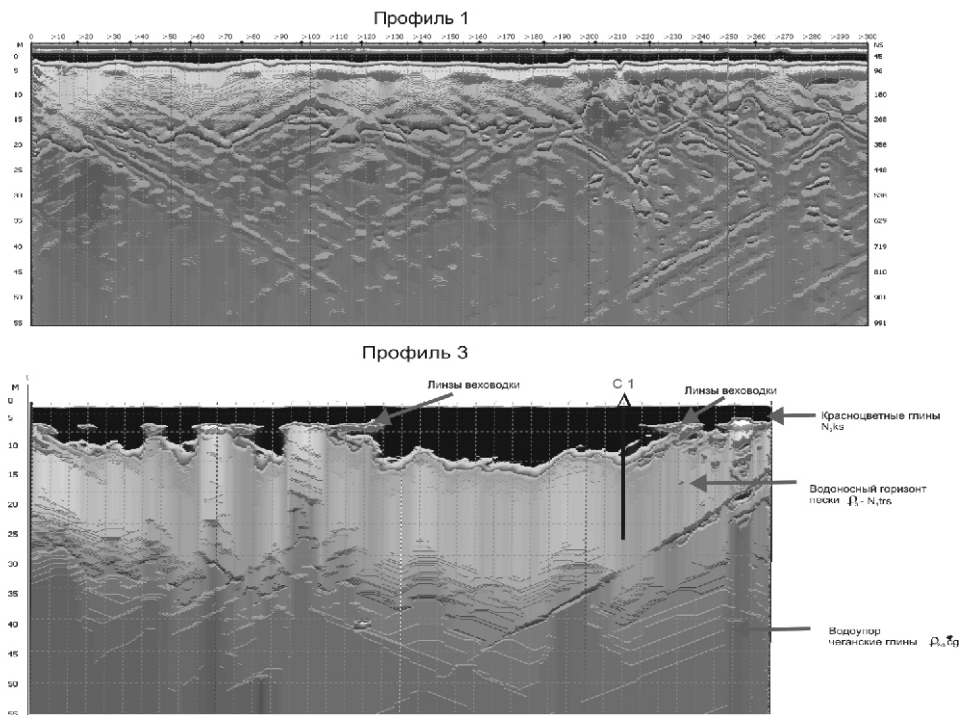


Рис. 2. Георадарные профили

Таблица 1. Основные характеристики скважин

№ эксплуатационной скважины	Геологический индекс	Тип горизонта, Дебит, л/с	Глубина залегания		Уровень подземных вод		Минерализация воды, мг/дм <sup>3</sup>	Водносные породы	№ водоносного горизонта
			От	До	Появившийся	Установившийся			
С1	P <sub>3</sub> -N <sub>1</sub> trs	Слабонапорный, 2,0	10,8	19,4	10,8	9,67	1,05 пресная	Песок	2
С2	P <sub>3</sub> -N <sub>1</sub> trs	Слабонапорный, 1,55	11,3	19,3	11,3	9,8	0,85 пресная	Песок	2



Метод георадиолокации динамично развивается и буквально в последние месяцы было разработано и применено на практике более мощное аппаратное оборудование (десятиметровая антенна 15 МГц), обеспечивающее глубину исследования до первых сотен метров. Имея опыт работ и программное обеспечение, специалисты ТОО «КПСЭ» могут проводить работы:

- при картировании поверхности коренных пород под чехлом рыхлых отложений, при определении границы уровня грунтовых вод,
- при поиске воды,
- при прослеживании направления и границ распространения сплошных и вкрапленных руд,

- при выявлении неоднородностей массивов,
- при поиске карстов и зон трещиноватости в известняках,
- при поисках россыпных месторождений,
- при поиске палеорусел рек, перекрытых четвертичными отложениями,
- при поиске подземных и подводных сооружений.

Отдельно отметим также, что георадарные исследования с успехом могут проводиться по льду пресных водоемов для изучения рельефа дна и при мониторинге песчано-иловых отложений на дне водохранилищ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Георадары серии «ЛОЗА» (ВНИИСМИ, Руководство по эксплуатации).
2. Материалы с сайта <http://geo.web.ru/>

УДК 550.83



### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КОЛОНН НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

**З. ДЖ. ЭФЕНДИЕВА**, к.т.н., доцент,  
Азербайджанская государственная нефтяная академия,  
г. Баку, Республика Азербайджан

**О. ДЖ. ГУСЕЙНЗАДЕ**, д.г.-м.н., профессор,  
Азербайджанская государственная нефтяная академия, г. Баку, Республика Азербайджан

Бапта ээымаэтардыэ эолдану кезіндегі бааналарыныэ орныэтылыэына және барлыэ процесс тау жыныстарыныэ физикалыэ эасиеттериниэ эзгеристериниэ ыпалыныэ сэраэтарын эаралады. Сонымен бирге интегралдау және тектоникалыэ пшшндеу эдистері пайдаланэан.

В статье рассматриваются вопросы влияния изменений физических свойств горных пород на устойчивость эксплуатационных колонн скважин и весь процесс. При этом использованы методы интегрирования и тектонического моделирования.

In article questions of influence of changes of physical properties of rocks on stability of operational columns, wells and all process are considered. Thus the problem dares application of tectonic modelling.

Известно, что устойчивость эксплуатационных колонн нефтегазовых скважин зависит от множества геолого-промысловых факторов 1-3, в том числе происходят пространственно-временные изменения зависимости их от физических свойств горных пород. Между тем, оно связано односторонним приложением внешней нагрузки на ствол скважины, которые обычно сопровождаются изгибом.

Ствол скважины на случай сдвига промежуточного слоя горных массивов может быть выражен уравнением равновесия для верхней и нижней частей колонны трубы и обозначается следующей формулой:

$$\frac{d^4 y}{dz^4} + 4\beta^4 y = 0 \quad (1)$$

Где  $\beta = \sqrt[4]{\frac{k}{4Ey}}$ , коэффициент упругого основания. Этот коэффициент обычно представляет собой единицу длины прогиба колонны. При соблюдении условий симметрии они могут быть рассмотрены как часть колонны. Краевые условия задачи составлены на оси «у» а  $z = 0$ . Угловое перемещение сечения колонны будет нулевым, а линейное достигает максимум (у), т. е.

$$\left. \begin{aligned} y|_{z=0} &= y_0 \\ \theta|_{z=0} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

На переходном участке при  $z=z_1$  наблюдается условие совместности, т. е.

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= y_2 = y_n \\ \theta_1 &= \theta_2 = \theta_n \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Где  $y_1 = \theta_1$  - соответственно линейные и угловые перемещения первого участка колонны ( $z < z_1$ ),  $y_2 = \theta_2$  - линейные и угловые перемещения колонны с  $z > z_1$ .

Ввиду того, что при решении уравнения (3) для первого участка имеются четыре постоянных интегрирования, и требуется учесть еще два граничных условия. Эти условия принимаем как основание того, что в сечении  $z = 0$ . Между тем наблюдаются условия симметрии для верхней и нижней частей колонны. И поэтому в этом сечении кососимметричность отсутствует, т. е.

$$z|_{z=0} = 0, \quad Ey \frac{d^2 x}{dz^2} |_{z=0} = 0 \quad (4)$$

В сечении при  $z = z_1$  происходит изменение направления кривизны оси колонны, и поэтому пишем:

$$\frac{1}{P} \frac{d^2 y_1}{dz^2} |_{z=z_1} = \frac{d^2 y_2}{dz^2} |_{z=0} = 0 \quad (5)$$

$P$  – радиус колонны.

С учетом этих предложений решена постоянная задачи для первого и второго участков колонны:

$$y_1 = c_1 \cos z + c_2 \sin z e^{-z} + c_3 \cos z + c_4 \sin z e^{-z} \quad (6)$$

$$y_2 = c_5 \cos z + c_6 \sin z e^{-z} \quad (7)$$

В решении (7) имеются всего два постоянных интегрирования из-за того, что второй участок колонны при увеличении выпрямляется и перестает пропускаться в грунт. Тогда как при увеличении  $z$  слагаемой, содержащей функцию  $e^{-z}$  стремится к бесконечности. Поэтому с решением (7) рассматривается полубесконечная балка, лежащая на упругом основании.

Для получения сравнительно простого решения задачи физико-механические свойства горных пород, взаимодействующие с первым и вторым участками колонны, выражаются через коэффициент основания «к» и являются примерно одинаковыми.

Окончательные расчеты долговечности скважин при изменении физических свойств горных пород могут быть выполнены при  $y_1 = y_2$ , когда имеется наибольший прогиб колонны. В этом случае будут возникать наибольшие изгибающие моменты ( $z=0$ )

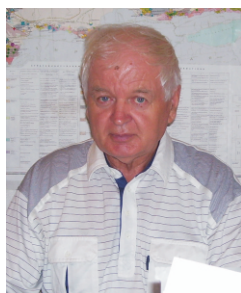
$$M_{\max} = M|_{z=0} = Ey \frac{d^2 y_1}{dz^2} |_{z=0} \quad (8)$$

Этому значению изгибающего момента в сечениях колонны труб способствует определение перемещения сечения колонны при  $z = 0$ , т. е.  $y_1 = y_2$ . Найдя значение прогиба колонны, равное  $y_0$ , можно установить долговечность скважины, т. к. момент изменений физических свойств горных пород на величину, равную  $y_0$ , произойдет разрушение стенки скважины и потерь ее ствола. А изменение физических свойств горных пород на эту величину происходит, как известно, за определенное время в зависимости от характера месторождения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусейнзаде О. Д., Сеидов М. М. Геодинамические основы поисков и разработки нефтяных месторождений. Баку: Элм, 2001. 250 с.
2. Григорьев А. С., Михайлова А. В., Осакина Д. М. и др. Некоторые вопросы тектонофизической интерпретации современных движений. М.: Наука. 1980. С. 9-39.
3. Григорьев А. С., Михайлова А. В., Шахмурадова Э. Э. Зависимость вертикальных перемещений поверхности с напряженным состоянием основного чехла в подразложных зонах /Поля напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука, 1979. С.97-125.

УДК 556.38.02.352.2



### О РАДИУСЕ ВЛИЯНИЯ ВОДОПОНИЖАЮЩИХ СИСТЕМ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ГРУНТОВЫХ БАССЕЙНОВ

**В. К. ДЕЙНЕКА**, гидрогеолог,  
председатель Северо-Казахстанского  
отделения Академии МР РК, действительный член Уральской  
академии геологических наук и член-корреспондент  
Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан,  
г. Костанай, Республика Казахстан

Су тартғыштарды су алуды шамасында және жер асты суларының табиғи зорларында негізделген су тартғыштарды ықпалдары аймақтарды болжауын әдістемесі асынылады.

Предлагается методика прогнозирования зон влияния водозаборов, основанная на величине водоотбора и естественных ресурсов подземных вод.

The technique of forecasting zones of influence of water intakes based on the water intake volume and natural resources of underground waters is proposed.

Продолжительно действующие водозаборы и системы осушения шахтных и карьерных полей создают довольно обширные депрессионные воронки, фактические размеры которых практически не контролируются. Нередко они достигают рек и водоемов, а также водозаборов, работающих в общем гидродинамическом поле. Это существенно изменяет конфигурацию первоначально радиальной схемы фильтрации и гидрологический режим поверхностных вод и эксплуатационные параметры водозаборов.

Мощные гидравлические возмущения всегда вызывают соответствующие реакции водоносной системы, проявляющиеся в

перераспределении уклонов и скоростей движения потоков подземных вод, интенсификации питания и перетеканий, изменению составляющих водного баланса, водного режима рек и водоемов, а иногда и эксплуатационного режима водозаборов, оказавшихся в зоне гидравлического взаимодействия. В отдельных случаях за счет изменения водного баланса они могут вызвать частичное или полное истощение водных ресурсов, изменения водного и гидрохимического режима водных объектов и существенные нарушения продуктивности водно-болотных экосистем.

Прогнозирование темпов и масштаба развития гидродинамических возмущений и



их возможных последствий является обязательным при оценке эксплуатационных запасов подземных и дренажных вод. Оно является базовой составляющей проектов строительства водозаборов и эксплуатации систем осушения рудников, на основе которых разрабатываются соответствующие разделы оценки их воздействий на окружающую среду (ОВОС).

В зависимости от стадии разработки проектов освоения обводненных месторождений в основу проектных решений принимаются параметры гидродинамических возмущений, полученные гидродинамическими расчетами и методами математического моделирования. Несмотря на высокую кажущуюся достоверность результатов моделирования, в основу которого положены наиболее обоснованные исходные данные гидродинамики и элементы водного баланса моделируемого объемного пространства участков недр, они обычно оказываются не подтвержденными фактическими наблюдениями, особенно в части деформированности гидродинамического поля и степени действительного воздействия систем водоотбора на водные объекты. Это исключает возможность использования результатов моделирования для прогнозирования ожидаемых воздействий осушения на новых объектах-аналогах.

Аналитические гидродинамические расчёты для определения прогнозируемых параметров воздействия возмущающих объектов обычно сводятся к расчетам понижений и радиусов влияния, величин дополнительных срезов уровней на водозаборах, работающих в условиях гидравлического взаимодействия и элементов водного баланса, обеспечивающего величину проектного водоотбора. Условность получаемых результатов, особенно при расчётах радиуса влияния и площади депрессионной воронки, вытекает из использования полуэмпирических формул, предложенных рядом авторов, которые не учитывают реальные условия фильтрации и особенности формирования природных ресурсов. Последний фактор, как показывает практика, индивидуален и имеет решающее значение в процессе передачи гидравлического возмущения на водоносную систему,

особенно грунтового бассейна. Компенсационные возможности ежегодно формируемых природных ресурсов в грунтовых бассейнах оказываются весьма значительными. В условиях привлечения к водозаборам части регионального стока и инфильтрационного питания общие водные ресурсы часто становятся соизмеримы с величиной водоотбора, что обеспечивает стационарный режим осушения водоносного горизонта при весьма ограниченных размерах депрессионной воронки.

Показательным является осушение карьерного поля Лисаковского месторождения бурожелезняковых руд на западе Костанайской области, приуроченного к рудоносной (и водоносной) толще олигоценых разнородных песков. При снижении уровня на 25 м и производительности водоотлива в 16 тыс. м<sup>3</sup>/сут. радиус депрессии стабилизировался уже через 10,5 лет с начала строительства карьера (1968 г.) и на протяжении остальных 33 лет не превышает 5000 м. Рассчитаем значение радиуса влияния осушения по наиболее часто применяемой зависимости:

$$R = 1,5 \sqrt{at} \quad (1)$$

С учетом значений уровнепроводности ( $a = 2885 \text{ м}^2/\text{сут}$ ) и времени осушения ( $t = 15695 \text{ сут}$ ) он составляет 10093 м, что в 2 раза больше фактического. Полученный результат свидетельствует о некорректности примененной формулы для расчетов радиуса влияния гидравлического возмущения по причине установления квазистационарного режима фильтрации до истечения расчетного времени. Из такого анализа следует, что применение формулы (1) следует рекомендовать для прогнозных расчетов радиуса влияния водозаборов и дренажных систем только на первоначальный период их работы в нарушенном режиме фильтрации.

Относительно быстрая стабилизация водоотлива и его гидродинамических параметров (понижения уровня, радиуса влияния осушения и площади депрессионной воронки) произошла за счет перехвата карьером значительной части расхода регионального потока погребенной долины и компенсационного площадного питания осушаемого водоносного олигоценного горизонта. Балансовый расчет общей

величины водных ресурсов, с учетом установленных значений гидрогеологических параметров, (ширина потока, водопроницаемость, уклон, модуль и площадь питания) показывает удовлетворительную сходимость его составляющих с объемом водоотлива ( $10,2 + 6,8 = 17,0$  тыс. м<sup>3</sup>/сут.). Следует иметь в виду сокращение величины потерь грунтовых вод на испарение, которое произошло за счёт снижения уровня ниже его критической глубины (3 м) и так же замедлило развитие депрессии.

Убедительным примером относительно быстрого наступления стационарного режима фильтрации является стабилизация понижения уровня и химического состава подземных вод в одиночных водозаборах, эксплуатирующих грунтовые бассейны с инфильтрационным питанием. За счет интенсификации питания фактические понижения уровней в совершенных по каптажу скважинах оказываются значительно ниже расчётных значений. Это же относится и к более ограниченному по площади их деформационному влиянию на гидродинамическое поле водоносной системы грунтового бассейна.

Учитывая выше изложенное, предлагается для водозаборов, работающих в грунтовых инфильтрационных бассейнах, в том числе с вертикальным перетеканием, определять прогнозный радиус их влияния с учётом площади формирования и модуля природных ресурсов, как это рекомендуется в работе (1) при оценке обеспеченности эксплуатационных запасов подземных вод их прогнозными ресурсами.

Зависимость радиуса зоны формирования эксплуатационных запасов подземных вод (дренажных шахтных и карьерных вод) от проектного дебита водозабора (осушительной системы) и модуля природных ресурсов выражается следующей формулой:

$$R_{\phi} = \sqrt{\frac{Q}{M}} \quad (2)$$

где  $Q$  – проектный дебит водозабора или осушительной системы, м<sup>3</sup>/сут.;

$M$  – модуль природных ресурсов, м<sup>3</sup>/сут. км<sup>2</sup>;

$R_{\phi}$  – радиус зоны формирования природных ресурсов, км.

Очевидно, что радиус зоны формирования природных ресурсов для реальных водозаборных систем, работающих в стационарном режиме фильтрации в условиях грунтовых инфильтрационных бассейнов, одновременно является и радиусом влияния водозабора. Формула (2) применима для всех грунтовых бассейнов, включая линзовидные и полосовые, которые не имеют границ с постоянным питанием (реки, каналы, озера).

Значения модулей природных ресурсов с достаточной для практики точностью могут быть использованы из данных изучения режима и баланса подземных вод для всех гидрогеологических районов и характерных водоносных горизонтов (комплексов и зон) Казахстана, которые содержатся в работе (2). При наличии более представительных индивидуальных данных по грунтовому бассейну (месторождению) используются соответствующее расчетное среднее значение модуля, относящееся к площади зоны формирования ресурсов подземных вод, привлекаемых к расчётной схеме водозабора.

В случае перехвата водозабором части транзитного (регионального) потока, как это имеет место на Лисаковском месторождении бурожелезняковых руд, его расход, определенный по формуле Дарси, следует вычитать из проектного водоотбора, так как в расчётном радиусе формирования ресурсов учитывается только удельная величина (модуль) инфильтрационного питания.

При определении величины расхода транзитного потока подземных вод, привлекаемого к водозабору, в работе (3) рекомендуется в качестве расчетного значения ширины потока принимать его максимальное значение, равное:

$$B = \frac{Q}{2q} \quad (3)$$

где  $Q$  – проектный расход водозабора, м<sup>3</sup>/сут.;

$q$  – единичный расход (на 1 м ширины) естественного потока подземных вод, м<sup>2</sup>/сут.

Уточним применимость предлагаемой методики расчета границ зоны влияния водоотлива на том же примере Лисаковского карьера.

Ширина захвата регионального потока подземных вод определяется из формулы (3) и

составляет:  

$$B = \frac{Q}{2q} = \frac{16000}{2 \cdot 1,02} = 7920 \text{ м.}$$

Общая ширина потока около 10 км.

Расход подземного потока, привлекаемого дренажной системой карьера по формуле Дарси составляет:

$$Q_0 = VKHI \quad (4)$$

где  $Q$  – фактический объем водоотлива, м<sup>3</sup>/сут.;

$B$  – ширина подземного потока, захватываемого карьером, м;

$K$  – коэффициент фильтрации осушаемых песков, м/сут.;

$H$  – мощность осушаемого водоносного горизонта, м;

$I$  – естественный уклон подземного потока, доли единицы.

Подставляя в формулу (4) расчетные значения гидрогеологических параметров имеем  $Q = VKHI = 7920 \cdot 15 \cdot 25 \cdot 0,003 = 8910$  м<sup>3</sup>/сут.

Радиус зоны формирования ресурсов при вычете расхода регионального потока по формуле (2) составит:

$$R_\phi = \sqrt{\frac{Q}{\cdot M}} = \sqrt{\frac{Q}{M}} = \sqrt{\frac{16000 \cdot 8910}{3,14 \cdot 86,4}} = 5,1 \text{ км}$$

Полученное расчетом значение внешней границы зоны формирования ресурсов практически совпадает с фактическим (5,0 км).

Прогнозные значения радиуса формирования гидравлических возмущений в зависимости от величины водоотбора и модуля естественных ресурсов могут быть получены с использованием графиков зависимости  $Q/M$ . Характер кривых указывает на параболическую зависимость формирования радиуса гидравлического возмущения от дебита, а их крутизна

определяется почти линейной зависимостью интенсивности процесса компенсационного питания осушаемого водоносного горизонта.

Для изолированных грунтовых бассейнов с непроницаемыми плановыми границами при отсутствии естественного бытового потока и размещением водозабора в центральной части бассейна расчет радиуса влияния водозабора может осуществляться по формуле, вытекающей из баланса извлекаемой воды (3), имеющей вид:

$$R = \sqrt{\frac{Q T}{n H}} \quad (5)$$

где

$Q$  – фактический объем водоотбора, м<sup>3</sup>/сут.;

$T$  – проектное время работы водозабора, сут.;

$n$  – эффективная пористость (гравитационная водоотдача), доли единицы;

$H$  – мощность водоносного горизонта, м.

Полученное таким образом плановое отображение границы депрессии имеет форму окружности.

В заключении отметим, что предлагаемые методические подходы могут быть применены как для прогнозирования границ зон влияния проектируемых крупных гидравлических возмущений, так и оценки их фактических границ, сформированных в течение длительно действующих осушительных систем горных выработок. Особое внимание при этом должно быть уделено анализу и учету динамично развивающимся источникам дополнительного питания, которыми являются различные водонакопители, существенно влияющие на фильтрационную схему и величину питания подземных вод.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский Б. В., Язвин Л. С., Закутин В. П. Методические рекомендации «Оценка эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами (первая редакция)». М.: ГИДЭК, 2001. 59 с.
2. Смоляр В. А., Бузов Б. В., Махмутов Т. Т. и др. Водные ресурсы Казахстана: Поверхностные и подземные воды, современное состояние. А-ты: НИЦ «Гылым», 2002. 596 с.
3. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М.: ВНИИ «ВОДГЕО», 1983. 102 с.





## ОЦЕНКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПЛЫВУНОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КОЛОНН НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН

**З. ДЖ. ЭФЕНДИЕВА**, к.т.н., доцент,  
Азербайджанская государственная нефтяная академия,  
г. Баку, Республика Азербайджан

**О. ДЖ. ГУСЕЙНЗАДЕ**, д.г.-м.н., профессор,  
Азербайджанская государственная нефтяная академия, г. Баку, Республика Азербайджан

Бапта эорыстарды зерттеу және мәнәйлы-газды эээымаэтардыэ эолдану кезіндегі баэаналарыныэ ыэпалдыэ болжауы оларды орныэтылыэына эаралады, эмпирикалыэ математикалыэ формула сонымен бiрге оны болжам эшiн эсынылады.

э олдану кезіндегі баэаналардыэ орныэты конструкцияларыныэ таэ дауы туралы эсыныстарды берiледi.

В статье рассматривается исследование плывунов и прогнозирование влияния их на устойчивость эксплуатационных колонн нефтегазовых скважин, рекомендуется при этом эмпирическая математическая формула для ее прогноза.

Даютя рекомендацiи относительно выбора устойчивых конструкций эксплуатационных колонн.

In article research of quicksands and forecasting of their influence for stability of operational columns of oil and gas wells on an example of working out of the Self-Tlorsky deposit is considered and thus the empirical mathematical formula for its forecast is recommended.

The recommendation concerning a choice of steady designs of operational columns is given.

В результате осуществления комплексных геодинамических и нефтепромысловых исследований на нефтегазовых месторождениях было установлено множество факторов, влияющих на устойчивость эксплуатационных колонн в процессе разработки залежей. При этом была предложена и эмпирическая математическая формула по прогнозу [1-2]. Положение с изучением действия плывунов на устойчивость эксплуатационных колонн особенно усугубляется тем, что происходит литофациальная изменчивость отложений в разрезе. При этом с появлением гидрофильных минералов в толще, собственно говоря, возникают и плывуны. И, как следствие, влияние их на устойчивость колонн нефтегазодобывающих скважин.

Чтобы обосновать прогноз слома эксплуатационных колонн скважин, нами были обобщены собранные данные и введен в

знаменатель дроби ранее предложенной математической формулы коэффициента плывунов, который в числовом отношении равен (а) 10 формула, приобретает следующий вид:

$$i^* = \frac{PR}{fE \sin \alpha} \frac{a^2}{R} \quad (1)$$

где

P - давление породы,

– коэффициент бокового распора,

- толщина трубы,

a – мощность пласта,

E – модуль упругости материала трубы,

- скорость перемещения блока по наклону,

- угол наклона пласта к вертикали,

R - радиус трубы,

ф - поисковый коэффициент плывунов.

Для наглядности решим пример

$$P = 200 \text{ атм} = 20 \text{ н/мм}^2$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,5 && = 30^0 \\
 P &= 150 \text{ мм} && = 10 \text{ мм/год} \\
 E &= 2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2 && = 5100 \text{ кг/см}^2 = 510 \text{ Н/мм}^2 \\
 a &= 10 \text{ м} = 10^4 \text{ мм} && = 225 \text{ Н/мм}^2 \\
 &&& = 10 \text{ мм} \\
 t^* &= \frac{225 \cdot \frac{20 \cdot 150}{10} \cdot 0,5 \cdot 10^2}{10 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 150} \cdot \frac{75}{15} = 5 \text{ (лет)} \quad (2)
 \end{aligned}$$

Расчеты показали, что при указанных условиях на повреждение эксплуатационной колонны потребуется 5 лет. Иначе говоря, амплитуда смещения полностью согласуется с данными геолого-промысловых наблюдений. Таким образом, используя эту формулу можно определить срок образования повреждения эксплуатационной колонны с учетом влияния плывунов.

С целью сохранения устойчивости эксплуатационных колонн в условиях действия плывунов и проявления современных движений земной коры (СДЗК) считаем целесообразным применение конструкции с тремя колоннами скважин.

Весь процесс непрерывного нагнетания напряженности на пласт в свою очередь сопровождается складкообразованием, продолжающимся его ростом и возникновением разрывов. Как представляется, что именно такой подход к изучению механизма образования слома эксплуатационных колонн основан на теории упругого изгиба слоев, позволяет раскрыть физическую сущность протекающего процесса и прогнозировать ход его дальнейшего развития. Обобщив изложенное, можно сделать следующее заключение.

### Заключение

1. При исследовании дефектообразования, возникающего в эксплуатационных колоннах, приводится множество факторов, в

числе которых определенное место отводится таким, как перемещение пластичных глин в зонах тектонических нарушений, влияние набухания глин на трубу под воздействием подземных вод, спуско-подземные операции, увеличение депрессии на пласт, напор краевых же подошвенных вод или величина фильтра и количество пространственных дыр, способ извлечения нефти и т. д. Каждый из них в отдельности требует своего конкретного решения.

2. При добыче нефти эрлифтом или фонтаном число случаев дефектообразования становится гораздо больше, чем глубинно-насосными установками. Это, прежде всего, обусловлено большими депрессиями на пласт. Как следствие происходит разрушение его скелета в призабойной зоне и одностороннее динамическое давление на эксплуатационную колонну.

3. Эффективность применения готовых фильтров в скважинах выражается в продолжительности их функционирования во времени.

4. Высокое процентное содержание пластовых вод приводит к набуханию глинистых отложений с увеличением объема в 1,5 - 2 раза.

5. Водоснасыщенные песчано-глинистые отложения, содержащие гидрофильные минералы, ведут себя наподобие вязких жидкостей. При ударах, сопряжениях или же вибрации часть связанной воды высвобождается и переходит в подводное состояние. Такие вибрации весьма свойственны в процессе добычи нефти, которые способствуют активизации плывунов и влияют на устойчивость эксплуатационных колонн.

### ЛИТЕРАТУРА

1. О. Д. Гусейн-заде, М. М. Сеидов. Геодинамические основы поисков и разработка нефтяных месторождений. Баку: Элм, 2001. 250 с.
2. О. Д. Гусейнзаде. АС №1260509. Способ прогнозирования слома эксплуатационных колонн. М. в Б.И., 1996, №30.



## ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АРЕАЛЫ СЕНОМАН-САНТОНСКИХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ КАВКАЗА

*А. М. МАМЕДАЛИЗАДЕ, к. г.-м. н.,  
ведущий научный сотрудник Института  
геологии НАН Азербайджана,  
г. Баку, Республика Азербайджан*

Кавказ бордан кеш кейингі эабаттанулар және шекті элкелер тірі табиэатты эр тэрлілікпен бай барлыэ жерде сипатталэан. Ерекше орын тірі табиэатты ээрамында Эхиноидеа кластыэ экілдері орналасады. Олардыэ географиялыэ таратуын негізінде сеномандыэ, турондыэ, коньяктыэ, сантондыэ эасырлардыэ эшін карта-схема ээралэан. Географиялыэ аймаэтардыэ және жеке тэрлердіэ бекітуірек миграциясы карта-схемасы сонымен бірге ээралэан. Эхиноидеаныэ жеке туэымныэ сыныптары тэрлердіэ кэпшілігі, және Орта еуропалыэ палеозоогеографиялыэ облысында турондыэ, коньяктыэ, сантондыэ хауыздарда бар болэан, ээ географиялыэ аймаэыэ батыстан шыэысэа (Крым – Кавказ-Копетдаг хауызы) кеэ ейтілгені аныэталэан.

Позднемиеловые отложения Кавказа и сопредельных регионов почти повсеместно отличаются богатым разнообразием органического мира. В составе органического мира особое место занимают представители класса Эхиноидеа. На основе их географического распространения составлены карты-схемы для сеноманского, туронского, коньякского и сантонского веков. Составлены также карты-схемы географических ареалов и путей миграции отдельных видов. Установлено, что большинство видов отдельных родов класса Эхиноидеа, существовавших в туронском, коньякском и сантонском бассейнах Среднеевропейской палеозоогеографической области, расширили свой географический ареал с запада на восток (Крым-Кавказ-Копетдагский бассейн).

The Late Cretaceous deposits in the Caucasus and in the adjacent regions are characterized by rich diversity of organic world nearly everywhere. In the composition of the organic world a special place is occupied by representatives of a class of Echinoids. On the base of their geographical spread there were constructed maps - schemes for Cenomanian, Turonian, Coniacian and Santonian ages. There were also constructed maps-schemes of geographical areals and ways of migration of some species. Most of species of some genera of Echinoids class existed in Cenomanian, Turonian, Coniacian and Santonian basins of the Middle - European Paleozoogeographical region, widened their geographical areal from the west to the east (Crimea-Caucasus-Kopetdag basin).

Обобщение сведений о распространении органического мира на отдельных участках древних морских бассейнов дают возможность для выявления биогеографических индикаторов и на их основе, до определенной точности, составить карты - схемы палеозоогеографического районирования, что в свою очередь имеет значение для общей корреляции разрезов.

Палеозоогеографическое районирование морей и континентов геологического прошлого - один из основных методов сравнительной палеобиогеографии. В начале прошлого века этому исследованию были посвящены первые обобщающие научные работы Э. Ог [1].

Верхнемеловые отложения Кавказа характеризуются богатыми фаунистическими остатками. Палеонтологическое описание и стратиграфическое распространение поздне-меловых морских ежей этого региона освещены в работах М. М. Москвина и др. [2], Н. А. Пославской и М. М. Москвина [3], В. П. Ренгартена [4], Р. А. Гамбашидзе [5], Г. С. Гонгадзе [6], М. М. Москвина [7], Халилова А. Г. и Меликова О. Г. [8], О. Г. Меликова [9,10], А. М. Мамедализаде [11,12] и мн. др.

Вопросы биогеографии палеобассейнов различных геологических эпох и принципы классификации палеозоогеографического районирования освещены в трудах



К.К. Флерова [13], В. П. Макридина и Ю. И. Кац [14,15], В. П. Макридина и др. [16], Ак. А. Али-Заде [17], В. П. Макридина [18,19,20], М. М. Москвина [21], Sladić-Trifonović Mileva [22], Г. С. Гонгадзе [23], Westermann G.E.G. [24], Cessa F., Westermann G.E.G. [25], Seeling Jens, Colin Jean - Paul, Fauth Gerson. [26], Gherbrant Emmanuel, Rage Jean - Claude. [27], Т. В. Клец [28], Б. Л. Никитенко [29], А. М. Мамедализаде [30] и др.

Вопросы, связанные с систематическим составом и палеозоогеографией морских ежей позднего мела Кавказа, изучены сравнительно слабо. В связи с этим на основе собранного фактического и литературного материала мы

Данные о географическом распространении этих видов в литературе очень скудны. Они впервые были найдены в Западной Европе и описаны западно-европейскими исследователями. Из этих видов наиболее широкий географический ареал имел *Sternotaxis subglobosus* Leske. Остатки этого вида были найдены также на Северном Кавказе и Копетдаге [3]. В сеноманских отложениях Северного Кавказа кроме *Sternotaxis subglobosus* Leske встречается также вид *Discoidea cylindrica* Lam.

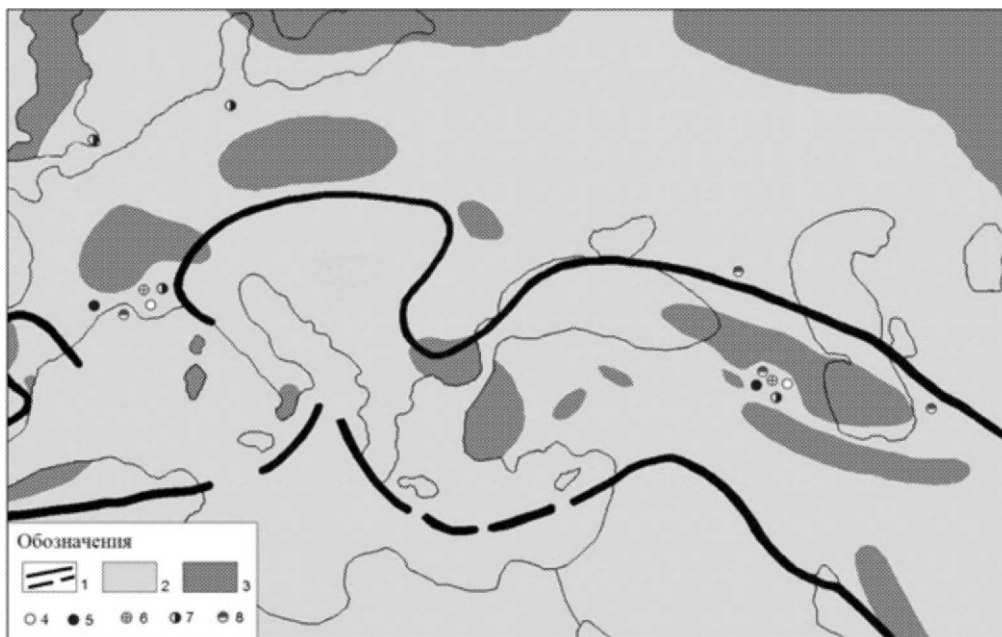


Рис.1. Географическое распространение родов морских ежей Кавказа в сеноманском веке: 1 – предполагаемая внешняя граница моря Тетис; 2 – море; 3 – суша; роды морских ежей: 4 – *Holectypus*; 5 – *Conulus*; 6 – *Nucleolites*; 7 – *Catopygus*; 8 – *Sternotaxis*.

предприняли попытку осветить некоторые вопросы, касающиеся систематического состава и ареалов распространения видов морских ежей сеноман - сантонских веков позднего мела Кавказа.

В сеноманском морском бассейне азербайджанской части Малого Кавказа существовали виды морских ежей *Holectypus exciscus* Cott., *H. senomanensis* Guer, *Conulus laevis* Agass., *Nucleolites morrissi* d'Orb., *Catopygus columbaris* (Lam.) и *Sternotaxis subglobosus* (Leske) относящихся к родам *Holectypus*, *Conulus*, *Nucleolites*, *Catopygus* и *Sternotaxis* (рис.1).

Сеноманские морские ежи Грузии по данным Г. С. Гонгадзе [6] представлены видами *Discoidea* cf. *subucula* (Klein), *Pygina orbygniana* (Agass.), *P. cf. laevis* (Agass.) и *P. cf. tumida* (Gauth.).

Состав сеноманских морских ежей Кавказа не богат. Встречаются они в отложениях единичными экземплярами. Ранее об этом также высказывались Н. А. Пославская и М. М. Москвин [3].

Морские ежи сеномана азербайджанской части Малого Кавказа, Грузии и Северного Кавказа по видовому составу резко

отличаются друг от друга. Несмотря на это, в сеноманское время как на Малом Кавказе, также и на Северном Кавказе существовал общий вид *Sternotaxis subglobosus* Leske, который появился еще в раннемеловую эпоху.

В конце сеноманского века на территории Малого Кавказа (азербайджанская часть) исчезают роды *Holactypus*, *Nucleolites* и *Catorypus*, а роды *Conulus* и *Sternotaxis* в обновившемся видовом составе переходят в туронский век. А вид *Sternotaxis subglobosus* Leske уступает свое место в туроне новому виду *Sternotaxis planus* Mant.

менты правильных морских ежей отряда *Cidaroida*.

На территории Северного Кавказа при переходе от сеномана к турону вымирают виды *Discoidea cylindrical* Lam., а вид *Sternotaxis subglobosus* Leske уступает свое место новому виду *Sternotaxis planus* (Mant.). Наряду с этим видом в этом веке появляются еще 8 совершенно новых видов морских ежей, относящихся к родам *Conulus*, *Echinocorys*, *Infulaster*, *Coraster* и *Micraster*.

Все виды морских ежей, которые появились

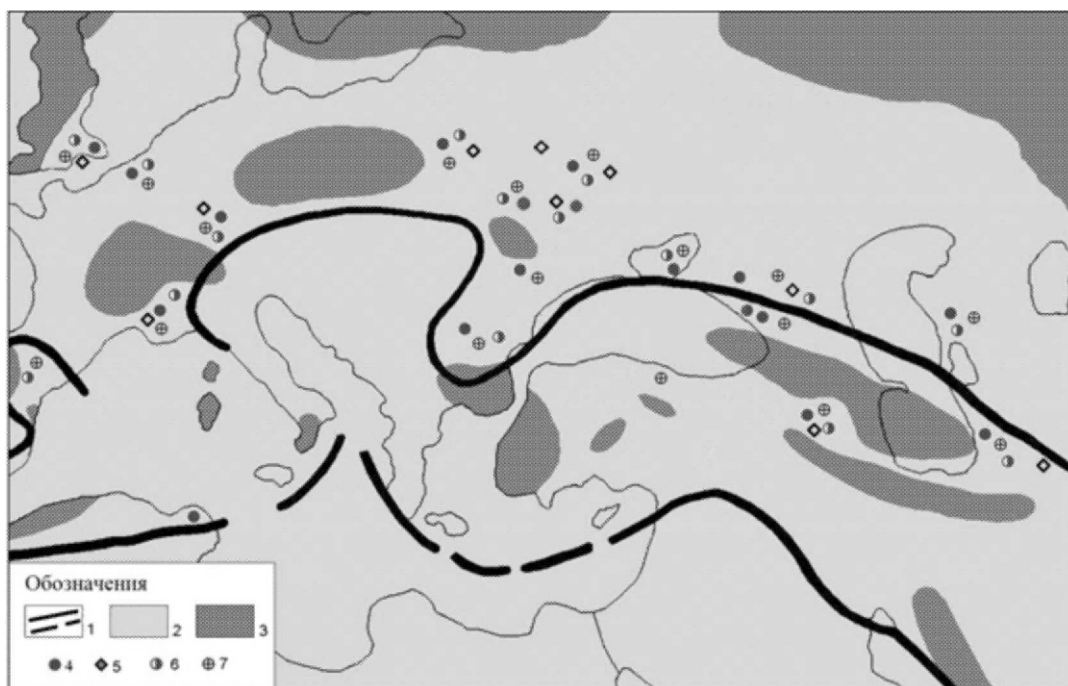


Рис. 2. Географическое распространение родов морских ежей Кавказа в туронском веке: 1 – предполагаемая внешняя граница моря Тетис; 2 – море; 3 – суша; роды морских ежей: 4 - *Conulus*; 5 - *Sternotaxis*; 6 - *Echinocorys*; 7 – *Micraster*.

В Грузинской части Кавказа (Дзирульский массив и район г. Кутаиси) в сеномане род *Purina* прекращает свое существование. В туронском веке *Discoidea subucula* (Klein) уступает свое место новому виду *Discoidea* cf. *minima* Agass. Вместе с этим видом на Дзирульском массиве в туроне впервые появляются виды *Conulus vulgaris* (Leske), *Conulus subrotundus* Mant. и *Hemiaster nucleus* Desor.

Как в сеноманском, так и в туронском веках фауна морских ежей Малого Кавказа по родовому и видовому составу немногочисленна. Она представлена 10 видами, относящимися к 4 родам (рис. 2). В туронском веке на Малом Кавказе, наряду с видами родов *Conulus* и *Sternotaxis* появляются первые представители родов *Echinocorys* и *Micraster*. Вместе с ними в отдельных разрезах встречаются также многочисленные фраг-

в туронском веке на Кавказе (за исключением *Coraster ansaltensis* Posl. et Moskv. и *Micraster subglobosus* Posl. et Moskv.) впервые описаны Европейскими палеонтологами из верхнего мела Западной Европы. В этом веке на Малом Кавказе (азербайджанская часть) существовали 4 вида рода *Conulus*, по два вида в Грузии (Дзирульский массив и район г. Кутаиси) и на Северном Кавказе. Виды *Conulus subrotundus* Mant. и *C. subconicus*

(d'Orb.) были распространены более широко - от Англо - Парижского бассейна до Копетдага. *Conulus subrotundus* Mant. известен из нижнего и верхнего турона Англии, Франции, Германии, Румынии, Бельгии и Польши. Во второй половине туронского века *Conulus subrotundus* (Mant.) мигрировал с запада на восток по направлению Донбасс-Крым-Большой Кавказ-Мангышлак и Крым - Малый Кавказ - Копетдаг (рис.3).

века мигрировал по направлению Карпаты - Крым, а с Крыма в направлениях Северный Кавказ-Мангышлак и Малый Кавказ - Копетдаг.

Морские ежи Кавказа, существовавшие в туронском веке, по видовому составу сходны с морскими ежами Западной Европы. Ареал их распространения свидетельствует о том, что как в сеноманском, так и в туронском веках существовала широкая Среднеевропейская

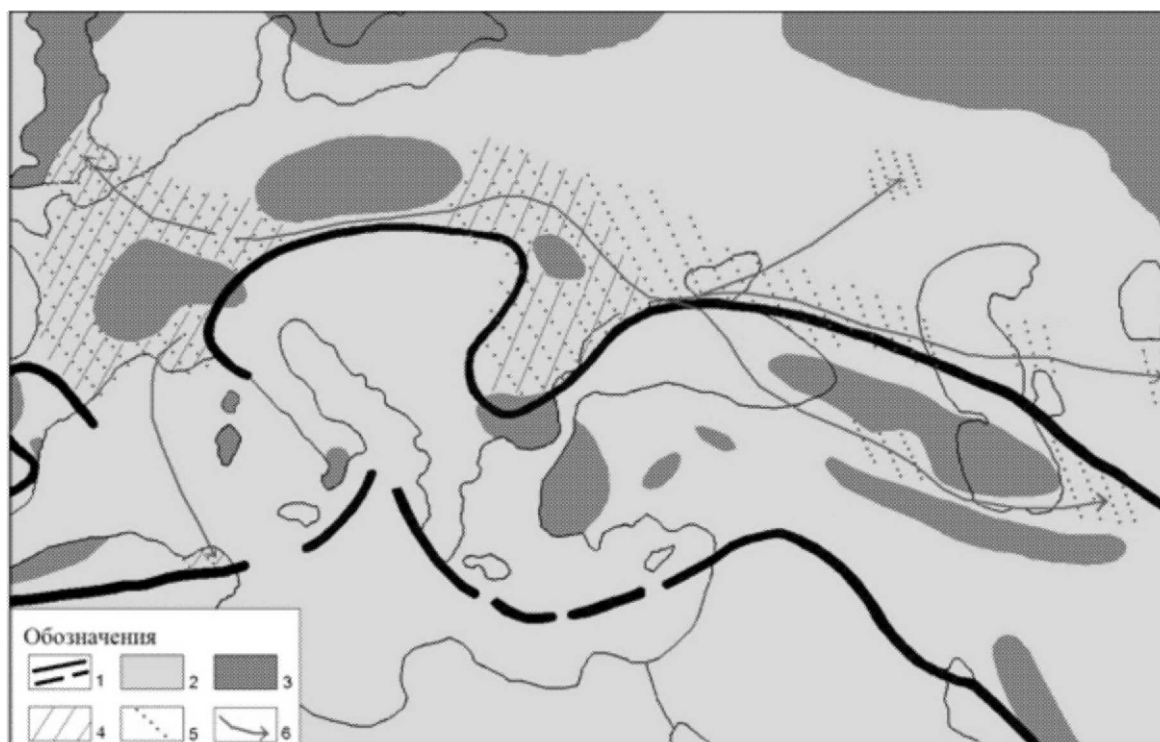


Рис.3. Ареал вида *Conulus subrotundus* Mant. в туронском веке: 1- предполагаемая внешняя граница моря Тетис; 2 – море; 3 – суша; 4 - ареал вида в раннем туроне; 5 - ареал вида в позднем туроне; 6 - направление распространения вида.

Вид *Sternotaxis planus* (Mant.), имеющий широкий географический ареал от Западной Европы до Копетдага, появился во второй половине туронского века на Малом и Северном Кавказе. Он является зональным видом для верхнего отдела туронского яруса в Европе и Закаспии.

Вид *Echinocorys sphaericus* (Schlüt.), имеющий большое стратиграфическое значение для верхнетуронских отложений Донбасса, Крыма, Кавказа и Закаспия, тоже имел широкий географический ареал. Он впервые отмечен в нижнетуронских отложениях Англии, Франции, Бельгии, Польши, а во второй половине туронского

палеозоогеографическая область.

Состав морских ежей коньякского века Кавказа по родовому и видовому составам немного отличается от сеноманских и туронских. Существовавшие в туронском веке роды *Conulus*, *Echinocorys* и *Micraster* представлены в коньякском веке несколько новыми (за исключением *Conulus subconicus*, *Echinocorys gravesi*, *E. gibbus* и *Micraster cortestudinarium*) видами. Наряду с ними в этом веке на Малом Кавказе появились также новые роды *Isomicraster* и *Cardiotaxis* (рис. 4). Род *Sternotaxis* прекращает свое существование в конце туронского века.



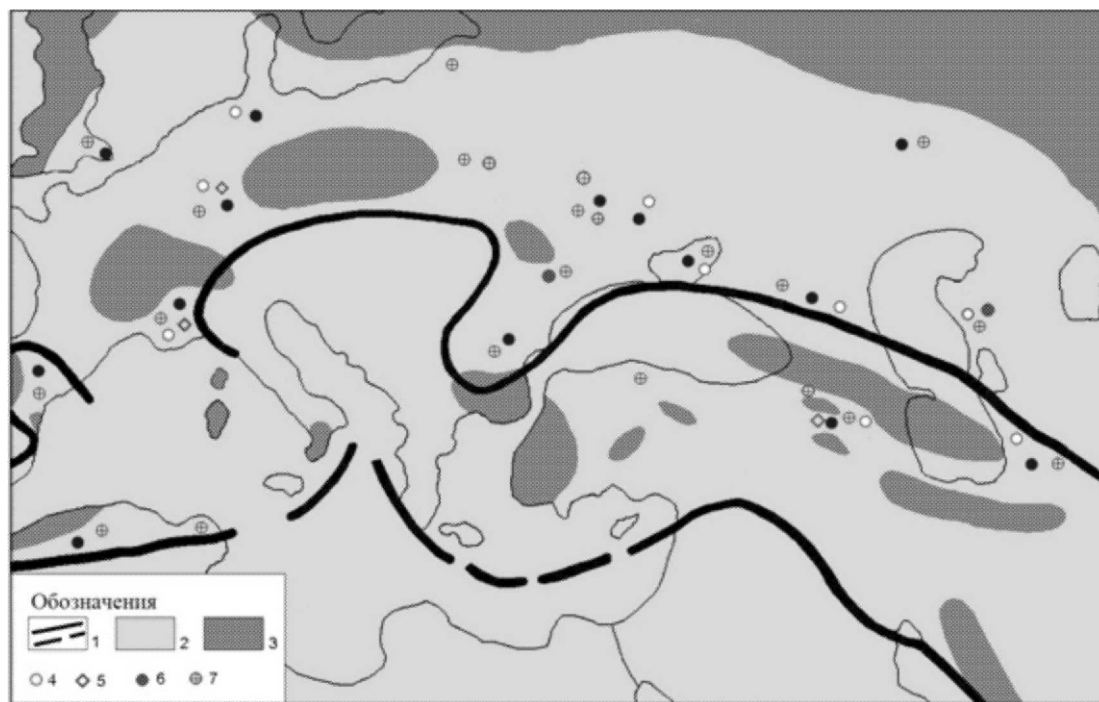


Рис. 4. Географическое распространение родов морских ежей Кавказа в коньякском веке: 1 – предполагаемая внешняя граница моря Тетис; 2 – море; 3 – суша; роды морских ежей: 4 - *Conulus*; 5 - *Cardiotaxis*; 6 - *Echinocorys*; 7 - *Micraster*.

По сравнению с Азербайджанской частью Малого Кавказа, в Дзирульском массиве Грузии и на Северном Кавказе при переходе от турона к коньяку происходит значительное сокращение морских ежей в численном составе. В Грузии с туронского века в коньякский век переходит только *Conulus vulgaris* (Leske), а на Северном Кавказе *Conulus subconicus* (d'Orb.) и *Echinocorys gravesi* Desor. Наряду с ними на Северном Кавказе впервые появляется новый вид *Micraster coranguinum* Klein.

Связь, существовавшая между морями Бореал и Тетис в туронском веке, продолжала оставаться на протяжении всего коньякского века. В это время характерные для Кавказа виды мигрировали с северных районов через Крым и на южные окраины Европейской палеозоогеографической области (Кавказ и Закаспий). Примером может являться нахождение в Донецком бассейне общих видов для Донбасса, Кавказа и Закаспия - *Conulus subconicus* (d'Orb.), *Echinocorys gravesi* Desor, *E. vulgaris* Breyn., *Micraster cortestudinarium* Goldf., *M. coranguinum* Klein [31, 32].

О связи, существовавшей в коньякском веке, между морями Бореал и Тетис ранее

высказывались А. Л. Цагарели [33], Д. П. Найдин [34] и Ак. А. Али-Заде [17]. Эти исследователи полагают, что между названными морями не существовал климатический барьер, так как многие виды белемнитов и иноцерамов мигрировали с севера и существовали на территории Большого и Малого Кавказа.

Находки в коньякских отложениях Кавказа Западноевропейских морских ежей (особенно Среднеевропейских) еще раз доказывают, что между морями бореал и Тетис не существовал климатический барьер и многие виды могли свободно мигрировать с севера на юг и юго-восток.

В отложениях сантонского яруса Малого Кавказа морские ежи представлены 12 видами, относящимися к 5 родам (рис. 5). Коньякские и сантонские морские ежи по родовому составу очень близки (~60 %). Существовавшие в коньякском веке роды *Conulus*, *Echinocorys*, *Micraster*, *Isomicraster* и *Cardiotaxis* представлены здесь, в основном, новыми видами. Наряду с этими некоторые коньякские виды, в том числе *Conulus raulini* Cott., *Micraster coranguinum* Klein и *Cardiotaxis maximus* Schlüt, являются переходными.

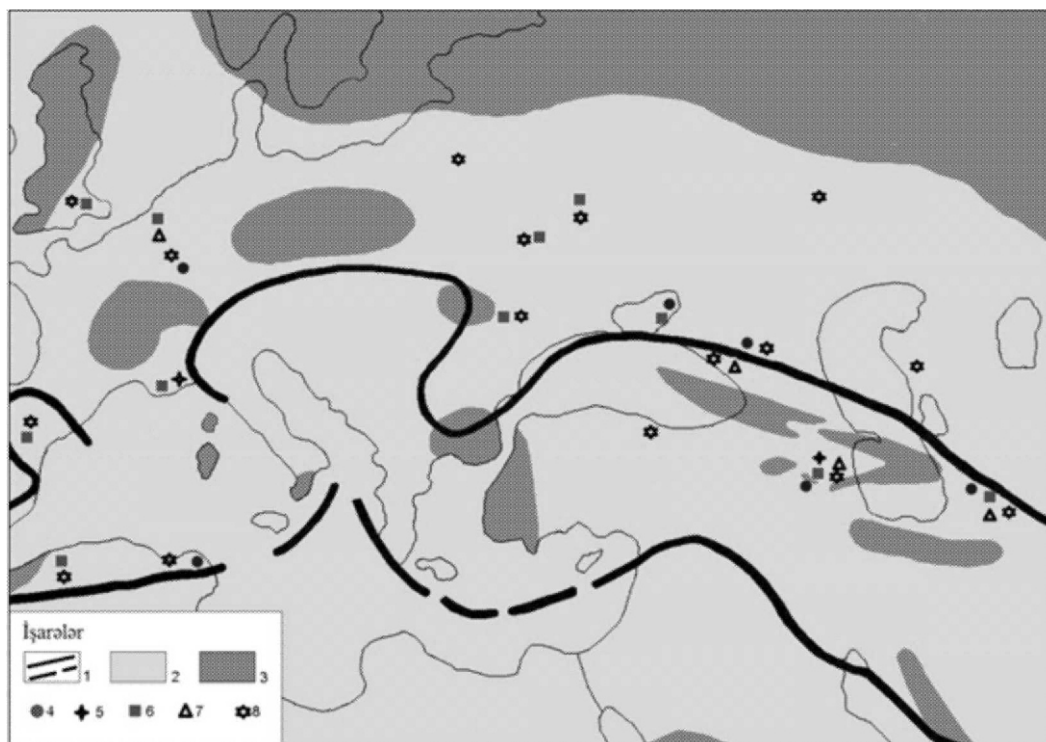


Рис. 5. Географическое распространение родов морских ежей Кавказа в сантонском веке: 1 – предполагаемая внешняя граница моря Тетис; 2 – море; 3 – суша; роды морских ежей: 4 - *Conulus*; 5 - *Cardiotaxis*; 6 - *Echinocorys*; 7 - *Isomicraster*; 8 – *Micraster*.

В Грузии при переходе от коньякского века в сантонский из двух коньякских видов *Conulus vulgaris* вымирает, а *Conulus djanelidze* Gong. переходит в сантонский век. Здесь наряду с этим видом впервые появляется в сантоне совершенно новый для Грузии род *Micraster* с двумя видами (*Micraster coranguinum* Klein, *Micraster rostratus* Mant.). Вид *Micraster coranguinum* Klein появлялся на Малом и Северном Кавказе еще в коньякском веке.

В сантонском веке по сравнению с коньякским на Северном Кавказе морские ежи представлены сравнительно богато. Из коньякских видов здесь только *Micraster coranguinum* Klein переходит в сантонский век. Вместе с этими видами здесь появляются еще новые для Северного Кавказа роды *Offaster*, *Paronaster* и *Ornithaster*. Вид *Echinocorys gravesi* Desor уступает свое место *Echinocorys turritus* Lamb., а род *Micraster* представлен в сантонском веке двумя новыми видами (*Micraster rostratus* Mantell, *M. heberti* Lacvivier).

Как видно из вышеизложенного, в сантонском веке на Кавказе существовало всего 2 общих вида: *Micraster coranguinum*

*Klein* и *Micraster rostratus* Mant.

Исследования фауны морских ежей сантонского века Кавказа показали, что существовавшие виды в этом регионе имели широкий географический ареал от Западной Европы до Восточной окраины Копетдага. В это время *Conulus subconicus* (d'Orb.), *Echinocorys vulgaris* Breyn., *Micraster cortestudinarium* Goldf., *M. coranguinum* Klein имели более широкий географический ареал. Эти виды в коньякском и сантонском веках существовали на территории Западной Европы, на севере Африки (Алжир, Тунис) и на южной окраине Европейской палеозоо-географической области, а *Conulus albogalerus* Klein мигрировал до Северной Индии. Вид *Echinocorys vulgaris* Breyn. в коньякском веке впервые появлялся в Западной Европе, а в сантоне мигрировал на восток в Донецкий бассейн, Крым, Малый Кавказ и в Копетдаг (рис. 6). Виды *Micraster rostratus* Mant. и *Paronaster cupuliformis* Airaghi тоже имели широкий географический ареал и были распространены от Западной Европы до восточных границ Копетдага. В Грузии *Paronaster cupuliformis* Airaghi пока не отмечен. На Малом Кавказе он появляется лишь в раннем кампане.

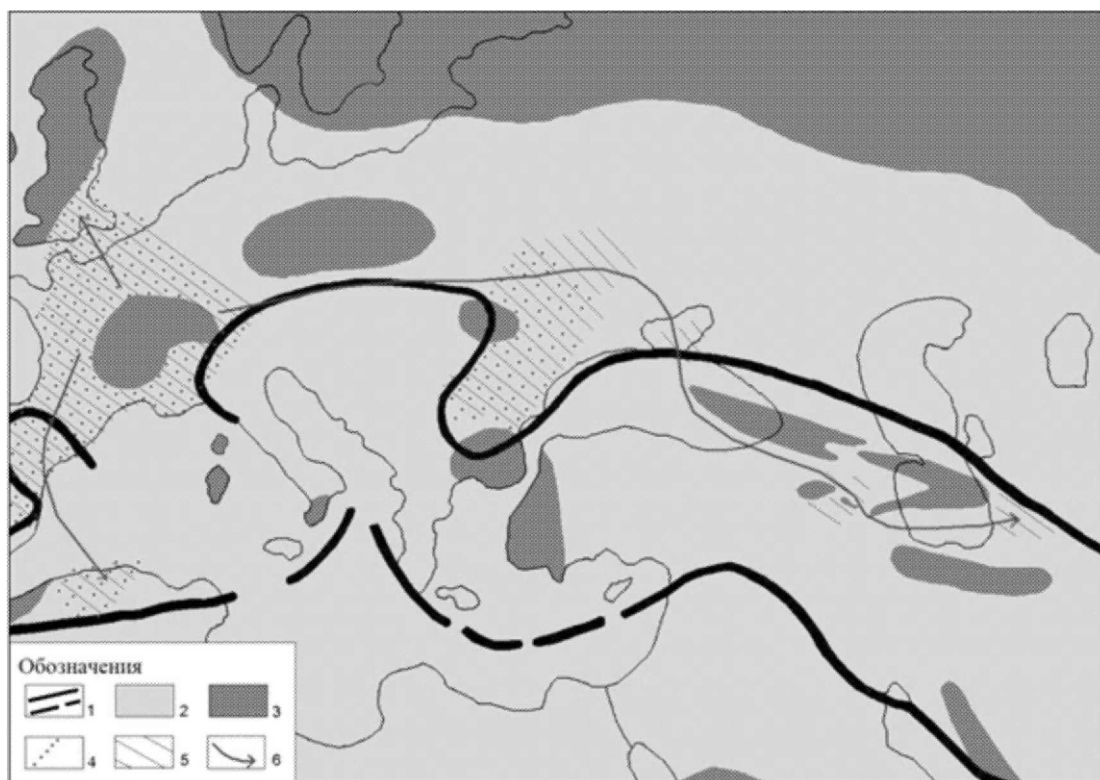


Рис. 6. Ареал вида *Echinocorys vulgaris* Breyn в коньяк - сантонском веках:

1 - предполагаемая внешняя граница моря Тетис; 2 – море; 3 – суша; 4 - ареал вида в коньякском веке; 5 - ареал вида в сантонском веке; 6 - направление распространения вида.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что сеноман-сантонские морские ежи Кавказа имели Средне-европейский облик и широкое распространение, что свидетельствует об отсутствии климатического барьера на протяжении

сеноман-сантонских веков между морями Бореал и Тетис, благодаря чему фауна морских ежей могла относительно свободно мигрировать с северо - запада на юго - восток, на южную окраину Европейской палеозоо-географической области.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Haug E.* Traite de Geologie. V. 2. Les Periodes geologiques. P.: Armand Colin, 1908 – 1911. P. 539 – 2024.
2. *Москвин, М. М., Пославская Н. А., Шмидт О. И.* Класс Echinoidea (морских ежей) // Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР. Т. XI: Верхний мел. М.: Госгеолтехиздат, 1949. С. 98 - 130.
3. *Пославская, Н. А., Москвин, М. М.* Иголкожие // Атлас верхнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма. М.: Гос. научн. – техн. Изд - во нефт. и горно - топл. лит-ры, 1959, с. 237 - 304.
4. *Ренгартен В. П.* Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа // Региональная стратиграфия СССР. М.: Изд - во АН СССР. 1959. Т. 6. С. 1 - 540.
5. *Гамбашидзе Р. А.* Некоторые моллюски и иглокожие из верхнемеловых отложений Грузии // Тр. геол. Ин - та АН Грузинской ССР. Тбилиси. 1967, вып. 15.3.
6. *Гонгадзе Г. С.* Позднемеловые эхиноидеи Грузии и их стратиграфическое значение. Тбилиси: ТГУ, 1979. С. 1 – 218.
7. *Москвин М. М.* Региональные стратиграфические очерки. Малый Кавказ // Стратиграфия СССР. Меловая система. М.: Недра. 1986. Полутом 1. С. 238 – 251.
8. *Халилов А. Г., Меликов О. Г.* Морские ежи // Меловая фауна Азербайджана. Баку: Елм, 1988. С. 184 – 213.
9. *Меликов О. Г.* Стратиграфическое значение иглокожих Малого Кавказа (Азербайджан). Баку: “Nafta - Press”, 2002. С. 1 - 99.



10. Меликов О. Г. Иглокожие Мезозойско-Кайнозойских отложений Малого Кавказа (Азербайджан) и их стратиграфическое значение. Автореф. докт. дисс. Баку: "Nafta - Press". 2005. С. 1 – 53.
11. Мамедализаде А. М. К стратиграфии отложений верхнего мела в окрестностях сел. Бори // Известия НАН Азербайджана. 2005. № 2, С. 58 – 61.
12. Мамедализаде А. М. К стратиграфии маастрихтского и датского ярусов Агдаринского прогиба Малого Кавказа. Тбилиси. Нефть и газ Грузии. 2010, № 26. С. 23-25.
13. Флеров К. К. Некоторые вопросы палеозоогеографии // Палеонтол. журн. 1964. № 3, С. 15 – 22.
14. Макридин В. П., Кац Ю. И. Палеобиогеографическое районирование поздне меловых морей Европы, Средней Азии и сопредельных стран (автореферат) // Бюлл. МОИП. отд. геол. 1964. 39, С. 155 – 156.
15. Макридин В. П., Кац Ю. И. Некоторые вопросы методики палеозоогеографических исследований // Организм и среда в геологическом прошлом. М.: Наука, 1966. С. 98 – 115.
16. Макридин В. П., Кац Ю. И., Кузьмичева В. И. Принципы, методика и значение фауны калловых построек для зоогеографического районирования юрских и меловых морей Европы, Средней Азии и сопредельных стран // Ископаемые рифы и методика их изучения. Свердловск: Ур.фил. АН СССР, 1968. С. 184 – 195.
17. Али-Заде Ак.А. Меловые белемниты Азербайджана. М.: Недра, 1972. С. 1 – 280.
18. Макридин В. П. Принципы выделения и номенклатура подразделений палеозоогеографического районирования морских бассейнов // Палеонтол. журн. 1973. №2. С. 3 – 9.
19. Макридин В. П. Палеобиогеография, ее основные направления и проблемы // Геол. не Балкан. п-ва. 1982, 46. С. 211 – 224.
20. Макридин В.П. Основные направления и проблемы палеобиогеографии // Ископаемая фауна и флора Украины. // Мат-лы 3 сес. Укр. Палеонтол. общ-ва. Киев. 1983. С. 97 – 103.
21. Москвин М. М. Биогеография позднего мела // Итоги науки и техники. Стратиграфия. Палеонтология. М.: 1979. Т. 9. С. 87 – 124.
22. Sladić-Trifonović M. Palaeobiogeography and biostratigraphy of Late Senonian rudist genera from the Central Tethys // Bull. Cl. Sci. et arts. 1999. 119, N 39. P. 175 - 191.
23. Гонгадзе Г. С. 2000. Палеобиогеографическое значение эхиноидей. Научная сессия Геол. Ин - та АН Грузии посвященная 110 - летию со дня рождения акад. А. И. Джанелидзе // Тр. геол. Ин-та АН Грузии. Тбилиси. 2000. № 115, С. 116 – 122.
24. Westermann G.E.G. Biochore classification and nomenclature in paleobiogeography: an attempt at order // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2000. 158, N 1 - 2. P. 1 - 13.
25. Cessa F., Westermann G.E.G. Towards a guide to palaeobiogeographic classification // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2003. 201, N 1 – 2. P. 179 - 181.
26. Seeling J., Colin J. P., Fauth G. Global Campanian (Upper Cretaceous) ostracod palaeobiogeography // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2004. 213, N 3 - 4. P. 379 - 398.
27. Gherbrant E., Rage J. C. Palaeobiogeography of Africa: How distinct from Gondwana and Laurasia // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2006. 241, N 2. P. 224 – 246.
28. Клец Т. В. Палеозоогеографическое районирование триасовых морей по конодонтофоридам // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008. 16, № 5. С. 15-36.
29. Никитенко Б. Л. Палеобиогеография ранней юры и аалена Арктики по микробентосу (фораминиферы и остракоды) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2008, 16, №1. С. 63 - 84.
30. Mamedalizade A. M. Paleozoogeographic Zonation of the Campanian and Maastrichtian Marine Basins of the Caucasus and Transcaspien Based on Marine Echinoids. M., Paleontological Journ., 2011. Vol. 45, No 2. P. 154–158.
31. Савчинская О. В. Условия существования поздне меловой фауны Донецкого бассейна. М. Изд - во Наука, 1982. С. 1 - 132.
32. Савчинская О. В. Класс Echinoidea – морские ежи // Атлас верхнемеловой фауны Донбасса. М.: Недра, 1974. С. 303–333.
33. Цагарели А. Л. Верхний мел Грузии. Тбилиси: АН ГССР. 1954. С. 1 – 354.
34. Найдин Д. П. Верхнемеловые белемниты Русской платформы и сопредельных областей. Актинокамаксы, гониотейтисы и белемнокамаксы. М.: МГУ, 1964.

### БЕГАЛИНОВУ Абдрахману Бегалиновичу - 65 лет



10 октября 2011 года исполнилось 65 лет со дня рождения Бегалинова Абдрахмана Бегалиновича - доктора технических наук, профессора, члена-корреспондента Международной инженерной академии и Национальной инженерной академии Республики Казахстан, заведующего кафедрой «Разрушение горных пород и шахтное строительство» Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева.

А. Б. Бегалинов после окончания Казахского политехнического института им. В. И. Ленина в 1969–72 гг. работал горным мастером дробильно-сортировочной фабрики, затем в 1972–73 гг. – начальником участка Токтыгатского рудника, в 1973 – 78 гг. главным инженером Нижне-Ашутского рудника, 1978–83 гг. – начальником Нижне-Ашутского рудника, в 1983–86 гг. – главным инженером тургайского бокситового рудоуправления. В 1986–91 гг. – директор Карагайлинского горно-обогатительного комбината. В 1991–93 гг. назначен заведующим отделом промышленности и товаров народного потребления Apparata Президента и Кабинета Министров Республики Казахстан. В 1993–95 гг. президент национальной компании «Алтыналмас». В 1996–97 гг. – вице-президент ОАО «Казметалл». В 1997–2003 гг. – генеральный директор ЗАО ИПК «Orient Gold». С 2003 г. по 2006 г. являлся

генеральным директором горнодобывающего предприятия ТОО «Сымбат-XXI». С 1998 г. – профессор кафедры «Открытые горные работы» Казахского национального технического университета им. К. И. Сатпаева, с 2006 г. избран заведующим кафедрой «Разрушение горных пород и шахтное строительство».

Как один из руководителей золотодобывающей отрасли независимого Казахстана А. Б. Бегалинов внес большой вклад в ее формирование и создание золотого запаса РК. В этот период впервые были сбалансированы объемы добычи и глубокой переработки золотосодержащего сырья с выпуском металлического золота, соответствующего международным стандартам Лондонской биржи металлов. Объем производства золота чисто золотодобывающими предприятиями РК возрос в 1,6 раза. В рыночных условиях под его руководством построены и введены в эксплуатацию горно-обоганительные комплексы нового типа «Кен» и «Терискей», базирующиеся на новых технологиях переработки «бедного» и «упорного» золотосодержащего сырья.

А. Б. Бегалинов ведет активную научную и преподавательскую работу. Он участвовал в разработке и внедрении новых технологических процессов и передовых методов работы на добывающих и обоганительных комплексах, являлся руководителем группы разработчиков принципиально новых технологий переработки «упорного» и комплексного золотосодержащего сырья с заменой высокотоксичных цианидов на тиосульфаты. Разрабатывал технологии получения дешевых и экологически чистых тиосульфатов из отходов горно-металлургического и нефтегазового производства. Внедрение этих технологий существенно расширяет сырьевую базу золотодобывающей отрасли и создает возможность вовлечения в эксплуатацию новых месторождений. В настоящее время удалось реализовать промышленную технологию тиосульфатного выщелачивания золота при переработке руд

группы месторождений Кумыстинского рудного поля (Южный Казахстан) ТОО «Терискей». При этом наряду с золотом попутно извлекаются серебро и медь. Основным реагентом для этой технологии – тиосульфат также производится в Казахстане (г. Тараз) из отходов серы на заводе ТОО «Химсинтез».

А. Б. Бегалинов принимает активное участие в становлении технического казахского языка, читает курс лекций в КазНТУ и пишет научные труды, в том числе и на казахском языке, является одним из авторов научного русско-казахского терминологического словаря по экологии и защите природы.

Профессор А. Б. Бегалинов принимает активное участие в международных научных конференциях по горному делу, проводимых в ЮАР, Австралии, Греции, Чехии, Индии, Турции и др. Он автор более 80 научных трудов, в том числе 10 научных монографий и учебных пособий, а также 13 изобретений.

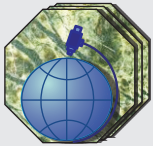
Абдрахман Бегалинович проводит большую общественную работу: член Диссертационного совета в КазНТУ, в 2000–2003 гг. был экспертом и заместителем председателя Экспертного совета ВАК РК, является членом редакционных коллегий журналов «Горно-геологический журнал» и «Горный журнал Казахстана». Он неоднократно избирался депутатом городского, районного и областного Совета народных депутатов, был членом Центрального комитета КП Казахстана (1990).

За значительный вклад в развитие горной отрасли А. Б. Бегалинов награжден орденами «Знак почета» и Трудового Красного Знамени, медалью «Ерен еңбегі үшін», является лауреатом премии Совета Министров Казахской ССР в области науки и техники (1989).

А. Б. Бегалинов внесен в Национальную энциклопедию Казахстана (2004, Т.1).

*Редакция «Горно-геологического журнала» и коллеги сердечно поздравляют Абдрахмана Бегалиновича с юбилеем, желают крепкого здоровья, счастья, благополучия и дальнейших творческих успехов.*





# ТОО «АСБЕСТОВОЕ ГРП»

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

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

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

### Адрес редакции:

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

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

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

Журнал  
распространяется в  
Республике Казахстан,  
Российской Федерации

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

Ответственность  
за содержание рекламы  
несут рекламодатели

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



**ТОО “АГРП”**

**110700, г. Житикара, Республика Казахстан**

**тел./факс: 8 (71435) 2-22-72**

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