

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ  
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES  
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

**4 (438)**

ШІЛДЕ–ТАМЫЗ 2012 ж.

ИЮЛЬ–АВГУСТ 2012 г.

JULY – AUGUST 2012

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 г.

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ.

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН. ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ.

Бас редактор

**Ж.М. Әділов**

Бас редактордың орынбасары

**М.Ш. Өмірсеріков**

Редакция алқасы:

Т.Д. Абаканов, **Б.Ж. Өубекеров**, Х.А. Беспаев, Н.С. Бүктіков, Ф.Х. Ергалиев, Г.Ж. Жолтаев, Н.М. Жуков, Л.А. Крупник, А.К. Курскеев, А.Р. Медеу, С.М. Оздоев, Б.М. Рақышев, Б.Р. Рақышев, **Ф.А. Сәтбаев**, И.В. Северский, Н.С. Сейітов, Э.Ю. Сейітмұратова, Д.К. Сүлеев, З.В. Толубаева (жауапты хатшы)

#### Аймақтық геология

*Жаймина В.Я., Стецюра М. А., Гоганова Л.А.* Қазақстанның визей жік қабатының беткейі.....5

#### Минерагения, болжамдар, болашағы

*Өмірсеріков М.Ш., Исаева Л.Д.* Кен орындарының пішімді құрастырылуындағы әдістемелік аспектілер (Көктенкөл кенорны мысалында).....13

*Бекенова Г.К., Степанов А.В., Котельников П.Е., Левин В.Л., Добровольская Е.А.* Жоғарғы Еспе кенорнындағы бірқатар сирек кездесетін минералдардың химиялық құрамын айқындау. II Силикаттар, карбонатсиликаттар.....22

*Шабанова Т.А., Глаголев В.А.* Гиперфуллериттің канкалы молекуласы.....33

#### Ғарыштық геология

*Зейлик Б.С.* Ғарыштық мәліметтердің (ЖАЗ) және тектониканың соққылы-жарылысты қағидасы негізіндегі пайдалы қазбалардың орнын болжаудағы жана технология.....38

#### Гидрогеология

*Сыдықов Ж.* Ақтөбелік Жетісу аумағындағы жерасты суларының ағуы.....48

#### Сейсмология

*Абдуллаев А.У., Остапенко В.Ф.* Алматылық болжамдық полигонның сейсмикалық жағдайын бағалау үшін жер қыртысының флюидті режимдегі кешенді параметрін қолдану.....50

*Бүктіков Н.С., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж.* Жарылым зонасындағы қарсы ағындардың өзара байланысуындағы негізгі қағидалар.....57

#### Әдістеме және технология

*Өтегенова М.А.* Балапан учаскесі мысалында (Семей сынақ полигоны) аймағында жер асты ядролық жарылыстар жүргізілген жерлерде геоэкологиялық мәселелерді шешу кезіндегі геофизикалық әдістер.....60

*Мусина А.С.* Құрамында алтыны бар кектен алтынды анықтау.....69

*Анищенко Л.В.* Каспийманы ойпатының территекті коллекторына жолай табылған суды айдау көлемін онтайландыру.....71

#### Мерейтойлар

Жұрымбек Сыдықұлы Сыдықов (*туғанына 90 жыл толуына орай*).....75

#### Ғылымның жоғалтулары

Сатпаев Өлішер Ғалымтайұлы.....77

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук» ISSN 2224-5278

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы) Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел.261-06-33, 272-13-19, 272-13-18

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2012

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 1940 г. ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

Главный редактор  
**Ж.М. Адилов**

Заместитель главного редактора  
**М.Ш. Омирсериков**

Редакционная коллегия:

Т.Д. Абаканов, Б.Ж. Аубекеров, Х.А. Беспаяев, Н.С. Буктуков, Г.Х. Ергалиев, Г.Ж. Жолтаев, Н.М. Жуков, Л.А. Крупник, А.К. Курскеев, А.Р. Медеу, С.М. Оздоев, Б.М. Ракишев, Б.Р. Ракишев, Г.А. Сатпаев, И.В. Северский, Н.С. Сеитов, Э.Ю. Сейтмуратова, Д.К. Сулеев, З.В. Толубаева (ответственный секретарь)

#### Региональная геология

*Жаймина В.Я., Стецюра М.А., Гоганова Л.А.* Горизонты визейского яруса Казахстана.....5

#### Минералогия, прогнозы, перспективы

*Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д.* Методологические аспекты модельных построений рудных месторождений (на примере месторождения Коктенколь).....13

*Бекенова Г.К., Степанов А.В., Котельников П.Е., Левин В.Л., Добровольская Е.А.* Уточнение химического состава некоторых редкоземельных минералов месторождения Верхнее Эспе: II Силикаты, карбонатсиликаты.....22

*Шабанова Т.А., Глаголев В.А.* Каркасная молекула гиперфуллерита.....33

#### Космическая геология

*Зейлик Б.С.* Новая технология прогнозирования месторождений полезных ископаемых на основе космической информации (ДЗЗ) и принципов ударно – взрывной тектоники (УВТ).....38

#### Гидрогеология

*Сыдыков Ж.* Сток подземных вод на территории Актюбинского Семиречья.....48

#### Сейсмология

*Абдуллаев А.У., Остапенко В.Ф.* Использование комплексного параметра флюидного режима земной коры для оценки сейсмической обстановки на Алматинском прогностическом полигоне.....50

*Буктуков Н.С., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж.* Основные принципы взаимодействия встречных потоков в зоне разлома.....57

#### Методика и технология

*Утегенова М.А.* Геофизические методы при решении геоэкологических задач в местах проведения подземных ядерных взрывов на примере участка Балапан (Семипалатинский испытательный полигон).....60

*Мусина А.С.* Определения золота из золотосодержащих кеков.....69

*Анищенко Л.В.* Оптимизация объемов закачки попутно-добываемых вод в терригенные коллекторы Прикаспийской впадины.....71

#### Юбилейные даты

Журмбек Сыдыкович Сыдыков (к 90-летию со дня рождения).....75

#### Потери науки

Сатпаев Алишер Галимтаевич.....77

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940. IT IS PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

Editor-in-chief

**Zh.M. Adilov**

Deputy editor-in-chief

**M.Sh. Omirserikov**

Editorial staff:

T.D. Abakanov, B.Zh. Aubekerov], Kh.A. Bespayev, N.S. Buktukov, G.Kh. Ergaliev, G.Zh. Zholtaev, N.M. Gukov, L.A. Krupnik, A.K. Kurskeyev, A.R. Medeu, S.M. Ozdoev, B.M. Rakishev, B.R. Rakishev, G.A. Satpaeyv], I.V. Seversky, N.S. Seitov, E.U. Seitmuratova, D.K. Suleyev, Z.V. Tolubayeva (secretary)

**Regional geology**

*Zhajmina V. Ja, Stetsjura M. A., Goganova L.A.* Horizons of a Visean stage of Kazakhstan.....5

**Minerageny, prognoses and prospects**

*Omirserikov M. Sh, Isaeva L.D.* Methodological aspects of modelling constructions of ore deposits (on an example of deposit Koktenkol).....13

*Beknova G.K., Stepanov A.V., Kotelnikov P. E., Levin V. L., Dobrovolsky E.A.* Specification of a chemical compound of some rare-earth minerals of a deposit Upper Espe: II Silicates, carbonates – silicates.....22

*Shabanova T.A., Glagolev V. A.* A frame molecule of hyperfullerite.....33

**Space geology**

*Zeilik B.S.* New technology of prediction of mineral deposits on the basis of the space information (DSE) and principles of explosive shock tectonics (EST).....38

**Hydrogeology**

*Sydykov Z.* Runoff of underground waters in territory Aktyubinsk Seven –Rivers.....48

**Seismology**

*Abdullaev A.U., Ostapenko V. F.* Use of complex parameter of a fluid mode of earth crust for an estimation of seismic conditions on Almaty prognostic range.....50

*Buktukov N.S., Metaksa G. P., Moldabaeva G. Zh.* Basic principles of interaction of counter streams in a break zone.....57

**Technique and technology**

*Utegenova M. A.* Geophysical methods at the decision of geoecological problems in places of carrying out of underground nuclear explosions on an example of site Balapan (Semipalatinsk proving ground).....60

*Musina A.S.* Gold determination from gold-containing substances.....69

*Anishenko L.V.* Optimization of volumes injection associated-extracted waters in terrigenous reservoirs of the Near-Caspian depression.....71

**Anniversaries**

Zhurmbek Sydykovich Sydykov (*to 90 – years from the date of a birth*).....75

**Science losses**

Satpaev Alisher Galimtaevich.....77

УДК 551.735.1(574)

В.Я. ЖАЙМИНА<sup>1</sup>, М.А. СТЕЦЮРА<sup>2</sup>, Л.А. ГОГАНОВА<sup>3</sup>

## ГОРИЗОНТЫ ВИЗЕЙСКОГО ЯРУСА КАЗАХСТАНА

Қазақстанның визей жiк қабаты беткейiнiң стратотектiк және тiрек жарылымдары сипатталады. Стратотектердi байланып бекуi мен беткейлердiң көлемi айкындалған. Алғаш рет стратотектерде бiрегей фораминиферлер мен брахиоподтар анықталды.

Описываются стратотипические и опорные разрезы горизонтов визейского яруса Казахстана. Уточнены привязки стратотипов и объемы горизонтов. Впервые в стратотипах определены совместно фораминиферы и брахиоподы.

Are described stratotypical and basic sections of horizons of a Visean stage of Kazakhstan. Bindings stratotypes and volumes of horizons are specified. For the first time in stratotypes are defined in common foraminifera and brachiopod.

**Ишимский горизонт,  $C_1v_1$ .** Выделен по ишимским слоям Ц. Казахстана, установленным в 1930, 1937 годах Д.В. Наливкиным [7]. Стратотип описан в монографии Н.В. Литвиновича в среднем течении р. Ишим ниже села Новомихайловское по левому берегу реки [5]. В 1985 г. Г.Г. Аксенова, Л.А. Гоганова, З.А. Климахина и др. послойно пересобрали брахиоподы в ишимском горизонте и выделили слои с *Dictioclostus deruptus* – *Vuxtonia dengisi*. В.Я. Жайминой в Жезказганском районе в бассейне реки Каракингир детально описан парастратотип ишимского горизонта с выделением фораминиферовых зон с зональными комплексами [4]. В Прикаспийской впадине Ахметшиной Л.З., Гишман Н.Б. и др. выделен радаевский горизонт с зоной фораминифер *Eoparastaffella simplex* [1].

3-ий снизу горизонт каменноугольной системы Казахстана [8], соответствует интервалу от верхней части турнейского яруса карбона до нижней трети визейского яруса, нижней части визейского яруса МСШ и прежней ОСШ, генозоне аммоноидей *Merocanites*-*Ammonellipsites* и подошве генозоны аммоноидей *Beurichoceras*-*Goniatites*, а также фораминиферовым зонам ОСШ *Eoparastaffella simplex*-*Eoendothyranopsis* [6].

Подстиляется русаковским горизонтом верхнетурнейского подъяруса и перекрывается яговкинским горизонтом ниже-верхневизейского подъяруса карбона.

Нижняя граница совпадает с подошвой аммоноидной зоны *Merocanites*-*Ammonellipsites*, фораминиферовой генозоны *Endothyra elegia*-

*Palaeospiroplectamina diversa*-*Tetrataxis* и фораминиферовой зоны *Eoparastaffella simplex*-*Eoendothyranopsis michoti*-*Tetrataxis* Казахстанской шкалы [3]. Верхняя граница проводится выше подошвы аммоноидной зоны *Beurichoceras*-*Goniatites* по подошве фораминиферовой зоны *Uralodiscus rotundus*-*Planoarchaediscus spirillinoides*-*Ammarchaediscus primaevus* Казахстанской шкалы [3].

Стратотип горизонта находится в 2км северо-восточнее пос. Новомихайловское, по левому берегу р. Ишим.

Координаты: Начало разреза – широта 52°27' 21//; долгота 66°44'44//

Конец разреза: широта 52° 27' 32//, долгота 66° 44' 44//.

Послойное описание приводится по материалам В.Я. Жайминой и М.А. Стецюра (2009г). Определение брахиопод выполнено Л.А. Гогановой.

Сл. 1. Известняки органогенно-детритусовые, толстослоистые, выщелоченные и обеленные с водорослями (концентрическими образованиями), с прослоями глинистых, интенсивно ожелезненных и зернистых известняков. Аз. пад. 330°, угол пад. 47°.....40 см

Сл. 2. Известняки серые, желтовато-серые с лиловатым оттенком, слоистые, с кремнистыми стяжениями, ожелезненные. ....1,5 м

Сл. 3. Известняки светло-серые, участками белые, слоистые, неяснослоистые, органогенные с гониатитами, брахиоподами, мшанками, криноидеями, трилобитами. Фораминиферы

<sup>1-3</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

*Earlandia sp.*; брахиоподы *Rugosochonetes cf. nalivekini* Mon., *Chonetes ischimicus* Nal., *Avonia sp. ind.*, ядро *Verkhotomia ? sp.*, *Marginatia burlingtonensis* Hall., *Spirifer sp.*, *Productus sp.* Встречаются прослой и линзы пелитоморфных и зернистых известняков, иногда рыхлых, пористых и кавернозных. В верхней части слоя известняки обломочные с обломками лиловых пелитоморфных разностей с детритом мелких криноидей.....9,0 м

Сл. 4. Переслаивание песчаников зеленовато-серых тонкозернистых, тонкослоистых, с шаровой отдельностью и алевролитов темно-серых. Среди песчаников прослой известняков песчаных, детритусовых, ожежененных, с детритом и раковинами брахиопод *Productus sp.* Аз. пад. 330°, угол пад. 47°.....11,0 м

Сл. 5. Известняки зеленовато-серые комковатые, интенсивно ожежененные, участками кавернозные с прослоями плитчатых. В известняках кораллы *Rugosa* и брахиоподы *Chonetes ex gr. ischimicus* Nal., *Dictyoclostus deruptus* Rom., *Dictyoclostus sp. ind.* (ядро).....2,2 м

Сл. 6. Песчаники зеленовато-серые тонкозернистые, тонкослоистые, известковистые, ожежененные и раздробленные, с многочисленными мшанками и брахиоподами.....3,0 м

Сл. 7. Туфопесчаники ярко-зеленые (бирюзовые), тонкозернистые с обломками черных аргиллитов (туффитов), раздробленные, с брахиоподами разных размеров (до крупных) *Orthotetes keokuk* (Hall), *Dictyoclostus sp. ind.*, *Marginatia sp. ind.*.....3,0 м

Сл. 8. Известняки зеленовато-серые, органогенно-детритусовые, толсто плитчатые, пористые (выщелоченные), ожежененные. В известняках кораллы *Rugosa* и брахиоподы. В основании слоя известняки пронизаны прожилками кварца...2,0 м

Сл. 9. Аргиллиты углистые темно-серого до черного цвета, расланцованные, раздробленные.....1,5 м

Сл. 10. Песчаники зеленовато-серые тонкозернистые в переслаивании с органогенными известняками с кораллами *Rugosa*. Мощность прослоев песчаников от 20 до 50см, известняков-до 40см. В 3,5м от основания слоя прослой туфа известковистого мощностью 0,3м и туффита черного мощностью до 0,1м.....3,9 м

Сл. 11. Известняки голубовато-серые тонко плитчатые (0,4м) в переслаивании с песчаниками известковистыми (0,5м). Над ними прослой известняков голубовато-серых песчаных, а

выше известняки алевролитистые, ожежененные, с многочисленными мшанками (1,0 м). Выше прослой известняков органогенных с кораллами, мшанками, брахиоподами. Над ним прослой голубовато-серых тонко плитчатых известняков. Фораминиферы *Tournaellina sp.* Аз. пад. 330°, угол пад 47°.

Выше в 10м от основания слоя известняки серые с редкими мшанками, криноидеями, в 13,5 м известняки голубовато-серые, обломочные с мелкими обломками алевролитов, сменяются неяснослоистыми с обломками и прослоями алевролитов черного цвета. В 17 м — известняки серые комковатые, выше в 18 м известняки голубовато-серые слоистые, пористые, выветрелые, с прослоями черных алевролитов. В верхах слоя известняки светло-серые, интенсивно выветрелые (3,5 м)...25 м

Сл. 12. Известняки толстослоистые, выщелоченные и обеленные, интенсивно выветрелые..4-5 м  
Задреновано 6 м.

Сл. 13. Известняки голубовато-серые, неяснослоистые, пористые, выветрелые, с редкими кораллами, мшанками.....7 м  
Задреновано 50 м.

Сл. 14. Известняки зеленовато-серые, песчаные, мелкокомковатые с обломками алевролитов и детритом органики. Наблюдаются линзы и прослой глинистых ожежененных известняков и тонкощебенистых известковистых песчаников. Преобладают известняки. Фораминиферы *Asterosphaera sp.*, *Eotuberitina sp.*, *Earlandia elegans* Rauser et Reitlinger, *Latiendothyra ? sp.*, *Pseudoammodiscus paraprimaevus* Skvorzov, *Brunsia sp.*, *Uralodiscus ? sp* .....15 м

Сл. 15. Песчаники зеленовато-серые, известковистые, тонкозернистые, с редкими кварцевыми включениями диаметром от 1,0 до 1,5см и единичными кораллами. Среди них линзы известняков песчаных.....6 м

Сл. 16. Известняки зеленовато-серые массивные и толсто плитчатые песчаные, с мелкими угловатыми обломками и прослоями алевролитов, раковинами и детритом органики (кораллы *Rugosa* и крупные раковины брахиопод *Spirifer*, редкие аммоноидеи). Выше наблюдается переслаивание известняков и песчаников тонкозернистых. Фораминиферы *Eotuberitina sp.*, *Earlandia sp.*, *Endothyra sp.*, *Pseudoplanoendothyra sp.*; брахиоподы *Syringothyris texta* Hall, *Pugilis crawfordsvillensis* (Weller), *Podtsheremia sp. ind.*, ядра плохой сохранности *Avonia sp.*.....14 м

Сл. 17. Известняки зеленовато-серые, массивные и толстослоистые с мелкими брахиоподами.....6 м

Сл. 18. Песчаники голубовато-серые, тонкозернистые с маломощными прослоями и линзами известняков песчаных с брахиоподами. К верхней части слоя увеличивается мощность линз и прослоев органогенных комковатых известняков.....11 м

Мощность .....126,5 м

Отложения, соответствующие ишимскому горизонту, широко распространены в Южном и Центральном Казахстане.

В типовых разрезах ишимского горизонта в разных регионах Казахстана содержатся следующие характерные комплексы фауны. Аммоноидеи: *Imitoceras rotatorium* Kon., *Muensteroceras kasachstanicum* Libr. Фораминиферы: *Palaeospiroplectammina diversa* M. Tchernysheva, *Eoparastaffella simplex* Vdovenko, *Eoendothyranspis michoti* (Conil et Lys), *Pseudoammodiscus paraprimaevus* Skvorzov. Брахиоподы: *Chonetes ischimicus* Nal., *Dictyoclostus deruptus* (Rom.), *Buxtonia dengisi* Nal., *Syringothyris texta* Hall, *Pugilis crawfordsvillensis* (Weller), *Podtsheremia* sp. и др. Кораллы: *Caninia spumosa* Gorsk.

**Яговкинский горизонт**,  $C_{1v_1} - C_{1v_2}$ . Выделен по яговкинским слоям Ц. Казахстана [7]. Описан Н.В. Литвинович в Жезказганском районе как стратотип, но не в полном объеме и точной привязки разреза не приводится [5]. Наиболее полное описание разреза с привязкой и выделением фораминиферовых зон и зональным комплексом фораминифер приводится по результатам работ В.Я. Жайминой с целью составления опорного разреза отложений нижнего карбона Центрального Казахстана (яговкинской свиты) в 2003-2005 годах [4]. В Прикаспийской впадине соответствует бобриковскому (зона *Uralodiscus rotundus*) и тульскому (зона *Endothyranopsis compressa*) горизонтам Восточной Европы [1].

4-ый снизу горизонт каменноугольной системы Казахстана, соответствует интервалу от средней части нижневизейского подъяруса карбона до средней части верхневизейского подъяруса, средней части визейского яруса МСШ и прежней ОСШ, генозоне аммоноидей *Beirichoceras-Goniatites*, а также совокупности фораминиферовых зон ОСШ *Ammarchaediscus primaevus - Uralodiscus rotundus* и *Endothyranopsis compressa - Paraarchaediscus krestovnikovi* [6].

Подстиляется ишимским горизонтом нижней половины нижневизейского подъяруса, перекрывается дальненским горизонтом верхневизейского подъяруса карбона.

Нижняя граница совпадает с подошвой фораминиферовой зоны *Ammarchaediscus primaevus - Uralodiscus rotundus - Planoarchaediscus spirillinoides* верхней части нижнего визе. Верхняя граница проводится по подошве фораминиферовой зоны *Endothyranopsis crassa - Asteroarchaediscus - Eostaffella proikensis* низов верхнего визе [3]. Соответствует средней части аммоноидной зоны *Beirichoceras - Goniatites* и двум зонам фораминифер: *Ammarchaediscus primaevus - Uralodiscus rotundus - Planoarchaediscus spirillinoides* и *Endothyranopsis compressa - Paraarchaediscus krestovnikovi*. Внутри яговкинского горизонта по подошве зоны *Endothyranopsis compressa - Paraarchaediscus krestovnikovi* проводится граница между нижним и верхним визе.

Стратотип находится в Жезказганском районе на лево- и правобережье р. Каракингир, начало разреза находится на левом берегу р. Каракингир, в 400 м на юго-восток от тригопункта с отметкой 393,4м.

Координаты: широта 48°05'12'', долгота 67°46'11''.

Конец разреза, координаты: широта 48°05'17'', долгота 67°44'00''.

Послойное описание приводится по материалам В.Я. Жайминой.

Сл. 1. Переслаивание известняков темно-серых органогенных, органогенно-детритусовых, песчаных, комковатых с зеленовато-серыми и зелеными среднезернистыми песчаниками. В органогенных известняках мшанки, пелециподы, редко мелкие криноидеи, гастроподы, гониатиты, брахиоподы (много мелких *Chonetes*) фораминиферы: *Earlandia elegans* Rauser et Reitlinger, *Earlandia* sp., *Endothyra* sp., *Globoendothyra cf. parva* N. Tchernysheva, *Omphalotis* sp., *Ammarchaediscus primaevus* Pronina, *Planoarchaediscus spirillinoides* Rauser, *Palaeospiroplectammina ? sp.*, *Tetrataxis* sp.....13 м

Сл. 2. Переслаивание известняков темно-серых, комковатых и светло-серых, органогенных, массивных (с брахиоподами, криноидеями и единичными *Rugosa*). Мощность прослоев комковатых известняков до 1,0-1,5 м, мощности прослоев массивных известняков до 20 см. Вниз по разрезу мощность прослоев массивных известня-

ков увеличивается до 1,0-1,5 м, комковатых — уменьшается. Среди известняков встречаются прослой кремнистых алевролитов черного цвета. В прослое массивного известняка встречаются мшанки, гастроподы, брахиоподы *Brachithyris* визейского облика. Фораминиферы: *Eotuberitina sp.*, *Earlandia elegans* Rauser et Reitlinger, *Earlandia sp.*, *Endothyra cf. prisca* Rauser et Reitlinger, *Ammarchaediscus sp.*, *Planoarchaediscus cf. spirillinoides* Rauser. Аз. пад. 320°, <25° .....15 м

Сл. 3. Известняки темно-серые, комковатые, пятнистые, иногда неяснослоистые, ожелезненные. Фораминиферы: *Earlandia elegans* Rauser et Reitlinger, *Globoendothyra cf. parva* N. Tchernysheva, *Planoarchaediscus sp.* .....2 м

Сл. 4. Известняки темно-серые до черных, тонкоплитчатые, мшанковые с гастроподами и брахиоподами. Фораминиферы: *Earlandia elegans* Rauser et Reitlinger, *Ammarchaediscus cf. ovalis* Reitlinger et Marfenkova, *Planoarchaediscus ? sp.* .....3 м

Сл. 5. Известняки серые, органогенные, тонкоплитчатые, доломитизированные, с мшанками, криноидеями, брахиоподами, кораллами. Подстилаются и перекрываются известняковой брекчией с мелкой галькой и обломками известняков мощностью около 20см, ниже известняки серые, зернистые, толстоплитчатые с обломками черных алевролитов и детритом органики (криноидей, крупных сетчатых мшанок, крупных пеллеципод). Фораминиферы: *Eotuberitina sp.*, *Earlandia elegans* Rauser et Reitlinger, *Endothyra sp.*, *Endothyranopsis cf. convexus* (Rauser), *Endothyranopsis sp.*, *Globoendothyra cf. parva* N. Tchernysheva, *Globoendothyra sp.*, *Planoendothyra sp.*, *Omphalotis cf. tantilla* Schlykova, *Mediocris cf. mediocris* Vissarionova, *Ammarchaediscus sp.*, *Planoarchaediscus spirillinoides* Rauser, *Planoarchaediscus sp.*, *Tetrataxis eominima* Rauser, *Tetrataxis sp.* Мощность переслаивающейся пачки ..... 14 м

Сл. 6. Алевролиты табачно-зеленые, известковистые, с прослоями глинистых известняков, с многочисленными отпечатками мшанок, криноидеями, единичными мелкими брахиоподами....8 м

Сл. 7. Известняки темно-серые, доломитизированные, с мелкими обломками алевролитов черного цвета. Среди темно-серых прослой более светлых разностей. Брахиоподы *Chonetes ischimicus* Nal., *Dyctioclostus deruptus* (Rom.) и другие. Фораминиферы: *Earlandia sp.* Аз. пад. 330°, <15° .....5 м

Сл. 8. Известняки темно-серые, комковатые, с примесью песчаного материала, с крупной хорошо окатанной галькой известняков.....2 м

Сл. 9. Известняки темно-серые, комковатые, с брахиоподами нижнего визе (*Dyctioclostus*). Фораминиферы: *Earlandia sp.*, *Endothyra sp.*, *Endothyranopsis cf. paraconvexus* Brazhnikova, *Ammarchaediscus cf. kumirlensis* (Marfenkova), *Ammarchaediscus sp.*, *Planoarchaediscus spirillinoides* Rauser, *Planoarchaediscus sp.*, *Tetrataxis conica* Ehrenberg Аз. пад. 320°, <20° .....8 м

Сл. 10. Переслаивание детритусовых известняков (3м), черных, кремнистых алевролитов (10см), темно-серых доломитизированных известняков с мшанками, брахиоподами, криноидеями, пеллециподами, единичными кораллами (10м), глинистых известняков с многочисленными отпечатками мшанок (5м) и серых среднезернистых полимиктовых песчаников (5м).....26 м

Сл. 11. Песчаники табачно-зеленые, среднезернистые, в переслаивании с табачно-зелеными алевролитами.....93 м

Сл. 12. Известняки темно-серые, песчанистые, доломитизированные, с многочисленными пеллециподами.....4 м

Сл. 13. Алевролиты табачно-зеленые, расланцованные, с прослоями песчаников табачно-зеленых мелко- и среднезернистых .....38 м

Сл. 14. Песчаники табачно-зеленые, тонко- и среднезернистые известковистые.....108 м

Смещение 400 м на север по кровле слоя

Сл. 15. Известняки темно-серого цвета, доломитизированные, с прослоями светло-серых водорослевых известняков и единичными гастроподами и фораминиферами *Dzhamansorina cf. grata* Marfenkova, *Dzhamansorina sp.*.....19 м

Сл. 16. Песчаники и алевролиты табачно-желтые, с прослоем алевролитов черного цвета...115 м

Сл. 17. Песчаники и алевролиты табачно-зеленые, с прослоями зеленовато-серых слоистых песчаников.....11 м

Смещение 250 м на северо-восток по подошве слоя.

Сл. 18. Известняки темно-серого цвета, доломитизированные, с прослоями черных комковатых органогенно-детритусовых песчаных известняков, с водорослями, обломками криноидей, пеллециподами, реже мшанками и единичными фораминиферами *Glomospira sp.* .....30 м

Сл. 19. Песчаники голубовато-серые мелкозернистые, известковистые .....8 м

Сл. 20. Алевролиты буровато-фиолетовые сланцеватые.....3 м

Сл. 21. Песчаники зеленовато-серые мелко- и среднезернистые, известковистые .....6 м

Сл. 22. Алевролиты черные окремненные ...5 м



Сл. 23. Известняки темно-серые до черных, плитчатые .....7 м

Смещение 350 м на северо-восток по подошве слоя.

Сл. 24. Известняки черные, массивные, окремененные с гастроподами и остракодами.....3 м

Сл. 25. Песчаники табачно-зеленые от мелко- до среднезернистых .....15 м

Сл. 26. Известняки темно-серые до черных, комковатые, участками песчаные с остракодами и реликтами водорослей.....3 м

Сл. 27. Песчаники зеленовато-серые мелко- и среднезернистые, известковистые .....36 м

Продолжение разреза на правом берегу р. Каракингир в 600м юг-юго-западнее могилы Шаткара, в 750м восточнее тригопункта с отметкой 382,8м; широта 48°05'00'', долгота 67°44'00''.

Сл. 28. Песчаники зеленые, мелкозернистые, тонкоплитчатые, полимиктовые.....2 м

Сл. 29. Известняки темно-серые комковатые, песчаные .....3 м

Сл. 30. Песчаники мелкозернистые, тонко-слоистые, известковистые, полимиктовые. В подошве слоя скопления мелких пелеципод.....3 м

Сл. 31. Известняки коричнево-серые, алевритистые, с криноидеями и редкими брахиоподами. Фораминиферы: *Glomospira aff. karzhantavica* Rumjanzeva, *Glomospira sp.*, *Palaeonubecularia sp.*, *Tetrataxis eominima* Rauser, *Tetrataxis cf. kiselicus* Malachova .....5,5 м

Сл. 32. Песчаники зеленые мелкозернистые, тонкоплитчатые и тонкое переслаивание зеленых мелкозернистых песчаников и коричневатых известняков.....11,5 м

Сл. 33. Известняки коричневатые до черных (с поверхности коричневые) комковатые, с неравномерной слоистостью (рассланцованные), с остракодами в тонком переслаивании с зелеными песчаниками.....57 м

Сл. 34. Песчаники зеленые, мелкозернистые и среднезернистые, тонкослоистые, хлоритизированные .....7 м

Сл. 35. Известняки темно-серые до черных, алевритистые. В подошве слоя прослой (мощность 0,5-0,7м) зеленых, мелкозернистых песчаников. В кровле слоя линзующийся прослой зеленых, мелкозернистых песчаников (0,5м), а выше прослой органогенных известняков с мшанками, криноидеями, брахиоподами, остракодами и водорослями. Фораминиферы: *Earlandia sp.*, *Archaeodiscus cf. koktjubensis* Rauser, *Archaeodiscus sp.*, *Tetrataxis eominima* Rauser, *Tetrataxis aff. paraminima* Vissarionova, *Tetrataxis sp.*.....17 м

Сл. 36. Песчаники зеленые, тонкослоистые, полимиктовые .....18,5 м

Сл. 37. Известняки темно-серые, комковатые, с криноидеями, мшанками, брахиоподами и гастроподами. Фораминиферы: *Glomospira sp.*, *Endothyra sp.*, *Omphalotis sp.*, *Endostaffella schamordini* Rauser, *Paraarchaediscus cf. krestovnikovi* Rauser, *Tetrataxis cf. kiselicus* Malachova, *Tetrataxis sp.*.....6 м

Сл. 38. Песчаники темно-серые, среднезернистые до мелкозернистых, известковистые. цемент известковистый (обломки известняков серых, кварца и др. пород), переслаивающиеся с известняками темно-серыми, комковатыми, глинистыми (1 м) и песчаниками зелеными, мелкозернистыми .....9 м

Мощность 769,5 м

Отложения, соответствующие яговкинскому горизонту, встречены в Прикаспийской впадине, Торгае, Большом Каратау, Таласском Алатау, Приишимье, Жезказганском районе, Кетмене и др.

Разрезы содержат характерные комплексы фауны: брахиоподы визейского облика *Ovatia jagovkini* Nal., *Spirifer kasachstanensis* Sim., *Dictyoclostus crawfordsvillensis* Well. и др., единичные аммониты, фораминиферы: *Endothyranopsis cf. convexus* (Rauser), *Endostaffella schamordini* Rauser, *Planoarchaediscus spirillinoides* Rauser, *Ammarchaediscus cf. kumirlensis* (Marfenkova), *Ammarchaediscus cf. primaevus* Pronina, *Paraarchaediscus krestovnikovi* Rauser, *Archaeodiscus cf. koktjubensis* Rauser, *Tetrataxis cf. kiselicus* Malachova, *Tetrataxis aff. paraminima* Vissarionova.

Встречаются единичные аммониты, мшанки, криноидеи, кораллы *Rugosa*, реже пелециподы, гастроподы.

Опорный разрез яговкинского горизонта описан близ с. Новомихайловка.

Послойное описание приводится по материалам В.Я. Жайминой и М.А. Стецюра (2009г). Определение брахиопод выполнено Л.А. Гогановой.

Сл. 1. Известняки зеленовато-серые, массивные и толстослоистые, с прослоями известковистых песчаников тонкозернистых. Мощностью прослоев известняков с брахиоподами до 0,5-1,0 м. Мощностью прослоев и линз песчаников до 0,1-0,5м. Преобладают известняки, в нижней части слоя органогенные, комковатые, с брахиоподами. Фораминиферы: *Tuberitina cf. collosa* Reitl., *Earlandia vulgaris* Raus. et Reitl., *Earlandia elegans*

Raus. et Reitl., *Pseudoendothyra* sp., *Ammobaculutes* sp., *Endothyra* cf. *bradyi* Mich., *Endothyra* sp., *Uralodiscus rotundus* N.Tchern., *Propermodiscus* cf. *krestovnikovi* Raus., *Archaeodiscus* sp., *Planoarchaeodiscus* sp., *Ammarchaeodiscus* cf. *primaevus* Pronina, *Brunsia irregularis* Moeller, *Ammodiscus* sp. Брахиоподы: *Rhipidomella michelini* Eveill., *Spirifer djeskasganensis* Litv., *Spirifer* cf. *karagai* Litv., *Cleiothyridina sublamellosa* Hall, *Buxtonia* sp. inn, *Chonetidae*. Выше в 1м песчаники с шаровой отдельностью, с кораллами, брахиоподами, мшанками, единичными трилобитами. Часто фауна замещается минералами меди. Выше по разрезу известняки песчанистые, темно-серые, доломитизированные, с детритом органики. ....9 м

Сл. 2. Песчаники фисташково-зеленые, тонкозернистые (туфы).....0,2 м

Сл. 3. Известняки серые с фораминиферами: *Eotuberitina reitlingerae* M.Maclay, *Endothyranopsis* sp., *Archaeodiscus* sp., брахиоподами: *Chonetes ex gr. dalmanianus* Kon., *Inflatia* cf. *patria* Litv., *Spirifer* ex. gr. *kasachstanensis* Sim., *Spirifer* cf. *kasachstanensis kinjebaevi* Litv., *Spirifer* sp., *Martiniella* sp. и крупными одиночными кораллами, мшанками *Fenestella* sp., сменяются известняками песчанистыми, ближе к кровле слоя с кораллами, фораминиферами: *Eotuberitina reitlingerae* M.Maclay, *Endothyranopsis* sp., *Globoenolothyra* sp., *Archaeodiscus* sp. и брахиоподами *Spirifer* cf. *karagai* Zitv., *Composita* cf. *subquadrata* (Hall), в известняках появляются обломки темно-серых алевролитов. Аз. пад 320° < 36-40° .....14 м

Задержано.....10 м

Сл. 4. Известняки светло-зеленовато-серые, глинистые, крупнокомковатые, с обломками алевролитов и прослоями окремненных известняков. Встречаются кораллы и брахиоподы...15 м

Сл. 5. Известняки серые, глинистые (на поверхности выветривания желтые) в переслаивании с известняками голубовато-темно-серыми водорослевыми и слоистыми. Мощность прослоев глинистых и массивных известняков до 0,5м, слоистых – до 0,2 м. Встречаются одиночные кораллы, водоросли и единичные брахиоподы. Фораминиферы: *Eotuberitina reitlingerae* M.Maclay, *Endothyranopsis* sp., *Globoenolothyra* sp., *Archaeodiscus* sp. ....10 м

Сл. 6. Известняки голубовато-темно-серые, массивные, толстослоистые, крупнокомковатые, с детритом органики, с маломощными прослоями и линзами лиловатых тонкослоистых извест-

няков. Фораминиферы: *Eotuberitina reitlingerae* M.Maclay, *Earlandia elegans* Rauser ef Reitl., *Tournayellina* ? sp., *Planoendothyra* ? sp., *Endothyranella* ? sp., *Omphalotis* sp., *Archaeodiscus* cf. *moelleri* Raus, *Archaeodiscus* sp., *Planoarchaeodiscus* sp. В кровле известняки окремнены.....4 м

Сл. 7. Переслаивание известняков серых, тонкослоистых и глинистых с детритом органики. Известняки окремнены и пронизаны жилами кварца. Фораминиферы: *Eotuberitina reitlingerae* M.Maclay, *Endothyra* sp., *Archaeodiscus* sp., *Planoarchaeodiscus* sp.....12 м  
Мощность 74,2 м

**Дальненский горизонт, C<sub>1v2</sub>.** Выделен по дальненским слоям Ц. Казахстана [7]. Стратотип описан Н.В. Литвинович в монографии (1969г) в среднем течении р. Ишим ниже села Новомихайловское по левому берегу реки [5]. В 1985г Г.Г. Аксенова, Л.А. Гоганова, З.А. Климахина и др. послойно пересобрали брахиоподы в дальненском горизонте и выделили слои с *Productus concinnus* – *Fluctuaria undata* [2].

5-ый снизу горизонт каменноугольной системы Казахстана [8], соответствует интервалу верхней части визейского яруса карбона, верхней части визейского яруса МСШ и прежней ОСШ, верхней части генозоны аммоноидей *Beyrichoceras-Goniatites*, и генозоне аммоноидей *Hypergoniatites-Ferganoceras*, а также фораминиферовой зоне ОСШ *Endothyranopsis crassa-Archaeodiscus gigas* [6] и совокупности фораминиферо-вых зон *Endothyranopsis crassa-Asteroarchaeodiscus-Eostaffella proikensis*, *Eostaffella ikensis* и *Bradyina rotula-Howchinia gibba-Eostaffella tenebrosa* Казахстанской шкалы [3].

Подстиляется яговкинским горизонтом нижне-верхневизейского подъяруса, перекрывается белеутинским горизонтом серпуховского яруса карбона.

Нижняя граница проводится в верхней части генозоны аммоноидей *Beyrichoceras-Goniatites*, по подошве фораминиферо-вой зоны ОСШ *Endothyranopsis crassa-Archaeodiscus gigas* и фораминиферо-вой зоны *Endothyranopsis crassa – Asteroarchaeodiscus – Eostaffella proikensis* Казахстанской шкалы.

Верхняя граница проводится по подошве аммоноидной зоны *Uralopronorites-Gravenoceras*, по подошве фораминиферо-вой зоны ОСШ *Pseudoendothyra globosa-Neoarchaeodiscus parvus* и фораминиферо-вой зоны *Neoarchaeodiscus parvus-Pseudoendothyra globosa* Казахстанской шкалы.

Стратотип находится в 2км восток-северо-восточнее пос. Новомихайловское, по левому берегу р. Ишим.

Координаты: начало разреза 52° 27' 44'', долгота 66° 44' 52''.

Конец разреза: широта 52° 27' 48'', долгота 66° 44' 57''.

Послойное описание приводится по В.Я. Жайминой и М.А. Стецюра, 2009г. Определение брахиопод выполнено Л.А. Гогановой.

Сл. 1. Известняки голубовато-темно-серые массивные, толстослоистые (мощность слоев до 0,5 м) с маломощными прослоями и линзами глинистых известняков. В массивных известняках прослой и линзочки черных алевролитов. Встречаются фораминиферы: *Tuberitina* sp., *Earlandia* sp., *Paracaligella* ? sp., *Endothyranopsis* sp., *Globoendothyra* cf. *parva* N.Tchern., водоросли *Stacheia*?, единичные брахиоподы *Chonetes dalmanianus* Kon., *Rhipidomella michelini* Eveill, *Martinia glabra* (Mart.), *Ambocoelia* sp., криноидеи, мшанки. В кровле слоя наблюдается межпластовая жила кварца.....12 м

Сл. 2. Известняки голубовато-темно-серые массивные, среднеслоистые с детритом органики в переслаивании с глинистыми известняками с кораллами, брахиоподами и мшанками.....10 м

Сл. 3. Известняки голубовато-темно-серые, массивные, толстослоистые, раздробленные, кливаж поперек слоистости. В основании слоя известняки тонкоплитчатые, выше сменяются неяснослоистыми. Встречаются брахиоподы, чаще мелких размеров. Кораллы захоронены в прижизненном положении. Фораминиферы: *Eotuberitina reitlingerai* M.Maclay, *Tuberitina* sp., *Tolypamma* sp., *Earlandia elegans* Raus et Reitl., *Globoendothyra* sp., *Globoendothyra* cf. *korbensis* (Ganelina), *Propermodiscus* sp., *Archaeodiscus* sp.....6 м

Сл. 4. Переслаивание темно-серых до черных алевролитов тонкослоистых, интенсивно раскливажированных (мощность слоев до 2х метров) и известняков массивных, толстослоистых. Встречаются брахиоподы кораллы, мшанки. Фораминиферы: *Endostafella* ? sp., *Asteroarchaeodiscus* sp.....5 м

Сл. 5. Переслаивание зеленовато-серых с обломками черных алевролитов, известковистых, с голубовато-зелеными известняками алевролитистыми с обильной фауной брахиопод на поверхностях напластования — банками брахиопод (ракушняк).....4 м

Сл. 6. Песчаники лилово-красные, слоистые, неяснослоистые, известковистые, с линзами и прослоями песчаных известняков с фауной брахиопод, гастропод, пелеципод и, реже, кораллов. В 1,5 м от кровли прослой известняка светло-серого, кристаллического, криноидного. Аз. пад 330° ∠ 30.....6 м

Сл. 7. Известняки серые с пятнами розоватых, кристаллические, с детритом органики и единичными брахиоподами.....4 м

Сл. 8. Песчаники лилово-серые, тонкозернистые, плитчатые.....5 м

Сл. 9. Известняки светло-зеленовато-серые, пятнистые, с пятнами лилового цвета и обломками зеленых туффитов, органогенно-детритусовые, с детритом и фрагментами раковин брахиопод, члеников криноидей.....2,5 м

Сл. 10. Песчаники темно-коричнево-лиловые, среднезернистые, полосчатые, слоистые.....3,0 м

Сл. 11. Песчаники светло-зеленовато-серые, от тонко- до среднезернистых, с прослоями зеленовато-серых туффитов. Переслаивание от очень тонкого до полуметровой мощности прослоев. Встречаются прослой лиловатых неяснослоистых, известковистых песчаников с детритом органики.....5,0 м

Сл. 12. Известняки светло — серые, массивные, органогенно-детритусовые, с фрагментами раковин брахиопод, члеников криноидей, с прослоем лиловых пиритизированных в основании.....1,5 м

Сл. 13. Песчаники светло-зеленовато-серые, известковистые от тонко- до среднезернистых, слоистые.....2,0 м

Сл. 14. Известняки желтовато — серые, глинистые.....1,5 м

Сл. 15. Песчаники зеленовато-серые, среднезернистые, слоистые, в прослоях лиловые и темно-серые.....10,0 м

Сл. 16. Песчаники зеленовато-серые, среднезернистые, слоистые, с прослоями черных алевролитов (мощность прослоев 1-2см) .....5,0 м

Сл. 17. Переслаивание песчаников зеленовато-серых, среднезернистых, с алевролитами (мощность прослоев 1-2см). В основании слоя известняки светло-зеленовато-серые, песчаные, с обломками алевролитов и редким детритом органики .....2,0 м

Сл. 18. Переслаивание известняков голубовато-серых песчаных, с детритом органики (мощность прослоев до 40см) и песчаников зе-

леновато-серых, тонкозернистых, слоистых с алевролитами (мощность прослоев до 2м). В верхней части слоя песчаники темно-серые, среднезернистые, известковистые.....13,0 м

Сл. 19. Известняки серые, голубовато-серые, органогенно-детритусовые. В основании слоя известняки темно-серые, комковатые, с детритом органики (2 м). Над ними известняки массивные, с маломощными прослоями и линзами брахиоподового ракушняка (раковины перематы и раздроблены) мощностью до 20 см, криноидного известняка и известковистого туффита.....5 м

Сл. 20. Песчаники зеленовато-серые, тонко-среднезернистые, слоистые с прослоями голубовато-серых детритусовых известняков (мощность прослоев 10-20см). В верхней части слоя ярко-зеленые туфопесчаники- (70 см).....13 м

Сл. 21. Известняки темно-серые, песчанистые, неяснослоистые, с редким детритом органики и единичными мелкими брахиоподами.....7 м

Сл. 22. Песчаники серые, тонко- среднезернистые, слоистые с прослоями голубовато-серых детритусовых известняков (мощность прослоев до 30 см) и черных алевролитов (туффитов). Аз. пад  $327^\circ \angle 15^\circ$ .....3 м

Сл. 23. Известняки темно-серые, комковатые, с редким детритом органики (криноидеи) и обломками алевролитов. Фораминиферы: *Mediocris* sp., *Archaeodiscus* ? sp. ....2 м

Сл. 24. Песчаники (туфы) зеленые, кремнистые, раздробленные.....7 м

Сл. 25. Песчаники зеленовато-серые, среднезернистые, слоистые.....15 м

Мощность 149,5 м

Отложения, соответствующие дальненскому горизонту, широко распространены в Западном, Южном и Центральном Казахстане. Встречены в Прикаспийской впадине, Торгае, Большом Каратау, Приишимье, Жезказганском районе, Кетмене и др.

В разрезах встречены характерные комплексы фауны. Фораминиферы: *Endothyranopsis crassa*

*Brady*, *Globoendothyra* cf. *parva* N.Tchern., *Globoendothyra* cf. *korbensis* (Ganelina), *Archaeodiscus gigas* Rauser, *Asteroarchaeodiscus*. Брахиоподы: *Productus concinnus* Sow., *Productus* cf. *productus* Mart., *Fluctuaria undata*, *Plicochonetes tricornis* (Semenov), *Rugosochonetes* cf. *nalivkini* Mon, *Rugosochonetes* cf. *kipschakensis* Aks., *Antiguatonia insculpta* Muir-Wood, *Chonetes dalmanianus* Kon., *Rhipidomella michelini* Eveill, *Martinia glabra* (Mart.), *Ambocoelia* sp. Кораллы: *Caninia* sp.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметшина Л.З., Гибшман Н.Б., Куандыков Б.М. и др. Атлас палеонтологических остатков, микрофаций и обстановок осадконакопления фаменско-каменноугольных отложений Прикаспийской впадины. Алматы. 2007. С. 21-23.

2. Гоганова Л.А., Глухов А.М., Климахина З.А. и др. Верхнедевонские и нижнекаменноугольные отложения Центрального Казахстана. К проблеме объема, возраста горизонтов и их стратотипов // Состояние и задачи стратиграфических исследований в Казахстане. Караганда. 2006. С. 34-39.

3. Жаймина В.Я. Фораминиферная зональность каменноугольных отложений Казахстана // Состояние, перспективы и задачи стратиграфии Казахстана. Алматы. 2002. С. 53-56.

4. Жаймина В.Я. Особенности биостратиграфического расчленения по фораминиферам верхнего девона и карбона Жезказганского района (Центральный Казахстан). Материалы XIII Всероссийского микропалеонтологического совещания. Москва. 2005. С. 19-20.

5. Литвинович Н.В., Аксенова Г.Г., Разина Т.П. Стратиграфия и литология отложений нижнего карбона западной части Центрального Казахстана (опорные разрезы). М., Недра. 1969. С. 10-29.

6. Постановления межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 30. С.-П. 1998. С. 20-28.

7. Резолюция Совещания по унификации стратиграфических схем допалеозоя и палеозоя Восточного Казахстана. Алма-Ата, 1958. 39с.

8. Решения III Казахстанского Стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою. Ч. 1. Докембрий и палеозой. Алма-Ата. 1991. С. 3-7, 110-135.

УДК 553.3.086.5(574.3)

М.Ш. ОМИРСЕРИКОВ<sup>1</sup>, Л.Д. ИСАЕВА<sup>2</sup>

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛЬНЫХ ПОСТРОЕНИЙ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (на примере месторождения Коктенколь)

Пішімді құрылуға негізделген геологиялық зерттеудің дамуы қарастырылады. Руда қалыптастыру теориясының даму және зерттеу аумағында пішінді құрылудың салыстырмалы талдауы келтіріледі. Көктенкөл кенорнының мысалында оның қалыптасуында термодинамикалық пішін құрылған. Руда қалыптастыру кезеңіне, оның уақыт және кеңістік бойынша зоналық айқындалуына сандық бағалар берілген. Қарқындылықпен бірге интрузивті кешендердің температуралық аймақ градиентінің тығыз корреляция және метаморфизм үдерісінің сиятын ортаға қарай бағытталуы орнатылған. Геологиялық барлау мәліметтерін толықтыратын рудаланудың вертикалді және горизонталді пәрмендері нықталды.

Рассматривается развитие геологических исследований, основанных на модельных построениях. Проводится сравнительный анализ модельных построений в области исследования и развития теории рудообразования. На примере месторождения Коктенколь построена термодинамическая модель его формирования. Дана количественная оценка стадий рудообразования, проявления их зональности во времени и в пространстве. Установлена тесная корреляция градиентов температурных полей интрузивных комплексов с интенсивностью и направлением процесса метаморфизма во вмещающей среде. Определены вертикальные и горизонтальные размахи оруденения, которые дополняют геологоразведочные данные.

Development of geological researches based on modelling constructions is considered. The comparative analysis of modelling constructions in the field of research and theory development of mineralization is carried out. On an example of deposit Koktenkol the thermodynamic model of its formation is constructed. The quantitative estimation to stages of mineralization is given, to display of their ash value in time and in space. Close correlation of gradients of temperature fields интрузивных комплексов with intensity and a metamorphism process direction in the containing environment is established. Are defined vertical and horizontal ore ranges which are supplemented with prospecting data.

На современном этапе развития геологической науки процесс познания характеризуется использованием большого объема разнообразной геологической, геофизической, геохимической, минералогической и другой информации. Анализ этих материалов требует специальных методов обработки и исследования. В геологии стали развиваться научные исследования, которые основываются на различных модельных построениях. Они рассматриваются как научная основа в познании геологического процесса, в частности рудообразования, и в разработке критериев прогноза и поиска месторождений полезных ископаемых.

Известно, что теория эндогенного рудообразования рассматривает всестороннюю связь про-

цессов формирования месторождений с геологической средой во временном отрезке и в пространстве. Распространенным приемом научного познания такого геологического процесса является моделирование.

Различные концепции, теории и гипотезы процессов рудообразования развивались на уровне представлений и накопленных знаний своего времени. Существенно развивались теоретические и генетические вопросы рудообразования на основе модельных построений. Эти модели являлись **качественными**, определяющими структуру, форму, вещественный состав, что позволяло систематизировать накопленную информацию и указывать на возможную последовательность событий. Метод качественного моделирования до

<sup>1,2</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

<sup>2</sup> Казахстан. 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22. Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева.

настоящего времени используется при изучении генезиса и описании рудообразования на месторождениях полезных ископаемых. Эти модели являются базовыми для построения других видов моделей, так как в них заложена системная информация, основные элементы и признаки изученных месторождений.

Примеры модельных построений для отдельных групп месторождений освещены во второй половине прошлого века в известных работах В.И.Смирнова (1968г.) – по колчеданным месторождениям, Г.Н.Шербы (1968, 1976, 1988 гг.), – по редкометалльным, В.А. Жарикова (1968) – по скарновым и ряда других авторов. Эти направления широко развивались и зарубежом (Hollister, 1975; Lowell, Guilbert, 1970 и др.). Представления о процессах формирования месторождений получили хорошую системную и научную основу [1–5, 10].

По мере увеличения числа месторождений резко возрос объем геологической информации. Все чаще публикуются результаты исследования по наиболее детально изученным месторождениям и рудным районам. Отдельные месторождения (наиболее крупные и хорошо изученные) возводятся в ранг типовых и с ними сравнивают изучаемые рудные объекты. В связи с этим назрела необходимость системного подхода к изучению рудных месторождений, выделению и исследованию их естественных групп, характеризующихся общими определяющими факторами формирования и размещения.

В настоящее время достигнутый уровень теории рудообразования и накопленная обширная параметрическая информация по многим месторождениям (рудным формациям) дают возможность для разработки **количественных генетических моделей** рудообразующих систем, что позволяет переходить от гипотетических предложений к параметрическим генетическим построениям. Открываются новые возможности в познании причинно-следственных взаимосвязей процессов рудообразования. Высокий уровень применения современных аналитических и информационных технологий в геологических исследованиях позволяет перейти к построению количественных моделей рудообразования и, следовательно, к новому этапу познания и прогнозирования рудных месторождений.

Ниже рассматривается построение динамической модели процесса рудообразования на месторождении Коктенколь количественными методами.

**Месторождение Коктенколь.** Это крупное вольфрамово – молибденовое штокверковое месторождение на юго-западном фланге Успенской тектонической зоны трижды детально разведывалось и изучалось. Месторождение открыто Г.И. Бедровым в 1956 г. Разведывалось под руководством О. В. Иванова, В.Г. Ли, Г.А. Паркадзе, К.Н. Фаткулина. Изучалось также В.С. Коптевым-Дворниковым, Л.П. Ермиловой, Г.Н. Шербой, А.В. Кудряшовым, В.Т. Покаловым, И.В. Булдаковым, Л.Б. Ивановым, Н.Л. Раденко, Р.Н. Мальковой, Н.Л. Пламеневской, А.И. Ежовым, В.А. Павловым, В.А. Кличниковым, Г.И. Бедровым, М. Г. Георгиевской и др.

*Геологическое строение рудного поля.* Рудное поле расположено в месте пересечения продольной субширотной редкометаллоносной зоны с субмеридиональной Ортауской. Основания структуры представлены вулканогенными (андезито-дациты) и вулканогенно-осадочными отложениями среднего – верхнего девона, перекрытыми породами фамена и нижнего карбона (алевролиты, аргиллиты, углисто-кремнистые алевролиты и известняки), они заполняют в виде узких мульд осевую часть Успенского трога.

*Рудоносный гранитный массив.* Многофазный массив гранитов прорывает отложения девона и карбона и обнажен лишь в одном выступе на Северном участке. По геофизическим данным массив имеет овальную форму (размеры 18x15 км) и несколько вытянут в широтном направлении. Контакты массива падают в сторону вмещающих пород полого, за исключением северного, где магнитное поле имеет большие градиенты, указывающие на крутое падение. Его кровля оснащена выступами на глубинах 0,3–0,5 км и более, а подошва размещается на глубине 3–5 км. Вертикальная мощность массива 3–4,3 км.

Выделяются три купольные структуры, к которым приурочены основные участки месторождения – Северный, Промежуточный и Южный. Руды месторождения молибденовые, с небольшим количеством вольфрама и висмута (рис. 1).

*Контактный метаморфизм.* Вмещающие вулканогенно-осадочные породы около интрузива ороговикованы. В карбонатных породах происходили мраморизация и скарнирование, регенерация барита и сульфидов более ранней минерализации атасуйского типа. В дорудную стадию также возникали метаморфические жилы и прожилки кварца. Прожилки рудного штокверка заполняли трещины нескольких направлений с разными углами падения, занима-



Рис. 1. Рельеф поверхности кровли «выступа» Коктенкольского массива лейкократовых гранитов (А.К.Мазуров, 2004):

1 – изогипсы кровли гранитного массива; 2 – тектонические нарушения;  
3 – выходы гранитов на поверхность; 4 – кварцевые штокверки с промышленным оруденением



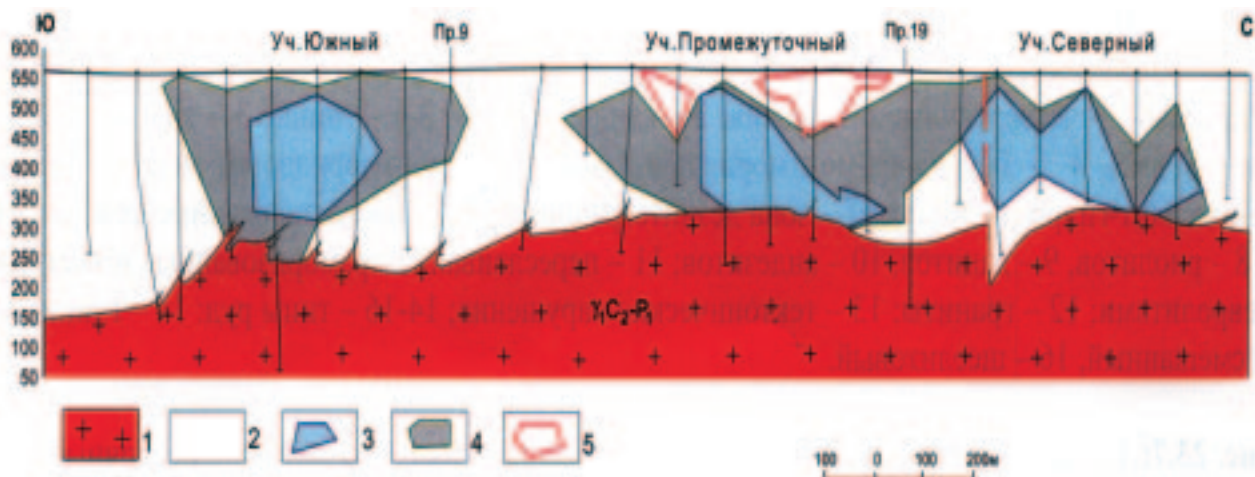


Рис. 2. Геологический разрез месторождения Коктенколь (А. К. Мазуров, 2004):

1 – граниты; 2 – биотизированные вулканогенно-осадочные породы франского яруса; 3-4 – молибденовые руды: 3 – балансовые, 4 – забалансовые; 5 – вольфрамовые руды коры выветривания

ли как доинтрузивные, так и послеинтрузивные трещинные системы. Послерудные нарушения представлены сбросами (центральный грабен) и малоамплитудными зонами трещиноватости.

**Рудные стадии.** На месторождении отчетливо выражена многостадийность процесса рудообразования как в связи с отдельными комплексами, так и с их фазами: в этом отношении его можно отнести к полигенным и полихронным. С самыми ранними серыми биотитовыми гранитами калдырминского комплекса связаны альбитизация, грейзенизация и метасоматические молибденит-кварцевые прожилки. Определяющее значение в образовании руд месторождения имеют интрузивные фазы более поздних лейкократовых гранитов акшатауского комплекса. Каждая из них характеризуется последовательным развитием калишпатизации, грейзенизации, жиллообразования [2–4].

Первая фаза, главным образом, молибденоносная, сопровождается грейзенами, кварц-полевошпат-кварцевыми метасоматическими прожилками и жилками выполнения. Вторая фаза несла комплексное вольфрамовое оруденение, преобладают вольфрамово-кварцевые прожилки и жилы выполнения, нередко с друзовыми структурами агрегатов. Это наиболее мощные жильные образования.

С третьей фазой связаны отдельные, достаточно крупные кварцевые жилы, по внешнему облику менее высокотемпературные, с молочнобелым кварцем, сфалеритом, блеклыми рудами и

гюбнеритом. Имеются внутрирудные дайки диоритовых порфиров.

**Морфология рудных тел.** Густая сеть жил и прожилков создает рудный штокверк. Самыми распространенными (около 90%) являются крутопадающие (60–90°) прожилки в основном северо-восточного простирания (около 70%) с падением в обе стороны; менее развиты северо-западные, также с разными падениями; отмечаются и пологозалегающие системы. Мощность прожилков колеблется от нескольких миллиметров до 15 см (в среднем около 1 см), а их густота достигает 10–15 на 1 м. Штокверк приурочен к гребню рудоносных гранитов и его куполам, располагается преимущественно в надинтрузивной зоне и в тело гранитного массива проникает лишь на 100–150 м (рис.2).

**Рудная зональность оруденения.** Внизу оруденения в основном наблюдается молибден, выше к нему добавляются висмут и вольфрам, верхние уровни занимают вольфрам и его спутники (в том числе регенерированные). Телескопированная геохимическая зональность (снизу вверх и к периферии рудного поля) следующая:  $Mo > Mo(Sn, Bi, W) > W(Mo, Bi, Pb) > Cu, Pb, Zn$ .

**Минералогия месторождения.** В составе руд месторождения обнаружено (данные Г. И. Бедрова, М. Г. Георгиевской, Л. П. Ермиловой, Г. А. Паркадзе, Г. Н. Щербы и др.) более 90 гипогенных и гипергенных минералов [2,3].

**Молибденит** – наиболее распространенный рудный минерал, образует не менее пяти генераций в различных типах жил и прожилков, разви-



ваются в виде вкрапленности, агрегатов и мономинеральных просечек. По распространенности уступает только пириту. В примесной форме в молибдените установлен Те, в повышенных количествах — Re (до 0,01%). Второй по значимости минерал — *вольфрамит* (несколько повышено содержание ферберитовой молекулы), присутствует в вольфрамит-кварцевых и сульфидно-кварцевых жилах. В ряде участков отмечается обогащение минералами Bi, установлено присутствие небольших количеств Sn.

*Генезис месторождения* рассматривался многими исследователями (Г.И. Бедров, Г.А. Паркадзе, В.Т. Покалов, Г.Н. Щерба и др.). Все исследователи связывали происхождение месторождения с интрузией лейкократовых гранитов. Доказательством этого считали тесную пространственную связь гранитов и оруденения при отсутствии других более молодых интрузивных пород; одинаковое проявление постмагматических процессов как в материнской интрузии, так и вмещающих ее породах с образованием в них сети прожилков, более или менее тождественных по строению, составу и характеру околосильных изменений; наличие одних и тех же минералов в составе интрузии (аксессуарных) и в жильных образованиях месторождения. Температура, химизм растворов и стадийность минералообразования позволяют провести полную аналогию Коктенкольского месторождения с рудными штокверками Центрального Казахстана, формирование которых протекало в течение ряда последовательных стадий, с каждой из которых связан свой минеральный парагенезис, отражающий закономерно изменяющиеся физико-химические условия рудоотложения.

*PT-условия рудообразования.* Температуры и давления при минералообразовании, а также состав растворов определялись В.А. Кормушиным, А.Б. Дарбадаевым, Ю.П. Дорошенко, Н.Н. Павлуном, Л.Д. Исаевой с применением методов термометрии и криометрии. По этим данным растворы скарнового процесса, первоначально связанного с калдырминской интрузией, на ранних этапах кристаллизации были существенно газовыми ( $T = 630\text{--}450\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Ороговикование пород протекало при  $450\text{--}430\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кварцевые метаморфические жилы и прожилки формировались из жидких растворов при  $370\text{--}300\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Под воздействием теплового поля интрузии и поступающих растворов происходила регенерация баритов и сульфидов вмещающих пород. На первых этапах

рудной стадии при  $430\text{--}340\text{ }^{\circ}$  кристаллизовались полевошпатовые прожилки с ангидритом, а затем, после грейзенизации при  $390\text{--}300\text{ }^{\circ}$  и  $360\text{--}280\text{ }^{\circ}\text{C}$  образовались две генерации прожилков, несущих основное молибденовое оруденение и в меньшем количестве вольфрамовое. Давление при этих стадиях рудообразования колебалось от 170 до 45 МПа.

Детальные термобарогеохимические исследования с использованием минералов рудного штокверка Южного участка данного рудного поля представлены в работах [2,5]. Полученные экспериментальные результаты в целом характеризуют термодинамические условия рудообразования на месторождении.

При этом актуальными вопросами остаются определение закономерностей распределения температурного поля интрузивного массива во вмещающей среде и влияние температурных полей глубинных водно-рудных растворов на различные стадии рудообразования, то есть необходимо определить закономерности распределения и изменения термодинамических и геометрических параметров рудообразования во времени и в пространстве в изучаемых месторождениях. Как было отмечено, такого рода задачи решаются количественными методами, путем решения задач теплопроводности и массопереноса применительно к рудолокализирующей и рудообразующей средам [6]. Начальные и граничные условия для этих задач определяются указанными геолого-генетическими характеристиками и термобарогеохимическими данными месторождения Коктенколь. (см. табл. 1).

В молибдените содержатся рений, селен, теллур, в вольфрамите — скандий [4].

***Развитие температурного поля Коктенкольского интрузивного массива по времени и в пространстве.*** Особенностью Коктенкольского месторождения является совмещенность оруденения двух комплексов — калдырминского и акшатауского. Основной рудонесущей интрузией на месторождении Коктенколь является многофазная интрузия акшатауского комплекса. Она внедрилась в интрузивную камеру, где была размещена гранитная интрузия калдырминского комплекса. Каждая фаза интрузии акшатауского комплекса рудоносная, и с ними связаны определенные рудные стадии.

Построенная динамическая модель рудообразования с участием гранитной интрузии акшатауского комплекса показывает следующее (рис. 3):

Таблица 1. Исходные данные для построения динамической модели теплового поля Коктенкольского гранитоидного массива

Форма массива овальная, 18x15км	Геом. размеры массива, км	Т- образования, °С							
		Граниты, фазы			Измененные породы			Руд. мин	
		I	II	III	Рого- вики	Скар- ны	Грей- зены около- жильные	Молиб- денит	Вольф- фрамит
Глубина залегания	4,0	850	850	810	450-430	450-630	340-430	350-460,	280-380
Мощность массива	4,0							260- 315	
Длина массива	18,0				430	630		315	
Мощность купола	0,5								
Ширина купола	2,1								
Коэффициент температу- проводности, м/с		12,5*10 <sup>-7</sup>		10,0*10 <sup>-7</sup>					

1. В *прогрессивном этапе* охлаждения интрузии акштатауского комплекса температура по линии контакта с вмещающей средой устанавливается 580–600°C. На расстоянии 1000 м от контакта массива наблюдается прогрев вмещающей среды до 460°C. С внедрением каждой фазы интрузии эта область находится в высокотемпературном квазистационарном состоянии. Это благоприятствует протеканию процессов контактового метаморфизма во вмещающей среде.

2. Контактный метаморфизм ярко проявляется при внедрении гранитной интрузии в слабо или неметаморфизованную породу за счет кондуктивной передачи тепла от интрузии при отсутствии потока растворов из нее. Изменения состава рудовмещающих пород при контактовом метаморфизме описаны в работах [2, 4, 6].

3. Максимум температуры во вмещающей среде устанавливается в течение 50 тыс. лет, после внедрения первой фазы гранитной интрузии акштатауского комплекса.

4. Продуктами контактового метаморфизма на месторождении являются также скарны в известняках, т.е. волластонит-брустанитовые скарны. Их образование происходит при температуре 500-450 °С.

5. В период прогрессивного этапа охлаждения интрузии, температурный градиент по вертикали составляет 14°C на каждые 100 м.

Из изложенного следует, что прогрессивный этап охлаждения гранитной интрузии акштатауского комплекса на месторождении Коктенколь порождает процессы контактового метаморфиз-

ма и автometасоматоза. По построенным модельным данным период развития процессов контактового метаморфизма и автometасоматоза занимает около 100 тыс. лет (см. рис. 3, А).

Начало периода *регрессивного этапа* охлаждения характеризуется функционированием высокоплотных растворов, образующих высокотемпературные пегматоидные и рудные прожилки, грейзены. Температура их образования 470–260 °С, а именно пегматоидные прожилки второй рудной стадии образовались при 470–420 °С, процессы грейзенизации происходили при 420–340 °С. Основные рудоносные прожилки с молибденитом кристаллизовались при температурах 460–350 °С, с вольфрамитом – при температурах 380–280 °С. Висмутовая минерализация произошла при температурах 340–175 °С (рис. 3, Б). Давление при этом колебалось от 170 до 45 МПа.

Область возможной минерализации охватывает надкупольную подзону системы ИНЗ, где ее вертикальный размах достигает 900–950 м.

Вольфрамовые руды месторождения связаны со второй фазой гранитной интрузии этого комплекса, которая образует вторую рудную стадию. Они распространялись на более высокие гипсометрические уровни, чем молибденовые, в связи с относительно низкой температурой их образования.

К концу рудных стадий по контакту массива температура снижается до 260 °С. Во вмещающей среде, где сконцентрированы молибденовые руды, она составляет 245 °С (см. рис. 3, Б). Изменение температурного поля гранитной интрузии в пространстве и во времени показывает, что

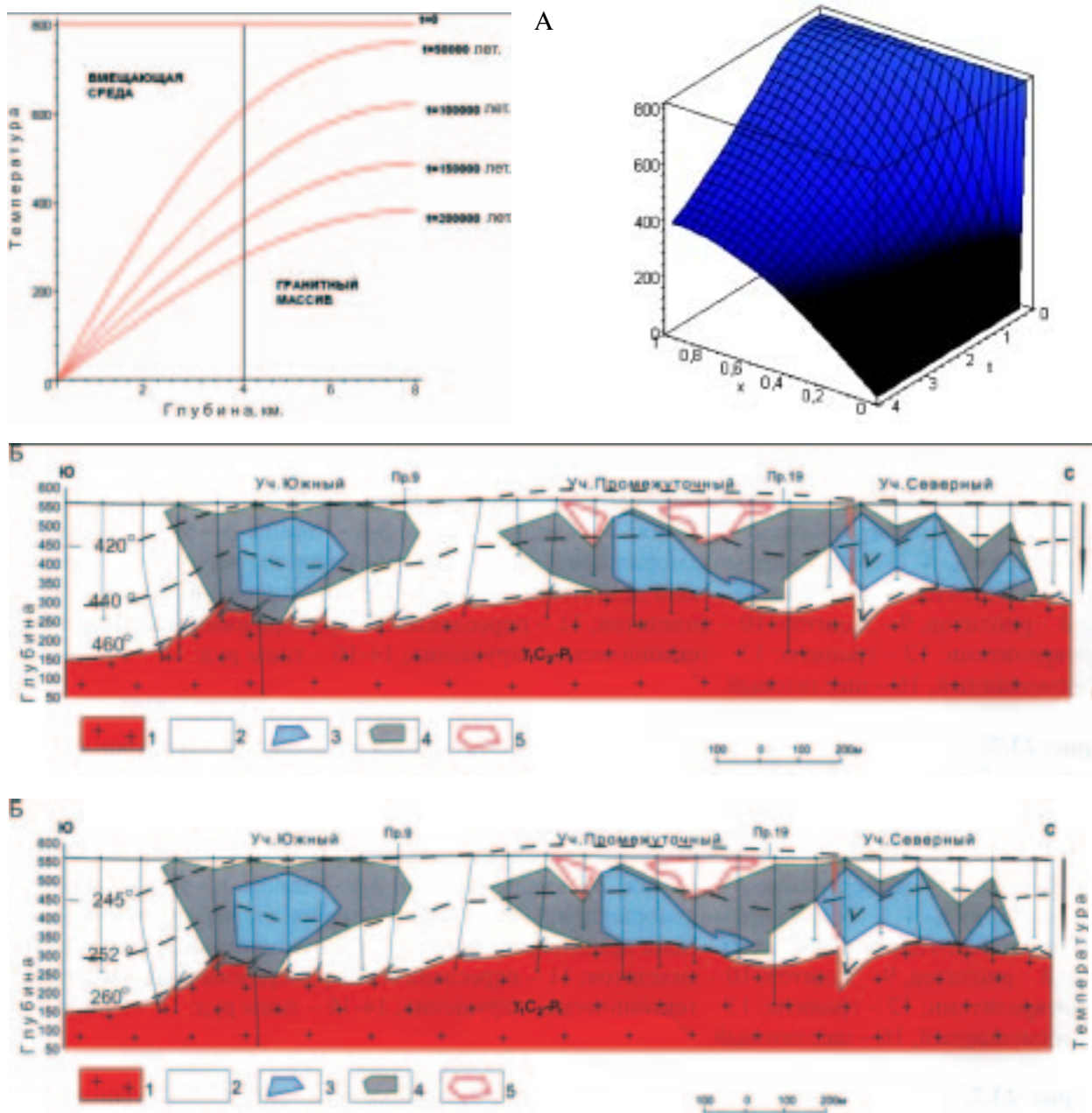


Рис. 3. Динамическая модель температурного режима формирования месторождения Коктенколь: А – объемная модель температурного поля интрузии акшатауского комплекса (температура, координаты, время); Б – динамика температурного поля интрузивного массива в области рудообразования в начале и конце периода продуктивного рудоотложения

термодинамическая обстановка среды рудообразования к концу рудного этапа становится более стационарной, с незначительными изменениями температур по вертикали.

В целом полученные данные по месторождению показывают, что кристаллизация рудных минералов на Коктенколе произошла в неравновесных условиях. К концу первой рудной стадии при 335–260 °С завершается формирование

молибденитовых прожилков с пиритом и кварцем. К концу второй рудной стадии при 335–280 °С образовались вольфрамит-кварцевые жилы и прожилки, а к концу третьей стадии при 325–270 °С формировались отдельные кварцевые жилы. При этом рудообразующие растворы могли поступать только из корневых частей гранитной интрузии, где температура по расчетным данным составляет 340–350 °С.

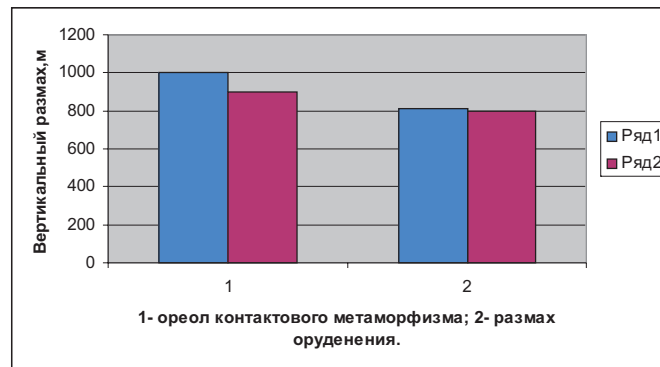


Рис. 4. Сравнительный анализ результатов количественного моделирования и аналитических исследований на месторождении Коктенколь.

Гистограмма вертикального размаха процессов:  
 ряд 1 – результаты моделирования; ряд 2 – результаты термометрии

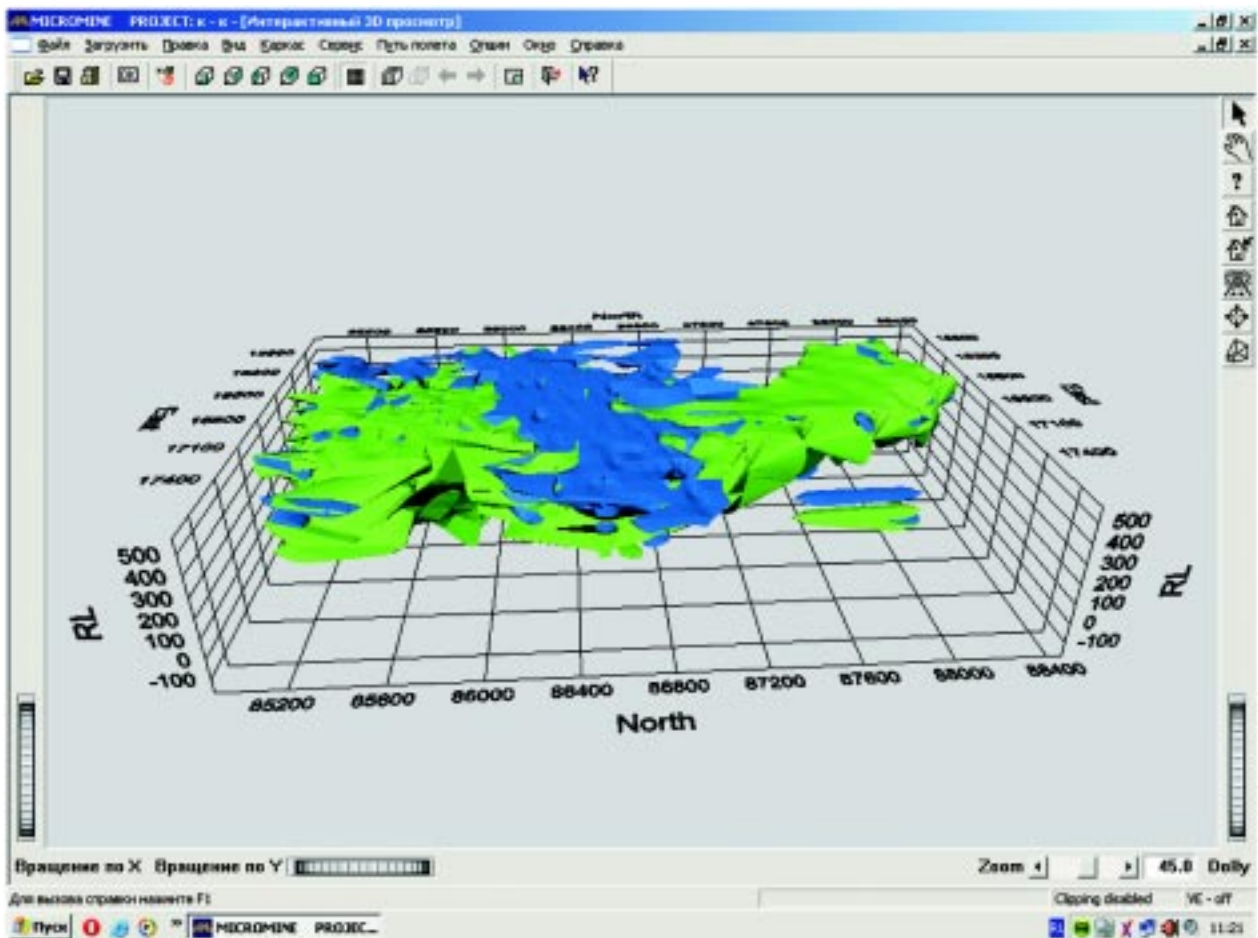


Рис. 5. Модель пространственного распределения молибденовых (зеленый цвет) и вольфрамовых (синий) руд на месторождении Коктенколь

Не менее важной характеристикой минералообразования на месторождении является **вертикальный градиент температуры**. К началу продуктивного отложения рудных веществ для каж-

дой рудной стадии расчетный температурный градиент был около 14 °С на каждые 100 м.

К тому же вертикальный градиент температуры не является постоянной величиной относи-

тельно времени. К концу рудных стадий значение вертикального температурного градиента в области рудообразования снижается до 5 °С на каждые 100 м. Следовательно, к концу рудных стадий появляется разница между температурами рудообразующих растворов и рудо локализуемой среды, поэтому минералы отлагались в неравновесных условиях независимо от морфологии рудных тел.

Вертикальный температурный градиент определяет вертикальный размах оруденений. На месторождении Коктенколь это составляет 800–850 м. Полученные расчетные данные подтверждаются геологическими данными, где вертикальный размах оруденения составляет около 800–900 м, а продуктивная зона – 700–800 м [4] (рис. 4).

Такая сходимости размеров зон минерализации и размаха оруденения по вертикали является показателем степени достоверности количественного моделирования.

Динамическая модель формирования месторождения Коктенколь включает и оценку *продолжительности рудообразования*. Согласно начальному условию решения задач теплопроводности оценивается длительность всех этапов рудообразования.

Продолжительность формирования каждой из трех рудных стадий на месторождении Коктенколь по данным количественного моделирования оценивается в 200 тыс. лет, тогда как общая продолжительность рудообразования – 600 тыс. лет.

Полученная динамическая модель позволяет количественно представить влияние температурного режима гранитной интрузии акштатауского комплекса на процесс метаморфизма рудомещающей среды и тем самым на все этапы процесса рудообразования на месторождении Коктенколь.

Таким образом, вертикальные и горизонтальные градиенты (изменение) температурного поля на месторождении определяют: направление и

интенсивность процесса метаморфизма, термодинамических стадий кристаллизации рудных минералов и их зональности. Это позволяет решать практические задачи, т.е. прогнозировать и оценить размах зон минерализации в вертикальном и горизонтальном направлениях на месторождении и рудном поле или их флангах [6]. Об этом свидетельствует полная корреляция динамической модели температурного поля рудонесущей интрузии с трехмерной пространственной моделью рудного поля (рис.5).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.А. Геолого-генетические модели рудных формаций // В кн. Генетические модели эндогенных рудных формации. Новосибирск. 1983. Том I. С. 5-14.
2. Щерба Г.Н., Кудряшов А.В., Сенчило Н.П. Редкометалльное оруденение Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1988. 221 с.
3. Беспяев Х.А., Мирошниченко Л.А. Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. Алма-Ата: Наука, 2004. С.135.
4. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана: Справочник. Алматы, 1998. 102 с.
5. Дорошенко Ю.П., Павлунь Н.Н. О термобарогеохимических условиях формирования молибден-вольфрамовых месторождений Центрального Казахстана // ДАН СССР. Наука, 1983. Т. 273. №4. С. 969-972.
6. Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д. Особенности моделирования динамики рудообразующих систем оруденения и критерии прогнозирования, //Геология и охрана недр. Алматы 2009. №2. С.30-34.
7. Лиханов И.И., Тем А.А. Определение одновременности -разновременности внедрения трапповых силлов на основании температур контактового метаморфизма // Докл. АН СССР. 1991. Т. 321, №5. – С. 1141-1143.
8. Жариков В.А., Эпельбаум М.Б., Зарайский Г.П., Симакин А.Г., Балашов В.Н. Моделирование процессов тепло- и массопереноса на грейзеновом месторождении Акчатау. // Очерки физико-химической петрологии. М.: Наука, 1988. Вып. 15. С.38-69.
9. Условия образования редкометалльных месторождений, связанных с гранитоидным магматизмом //Смирновский сборник-2004. М.: Фонд им. ак. В.И. Смирнова, 2004. С.105-192.

ҚР ҰҒА-ның Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы.  
Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2012. №4. С. 22–32

УДК 549.6:553.493.6

Г.К. БЕКЕНОВА<sup>1</sup>, А.В. СТЕПАНОВ<sup>2</sup>,  
П.Е. КОТЕЛЬНИКОВ<sup>3</sup>, В.Л. ЛЕВИН<sup>4</sup>, Е.А. ДОБРОВОЛЬСКАЯ<sup>5</sup>

## УТОЧНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕЕ ЭСПЕ: II. СИЛИКАТЫ, КАРБОНАТСИЛИКАТЫ

Жоғарғы Еспе кенорнының сирек жерлік элементтерінің силикаттары: фторталенит-(Y), роуландит-(Y), гадолинит-(Y), кейвиит-(Y), кайсикхит-(Y) карбонатты силикатының – сипаттамалары берілді. Минералдардың химиялық құрамы электронды зонд микроталдау әдісімен нақтыланды. Барлық тексерілген минералдардың құрамының негізгі бөлігі – иттрий, ал сирек жерлік элементтер қатарынан Dy, Er, Yb және т.б. - болып табылады.

Дано описание силикатов редких земель Верхнеэспинского месторождения: фторталенита-(Y), роуландита-(Y), гадолинита-(Y), кейвиита-(Y); карбонатсиликата: кайсикхита-(Y). Уточнение химического состава минералов проведено методом электроннозондового микроанализа. Основным компонентом состава всех изученных минералов является иттрий, а среди РЗЭ: Dy, Er, Yb и др.

The descriptions of silicates of REE: fluorothalenite-(Y), rowlandite-(Y), gadolinite-(Y), keiviite-(Y) and caysichite-(Y) from Verkhnee Espe deposit are given. Clarification of the chemical composition of the rare-earth minerals by microprobe are carried out. There are Y and among REE: Dy, Er, Yb etc.

Уточнение химического состава анализируемых нами образцов силикатов проведено с помощью электроннозондового микроанализатора JCXA 733 с применением энергодисперсионного спектрометра INCA ENERGY при ускоряющем напряжении 25 кВ, токе зонда 25 нА и сфокусированном (диаметр 1-2 мкм) или расфокусированном (10 мкм) зонде. В качестве образцов сравнения использованы: CaF<sub>2</sub> (F); альбит (Na); адуляр (K); CaSiO<sub>3</sub> (Ca); MgO (Mg); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Al); SiO<sub>2</sub> (Si); TiO<sub>2</sub> (Ti); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·MnO (Fe, Mn), металлический Zn (Zn); BaSO<sub>4</sub> (Ba), x(PO<sub>4</sub>) (x – РЗЭ).

**Фторталенит-(Y)** Y<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>10</sub>F на месторождении встречен в 13-м рудном теле (обр. 170), в пегматоидных жилах на юге Большого выхода (обр.61), в северо-восточной части (1-ое рудное тело) и в центре (обр. 125) Малого выхода.

В 13-м рудном теле фторталенит образует самостоятельные редкие призмочки размером до 1,5x10 мм, включенные в кварце или в микроклин-альбит-эгириновые метасоматиты, совместно с гадолинитом, ксенотимом, фергусонитом, торитом, цирконом и др. [1]. Кроме этого встречаются агрегатные тонкозернистые сростки иттрофлюорита и фторталенита, развивающиеся по

другому призматическому минералу, возможно, гадолиниту. В пегматите Большого выхода фторталенит образует редкие мелкие зерна, ассоциирующие с гадолинитом, фергусонитом, гагаринитом, иттрофлюоритом и др. В пегматите из центра Малого выхода пластинчатый фторталенит (обр.125) образует сростки с ксенотимом, бастнезитом, гагаринитом, ифтиситом и роуландитом. При этом нередко удается наблюдать замещение фторталенитом, роуландитом и ифтиситом гагаринита. Время образования фторталенита, по-видимому, относится к конечным стадиям щелочного метасоматоза и начальным стадиям грейзенизации.

Цвет чистых от посторонних включений зерен фторталенита – розовато-серый, розоватый. Черта белая. Хрупкий. Спайность отсутствует. Излом неровный до полураковистого. Блеск жирный или стеклянный с перламутровыми отблесками. Полупрозрачный, в мелких зернах прозрачный. Электромагнитный. В соляной кислоте разлагается при нагревании, оставляя кремнеземистый скелет. Твердость 5,5. Плотность, определенная гидростатическим взвешиванием в керосине из навески 38 мг, – 4,24 г/см<sup>3</sup>. Минерал немета-

<sup>1-4</sup> Казахстан, 050010, Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева

<sup>5</sup> Казахстан, 050000, Алматы, ул. Толе би, 59, Казахстанско-Британский технический университет

Таблица 1. Химический состав (мас. %) фторгаленита-(Y) из 1-ого рудного тела северо-восточной части Малого выхода

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	3,99	30,17	38,54	1,07	1,69	0,00	1,65	1,53	0,25
2	3,29	29,27	39,24	0,65	1,76	0,00	1,25	1,14	0,03
3	4,37	30,03	37,66	0,16	1,15	0,00	1,49	1,78	0,26
4	3,21	30,05	38,40	0,24	1,61	0,56	2,14	1,63	0,22
5	2,54	30,25	37,51	0,42	1,62	0,97	2,47	1,24	0,00
Среднее	3,48	29,95	38,27	0,51	1,57	0,31	1,80	1,46	0,15

Продолжение табл. 1

№ анализа	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	2,65	0,46	6,22	1,68	5,20	0,11	3,99	99,20
2	2,45	0,81	5,51	0,71	3,70	0,11	4,31	94,23
3	2,63	0,56	6,51	0,96	4,28	0,05	5,36	97,25
4	2,29	0,30	5,81	1,39	4,95	0,18	4,36	97,34
5	2,54	0,38	6,91	1,97	5,31	0,74	5,00	99,87
Среднее	2,51	0,50	6,19	1,34	4,69	0,24	4,60	97,57

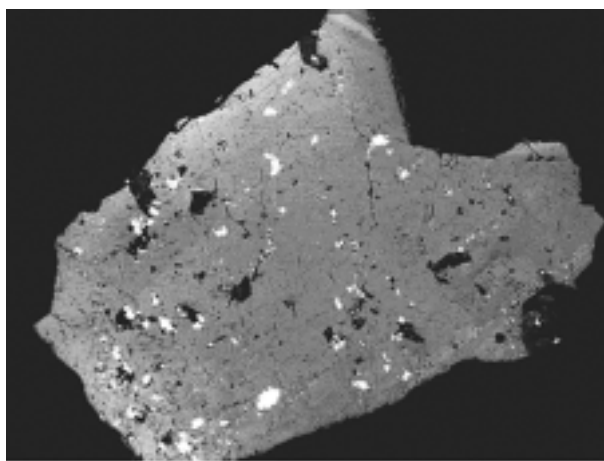


Рис. 1. Изображение полированной поверхности во вторичных электронах. Зерно фторгаленита-(Y) (серое) с микровключениями флюоцерита (белое) из 1-ого рудного тела северо-восточной части Малого выхода

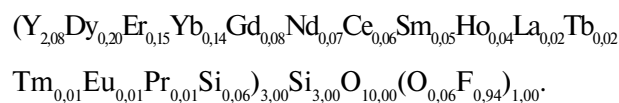
миктный. Под микроскопом двусосный, оптический отрицательный с умеренным углом 2V.

Показатели преломления различных образцов фторгаленита, определенные в иммерсионных жидкостях, заметно варьируют. Так, у розоватого фторгаленита из 13-го рудного тела N<sub>г</sub>-

1,746; N<sub>р</sub>-1,718; фторгаленита из того же тела, но образующего сростки с иттрофлюоритом, N<sub>г</sub>-1,760; N<sub>р</sub>-1,734; фторгаленита из центральной части Малого выхода N<sub>г</sub>-1,746; N<sub>р</sub>-1,720. Для образца кристаллического галенита, предоставленного в качестве эталона Волженковой А.Б. (ВИМС), даны N<sub>г</sub>-1,746(1); N<sub>м</sub>-1,736(1); N<sub>р</sub>-1,717(1).

Анализируемые нами образцы фторгаленита отобраны из дробленного концентрата 1-ого рудного тела северо-восточной части (табл. 1, рис. 1) и из пегматоидного тела в центре (обр. 125) (табл. 2-3, рис. 2-3) Малого выхода.

Средняя по пяти анализам (табл. 1) кристаллохимическая формула фторгаленита-(Y), рассчитанная на основе ΣPЗЭ+Y+Si = 6, имеет вид:



Изученное зерно фторгаленита-(Y) содержит тонкие включения флюоцерита. Химический состав микровключений флюоцерита представлен в таблице 2.

Средняя по трем анализам (табл. 2) кристаллохимическая формула флюоцерита, рассчитан-

Таблица 2. Химический состав (мас. %) флюоцерита

№ анализа	F	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Σ
1	30,33	0,96	11,15	36,95	4,25	14,93	2,18	100,75
2	30,50	1,50	11,89	35,53	3,94	14,14	2,03	99,53
3	30,90	1,08	9,39	35,81	4,27	15,30	2,27	99,02
Среднее	30,58	1,18	10,81	36,10	4,15	14,79	2,16	99,77



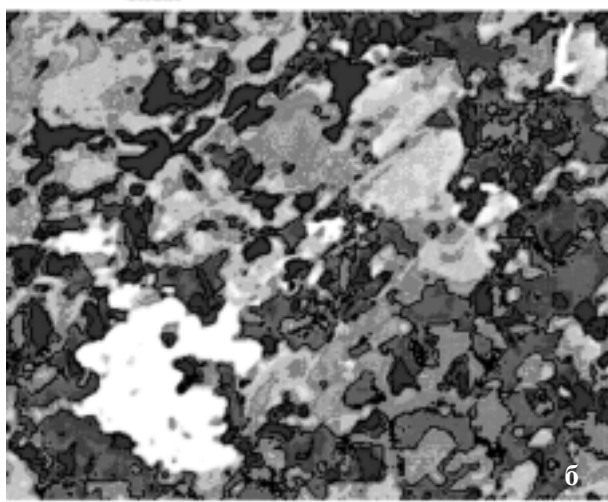
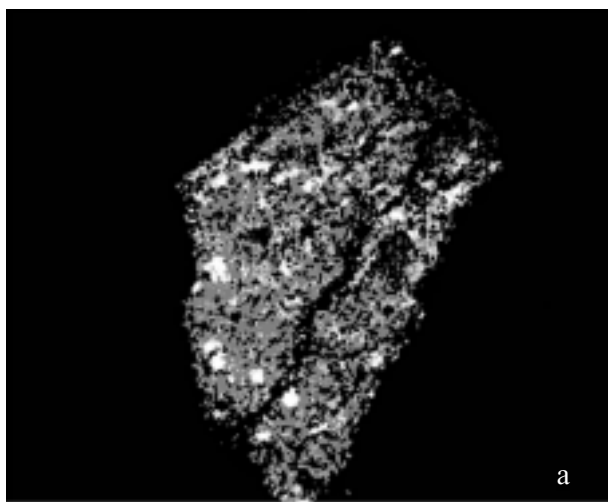


Рис. 2. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав).  
Общий вид зерна (а) и фрагмент со срастаниями (б) фторталенита-(Y) (светло-серое), флюоцерита (белое) и гагаринита (темно-серое) из пегматоидного тела в центре Малого выхода

ная на основе  $\Sigma P3\Theta = 1$ , имеет вид:  
 $(Ce_{0,52}Nd_{0,21}La_{0,16}Pr_{0,06}Y_{0,03}Sm_{0,03})_{1,00}F_{3,03}$

Химический состав фторталенита и ассоциирующих с ним минералов из пегматоидного тела в центре Малого выхода (обр. 125) приведен в таблицах 3-4 (рис. 2-3).

Кристаллохимическая формула (табл. 3) фторталенита-(Y), рассчитанная на основе  $\Sigma P3\Theta + Y + Si = 6$ , имеет вид:

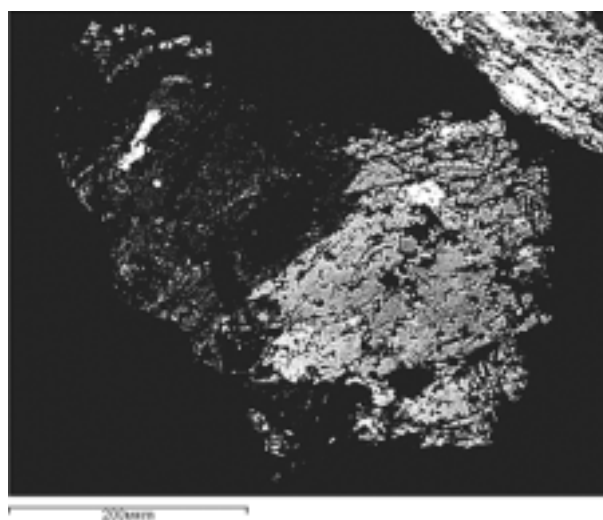


Рис. 3. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав).  
Зерна фторталенита-(Y) (серое) с бастнезитом (светло-серое) и роуландитом (темно-серое) из пегматоидного тела центра Малого выхода. Эпоксидная смола (черное)

$(Y_{2,06}Dy_{0,26}Yb_{0,24}Er_{0,23}Ho_{0,06}Gd_{0,06}Sm_{0,04}Nd_{0,02}Si_{0,03})_{3,00}Si_{3,00}O_{10,00}F_{1,03}$

Кристаллохимические формулы (табл. 4) фторталенита-(Y), рассчитанные на основе  $Si = 3$  (ан. 1), бастнезита-(Ce) ( $\Sigma P3\Theta = 1$ ) (ан. 2-3) и роуландита-(Y) ( $\Sigma P3\Theta = 1$ ) (ан. 4) из пегматоидного тела в центре Малого выхода (номер формулы соответствует номеру анализа) имеют вид:

1.  $(Y_{2,61}Dy_{0,11}Er_{0,09}Yb_{0,06}Gd_{0,05}Nd_{0,02}Sn_{0,03}Ca_{0,14})_{3,05}Si_3O_{10,00}F_{1,04}$

2.  $(Ce_{0,40}Nd_{0,23}La_{0,18}Sm_{0,06}Pr_{0,05}Gd_{0,04}Y_{0,02}Ca_{0,01})_{1,00}F_{0,96}(CO_3)$

3.  $(Ce_{0,42}Nd_{0,21}La_{0,22}Sm_{0,04}Pr_{0,04}Gd_{0,02}Y_{0,03}Ca_{0,01})_{1,00}F_{0,96}(CO_3)$

4.  $(Y_{2,72}Dy_{0,37}Er_{0,20}Yb_{0,20}Gd_{0,18}Nd_{0,10}Tb_{0,10}Ce_{0,06}Sm_{0,05}Pr_{0,02})_{4,00}(Fe_{0,79}Mn_{0,23})_{1,02}Si_4O_{14,00}(O_{0,13}OH_{1,87})_{2,00}$

**Роуландит-(Y)**  $Y_4Fe^{2+}Si_4O_{14}F_2$  встречен в 1960 году совместно с ифтиситом, ксенотимом, бастнезитом, монацитом, торитом, кварцем, микроклином [1]. Форма выделений – сростки широких и толстых пластинок, иногда радиальнолучистые. Отдельные, хорошо ограненные кристаллики, не наблюдались. Даже мономинеральные сростки редко достигают размера в диаметре 5 мм.

Таблица 3. Химический состав (мас. %) фторталенита-(Y) (рис. 2)

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	3,34	29,93	38,17	0,64	1,28	1,80	7,92	1,81	7,35	7,66	99,90



Таблица 4. Химический состав (мас. %) фторталенита-(Y) (ан. 1) в ассоциации с бастнезитом-(Ce) (ан. 2-3) и роуландитом-(Y)(ан. 4) (рис. 3)

№ анализа	F	Si <sub>2</sub> O	CaO	MnO	FeO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	4,38	31,75	1,37	0,00	0,00	51,88	0,79	0,00	0,00	0,00
2	9,89	0,00	0,20	0,00	0,00	1,17	0,00	13,38	30,97	4,22
3	9,28	0,00	0,36	0,00	0,00	1,75	0,00	16,15	31,75	3,38
4	0,00	27,73	0,00	1,89	6,54	35,39	0,00	0,00	1,26	0,60

Продолжение табл. 4

№ анализа	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	0,65	0,00	0,00	1,45	0,00	3,52	2,94	2,07	100,80
2	18,14	4,89	0,34	3,38	0,00	0,00	0,00	0,00	86,57
3	15,86	2,81	0,29	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	83,62
4	1,89	1,30	0,00	3,72	2,11	7,94	4,52	4,51	99,39

Чаще встречаются тонкие прорастания роуландита с таленитом, ифтиситом и др. По внешнему облику минерал очень трудно отличим от кристаллического белого гадолинита.

Цвет роуландита-(Y) – белый до серо-белого, полупрозрачный. Блеск стеклянный, слегка матовый. Черта белая. Твердость 6-6,5 (по шкале Мооса). Хрупкий. Излом неровный. Плотность 4,85 г/см<sup>3</sup>. Нерадиоактивный. Магнитные свойства как у ксенотима, т.е. минерал легко притягивается электромагнитом. В катодных лучах наблюдается различное красновато-желтоватое свечение. В ультрафиолетовых лучах не светится. В концентрированной соляной кислоте разлагается при кипячении с выделением небольшого количества тяжелого газа (фтористого водорода) и образованием нерастворимого остатка белого цвета. В пламени паяльной трубки минерал слегка спекается, становясь серо-белым с многочисленными тонкими ориентированными включениями черно-бурого цвета. Перлы с бурой фосфорной солью в пламени – желтовато-зеленоватые, а при охлаждении обесцвечиваются. В шлифах минерал бесцветный, с отчетливым положительным рельефом. Интерференционная окраска серая до белой 1-го порядка. Показатели преломления, определенные в иммерсионных жидкостях,  $N_g$  – 1,769,  $N_p$  – 1,763 в желтом свете ( $\lambda=589$  нм), дву-преломление 0,006. Минерал двусный, положительный, с умеренным углом 2V. Погасание по отношению к ограничениям (в шлифах) прямое.

Термограмма роуландита имеет два экзоэффекта: один слабовыраженный при 380° С и другой – более четкий при 920° С. Первый из них, по-видимому, обусловлен окислением двухвалентного

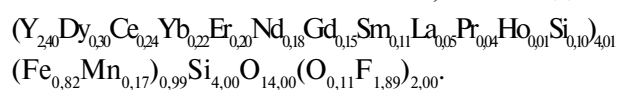
железа. Потери при прокаливании, начинаются с 250° С и заканчиваются выше 850°С, составляя 5,53%.

ИК-спектр минерала содержит полосы поглощения, которые могут быть приписаны колебаниям группы сдвоенных тетраэдров [Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]. Рентгеноструктурные исследования кристаллического роуландита из Верхнеэспинского месторождения были проведены Ю.В. Шиповаловым [2]. Им рассчитаны параметры триклинной ячейки минерала:  $a$  6,59 Е;  $b$  8,65 Е;  $c$  5,53 Е;  $\alpha$  99°02';  $\beta$  104°08'  $\gamma$  91°28', дана пространственная группа P1 или P .

Определение химического состава, выполненное рентгеноспектральным и количественным спектральным анализами, выявило резкое преобладание в образцах минерала иттрия и тяжелых лантаноидов.

Химический состав изученных нами зерен роуландита-(Y), отобранных из пегматоидного тела в центре Малого выхода (обр. 125), представлен в таблицах 5-9, рис. 4-7).

Средняя по пяти анализам (табл. 5) кристаллохимическая формула роуландита-(Y), рассчитанная на основе  $\Sigma P3Э+Y+Si = 8$ , имеет вид:



В химическом составе «легких» участков роуландита-(Y) (на рис. 4 участки темно-серого цвета) увеличивается содержание иттрия (табл. 6).

Кристаллохимическая формула «легкого» участка роуландита-(Y) имеет вид:

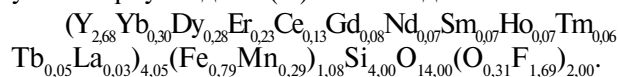


Таблица 5. Химический состав (мас. %) роуландита-(Y) из пегматоидного тела в центре Малого выхода (рис. 4)

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	MnO	FeO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	4,07	27,06	1,42	6,42	28,70	0,89	4,64	1,36
2	5,14	27,49	1,34	6,72	30,36	1,11	4,69	0,00
3	5,37	26,74	1,09	6,40	29,07	1,51	4,79	0,81
4	5,00	27,53	1,50	6,66	30,97	0,38	3,53	0,80
5	4,65	26,83	1,11	6,22	30,01	0,81	4,32	0,73
Среднее	4,85	27,13	1,29	6,48	29,82	0,94	4,39	0,74

Продолжение табл. 5

№ анализа	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	4,64	2,75	3,05	5,48	0,00	4,00	5,03	99,51
2	3,04	1,75	3,36	6,43	0,00	5,10	4,67	101,20
3	3,18	2,31	2,54	6,25	0,00	3,65	5,19	98,90
4	3,11	1,98	3,69	6,60	0,00	4,51	3,69	99,95
5	2,81	1,65	2,58	5,95	0,99	4,03	4,91	97,60
Среднее	3,36	2,09	3,04	6,14	0,20	4,26	4,70	99,43

Таблица 6. Химический состав (мас. %) «легкого» участка роуландита-(Y)

№ анализа	F	SiO <sub>2</sub>	MnO	FeO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	3,55	26,41	2,24	6,23	33,22	0,60	2,29	1,25	1,35

Продолжение табл. 6

№ анализа	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	1,53	1,03	5,70	1,50	4,81	1,19	6,51	99,41

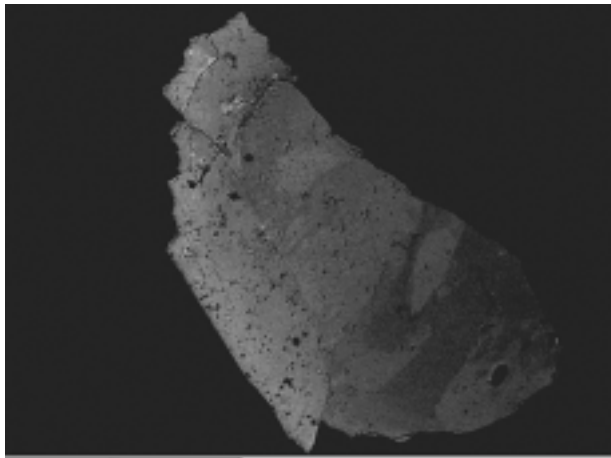
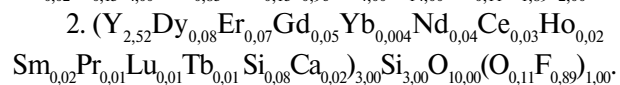
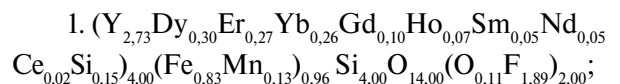


Рис. 4. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав). Зерно роуландита-(Y) с вариациями состава иттрия и РЗЭ в отдельных участках из пегматоидного тела в центре Малого выхода. Эпоксидная смола (черное)

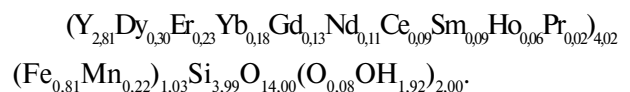
При изучении образцов методом РСМА выявлены бесфтористый роуландит-(Y) и ассоциирующие с ним фторталенит-(Y) и бастнезит-(Y) (табл. 7-9, рис.5-7)

Кристаллохимические формулы (табл. 7) роуландита-(Y) (ан. 1), рассчитанные на основе  $\Sigma PZ\Theta + Y + Si = 8$ , и фторталенита-(Y) ( $\Sigma PZ\Theta + Y + Si = 6$ ) (ан. 2) (номер формулы соответствует номеру анализа) имеют вид:



Встречаются зерна роуландита-(Y), в химическом составе которых отсутствует фтор, замещаемый (ОН)-группой (табл. 8, рис. 6).

Средняя по двум анализам кристаллохимическая формула бесфтористого роуландита-(Y) имеет вид:



Бесфтористый роуландит-(Y) встречается в ассоциации с бастнезитом-(Y) (табл. 9, рис. 7).

Кристаллохимические формулы бесфтористого роуландита-(Y), рассчитанные на основе

Таблица 7. Химический состав (мас. %) роуландита-(Y) (ан. 1) и фторгаленита-(Y) (ан. 2) (рис. 5)

№ анализа	F	Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	FeO	SrO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	3,45	0,00	29,14	0,00	1,11	6,97	0,00	36,16	0,00	0,00	0,45
2	1,06	0,00	35,43	0,28	0,00	0,00	0,00	54,40	0,00	0,00	0,98

Продолжение табл. 7

№ анализа	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	0,00	1,06	1,11	2,17	0,00	6,50	1,63	6,01	6,05	0,00	101,00
2	0,40	1,19	0,64	1,79	0,21	2,90	0,69	2,39	1,51	0,30	104,17

Таблица 8. Химический состав (мас. %) бесфтористого роуландита-(Y)

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	MnO	FeO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	26,72	1,42	6,99	35,02	2,08	0,46	2,71
2	27,36	2,16	6,06	36,59	1,11	0,15	1,47
Среднее	27,04	1,79	6,53	35,81	1,60	0,31	2,09

Продолжение табл. 8

№ анализа	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	2,18	3,18	6,24	0,77	4,88	4,29	96,95
2	1,45	2,12	6,43	1,82	4,93	3,63	95,28
Среднее	1,82	2,65	6,34	1,30	4,91	3,96	96,15

Таблица 9. Химический состав (мас. %) бесфтористого роуландита-(Y) (ан. 1) и бастнезита-(Y) (ан. 2)

№	F	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	FeO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	0,00	27,90	0,00	0,85	7,41	34,34	0,00	0,54	0,00	1,25
2	9,88	0,00	0,18	0,00	0,00	26,11	1,96	9,85	1,76	9,00

Продолжение табл. 9

№	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	2,04	0,32	2,86	0,00	7,68	1,59	5,79	5,34	97,91
2	5,90	0,00	7,33	1,27	8,13	0,85	1,61	0,00	83,83

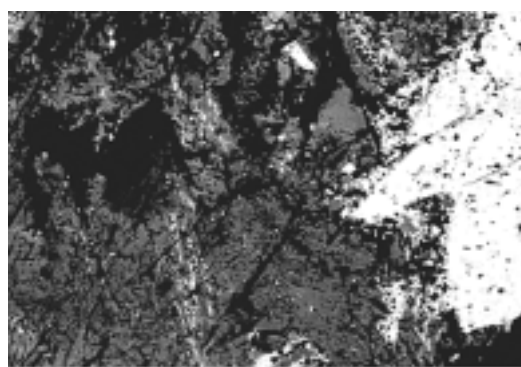


Рис. 5. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав). Роуландит-(Y) (светло-серое) и фторгаленит-(Y) (темно-серое) с включениями бастнезитового (белое) и иттрофлюоритового (черное) составов из пегматоидного тела в центре Малого выхода

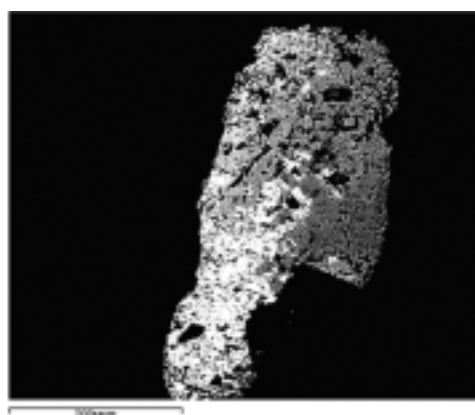


Рис. 6. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав). Зерно бесфтористого роуландита-(Y) (серое) и бастнезита (белое) из пегматоидного тела в центре Малого выхода

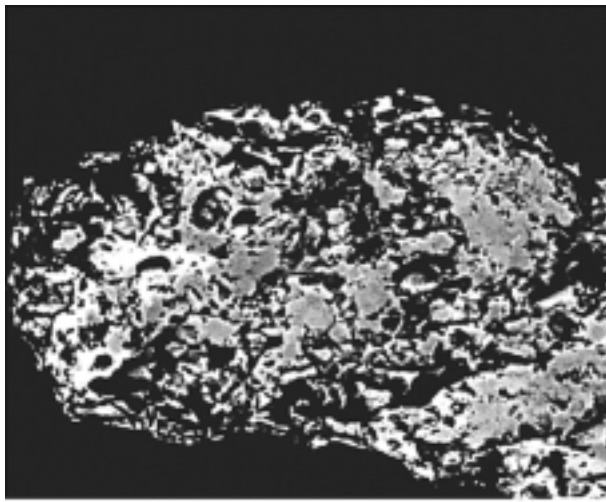
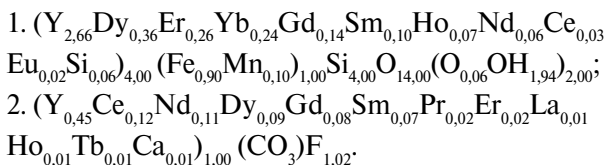


Рис. 7. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав). Пористое зерно бесфтористого роуландита-(Y) (серое) и бастнезита-(Y) (белое) из пегматоидного тела центра Малого выхода

$\Sigma PZ\Theta + Y + Si = 8$ , и бастнезита-(Y) ( $\Sigma PZ\Theta = 1$ ) имеют вид:



**Гадолинит-(Y)**  $Y_2Fe^{2+}Be_2Si_2O_{10}$  на месторождении представлен неметамиктными и нерадиоактивными или слаборадиоактивными разностями. Минерал обнаружен в нескольких местах: в 13-ом и 1-ом рудных телах, в мелких рудных телах в северо-восточном экзоконтакте Большого выхода и в пегматоидной жиле на юге Большого выхода. В 13-ом рудном теле он присутствует местами в довольно значительных количествах (до 1%), совместно с торитом, фергусонитом, миларитом, фенакитом, ксенотимом, цирконом и др. минералами в виде мелких зерен неправильной формы. В 1-ом рудном теле гадолинит образует редкие мелкие вкрапления совместно с цирконом, пироксеном, гагаринитом, торитом и др., но в средней части тела, в районе канавы №3, в месте, обогащенном по сравнению с другими участками тела бериллием, гадолинит является даже одним из основных носителей редких земель. Здесь же отмечен и лейкофан. В мелких телах в СВ экзоконтактах Большого выхода минерал редок, но единичные зёрна были встречены в шлифах.

В пегматоидном теле на юге Большого выхода гадолинит встречается в виде сравнительно хорошо образованных призматических кристал-

ликов по трещинам размером до 5x12 мм в кварц-полевошпатовой породе, совместно с гагаринитом, цирконом, ильменитом, фергусонитом, иттрофлюоритом и др.

В 13-м и 1-м рудных телах гадолинит имеет мутно-белый, желтовато-белый или серовато-белый цвет. Полупрозрачный. В пегматитах юга Большого выхода (обр. 61) гадолинит светло-зеленый, полупрозрачный до прозрачного в тонких осколках. Блеск гадолинита — стеклянный, для мутно-белых — иногда матовый, излом неровный. Твердость — 6. Хрупкий. Спайность отсутствует. Черта белая. Магнитные свойства как у ксенотиима, т.е. минерал легко притягивается электромагнитом. Нерадиоактивный. В концентрированной соляной кислоте частично разлагается, оставляя кремнеземистый скелет. В шлифах гадолинит бесцветный, прозрачный. Но часто за счет пылевидных включений и вростков тонких иголок другого бериллиевого минерала, он мутный и непрозрачный. Показатели преломления, определенные в иммерсионных жидкостях (в желтом свете): для белого гадолинита (обр. 170, 13 РТ)  $N_g = 1,767$ ,  $N_p = 1,754$ ; для зеленого гадолинита (обр. 61, юг Большого выхода)  $N_g > 1,780$  и  $N_g - N_p \approx 0,020$ .

Химический состав образцов гадолинита из Верхнеэспинского месторождения, Кольского полуострова и Сибири приведен в таблице 10.

Белый гадолинит из 1-го рудного тела, химический состав которого отличается низким содержанием оксида бериллия (3%), содержит тончайшие пылевидные включения других минералов.

Дебаграммы непрокаленных мутно-белого и зеленого гадолинита идентичны между собой, отличаются четкостью линий и полностью соответствуют дебаграммам кристаллического гадолинита.

Гадолинит на месторождении нельзя считать минералогической редкостью, так как он встречается обычно в богатых редкими землями и бериллием рудных телах и при добыче может извлекаться попутно с другими ценными минералами. В этом отношении гадолинит даже обладает некоторыми преимуществами по сравнению с наиболее широко распространенными минералами месторождения — гагаринитом и др., в силу своей большей механической и химической прочности, а также наличия в нем ценного компонента — бериллия.

Следует отметить, что в отдельных участках 1-го рудного тела, характеризующихся обычно низким содержанием бериллия, рассеянного к тому же по различным минералам, могут встречаться «столбы» с заметно повышенными содер-

Таблица 10. Химический состав гадолинита-(Y) из Верхнеэспинского месторождения, Кольского полуострова и Сибири

Компоненты	Казахстан*		Кольский полуостров**	Сибирь***
	Зеленый гадолинит	Белый гадолинит		
	Весовые %	Весовые %	Весовые %	Весовые %
SiO <sub>2</sub>	25,48		24,05	24,84
TiO <sub>2</sub>	0,76	0,26	0,06	1,58
ZrO <sub>2</sub>	0,00	0,12	0,38	-
ThO <sub>2</sub>	0,00	0,04	0,08	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,11	1,22	8,17	1,27
FeO	0,00	0,84	5,71	9,67
PЗЭ <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52,54	55,95	49,39	52,26
CaO	0,00		0,82	-
MnO	сл.		-	-
MgO	0,00		0,04	
BeO	9,14	3,23	10,97	8,82
Na <sub>2</sub> O	0,13		-	
K <sub>2</sub> O	0,13		0,30	0,64
UO <sub>3</sub>	0,00	0,05	0,30	-
H <sub>2</sub> O	н.обн.		0,04	0,74
ппп	0,76		-	
Сумма			100,31	99,92
Плотность			4,12	4,52

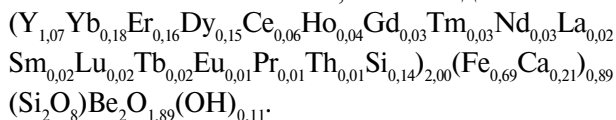
Примечания: Аналитики \* Г.А. Хан (КазИМС, 1963 г.); \*\* Н.В. Бельков, (ЦНИГРИ, 1958 г.); \*\*\* Е.А. Петрова, Г.А. Сидоренко, Т.И. Иванова (1961 г.).

жаниями гадолинита. Обогащенность бериллием здесь прослеживается с поверхности до глубины 20 м, вскрытой шурфом и рассечками.

Изученный нами образец гадолинита-(Y) отобран из концентрата 1-ого рудного тела (табл. 11, рис. 8).

При написании кристаллохимической формулы минерала целочисленный формульный коэффициент бериллия устанавливался при расчете баланса зарядов по суммарному содержанию катионов (иттрия, лантаноидов, кальция, кремния и др.).

Средняя по восьми анализам кристаллохимическая формула гадолинита-(Y), рассчитанная на основе  $\Sigma PЗЭ+Y+Si = 4$ , имеет вид:



**Кейвиит-(Y)** Y<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub> – редкий минерал, образующий призматические кристаллы в кварце и метасоматитах в одном из тел, удаленных от основного рудного поля на 0,5 км на северо-восток и в рудном теле северо-восточнее Малого выхода. Минерал образует призматические зерна размером до 3х15 мм. Сечение призмы или шестигранное, или округлённое многочисленными второстепенными гранями.

В большинстве случаев, минерал почти нацело замещен тонкозернистым агрегатом карбонатов (тенгерит и др.), флюорита, иттрофлюорита, опала, глинистых продуктов и др. Сравнительно хорошо сохранившиеся кристаллики отмечаются крайне редко. Цвет минерала белый со слабым голубовато-зеленоватым оттенком или отчетливо голубоватый и голубой. Полупрозрачный, в

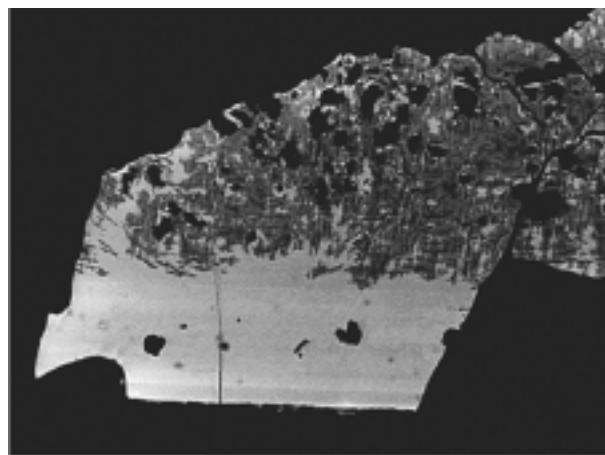


Рис. 8. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав). Гадолинит-(Y) (серое) и гадолинит-(Y) с меньшим содержанием Y (темно-серое) с включениями альбита (черное)

Таблица 11. Химический состав (мас. %) гадолинита-(Y) по 8 анализам

Компоненты содержание	Минимальное	Максимальное содержание	Среднее содержание	Стандартное отклонение
SiO <sub>2</sub>	24,56	25,40	25,00	0,121
CaO	2,15	2,40	2,27	0,035
FeO	9,28	10,03	9,59	0,106
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,85	24,57	23,63	0,233
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,26	0,93	0,67	0,087
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,71	2,35	2,07	0,081
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,80	0,36	0,095
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,52	1,28	1,02	0,107
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,50	1,60	0,83	0,125
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,16	0,72	0,40	0,073
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,44	2,01	1,12	0,193
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	1,34	0,80	0,187
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,40	7,04	5,59	0,292
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,96	1,89	1,48	0,128
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,57	6,49	5,86	0,111
Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,09	1,82	1,06	0,181
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,09	8,30	6,93	0,281
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,24	1,17	0,62	0,127
ThO <sub>2</sub>	0,28	0,92	0,64	0,094
Σ	87,48	91,64	89,95	

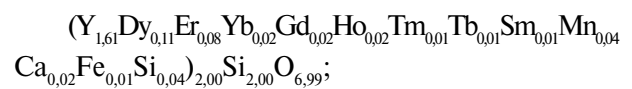
тонких осколках прозрачный. Твердость – 5,5. Хрупкий. Блеск стеклянный до матового или даже жирного. Спайность отсутствует, но минерал часто обнаруживает призматическую отдельность. Плотность минерала, определенная гидростатическим взвешиванием в керосине на торсионных весах из навесок 28 мг, 3,79 г/см<sup>3</sup>. В концентрированной соляной кислоте минерал не растворяется даже при нагревании. Однако, при длительном воздействии (1 месяц) от минерала остается только кремнеземистый скелет.

Под микроскопом минерал бесцветный с высоким положительным рельефом. Погасание прямое относительно удлинения или отдельности. Удлинение отрицательное. Двуосный, отрицательный. Показатели преломления, определенные в иммерсионных жидкостях:  $N_g - 1,754(3)$ ,  $N_p - 1,706$ ,  $N_g - N_p = 0,048$ . Рентгеноструктурные исследования кейвиита были проведены Ю.В. Шиповаловым. Химический анализ минерала был выполнен Г.А. Хан из навески 500 мг.

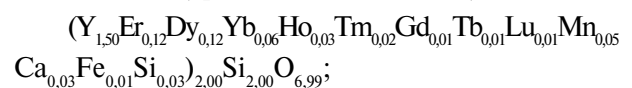
При изучении нами химического состава разных зерен кейвиита-(Y) (табл. 12) были выявлены как однородные по составу зерна (ан. 11), так и отчетливо зональные кристаллы (рис. 9). Тонкая зональность связана с вариацией концентраций иттрия и тяжелых редких земель (Er, Tm, Yb и Lu) (табл. 12 ан. 1-5, ан. 6-10, ан. 12-13).

Кристаллохимическая формула кейвиита-(Y), рассчитанная на основе  $\Sigma PZ\Theta + Y + Si = 4$ , имеет вид:

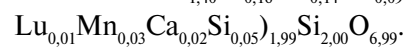
Ан. 1-5 (среднее по 5 анализам)



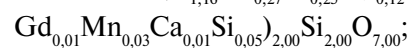
Ан. 6-10 (среднее по 5 анализам)



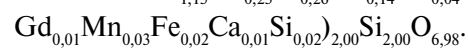
Ан. 11 (Y<sub>1,40</sub>Er<sub>0,16</sub>Dy<sub>0,14</sub>Yb<sub>0,09</sub>Ho<sub>0,05</sub>Tm<sub>0,03</sub>Tb<sub>0,01</sub>



Ан. 12 (Y<sub>1,16</sub>Yb<sub>0,27</sub>Er<sub>0,25</sub>Dy<sub>0,12</sub>Ho<sub>0,04</sub>Tm<sub>0,04</sub>Lu<sub>0,02</sub>



Ан. 13 (Y<sub>1,15</sub>Yb<sub>0,23</sub>Er<sub>0,26</sub>Dy<sub>0,14</sub>Ho<sub>0,04</sub>Tm<sub>0,05</sub>Lu<sub>0,02</sub>



**Кайсикхит-(Y)** Y<sub>2</sub>(Ca,PЗЭ)<sub>2</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·4H<sub>2</sub>O – карбонатсиликат кальция и редких земель впервые на месторождении был встречен в 1959 г. только в одном месте, но из-за нехватки чистого материала полное исследование минерала в то время не было проведено. Позже аналогичный минерал был обнаружен на одном из месторождений редких земель в Канаде, где был полностью изучен и описан, как кайсикхит.

Минерал на Верхнеэспинском месторождении встречается в виде сферолитовых корочек, наростов и прожилков совместно с флюоритом, синхизитом и опалом. Минерал прозрачный, бесцветный, за счет пленок гидроксидов железа желтоватый и буроватый. Кристаллы призматичес-

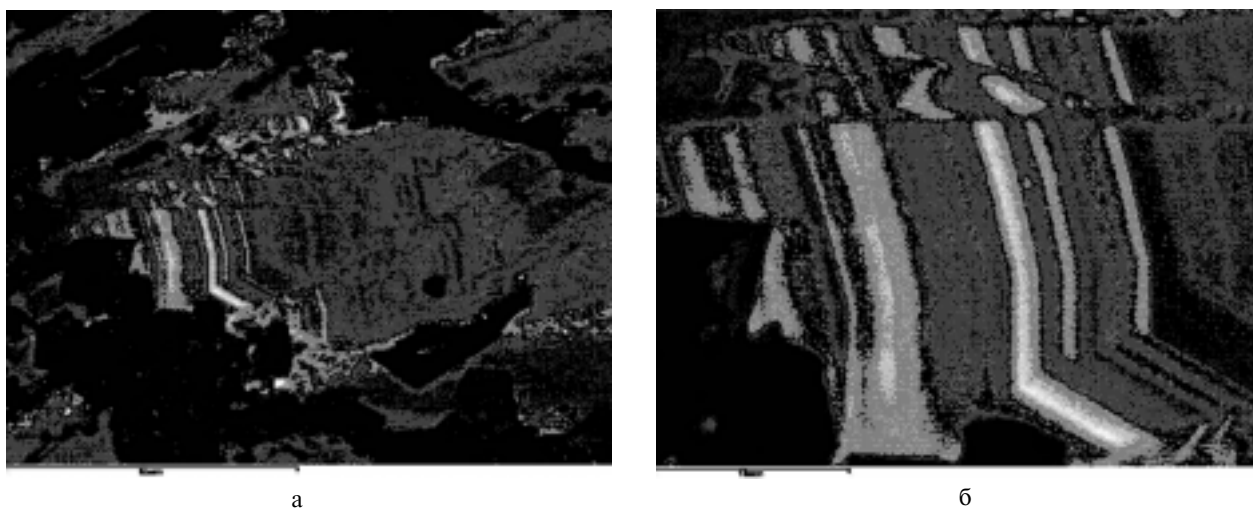


Рис. 9. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав).  
 Общий вид зерна (а) и фрагмент зонального кейвита (б). Зоны с повышенным содержанием тяжелых РЗЭ и пониженным – иттрия (белое), зоны с повышенным содержанием иттрия и пониженным – тяжелых РЗЭ (серое) (табл. 12)

Таблица 12. Химический состав (мас.%) зон кейвита-(Y)

№ анализа	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	FeO	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	32,52	0,27	0,35	0,21	49,15	0,24	0,46	0,00	0,75
2	33,41	0,45	0,66	0,24	49,44	0,00	0,23	0,00	0,22
3	33,28	0,33	0,69	0,21	50,33	0,00	0,83	0,00	0,00
4	34,22	0,35	0,83	0,53	49,43	0,00	0,35	0,00	0,00
5	33,40	0,32	0,98	0,31	48,73	0,00	0,34	0,00	0,00
6	32,69	0,25	0,64	0,18	45,35	0,00	0,24	0,00	0,00
7	33,16	0,48	0,94	0,29	46,36	0,00	0,00	0,00	0,00
8	32,40	0,51	0,95	0,31	44,77	0,35	0,00	0,00	0,00
9	32,57	0,35	1,01	0,00	44,99	0,00	0,00	0,30	0,45
10	32,42	0,39	0,80	0,00	44,87	0,00	0,00	0,40	0,00
11	32,25	0,25	0,63	0,00	41,24	0,00	0,00	0,00	0,00
12	29,39	0,18	0,57	0,41	31,57	0,00	0,00	0,00	0,00
13	29,83	0,14	0,54	0,07	31,67	0,00	0,03	0,00	0,12

Продолжение табл. 12

№ анализа	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Σ
1	0,90	0,25	5,24	1,13	3,56	0,00	0,59	0,00	95,63
2	0,93	0,54	5,45	1,28	3,96	0,30	0,89	0,00	98,02
3	0,65	0,11	5,18	1,37	3,86	0,79	1,47	0,00	99,09
4	1,07	0,53	5,42	0,92	3,86	0,62	1,59	0,00	99,73
5	1,48	0,99	5,38	0,96	4,65	0,44	1,95	0,00	99,94
6	0,62	0,01	6,67	1,77	5,13	0,42	1,60	0,51	96,08
7	0,81	0,63	6,08	1,80	5,80	0,76	2,85	0,00	99,96
8	0,16	0,11	5,78	2,29	6,28	1,12	3,41	0,00	98,44
9	1,26	0,35	5,10	1,25	6,39	1,09	3,63	0,88	99,63
10	0,54	0,26	5,47	1,66	6,27	1,28	4,43	0,75	99,54
11	0,00	0,46	6,65	2,60	8,23	1,64	4,55	0,61	99,11
12	0,33	0,00	6,24	2,04	12,20	2,50	11,09	0,91	97,43
13	0,26	0,00	5,30	1,79	11,53	1,78	13,09	0,77	96,91

Таблица 13. Химический состав (мас. %) кайсикхита-(Y) (по 9 анализам)

Компоненты	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение	Стандартное отклонение
F	0,10	0,99	0,53	0,094
SiO <sub>2</sub>	26,84	28,10	27,67	0,149
CaO	9,17	11,61	10,72	0,238
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,02	25,69	25,03	0,207
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,42	0,23	0,056
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,36	0,23	0,038
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,40	0,22	0,059
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,25	0,98	0,63	0,079
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,45	0,06	0,053
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,51	2,86	2,13	0,181
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13	0,86	0,43	0,080
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,52	2,81	2,09	0,144
Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,52	0,29	0,063
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,23	2,28	1,79	0,158
Σ	69,98	74,78	72,04	

кие, несколько вытянутые по оси *c*, пластинчатые с совершенной спайностью. Встречаются двойники. Оптически двуосный, отрицательный; 2*V* – малый. Погасание прямое. Плеохроизм отсутствует. Показатели преломления:  $N_g$  1,611;  $N_p$  1,577;  $N_g - N_p = 0,034$ . Хрупкий. Твердость около 4,5. Плотность 2,9 г/см<sup>3</sup>. В концентрированной соляной кислоте при нагревании разлагается с выделением CO<sub>2</sub> и образованием кремнистого остатка.

Спектральный полуколичественный анализ выявил следующие элементы, (%): Ca 0,3-0,5; Si, Ce 0,1-0,3; Y 0,1; Na 0,03-0,1; Al, La, Yb 0,01-0,03; Zr 0,003-0,01; Pb, Be 0,001-0,003; Mn 0,001, что свидетельствует о загрязнении образца.

Рентгеноструктурное исследование кайсикхита было проведено Ю.В. Шиповаловым монокристалльным методом и методом порошка [3].

Рентгеноспектральным количественным анализом из микронавески было определено содержание (вес. %): CaO 26,32; Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 35,55; Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,21; Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,12; Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,66; Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2,51. Состав редких земель существенно иттриевый.

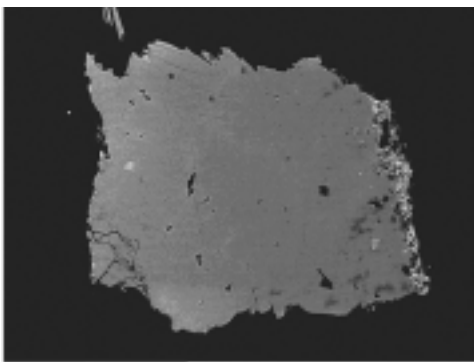
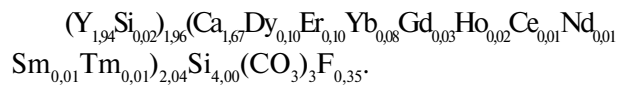


Рис. 10. Изображение полированной поверхности в обратнорассеянных электронах (состав). Зерно кайсикхита

Химический состав анализируемого нами образца кайсикхита-(Y) представлен в таблице 13 (рис. 10).

Средняя по девяти анализам кристаллохимическая формула кайсикхита-(Y), рассчитанная на основе  $\Sigma P3\Theta + Y + Ca = 8$ , имеет вид:



**Заключение.**

1. Методом РСМА уточнен химический состав силикатов: фторталенита-(Y), роуландита-(Y), гадолинита-(Y), кейвиита-(Y); карбонатсиликата кайсикхита-(Y). Основным компонентом состава всех изученных минералов является иттрий, а среди P3Θ – преимущественно тяжелые лантаноиды (Dy, Er, Yb);

2. Выявлены новые для месторождения минералы и разновидности: флюоцерит, бастнезит-(Y), кейвиит-(Y), фторталенит-(Y), бесфтористый роуландит-(Y);

3. Выявлена зональность кристаллов роуландита-(Y) и кейвиита-(Y), обусловленная различными содержаниями иттрия и P3Θ.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Степанов А.В., Бекенова Г.К. Краткая характеристика Верхнеэспинского месторождения редких элементов // Мат-лы конференции «Геология, минерагения и перспективы развития мин.-сырьевых ресурсов» (Сатпаевские чтения). -2009. -С. 248-258.
2. Шиповалов Ю.В., Степанов А.В. Рентгеноструктурное исследование роуландита // Исследования в области химических и физических методов анализа минерального сырья. Сб. статей КазИМС. -1971. -С.189-192.
3. Шиповалов Ю.В., Степанов А.В. Редкоземельный минерал из пегматитов Казахстана // Исследования в области химических и физических методов анализа минерального сырья. Тр. КазИМС. -1971. -Алма-Ата. -С. 186-188.



УДК: 539.216; 539.26; 669.018.684.41

Т.А. ШАБАНОВА<sup>1</sup>, В.А. ГЛАГОЛЕВ<sup>2</sup>

## КАРКАСНАЯ МОЛЕКУЛА ГИПЕРФУЛЛЕРИТА

Фуллереннің құрылуын қайталайтын дөңгелек пішінді көміртекті наноиндивидтер жазылып алынды.

Зафиксированы углеродные наноиндивиды округлой формы, повторяющие строение фуллерена.

Are fixed carbon nano-individuals the roundish form, repeating a structure fullerene.

Уникальные свойства нанотрубок и фуллеренов и возрастающая потребность в их производстве, стимулируют всесторонние исследования как их самих, так и их многочисленных структурных композиций на их основе. «Классическими» моделями образования нанотрубок считаются модели «винтовой дислокации» и разновидности ПЖК механизма. Разрабатываются модели на основе турбулентной модели (теории Колмогорова)[1]. Процессы, приводящие к образованию фуллеренов рассматриваются во многих работах, но единая (общепринятая) теория пока находится в стадии разработки. Использование основных моделей, дающих неплохую сходимость с экспериментом на «макроуровнях», в области наноразмеров не совсем корректно. При малых размерах объектов основные допуски теорий находятся на грани (или за гранью) корректно заданных величин и требуют введения дополнительных характеристик, коэффициентов. Например, ионная связь наравне с идеальными газами и идеальными растворами скорее представляет собой типичный пример научной абстракции [2], а ковалентная связь является универсальным типом химической связи.

В области наноразмеров становится существенным обстоятельством, что концентрация насыщенного раствора меняется со временем. Было предложено объяснение этого эффекта с помощью модели образования и седиментации крупных кластеров размером более 100 нм [3]. Изменение химических свойств наноматериалов диктуется наличием достаточно большой доли «активных поверхностных атомов», значительным вкладом энергии границ раздела частиц, вноси-

мые в термодинамические характеристики системы в целом. Это выражается в появлении стабильности модификаций ультрадисперсных фаз с различной, иногда не существующей в объемном состоянии, сверхкристаллической структурой [4]. В работах Е.В. Кирьяновой [5] нашло подтверждение явление, обнаруженного ранее эффекта осцилляций температур насыщения, и высказано предположение о том, что «аномалии скоростей роста кристаллов отражают аномалии термодинамических свойств растворов» (рис. 1).

То есть небольшое (от долей до десятка градусов) изменение температуры приводит к изменению концентрации вещества в растворе и наоборот. Что часто сопровождается изменением рН-Eh среды.

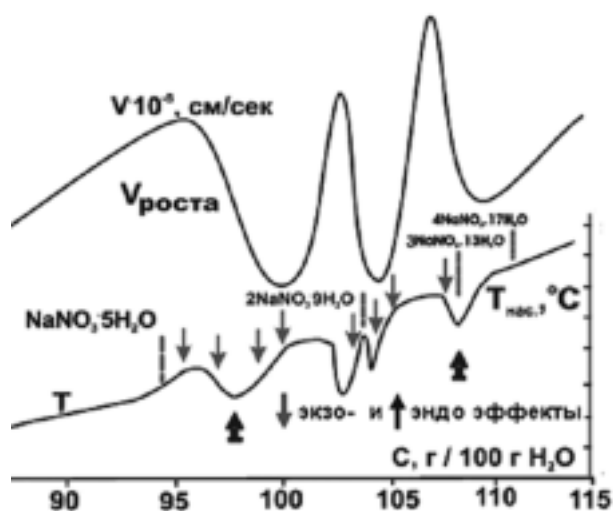


Рис.1. Графики. Скорость роста ( $V$ ) граней кристаллов при  $\Delta T = 0.2^\circ\text{C}$ , осцилляции температур насыщения ( $T$ ) скорости роста ( $V$ ) граней кристаллов.

<sup>1,2</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

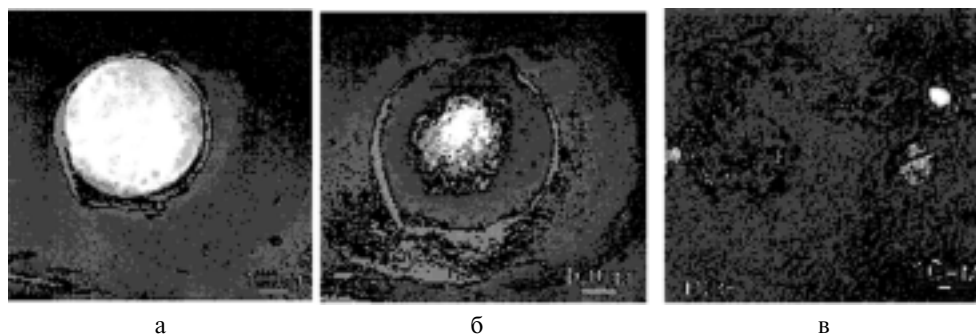


Рис. 2. Фотографии просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ): скопление частиц – а, те же частицы, трансформировавшиеся в течение некоторого времени ( $\sim 0,1$ с) – б; след структурированного углерода, оставляемый на подложке из аморфного углерода каталитической частицей – в

Недавно сообщено о двух-стадийном процессе нуклеации в растворах протеинов по схеме “раствор-плотный протеиновый жидкий до-зародыш – кристаллический зародыш” [6].

Электронно-микроскопические исследования систем вблизи точек «насыщения» при дегидратации помогли зафиксировать возникновение ультрадисперсных частиц со структурной упорядоченностью близкой к стекловидной, кластерной и «чисто» кристаллической.

В капиллярном приближении работа образования устойчивого кристаллического зародыша (экстремум размерной зависимости энергетического барьера нуклеации  $DG(r)$ ) является суммой его поверхностной  $s(r)$  и объемной энергии. Согласно термодинамической теории возмущений размерная зависимость поверхностного натяжения претерпевает резкий излом в точке максимума. В этом случае  $DG(r)$  имеет двухбарьерную форму, отражающую некоторое фазовое превращение дозародыша, и возникновение двух-стадийного процесса нуклеации. В настоящее время имеются разнообразные прямые и косвенные экспериментальные доказательства существования такого явления [7].

Практически все процессы протекают с возникновением зарядов на поверхности частиц. Наличие заряженных частиц неминуемо приводит к агрегации, снижающей поверхностную энергию системы в целом. Так, проведение исследований углеродистого вещества группой под руководством профессора Калифорнийского университета Джорджу Ола (Лос-Анджелес, США) в 1984 году была присуждена Нобелевская премия в области химии за открытие и разработку химии гиперкоординированного углерода.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Знание условий образования кристаллов очень важно для понимания особенностей роста кристаллов. Это необходимо в наноразмерном масштабе, поскольку определенные стадии этих процессов, обычно, одни и те же [8].

Как правило, вещество способно трансформироваться при достаточной (силе) дозе воздействия. Для преобразования одних субстанций необходимы огромные давления и температуры, поддерживаемые многими десятками лет (процессы метаморфизма пород), для других (обычно, наноразмерных) достаточно небольшого градиента, например, температуры ( $0,1$  °C). При исследованиях наноматериалов приобретают особую важность технология отбора, транспортировки, хранения проб. Необходимо учитывать искажения, вносимые при исследовании образца: подготовке препарата для исследования и воздействие самой аппаратуры. Например, воздействие, оказываемое на вещество в условиях электронного микроскопа (JEM – 100CX) [9], может привести к взаимодействию с химически- и структурноаморфной углеродной подложкой (рис.2.).

Термодинамические условия устойчивости подобных активных частиц, вероятно, можно определить по условиям, существующим при исследовании данным методом.

Селективное формирование углеродистых волокнисто-трубчатых систем (рис.3.), несвойственных исходным материалам проводятся в специализированных реакторах. По известным законам (предполагаемым схемам) выращивается материал, обладающий необходимыми качествами и имеющий конкретное назначение. Эти

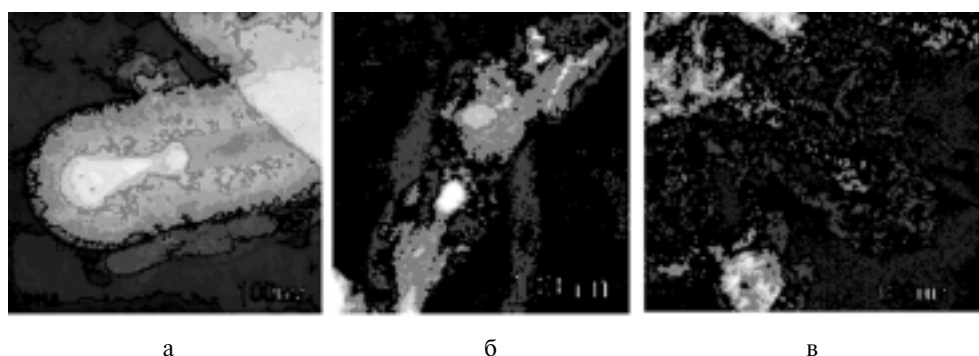


Рис.3. Фотографии ПЭМ: «гигантская нанотрубка» с включением каталитической фазы – а, «лепесковая» трубчато-волоконистая частица – б, трубчато-волоконистые частицы сложного строения – в

структуры обычно не трансформируются, являются устойчивыми к процессу электронно-микроскопического исследования длительный промежуток времени (до нескольких часов).

В массе высоко метаморфизованных пород и шунгитов нами обнаружены трансформирующиеся (активные) частицы. Наиболее устойчивыми к ПЭМ наблюдениям углеродными структурами являются графиты. В качестве «эталонных» морфологических разновидностей и их структурной упорядоченности были исследованы графиты многих месторождений Казахстана и России. Среди полученных образцов преобладает (более 90%) мелкокристаллический графит – дифрактограммы соответствуют поликристаллическому объекту. Обычно первый параметр  $d_{002}$  не соответствует теоретическому значению 3,35Е. Монокристаллики графита встречаются крайне редко и поскольку они ориентируются при осаждении на плоскость подложки, установить межслоевой параметр  $d_{002}$  достаточно сложно.

При изучении одного из образцов коммерческого графита (полученного при переработке природного графита), «эталонного» по данным рентгенофазового анализа, методами электронной микроскопии был, как обычно, установлен его полиморфный состав. Необычным в изучении этого образца явилось обнаружение крупных фуллереноподобных частиц. В их структуре (рис.4а) хорошо видны гексагональные и пентагональные фрагменты. Размер частицы около 500нм.

Роль химических связей между узлами выполняют шестигранные нанотрубки с видимым диаметром около 40нм. Узлы (диаметром 60нм) вероятно сформированы более мелкими фуллереноподобными частицами.

На рисунке (рис.4а) видно, что гигантские фуллерены – фуллеритовые частицы могут иметь сложное строение. «Отростки» соответствующие внутреннему слою/частице, как бы продеты в пяти/шестиугольники внешней частицы и выступают наружу. В разных индивидах было насчитано до трёх таких «слоёв» или вложенных друг в друга частиц, наподобие матрёшки. Такие наслоения могли возникнуть при циклическом изменении рН-Еh среды формирования [6].

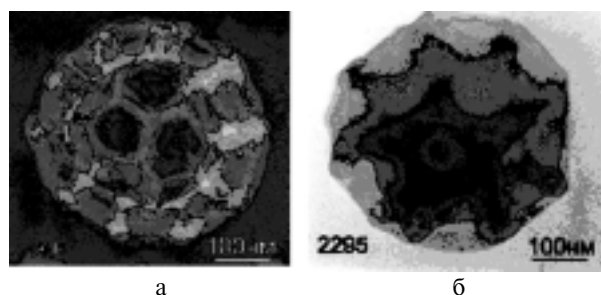


Рис. 4. Фотографии ПЭМ: «гигантский фуллерен», зафиксированный в образце минерального сырья – а, «фуллереноподобная» наночастица, зафиксированная в образце растительного сырья – б

Ранее была предложена схема образования подобных частиц (рис.5). Как отмечают авторы [10], некоторые из р – связей являются мостиками между фуллереном и фтором. Однако за-

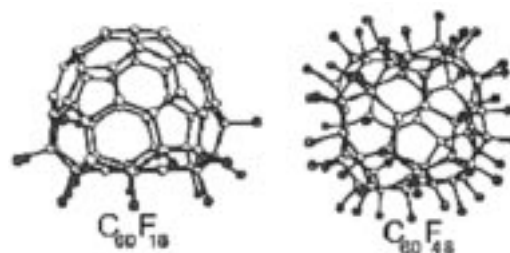


Рис.5. Схемы. Кристаллическая/молекулярная структура фторидов фуллерена  $C_{60}$  [10]

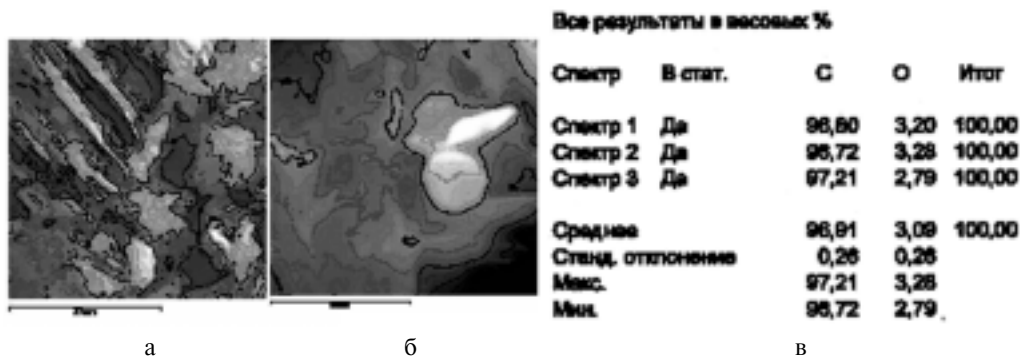


Рис.6. Фотографии (а – шкала 20мкм, б – шкала 3мкм) и распределение элементов в частице (в), полученные с помощью растрового микроанализатора.

фиксированная нами молекула намного крупнее фуллерена  $C_{60}$ . И она также имеет «связи», соответствующие ответвлениям – «рожкам», на концах которых расположены группы молекул/радикалов (фтора?).

Микродифракционная картина от этой частицы, полученная на электронном микроскопе, как и ожидалось, близка к электронограмме от аморфного вещества [11]. Аналогичным образом используемые в наших приборах виды излучений «не видят» сверхструктур опаловой упаковки.

Химический состав наноиндивидов был определён в сканирующем зондовом микроскопе – микроанализаторе JXA – 733. Исследование этого же образца показало наличие практически одного углерода (рис. 6).

Это достаточно устойчивые для условий наблюдения в электронном микроскопе образования. То есть рост этих наноиндивидов инициирован реакционной зоной, имеющей другие термодинамические параметры.

Проведены консультации с палеонтологами, микробиологами о причастности данной структуры к исследуемым ими объектам и получен отрицательный ответ. Учеными Казахстана, эта форма выделения углеродистого вещества названа Нурназеном.

Примечательно, что похожая на нурназен частица ранее была обнаружена в образце карбонизированных абрикосовых косточек [12] (рис.4б). Очевидно, это позволяет говорить об отсутствии строгой привязки к одному из процессов формирования нановещества.

Следует отметить что, исследования, проведённые на микро – и наноуровне позволили выделить особую форму упорядоченности природного образования, которое несмотря на рентгено- и электроноаморфность, очевидно, может

называться минералоидом. Наиболее вероятным видом упорядоченности должна стать частично или полностью регулируемая упаковка шаровых или глобулообразных частиц-поверхностей. Такие структуры характерны, например, для опаловых структур, широко востребованных высокими технологиями.

Каркасные частицы типа нурназена, сохраняя основное свойство нанообразований – чрезвычайно высокая доля вещества в поверхностном слое, могут играть значительную роль в выводе металл-углеродных из технологических процессов и переводе наноразмерных металлсодержащих комплексов в отходы производства. Обладая неординарными свойствами, и в первую очередь сорбционными, подобные частицы, вероятно, способны оказывать значительное воздействие на экологическую обстановку и окружающую среду.

Этот специфический объект, достаточно крупный наноиндивид с размерами около полмикрона, который повторяет форму фуллерена и содержит в себе трубчатые структуры, имеет большие перспективы использования. Такие молекулы, уникальные сами по себе, могут образовывать самостоятельные вещества и входить в структуру различных материалов.

Основной задачей дальнейших исследований является установление законов образования НИИ структур типа нурназена и поиск в природных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нужнов Ю.В. Структурная теория и моделирование энерго-содержащей структуры перемешанных турбулентных течений. // Вестник КазНУ, спец. выпуск, серия: математика, механика, информатика. 2010. – №3 (66). – С 38-44.
2. Угай Я.А. Общая химия. М.: Высш. шк. 1984. – 198с.

3. *Авдеев М. В., Тропин Т. В., Аксенов В. Л., Рошта Л., Холмуродов М.Т.* К вопросу об образовании кластеров фуллерена в сероуглероде: данные малоуглового рассеяния нейтронов и молекулярной динамики. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2008, №12.- С. 3-10.

4. *Третьяков Ю.Д.* Морфологическое разнообразие в наноразмерном мире неорганических веществ // Вестник РАН. 2010. — №7.-Т.80. — С.591-597.

5. *Кирьянова Е.В.* Осцилляции морфолого-кинетических свойств кристаллов в связи с процессами кластерообразования. ЗРМО. 2009. — С 225 — 227.

6. *Vekilov P.G.* Two-step mechanism for the nucleation of crystals from solution // *J. Cryst.Growth*. 2005. V.275, № 1-2. — P.65 -76.

7. *Astakhov M.V., Stelmukh I.V., Kapustin M.G.* Nucleation and growth of nano-particles // *Russ. Inorg. Materials*. 1996. V.32, № 4.- P.1250 -1254.

8. *Kidyarov B.I.* Thermodynamics of crystalline nanonucleus formation from liquid phase // *Journal of Structural*

*Chemistry*. New York, Springer. Supplement 1. 2004. V.45. — P.31-35.

9. Сб. статей «Исследование объектов, изменяющихся при препарировании и наблюдения в электронном микроскопе». М.: «Наука». 1966. — 127с (Стоянова И.Г. Повреждения электронно-микроскопических препаратов в процессе наблюдения. — С. 10 — 24.)

10. *Неретин И.С., Лысенко К.А., Антипин М.Ю., Словохотов Ю.Л.* Некоторые фториды фуллерена C60 //Изв. АН, сер.химич. 2002. №5. — С. 695 — 699.

11. *Шабанова Т.А., Антонюк В.И., Левин В.Л., Котельников П.Е., Глаголев В.А., Мансурова Р.М.* Структурная упорядоченность углеродистого вещества по данным электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа // Вестник КазНУ. Сер. химическая. 2004. — № 4 (36). — С. 451- 455.

12. *Mansurov Z.A., Zhylybayeva N.K., Tazhkenova G.K., Ryabikin Yu. A., Shabanova T.A., Mansurova R.M.* Carbonized sorbents on the basis of walnut shells (WS) grape kernels (GP) and apricot stones (AS). //An International Conference on Carbon «Carbon -3». 2003. July 6-10. CD.

УДК [553.044:551.24]:550.835.7

Б.С. ЗЕЙЛИК<sup>1</sup>

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ДЗЗ) И ПРИНЦИПОВ УДАРНО-ВЗРЫВНОЙ ТЕКТОНИКИ (УВТ)

The new technology of forecasting of mineral deposits (hydrocarbonic and metal) is stated. At the base of technology – principles of with of explosive shock tectonics (EST) and data of remote sounding of the Earth (RSE).

Пайдалы қазбалардың орнын болжаудағы жаңа технологияны баяндайды (көмірсутектер және металдық). Технологияның негізі – тектониканың соққылы-жарылысты қағидасы (ТСЖ) және Жерді арақашықтықтан зерделеудің мәліметтері (ЖАЗ).

Излагается новая технология прогнозирования месторождений полезных ископаемых (углеводородных и металлических). В основе технологии – принципы ударно-взрывной тектоники (УВТ) и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Значение месторождений металлических полезных ископаемых и месторождений углеводородов в экономике любого государства общеизвестно. Индустриальное развитие Республики Казахстан, намеченное Президентом Республики Н.А. Назарбаевым на ближайшие годы, является важнейшей целью всего казахстанского общества. Это определяет несомненную **практическую значимость и актуальность** предлагаемой новой технологии. **Научная значимость** опирается на впервые предлагаемое широкое действенное, а не узко обзорное использование космических снимков, – этой новейшей дистанционной информации, в целях прогноза месторождений полезных ископаемых. Космические снимки рекомендуется использовать комплексно, в соединении с большой статистической информацией о пространственном положении уже известных и разведанных за более, чем столетний период поисков и разведки месторождений нефти и газа, и за более, чем двухсотлетний период поисков и разведки месторождений металлических полезных ископаемых на территории Республики Казахстан.

**Научная значимость** освещена в многочисленных республиканских и российских (московских) публикациях [3–31], а также подтверждается Евразийским (Москва) (№000585) и Казахстанским (№7242) патентами [16,17], касающимися месторождений углеводородов, а также Казахстанским (№12039) патентом [20], касаю-

щимся месторождений металлических полезных ископаемых и Казахстанским [№ 5369] (13) патентом, касающимся прогнозов и поисков богатых месторождений ювелирных и технических алмазов [12].

Предполагается, что в результате внедрения в практику прогнозирования месторождений полезных ископаемых разработанной новой технологии представится возможность усовершенствованным и упрощенным способом выделять весьма ограниченные по площади перспективные земли (на углеводороды) и участки (на металлические полезные ископаемые, ювелирные и технические алмазы), а внутри этих перспективных земель и участков – отдельные структуры, заслуживающие постановки первоочередных поисковых геологоразведочных работ.

Что касается месторождений углеводородов, то в предшествующие годы была выполнена по заданию Комитета геологии и недропользования большая работа: «Выявление пространственных закономерностей размещения месторождений углеводородов в целях их прогноза на основе нового подхода к анализу аэрокосмогеологических и геофизических материалов на территории Казахстана».

Отчет по этой работе защищен 22.01.2002 г. на заседании Научно-технической коллегии (НТК) Комитета геологии и охраны недр МЭиМР РК. Отчёт хранится в Республиканском Центре Геологической Информации (РЦГИ «Казгеоин-

<sup>1</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

форм»). В решении НТК сказано: «Достоверность Карты закономерностей размещения месторождений углеводородов на территории Казахстана, масштаба 1:2000000, подтверждена статистическим анализом пространственного размещения 179 месторождений углеводородов Западного Казахстана. Выявленная в процессе работ корреляция зон растяжения и сжатия земной коры, устанавливаемая по данным дешифрирования космических снимков и ГСЗ, предполагает возможность использования данной методики при поисках нефти и газа».

Следует подчеркнуть, что упомянутая «Карта закономерностей...» составлена 10 лет назад и естественно не учитывает всей новейшей информации. Более того, методика определения перспективности земель за прошедшие годы значительно усовершенствована. К тому же, на этой карте недостаточно и весьма схематически дифференцирован менее изученный, но перспективный Арало-Торгайский регион. Она должна быть составлена вновь, т.е. назрела необходимость составления подобной карты нового поколения.

Тем не менее, преимущества этой десятилетней давности Карты, относительно ранее составленных для региона прогнозных карт, приводятся в статье, опубликованной в центральном российском (Москва) научно-техническом журнале «Геология нефти и газа» [22], а также в статье, опубликованной в журнале «Нефть и газ» (Алматы) [26].

**В этих статьях на основе большого фактического материала показано, что прогноз, выполненный в традиционном ортодоксальном ключе, многократно хуже прогноза, выполненного на основе использования космических снимков.**

Следует обратить внимание и на следующий факт. В журнале «Нефть и газ Казахстана» [18] приведена Схема районирования нефтегазоносных бассейнов Западного Казахстана. На этой схеме, в районе северо-восточной шельфовой зоны Каспийского моря, выделены перспективные земли в блоке двойного растяжения, что указывает на высокую вероятность обнаружения в этом блоке крупного углеводородного месторождения. Как известно, в 2002 г. именно здесь было открыто гигантское месторождение нефти Кашаган.

Помимо этого, о преимуществе новой технологии прогнозирования говорит следующее. В журнале «Нефть и газ» [28], было показано, что **структуры Курмангазы, Аташ и Тюб-Караган**, расположенные в контуре трансформационного глубинного разлома на шельфе Каспийского моря, **бесперспективны**. В связи с этим обращает на себя внимание публикация Ярослава Разумова в

газете «Панорама» №37, за 23 сентября 2011 г. В ней отмечается: «В последние годы велось разведочное бурение на таких площадях, как Аташ, Курмангазы, Тюб-Караган, Жанбай. С помощью классических методов уже подсчитали запасы, например, на Курмангазы в 900 млн. тонн извлекаемой нефти. **На бурение двух разведочных скважин было истрачено \$300 млн.** На Аташе ожидали 39 млн. тонн извлекаемых запасов, 120 млн. тонн — геологических. **Истратили на бурение \$50 млн.** Похожая картина была и с Тюб-Караганом. **Все эти четыре проекта официально решением «КазМунайГаза» закрыты. Перспектив нет, все скважины пусты».**

Подчеркнем, что аналогичные прогнозные построения, опирающиеся на принципы ударно-взрывной тектоники (УВТ) и широкое использование космической информации, в Республике и в странах дальнего и ближнего зарубежья не известны.

Все изложенное выше гарантирует высокую конкурентоспособность ожидаемых результатов, а также перспективность этого направления исследований.

Предлагаемые способы прогнозирования являются абсолютно новыми. Именно поэтому на них выданы упомянутые Евразийский [16] и Казахстанский патенты [17].

Институт Геологических Наук им. К.И. Сатпаева располагает материально — технической и кадровой обеспеченностью, необходимой для составления карт прогноза месторождений углеводородов и металлических полезных ископаемых на основе предлагаемой новой технологии.

Новая технология, как отмечено, опирается на широкое использование космических снимков. Многочисленные космические фотосъемки Земли и других планет Солнечной системы, осуществленные за столетия космической эры, показали, что поверхности всех твердых космических тел покрыты большим количеством, так называемых кольцевых структур. Этим геологическим образованиям посвящено большое количество публикаций многочисленных исследователей. Автор занимается проблемой кольцевых структур в течение полувека. Значительная часть этих структур имеет эндогенную вулканоплутоническую природу [3]. Однако, углубленные многолетние исследования показали, что среди кольцевых структур преобладают космогенные импактные кольцевые структуры астероидно-метеоритной и кометной природы [4-11].

Высокую рудоконтролирующую и нефтегазоллокализирующую роль кольцевых структур,



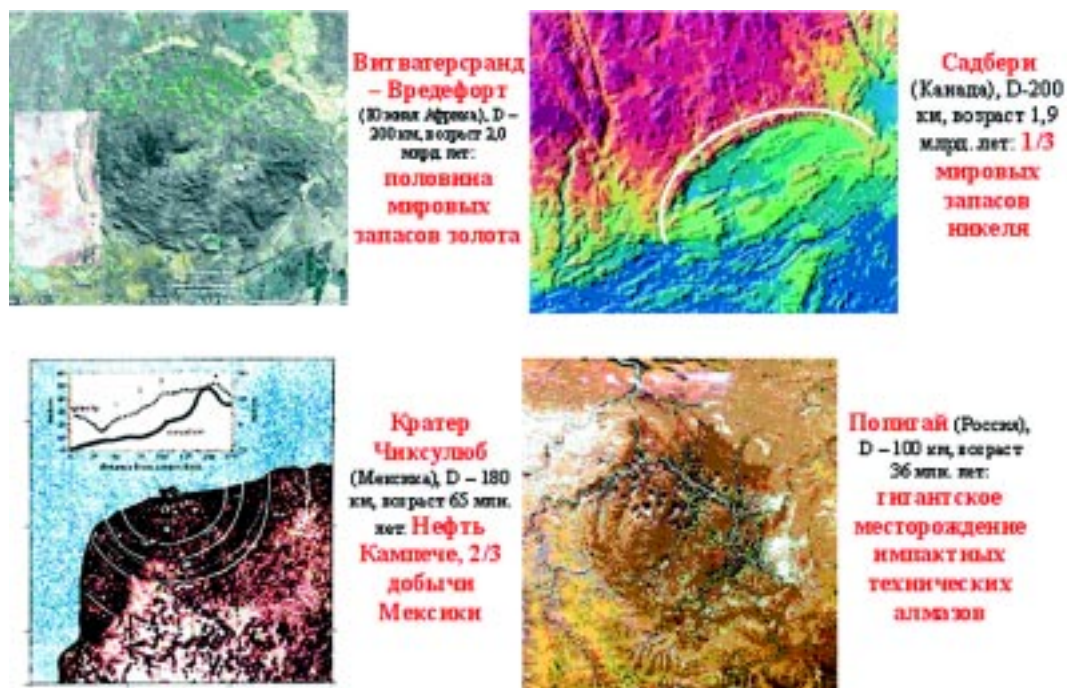


Рис.1. Космические снимки районов крупных космогенных кратеров, с которыми связаны месторождения полезных ископаемых

включая космогенные (на что следует обратить особое внимание), демонстрируют 4 метеоритных кратера, информация о которых приведена в фундаментальной работе Президиума РАН, выполненной под кураторством Вице – Президента РАН академика Н.П. Лаврова [32] (рис. 1).

Нужны ли космические снимки для прогнозирования месторождений нефти и газа? Если задать такой вопрос геологам, занимающимся поисками месторождений углеводородов, то ответ в большинстве случаев будет положительным. Пятьдесят лет космической эры обязывают к такому ответу. Иного ответа ожидать не приходится. Однако не нужно думать, что космические снимки в действительности эффективно применяются при прогнозировании. В лучшем случае их используют при обзорной характеристике районов исследований, не более. Эйфория 70-х, 80-х годов, когда при геологоразведочных организациях создавались специализированные партии с целью внедрения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в прогнозы и поиски месторождений нефти и газа, да и других месторождений, давно прошла. Партии эти давно расформированы, ещё в советские времена. Основным методом прогнозов и поисков месторождений нефти и газа в данное время является сейсморазведка. Эйфория по поводу космических снимков давно сменилась устойчивым скепсисом.

И, тем не менее, есть все основания, чтобы утверждать: применение космических снимков делает прогноз месторождений углеводородов во много раз более достоверным, чем прогнозирование с применением традиционных классических методик.

В настоящий момент в Казахстане существует две карты регионального нефтегазогеологического районирования, составленных с целью прогнозирования месторождений нефти и газа на территории Республики: широко известная «Карта прогноза нефтегазоносности Казахстана» масштаба 1:2500000, составленная в 2000 г. крупными геологами-нефтяниками [2] и упомянутая выше «Карта закономерностей размещения месторождений углеводородов на территории Казахстана» масштаба 1:2000 000, составленная в 2001 г. автором.

Объяснительной запиской к первой карте является опубликованная монография [2]. Объяснительной запиской ко второй карте является упоминавшийся выше отчёт, который, как отмечено, хранится в Республиканском Центре Геологической Информации (РЦГИ «Казгеоинформ»).

Методики составления названных карт принципиально различны. Основным отличием «Карты прогноза ...» от «Карты закономерностей...» является широкое использование во второй карте данных дистанционного зондирования



Земли (Д33), при полном игнорировании этой новейшей информации в первой карте, что подтверждается отсутствием упоминаний в объяснительной записке о каком бы то ни было использовании космической информации при ее составлении.

Доказательством того, что при составлении этой карты никак не привлекались результаты, каких бы то ни было космических исследований, никак не использовались космические снимки, является компьютерный анализ текста, прекрасно написанной и содержащей огромное количество ценнейшей информации упомянутой книги [2]. В нём нигде не обнаружены ни в одном из шести падежей слова «космос», «космические исследования», «космические снимки», «дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)», хотя в книге, как показал компьютерный анализ, содержится в общей сложности 77950 слов.

Книга содержит 248 страниц текста, в котором обобщаются материалы, полученные благодаря труду нескольких поколений геологов, содержится огромное количество фактов, касающихся нефтегазоносности огромной территории. Она в высшей степени информативна и является региональным обобщением. Тем более удивительно, что книга, касающаяся нефтегазового потенциала огромной страны, входящей в первую десятку стран Мира по количественной оценке углеводородных ресурсов, содержащихся в её недрах, игнорирует такой важнейший новый источник региональной информации, каким являются космические снимки.

«Карта прогноза нефтегазоносности Казахстана» составлена в традиционном плане, при котором «прогноз нефтегазоносности базируется на принципе детального структурно-формационного анализа осадочного чехла, так как именно этот принцип лежит в основе нефтегазогеологического районирования. Этот принцип предусматривает учёт степени прослеживаемости и характера ограничения в пространстве литолого-стратиграфических комплексов и структурных элементов осадочного чехла — основного объекта поисков нефти и газа» [2]. При прогнозировании в традиционном плане в анализ вовлекаются сравнительно небольшие площади и ограниченное число известных месторождений углеводородов.

«Карта закономерностей размещения месторождений углеводородов на территории Казахстана» составлена на основе широкого использования данных дистанционного зондирования Земли и принципов ударно-взрывной тектоники

(УВТ). Концепция ударно-взрывной тектоники, разработана на протяжении 40 лет в основном на казахстанском материале. Она опирается на широкое использование данных, извлекаемых из космических снимков Земли, а также на данные сравнительной планетологии [4-9,11]. Широкое использование космической информации и принципов ударно-взрывной тектоники позволяет вовлекать в анализ несравнимо более обширные территории (в конкретном случае, в юго-восточной прибортовой зоне Прикаспийской впадины, в анализ вовлекается территория в 200 раз превышающая площадь, анализируемую при традиционных прогнозных построениях) и многократно большее (в 13 раз) число месторождений нефти и газа, что делает прогноз гораздо более достоверным [22,26].

Сравнение этих карт указывает на явное преимущество методики, опирающейся на широкое использование такой новейшей информации, какой являются космические снимки. В частности, в статье [22] было показано, что на «Карте закономерностей...» из 103 ранее выявленных нефтегазоперспективных структур, расположенных в границах Западного Казахстана и выведенных из бурения с отрицательным результатом, подавляющая часть (88, или 85,4%) находится за пределами перспективных земель, выделенных на этой карте. В перспективные земли попало только 15 подобных структур, или 14,6%. Иная картина была выявлена при анализе «Карты прогноза...», составленной по традиционной методике. На ней из 103 нефтегазоперспективных структур, выведенных из бурения с отрицательным результатом, 58 структур, или 56,3%, попадают в перспективные земли, что почти в 4 раза хуже. Подобная же, но более впечатляющая картина устанавливается и по локальным площадям, где сравнение производится по конкретным скважинам.

В качестве примеров в статье [26] приведены фрагменты сравниваемых карт по юго-восточной и северной прибортовым зонам Прикаспийской нефтегазоносной провинции.

В примере по юго-восточной прибортовой зоне показаны земли, в границах которых в период с 1967 г. по 2000 г. пробурены 23 глубоких скважины с общим объёмом бурения порядка 78 000 п. м. В этих скважинах залежи углеводородов не обнаружены.

Этому результату соответствует прогноз, показанный на «Карте закономерностей...». Здесь в перспективные земли из 23 «пустых» скважин попадает только одна, т.е. 4%.

На «Карте прогноза...» в высокоперспективные и перспективные земли попадает 20 из 23 «пустых» скважин, т. е. 87%. Это хуже почти в 22 раза.

В примере по северной прибортовой зоне показано преимущество прогноза, показанного на «Карте закономерностей...» в сравнении с «Картой прогноза...» в 19 раз.

Таким образом, нефтегазогеологическое районирование, выполняемое с целью построения карт прогноза нефтегазоносности, должно выполняться только с привлечением новейшей, но не локальной, как это делается при традиционном прогнозировании, а именно региональной информации, в самом широком значении этого слова, которая не может быть получена без дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космического пространства.

На предлагаемый способ прогнозирования, как отмечено, получены казахстанский и евразийский патенты [16,17]. Этому способу прогнозирования посвящена серия публикаций в казахстанских и московских журналах [14,18,22,24-31], а также в материалах ряда Международных Геологических Конгрессов. В частности, на

XXXII-ой (Италия, Флоренция, 2004 г.) и XXXIII-ей (Норвегия, Осло, 2008 г.) Международные Геологические Конгрессы представлялись Космогеологические карты Казахстана. В 2004 г. представлялась Космогеологическая карта масштаба 1:1500000 [21], в 2008 г. Космогеологическая карта масштаба 1:1000000 [25]. Показанные на этих картах крупные космогенные кольцевые структуры, выявленные по космическим снимкам за много лет ранее, были приняты как основа для прогноза при составлении «Карты закономерностей...» в 1999 и 2000 г.г.

Что касается месторождений металлических полезных ископаемых, то необходимо отметить следующее.

К. И. Сатпаев придавал большое значение вопросам геологии рудных месторождений и минеральных ресурсов Казахстана, в частности разработке принципов и методов составления прогнозных металлогенических карт полезных ископаемых. Будучи одним из создателей отечественной металлогенической науки и основоположником казахстанской школы металлогении, он разработал комплексный метод металлогенического анализа, решил многие вопросы теории

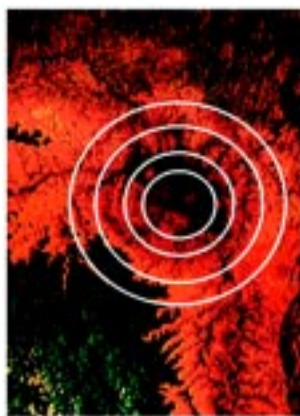


Рис.2-1.

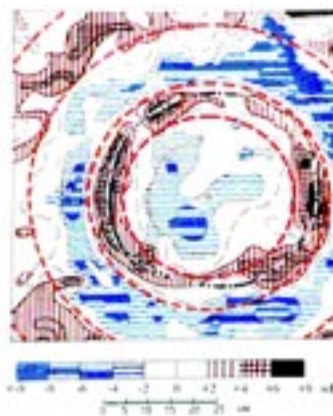


Рис.2-2.

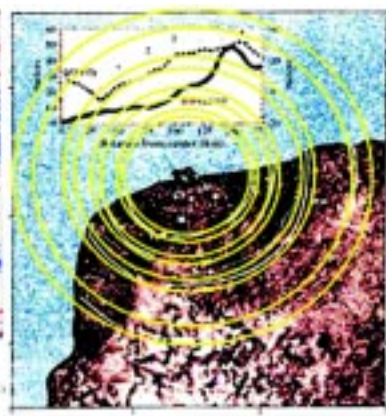


Рис.2-3.

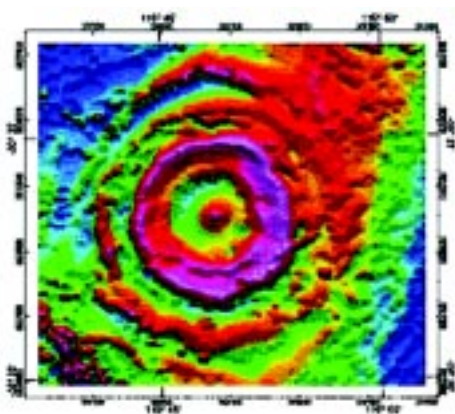


Рис.2-4.

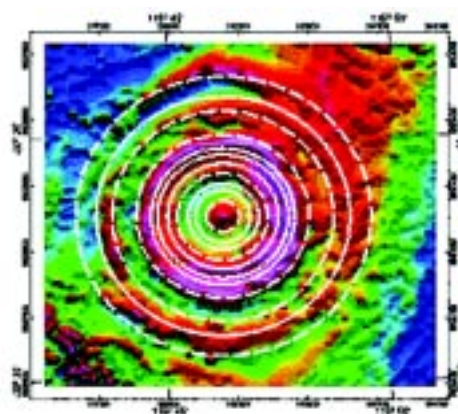


Рис.2-5.

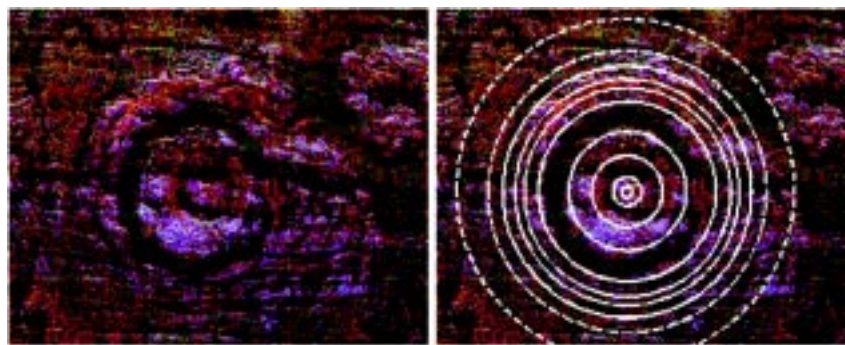


Рис. 2-6,

Рис. 2-7.

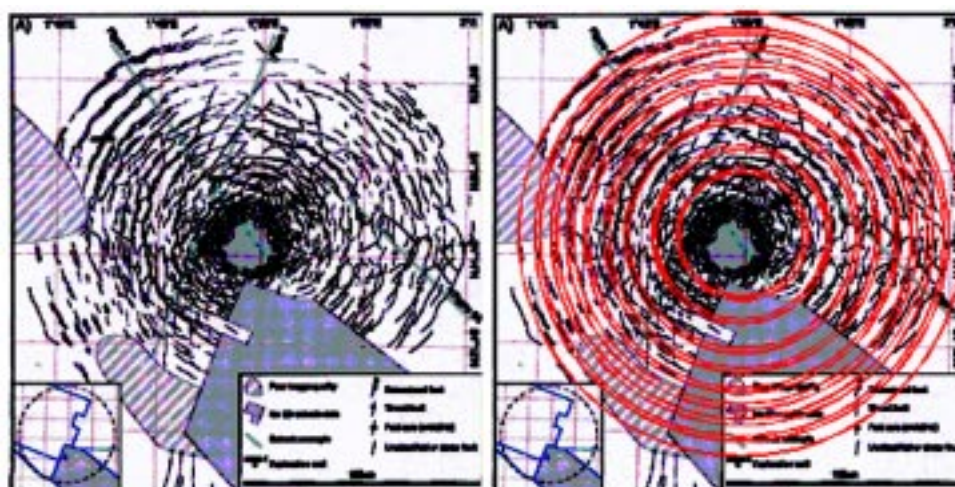


Рис. 2-8.

Рис. 2-9.

Рис. 2. Концентрические зоны растяжения и сжатия, проявленные в астроблемах различного диаметра.

Рис. 2-1. Импактный кратер – Попигайский, расположен на севере Красноярского края, в России. Диаметр этого кратера – 100 км. Показаны контуры зон растяжения и сжатия. Рис. 2-2. Зоны растяжения и сжатия Попигайского кратера отчетливо запечатлены на гравиметрической карте. Рис. 2-3. Громадный космогенный кратер Чиксулюб на полуострове Юкатан, в Мексике. Диаметр 180 км. Белыми дугами показаны осевые линии кольцеобразных гравитационных максимумов, отвечающих зонам сжатия. Зоны сжатия и растяжения оконтурены желтыми окружностями. Рис. 2-4, 2-5. Концентрические зоны в аномальном магнитном поле астроблемы Ялали, расположенной в Австралии. Поперечник астроблемы 13 км. Рис. 2-6, 2-7. Концентрические зоны растяжения и сжатия, проявленные в рельефе: астроблема Aouounga, выявленная радиолокационной космической съемкой в песках Сахары, к северу от озера Чад. Поперечник астроблемы 12 км. Рис. 2-8, 2-9. Концентрические зоны растяжения и сжатия, проявленные в сейсмическом волновом поле: кратер Силверпит (Серебряная яма), выявленный в результате проведения 3-D сейсморазведки в Северном море. Поперечник астроблемы 19 км.

Во всех случаях обращает на себя внимание правильность окружностей зон растяжения и сжатия в этих относительно небольших астроблемах

рудообразования и прогноза месторождений полезных ископаемых. Им многое сделано для изучения и раскрытия недр Казахстана, организации широких комплексных металлогенических исследований, направленных на быстрейшее выявление новых месторождений и на расширение минерально-сырьевой базы страны. В развитие идей К. И. Сатпаева по прогнозу месторождений полезных ископаемых предлагается новая методика регионального и локального прогнозирования месторождений металлических полезных ископаемых на основе принципов ударно-взрывной тектоники и данных ДЗЗ [4-8, 10, 11, 19, 20, 24, 25].

Исследования, выполненные в прошлом десятилетии в основном нефтегазоносном регионе

страны – Западном Казахстане, а также в Южном Торгае, показали, что в пространственном размещении месторождений углеводородов существует строгая закономерность. Основная масса месторождений, в которых сосредоточена подавляющая часть выявленных запасов углеводородов, оказалась приуроченной к концентрическим зонам разуплотнения горных пород, разделённых зонами сжатия, в гигантских ударно-взрывных космогенных кольцевых структурах – гиаблемах [14-18, 21, 22, 44].

Концентрические зоны растяжения и сжатия являются характерной особенностью космогенных ударно-взрывных кольцевых структур любых диаметров (рис.2).



В соответствии с флюидодинамической концепцией образования месторождений полезных ископаемых, выдвинутой Б.А.Соколовым и В.И.-Старостиным [42], можно было предположить, что подобный структурный контроль должен проявиться в пространственном размещении месторождений как металлических, так и неметаллических полезных ископаемых, так или иначе связанных с гидротермальной деятельностью, т.е. с флюидодинамическими процессами. Очевидно, что основную массу месторождений, связанных с флюидодинамическими процессами, составляют месторождения металлических полезных ископаемых. В меньшем количестве присутствуют месторождения неметаллов: пьезооптического кварца, горного хрусталя, халцедона, в том числе цветного, агата, агата мохового, агальматолита, оптического флюорита, бирюзы и др. Выполненный анализ территориального распределения таких месторождений подтвердил эту мысль.

Логично было предположить, что наиболее выраженную рудоконтролирующую роль, для основной массы месторождений, связанных с флюидодинамическими процессами, могут «осуществлять» наиболее древние зоны растяжения-разуплотнения, соподчинённые с ярко проявленными геологическими структурами. Такими геологическими структурами являются дуги палеозойда Казахстана, впервые выделенные и описанные много лет назад академиком НАН Казахстана Е.Д. Шлыгиным [43].

Дуги эти выразительно запечатлены в любых по возрасту геологических образованиях большей части территории страны [33,36]. Они находят отчётливое проявление в локальных аномалиях силы тяжести [34,35,], в аномальном магнитном поле [37] и являются, по нашему мнению, структурными составляющими Казахстанской гигантской астроблемы-гиаблемы, кратко описанной в [21,25]. Опираясь на положение геометрического центра Казахстанской гиаблемы, который располагается в 40-50 км юго-западнее Семипалатинска, а также на пространственное размещение известных, явно преобладающих, месторождений металлических полезных ископаемых и присутствующих в значительно меньшем числе месторождений неметаллических полезных ископаемых [38,41], на всей огромной площади Казахстана, были построены дугообразные зоны растяжения и сжатия Казахстанской гиаблемы. При этом были исключены Западно-Казахстан-

ская нефтегазоносная территория и территория Рудного Алтая, для которых подобные построения должны быть выполнены отдельно. Все построения выполнены в соответствии с принципами ударно-взрывной тектоники (УВТ), которые неоднократно освещены в многочисленных публикациях [4-11,19] и описаниях к патентам [16,17,20].

Методика построения зон растяжения и сжатия проста. Геометрические центры КС определяются по результатам дешифрирования космических снимков, по рельефу, построенному по радиолокационным космическим снимкам, по топографическим, геофизическим и иным картам, на которых отображается кольцевая структура. На геометрическом центре КС закрепляется жёсткая палетка-линейка, свободно вращающаяся вокруг центра. Длина палетки-линейки должна соответствовать размеру радиуса влияния каждой конкретной кольцевой структуры. В данном случае, радиус влияния Казахстанской гиаблемы, в масштабе карты, определяется внешним радиусом дуг палеозойда Казахстана, которые, как отмечено, ярко запечатлены в геологии и геофизических полях. При вращении палетки-линейки вокруг центра КС, закрепленного на Карте полезных ископаемых Казахстана [38,41], месторождения полезных ископаемых «нанализуются» на неё, т.е. отмечаются меткой, соответствующей масштабу месторождения. В результате на палетке возникают плотные скопления таких меток – максимумы. Эти максимумы принимаем за нечётные концентрические зоны-растяжения: I, III, V, VII, IX, XI, характеризующиеся большим числом месторождений. Эти максимумы разделяются пространствами-минимумами, где месторождения присутствуют в заметно меньшем числе, либо отсутствуют вообще. Пространства-минимумы рассматриваем, как чётные концентрические зоны сжатия: II, IV, VI, VIII, X. Месторождениям в зависимости от их масштаба, указанного на Карте полезных ископаемых [38,41], придаётся определённый вес в виде одной (малые месторождения) или нескольких (средние, крупные и очень крупные месторождения) единиц запасов. Подтверждением правильности такой методики является нахождение в зонах сжатия небольшого числа преимущественно только малых месторождений. Поэтому в зонах сжатия в большинстве случаев количество единиц запасов соответствует числу месторождений. Охарактеризованные построения на-

глядно проиллюстрированы и подробно описаны в статье «Новая методика регионального и локального прогнозирования месторождений металлических полезных ископаемых на основе принципов ударно-взрывной тектоники и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)» [Геология и охрана недр, Алматы, 2009, №1(30), с.75-84].

Территориальное положение месторождений диктуется и предопределяется геологией рамы, т.е. возрастом и составом вмещающих толщ, возрастом и составом рудоносных интрузивов, тектоническими рудовмещающими структурами, т.е. особенностями геологического строения. Геологическое строение пространства, в котором размещается месторождение, определяют, сопровождающие его геофизические и геохимические поля, соответствующие данные геохронологии. Таким образом, в пространственном положении каждого месторождения «учтена вся геологическая информация». Это наиболее существенно и важно при прогнозных построениях. В рассмотрении деталей геологии на данном этапе нет необходимости.

Возраст Казахстанской гигантской космогенной кольцевой структуры соответствует рубежу ордовикской и силурийской систем. Для более точного воспроизведения зон растяжения и сжатия, до их построения, была выполнена их реконструкция путем смещения восточного блока Казахстана по Центрально-Казахстанскому разлому-сдвигу в северном направлении на 80-90 км. Этот относительно молодой сдвиг, нарушающий целостность ансамбля дуг палеозойд Казахстана, в его северной части, был детально описан В.Я.Кошкиным [39]. Сдвиг отчётлив как в северной, так и в южной его части, на всех региональных картах аномального магнитного поля [37].

Ранее нами была описана реконструированная по данным аномального магнитного поля Казахстана, нарушенная этим сдвигом, Прибалхашско-Илийская гигантская космогенная кольцевая структура, хорошо выраженная в этом поле [7]. Рассматриваемый сдвиг выразительно проявлен на Геологической карте Казахстана масштаба 1:1 000 000.

При построении карт прогноза месторождений полезных ископаемых регионального масштаба необходимы, по меньшей мере, два-три этапа построений, опирающихся на крупные и гигантские космогенные структуры. В качестве

примера, в упомянутой выше статье, в соответствии с описанием изобретения, приведенном в патенте [20], выполнены региональные прогнозы первой и второй стадии.

Локальное прогнозирование месторождений металлических полезных ископаемых на основе принципов ударно-взрывной тектоники и данных ДЗЗ может осуществляться в границах проявления космогенных кольцевых структур значительно меньших диаметров.

Методика таких прогнозных построений была показана ранее на примере Семейтауской кольцевой структуры, в зоне влияния которой находится ряд золоторудных месторождений разных масштабов [19], в том числе такие значительные по запасам золота месторождения как Суздальское и Жанан [38]. Зона влияния этой явно космогенной кольцевой структуры охватывает пространство с диаметром в 215 км, т.е. около 36300 кв. км.

По мнению ряда крупных геологов Семейтауская кольцевая структура по золотонасыщенности превосходит все известные рудные районы и узлы Казахстана. На примере этой структуры показано [19,20] как могут выделяться наиболее перспективные для постановки поисковых работ на металлические полезные ископаемые, в частности, на золото, ограниченные площади и участки, располагающиеся в местах взаимного наложения концентрических зон растяжения кольцевых структур и пересекающих их линейных рудных зон. Демонстрируется также вычленение высокоперспективных территориальных блоков взаимного перекрытия кольцевых структур, располагающихся по соседству [19,20].

В заключение необходимо подчеркнуть, что приуроченность крупных штокверковых медно-порфириновых месторождений [8,10], а также медно-никелевых месторождений [32] к астроблемам [40] с диаметрами, измеряющимися первыми километрами и десятками километров, является твёрдо установленным фактом.

Ярким примером приуроченности к крупной древней астроблеме Вредефорт является пространственное размещение «золотоуранового месторождения Витватерсранд, которое на протяжении многих десятилетий давало более половины мировой добычи золота» [32]. Не менее интересной представляется пространственная приуроченность к кольцевым структурам рудного поля Мурунтау (Узбекистан) [24], а также крупных золоторудных месторождений в субпровинции

Абитибби (Канада). Кстати, вероятнее всего, эти кольцевые структуры имеют импактную природу. На это, в частности, указывают планарные структуры, установленные нами в шлифах из кварцевых жил на месторождении Мурунтау много лет назад.

Таким образом, исследование малых астроблем в прикладных поисковых целях [8, 10, 11, 19, 20], в рамках локального прогноза месторождений полезных ископаемых, является современной актуальной задачей геологоразведчиков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневикий С.А. Астроблемы. Новосибирск. ООО «Нонпарель». 2007. 288 с.
2. Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А., Пилифосов Д.М. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана // Нефть и газ. 2002. Т.3. 248 с.
3. Зейлик Б. С. О реликтах крупных палеозойских вулканов в Центральном Казахстане и возможности использования высотных фотоснимков с целью обнаружения подобных структур // Москва. Изв. АН СССР. Сер. геол. 1968. №4. С. 74-90.
4. Зейлик Б.С., Сейтмуратова Э.Ю. Метеоритная структура в Центральном Казахстане и её магмородо-контролирующая роль // Москва. ДАН СССР. 1974. Т.218. №1. С. 167-170.
5. Зейлик Б.С., Сейтмуратова Э.Ю. Метеоритные структуры Казахстана, их тектономагматическая и рудоконтролирующая роль. В кн.: Магматические и метаморфические комплексы Казахстана (тезисы 2-го Казахстанского петрографического совещания). Алма-Ата. «Наука». 1974. С. 35-37.
6. Зейлик Б.С., Сейтмуратова Э.Ю. Метеоритные структуры Казахстана и ударно-взрывная тектоника // Алма-Ата. Изв. АН Каз ССР. Сер. геол. 1975. №1. С. 62-76.
7. Зейлик Б.С. Прибалхашско-Илийская космогенная структура и прогноз медно-никелевого оруденения в Северном Прибалхашье // Москва. ДАН СССР. 1975. Т.222. №6. С. 1410-1413.
8. Зейлик Б.С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника). Москва. ВИЭМС. Геоинформ. 1978. 56 с.
9. Зейлик Б.С. Космогенные структуры Казахстана и интерпретация кольцевых структур, выраженных в аномальном магнитном поле на территории СССР // Алма-Ата. Изв. АН Каз ССР. Сер. геол. 1976. №3. С. 69-75.
10. Зейлик Б.С., Литвинцев С.А., Сейтмуратова Э.Ю. О признаках космогенных взрывов на меднопорфировых месторождениях Актогай и Айдарлы (Южный Казахстан). ДАН СССР. Москва. 1984. Т. 276. № 1. С. 187-191.
11. Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и краткий очерк тектоники плит. Алма-Ата. «Гылым». 1991. 120 с.
12. Зейлик Б.С. Мир на пороге открытия богатых месторождений ювелирных алмазов // Минеральные ресурсы Казахстана. 1997. №2. С. 74-78.
13. Зейлик Б.С. Способ поиска богатых и традиционных коренных месторождений ювелирных и технических алмазов и сопутствующих им россыпей. Патент №5369. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 16.07.2001, бюл. №7. KZ(A) №5369, бюл. №4, 15.10.1997.
14. Зейлик Б.С., Зозулин А.В. Космогенная природа Прикаспийской и Ишимской впадин Казахстана по данным региональных сейсмических исследований. Межд. геофиз. конфер. и выст. EG-EAGO. Москва. 16-20.08. 1993. Сб. реф. № 1. С. 404.
15. Зейлик Б. С. Астроблема – ключ к нефти и газу / Нефтегазовая вертикаль. Москва. 1999. № 8. С. 58-63.
16. Зейлик Б. С. Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов. Бюллетень Евразийского патентного ведомства. Изобретения (евразийские заявки и патенты). Москва. 1999. №6. С.155.
17. Зейлик Б. С. Способ прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов. Официальный бюллетень Патентного ведомства Республики Казахстан «Промышленная собственность». Алматы. 1999. № 2-1 (33). С.120.
18. Зейлик Б. С., Сыдыков К. Ж. Взгляд из космоса ведет к месторождениям нефти и газа // Нефть и газ Казахстана (Oil and Gas of Kazakhstan). Алматы. 1999. № 6. С. 38-46.
19. Зейлик Б.С. Астроблема Семейтау и её рудоконтролирующая роль // Отечественная геология. Москва. 2001. №6. С.65-70.
20. Зейлик Б.С. Патент №12039 на изобретение: Способ Зейлика прогнозирования перспективных площадей для поиска месторождений металлических полезных ископаемых. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 05.07.2002.
21. Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Омаров Б.С. Космогеологическая карта Казахстана м-ба 1:1500000 и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. Материалы XXXII Международного геологического конгресса в г. Флоренция. Италия. 2004.
22. Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Сыдыков К.Ж. Гигантские астроблемы Западного Казахстана и новый способ прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах Мира // Геология нефти и газа. Москва. 2004. № 2. С. 48-55.
23. Зейлик Б.С., Кузовков Г.Н. Проблема формирования платформенных депрессий, взрывных кольцевых структур и космическая защита Земли для сохранения жизни на планете // Отечественная геология. Москва. 2006. № 1. С. 78-82.
24. Зейлик Б.С. Новая идея прогнозирования месторождений полезных ископаемых и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады. Т.5. Москва. 2007. С.97-100.
25. Зейлик Б.С., Уразаева С.Б., Петровский В.Б., Сейтмуратова Э.Ю., Есбулатова З.М. Космогеологическая карта Казахстана м-ба 1:1000000, прогноз месторождений полезных ископаемых и проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. Матери-

алы XXXIII Международного геологического конгресса в г. Осло, Норвегия. 2008.

26. Зейлик Б.С. Современные методы регионально-го прогнозирования нефтегазоносности // Нефть и газ. Алматы. 2009. №2(50). С.23-38.

27. Зейлик Б.С., Мурзадилов Т.Д., Кадыров Д.Р. Ударно-взрывная тектоника – новая стратегия прогноза месторождений нефти и газа // Нефть и газ. Алматы. 2009. №3. С.24-30.

28. Зейлик Б.С., Подколзин В.Ф. Трансплатформенный глубинный разлом – рифт и прогноз месторождений в его обрамлении // Нефть и газ. Алматы. 2009. №6. С.9-21.

29. Зейлик Б.С., Надиров Н.К., Кадыров Д.Р. Новая методика прогнозирования месторождений нефти и газа // Нефть и газ. Алматы. 2010. №5. С.105-120.

30. Зейлик Б.С., Надиров Н.К., Уразаева С.Б., Кадыров Д.Р. К новому методу прогнозирования месторождений нефти и газа в осадочных бассейнах Мира // Нефть и газ. Алматы. 2011. №2 (62). С.13-31.

31. Зейлик Б.С., Мурзадилов Т.Д. Образование многокольцевых структур при космогенных взрывах и прогнозирование месторождений углеводородов // Нефть и газ. Алматы. 2011. №5 (65). С.105-122.

32. Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Гл. ред. Н.П. Лавров. Москва. ИГЕМ РАН. 2007. С.72.

33. Карта каледонской структуры Казахстана и сопредельных территорий. Масштаб 1:1500000. Гл. редакторы А. А. Абдулин, Ю. А. Зайцев. 1976. Врезка: Карта распространения докембрийских складчатых комплексов Казахстана и сопредельных территорий. Масштаб 1:5000000. Составил Ю.А.Зайцев.

34. Карта локальных аномалий силы тяжести Казахской ССР и прилегающих территорий союзных республик. Масштаб 1:1500000. Гл. редакторы Т. А. Акишев и И. Ю. Шнейдер. 1984.

35. Карта локальных аномалий силы тяжести Республики Казахстан. М-б 1:1000000. Гл. редактор Даукеев С.Ж. 1997.

36. Карта рудоносных и нефтегазоносных полей Казахской ССР и прилегающих территорий союзных республик. Масштаб 1:1500000. Карта составлена под руководством Беспалова В.Ф., редакторы Абдулин А.А., Беспалов В.Ф., Волков В.М., Никитченко И.И., Чакабаев С.Е., Чимбулатов М.А.. 1990.

37. Карта аномального магнитного поля территории Республики Казахстан. М-б 1:1000000. Авторы: Аширов Б.М., Григорьев В.Н., Игнатюк О.В. (отв. исполнитель), Нусипов Н.Н., Черных Л.В. Гл. редактор Ужкенов Б.С., зам. гл. редактора Акылбеков С.А., Мазуров А.К., Сайдуакасов М.А.

38. Карта полезных ископаемых Казахстана. М-б 1:1000000. Гл. редактор Ужкенов Б.С. Алматы. 2003.

39. Кошкин В.Я. Центральное-Казахстанский сдвиг // Геотектоника. 1969. №1. Москва. С.52-67.

40. Масайтис В.Л., Данилин А.Н., Машак М.С. и др. Геология астроблем. Ленинград. 1980. 231 с.

41. Полезные ископаемые Казахстана: Объяснительная записка к Карте полезных ископаемых Казахстана масштаба 1:1000 000 / Никитченко И.И. Ужкенов Б.С. (Гл. ред.), Акылбеков С.А., Бекжанов Г.Р. и др. Кокшетау. 2002. 188 с.

42. Соколов Б.А., Старостин В.И. // Флюидодинамическая концепция образования месторождений полезных ископаемых (углеводородных, металлических и неметаллических). Смирновский сборник-97. М.: Фонд им. акад. В.И.Смирнова. 1997. С.99-147.

43. Шлыгин Е.Д. О сходстве тектонического рисунка Центр.-Казахстанской и Яно-Колымской складчатых областей // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1976. № 3. С. 1-12.

44. Takanori Naito (INPEX CORPORATION, г. Джакарта, Индонезия). A giant impact crater Late Paleozoic tectonic evolution of the Precaspian Basin // Нефть и газ. Алматы. 2011. №6(66). С.121-134.

УДК 556.32 (574.13)

Ж. СЫДЫКОВ<sup>1</sup>

## СТОК ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ АКТЮБИНСКОГО СЕМИРЕЧЬЯ

Ақтөбе облысы аймағында жеті өзен бар екені, оларды автор Ақтөбелік жетісу деп атағаны айтылған. Бұл арада пайда болған жер асты су ағынының әр км<sup>2</sup> дегі мөлшері 0,05-1,0 л/с аралығында болады.

На территории Актыубинской области, названной автором Актыубинским Семиречьем, формируется подземный сток. Средняя величина его с каждого км<sup>2</sup> площади изменяется в пределах 0,05-1,0 л/с.

In the article in the Alctobe region, called author's of Alctobe Seven Rivers formed an underground water flowing. Middle its-value from each square kilometers of area varies in the range 0.05-1.0 l/s.

Исследователями Жетысу (Семиречье) давно названа территория в юго-восточной части Казахстана, в основном в пределах Алматинской области. Здесь все реки берут начало в горах и текут в одном направлении – в сторону оз. Балхаш.

Многие годы приходилось нам работать в Западном Казахстане, в северо-восточной части которого также выделяются семь рек. Они расположены на территории одной – Актыубинской области. Это следующие реки (с северо-запада на юг и восток): Уил, Хобда (или Большая Хобда), Илек, Сагиз, Эмба (Жем), Орь и Иргиз. Каждая из них в своих верховьях имеют по несколько притоков, которые также находятся на территории Актыубинской области. Поэтому этот регион вполне может быть назван территорией Актыубинского Семиречья (Жетысу). Однако их истоки находятся не только в горах Южного Уралтау (где формируется р. Каргалы – один из притоков Илека) и Мугалжар (реки Эмба и Иргиз), но большей частью образуются в пределах возвышенной равнины Подуральского плато – реки Уил, Сагиз, Большая Хобда, а также р. Орь, которая берет начало на водораздельной равнине между хребтами Южного Уралтау и Мугалжар.

Названные реки текут не в одном, а в разных направлениях: р. Илек, в которую за пределами Республики впадает р. Большая Хобда, а также р. Орь текут в северо – западном и северном направлениях и впадают в крупную реку Урал, которая берет начало далеко за пределами Актыубинской области – в горах Южного Урала

на территории России. Река Уил, Сагиз и Эмба текут в основном на запад и юго-запад, за исключением притоков Уила – р. Киил и Эмбы – р. Темир, которые направлены на юг и теряются в озерно-соровых понижениях Прикаспийской низменности, в соседней Атырауской области. Река Иргиз течет первоначально в южном, а к западу от поселка одноименного названия в юго-восточном направлении и впадает в р. Торгай, также теряется в озерно-соровом понижении в юго-восточной части Актыубинской области.

Долины Актыубинского Семиречья большей частью сравнительно неглубокие – от 2-5 до 10-20 м и дренируют верхние водоносные горизонты четвертичных, палеогеновых, верхнемеловых и отчасти нижнемеловых (главным образом альб-сеноманских) отложений в пределах Подуральского плато и на юго-востоке Прикаспийской низменности. Исключение составляют реки Большая Хобда, Илек и Орь, впадающие, как отмечено, в р. Урал, а также р. Иргиз. Удельная величина (модуль) подземного стока с единичной площади (км<sup>2</sup>) колеблется в среднем за год от 0,05-0,10 л/с – в западной и юго-западной частях Подуральского плато и на северо-востоке хребта Мугалжар до 0,3-0,5 л/с – в предгорных зонах Южного Уралтау и Западного Примугалжарья [1-2]. Питание подземных вод здесь происходит, главным образом, в результате инфильтрации атмосферных осадков и отчасти путем фильтрации воды временных водотоков весной и осенью. Главной областью питания подземных вод района в целом служат территории хребтов

<sup>1</sup> Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Ч. Валиханова, 94. Институт гидрогеологии и геоэкологии У.М. Ахмедсафина.





Рис. Бассейн Актыбинского Жетысу  
1 – модуль подземного стока, л/с-км<sup>2</sup>, 2 – горы и их границы, 3 – госграница

Южного Уралтау, западной и юго-западной частей Мугалжар, где величина подземного стока достигает 0,5–1,0 л/с. км<sup>2</sup> (см. рис.).

В результате дренирования подземных вод верхних горизонтов названных отложений образуется поверхностный сток рек. Средние многолетние расходы в средних течениях рек составляет (м<sup>3</sup>/с): Илека – 20,8, Эмбы – 17,5, Большой Хобды – 16,0, Ори – 10,8, Уила – 8,7, Иргиза – 7,5 и Сагиза – 1,6 [3], в сумме 82,9 л/с, или 2611,3 млн. м<sup>3</sup> в среднем за год. В различные по водности годы расход рек изменяется от 650 до 7550 млн. м<sup>3</sup>/год. Изменчивость годового стока рек составляет от 0,5 – 0,7 – в горах и на севере до 1,2 – 1,5 – на юге и юго-востоке района [3]. Поскольку подземный сток играет основную роль в питании рек, то и в нем устанавливается аналогичная зависимость.

По интенсивности питания подземных вод на западе Южного Уралтау достаточно четко выделяются по площади три зоны (с востока на запад): наиболее высокая интенсивность питания – в восточной части Подуральского плато, а слабое питание находится в западной части этого плато. На западе мелкосопочного хребта Мугалжар устанавливаются также три зоны, однако с меньшей интенсивностью величины питания и с приближением каждой из них по площади к горному массиву. В юго-восточной части на западе горных массивов, отсутствует вторая зона.

Разгрузка подземных вод в речных системах, в связи с отмеченным положением, на западе горных массивов устанавливается также на трех уровнях в разрезе водовмещающих толщ. Первый, наиболее верхний, уровень разгрузки подземного стока в верхних водоносных комплексах отмечается на всей территории Актыбинского Семиречья и описаны выше. Второй же уровень разгрузки подземного стока, который происходит в основном в толще водоносных комплексов меловых отложений, устанавливается в более четком виде к западу от Подуральского плато – ниже дна долин речных систем, и менее четко – на юге этого плато. Разгрузка подземного стока второго (если существует и первого) уровня подземного стока происходит в пределах озерно-соровых понижений Прикаспийской низменности и отчасти в северо – восточной прибрежной части котловины Каспийского моря.

Третий (нижний) уровень разгрузки подземных вод происходит по толще водоносных комплексов нижнемеловых и нижележащих осадочных отложений. Эта разгрузка уровня может быть названа глубоким подземным стоком. Как было показано нами ранее, в 1968 г. [4], этот сток устанавливается на всей территории Актыбинской области и прилегающих районов, как на западе, так на юге и юго-востоке горных массивов. Причем более или менее заметно выявляется он на расстоянии до 400 км на западе и до 250–300 км от горных массивов, тем больше, чем дальше от гор путем восходящей фильтрации снизу вверх. В центральных частях прогибов (впадин) такая разгрузка осуществляется только путем восходящей фильтрации.

Исходя из отмеченных положений пространственного изменения удельного значения подземного стока, может быть определена общая сумма естественных ресурсов, выполненная нами ранее в ряде наших работ и не рассматривается здесь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сыдыков Ж. Подземные воды Мугалжар и Примугалжарских равнин. Алма-ата, 1966-461С. 26-34 и 280-290.
2. Формирование подземного стока на территории Казахстана. Под редакцией У.М. Ахмедсафина, Ж.С. Сыдыкова и В.Ф. Шлыгиной. Алма-Ата, 1970-С.29-49.
3. Национальный атлас Республики Казахстан, т.1. Алматы, 2010-С.76.
4. Сыдыков Ж. Подземный сток в глубоких водоносных горизонтах Прикаспийской впадины. Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане. Алма-Ата. – С. 184-192.

УДК 551.465.752:550.34.038(574.51)

А.У. АБДУЛЛАЕВ<sup>1</sup>, В.Ф. ОСТАПЕНКО<sup>2</sup>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПАРАМЕТРА ФЛЮИДНОГО РЕЖИМА ЗЕМНОЙ КОРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА АЛМАТИНСКОМ ПРОГНОСТИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ

Жеке параметрлерден (белгілі бір бастаудағы жер асты суларының химиялық және физикалық ерекшеліктерінен) тұратын кешенді параметрлердің көмегімен жер асты суларының қасиетін суреттеу ұсынылған. СОС оперативті бағдарламасының әртүрлі режимінде кешенді параметрлерді өңдеу кезінде көбіне бастапқы кезінде анық көрінбей қалған ауытқуларды және қатты жер сілкістерді алдын-алу кезіндегі ауытқуларды анықтау мүмкіндігі көрсетілген.

Предлагается описывать свойства подземных вод с помощью комплексного параметра, составленного из значений отдельных параметров — химических и физических свойств воды характерных для конкретного водопункта. Показано, что при обработке комплексного параметра в различных режимах программы СОС удается выделять аномальные значения, предшествующие сильным землетрясениям, которые часто не проявляются отчетливо в исходном ряду комплексного параметра.

In work described of characteristic of underground water with the help of complex parameters formed from separate parameters (chemical and physical particularities of water of the concrete source).

Shown that when processing the complex parameter in varied regime of the SOS program manages to extract anomaly, proceeding of strong earthquakes and which often distinctly do not appear in raw data of the complex parameters.

Подземные воды Северного Тянь-Шаня, в том числе района Алматинского прогностического полигона (АПП), характеризуются целым рядом особенностей, определяемых в основном химическим составом, содержанием ряда специфических элементов, растворенных газов, физическими свойствами. Общее количество параметров, отражающих эти особенности, в нашем случае гидрогеохимического мониторинга достигает до 30 и более наименований. Естественно предположить, что их значения могут изменяться при изменениях напряженно-деформированного состояния (НДС) горных пород, омываемых этими водами. Такие изменения, в частности, являются предвестниками возможных землетрясений. Однако далеко не все параметры отзываются на конкретные изменения НДС. В связи с этим обстоятельством весьма насущным является использование особого интегрального показателя, в качестве которого нами вводится так называемый комплексный параметр (КП), объединяющий в единое целое отдельные параметры, характеризующие подземные воды конкретного источника (станции). Очевидно, что в такой совокупности параметров вероятность возникновения аномальных вариаций, обусловленных изменени-

ями НДС горных пород, существенно выше, нежели во временных рядах значений отдельных параметров подземных вод.

На основе многолетних исследований [1,2] нами была разработана и показана высокая прогностическая информативность КП, который представляет собой совокупность измеренных значений всех или основных составляющих ГГХ и ГГД мониторинга той или иной станции, предварительно обработанных по специальной методике. На первом этапе исследований при составлении КП для каждой станции АПП использовался конкретный набор параметров (см. табл. 1).

В дальнейшем, среди используемых параметров были определены наиболее эффективные, из которых составлялись комплексные параметры для исследуемых источников (станций). В нашем случае были выбраны следующие:

1.  $\text{CO}_2$ , 2.  $\text{CO}_3$ , 3.  $\text{Cl}$ , 4. Нераств, 5. Неспонт, 6. К, 7. Na, 8. Rn, 9.  $\text{SO}_4$ , 10.  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ , 11.  $\text{HCO}_3$ .

Этот набор параметров использовался при составлении КП для всех исследуемых станций. При этом временные ряды отобранных параметров, имеющих различные размерности, прежде всего, подвергались процедуре стандартизации, в результате чего все отдельные значения ряда

<sup>1,2</sup> Казахстан, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75. ТОО, Институт сейсмологии.

Таблица 1. Составляющие комплексного параметра подземных вод по некоторым станциям Алматинского прогностического полигона (АПП)

№ п/п	Станции	Алма-Арасан	Чушкалы	Горельник	Калкан	Тай-Тургень
	Параметры					
1	Q	+	+	+	+	+
2	P <sub>скв</sub>	-	+	+	-	-
3	T <sub>вод</sub>	+	+	+	+	+
4	pH	-	+	-	+	-
5	Gf	+	+	+	+	+
6	O <sub>2</sub>	+	+	+	+	-
7	F	-	+	-	+	-
8	Cl	+	+	+	+	+
9	He <sub>сп</sub>	+	+	+	+	+
10	He <sub>р</sub>	+	+	+	+	+
11	CO <sub>2</sub>	-	+	+	-	+
12	Ca	+	+	+	+	+
13	K	+	+	+	+	+
14	Na	+	+	+	+	+
15	Mg	-	+	-	+	+
16	CO <sub>3</sub>	+	+	+	-	+
17	SO <sub>4</sub>	+	+	+	+	+
18	H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	+	+	-	+	-
19	HCO <sub>3</sub>	-	-	+	+	+



Рис. 1. Схема расположения ГГХ станций на АПП

преобразовывались в безразмерные величины, выраженные в величинах среднеквадратичной погрешности ( $\delta$ ) для данного ряда. Такое преобразование позволяет суммировать временные ряды отдельных параметров в единый комплексный параметр. Однако, значения отдельных величин полученных стандартизованных рядов могут быть как положительными, так и отрицательными, поэтому во избежание взаимной компен-

сации частных составляющих при суммировании временных рядов следует брать абсолютные значения отдельных составляющих. Полученный, таким образом, КП представляет собой ряд, составленный из положительных значений отдельных параметров. Далее этот ряд стандартизируется с целью выявления возможных аномальных значений КП, выходящих за пределы заранее задаваемого доверительного интервала, например,  $\pm 2\delta$ .

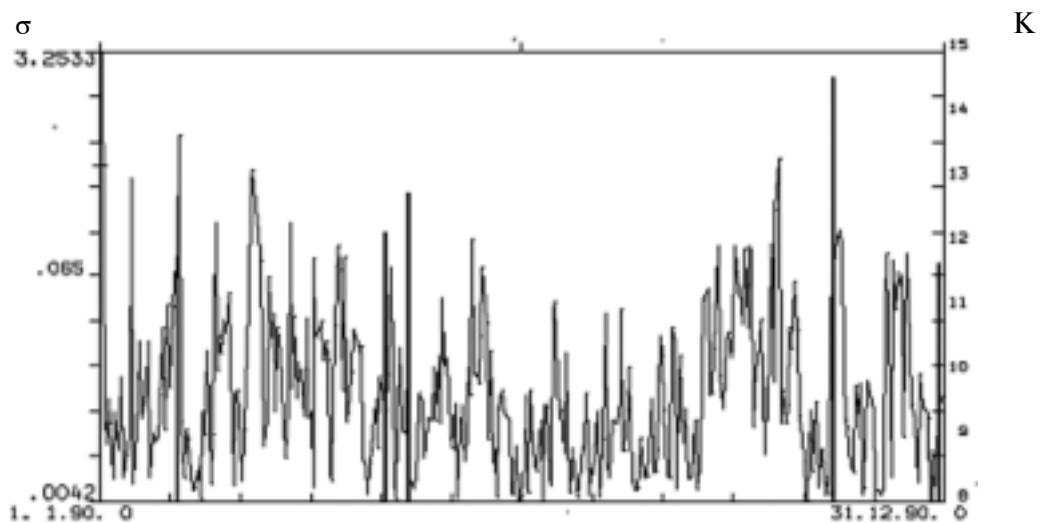


Рис. 2. Исходный ряд КП по ст. Тау-Тургень за 1990 г.

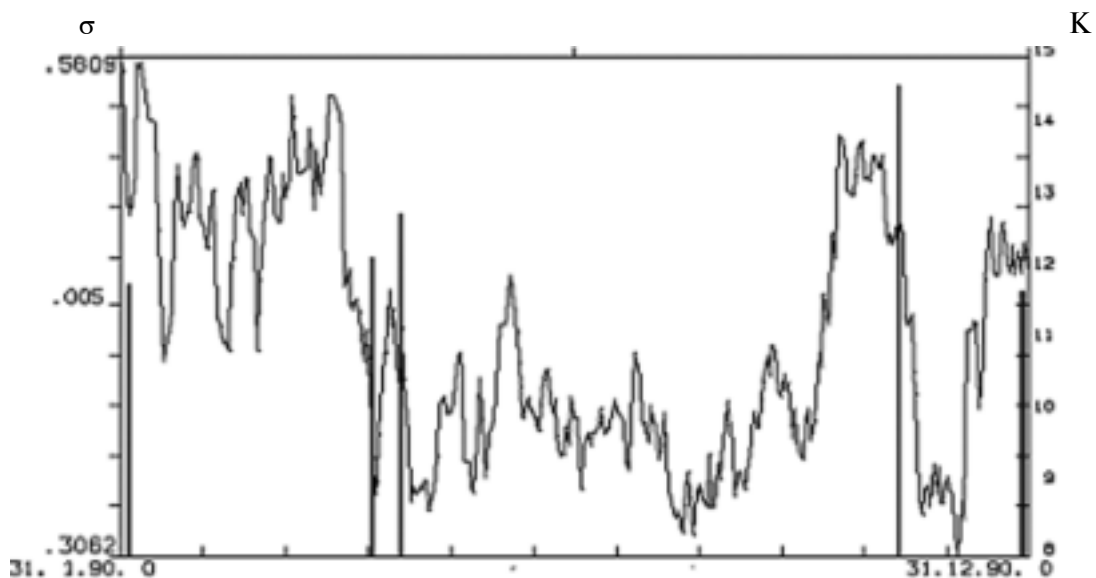


Рис. 3. Длина ряда КП по ст. Тау-Тургень за 1990 г.

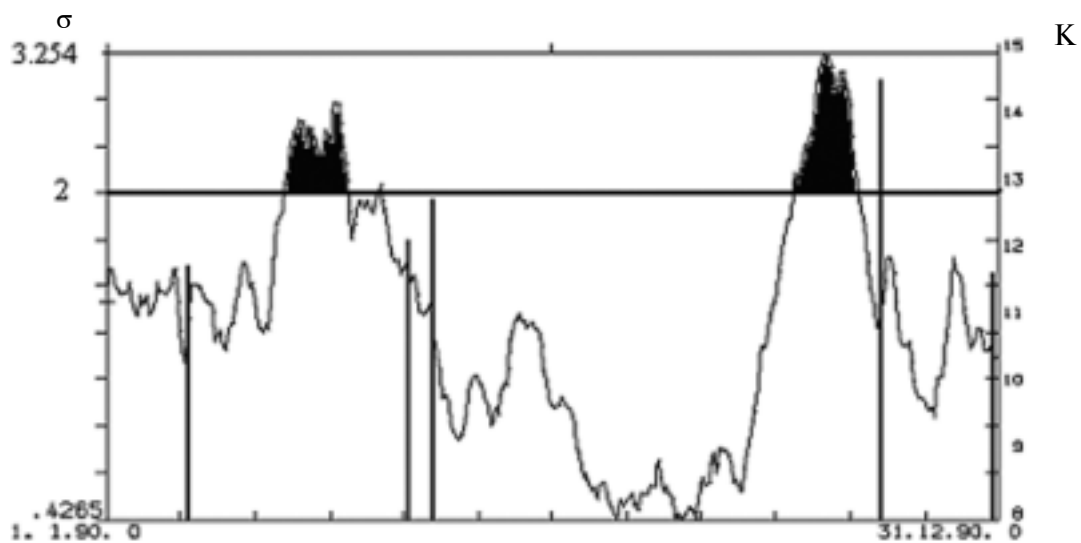


Рис. 4. Низкочастотная фильтрация ряда КП по ст. Тау-Тургень за 1990 г.

Для определения прогностической эффективности АПП были составлены КП по шести ГГХ станциям: Известковая, Алма-Арасан, Горельник, Тау-Тургень, Калкан и Джаркент-Арасан, которые относительно равномерно распределены по площади АПП (см. рис. 1).

Пример временного ряда КП с метками землетрясений (вертикальные жирные линии) показан на рис. 2.

Полученные ряды КП обрабатывались с помощью программы СОС (Система Оперативного Слежения), которая разработана сотрудником Института математики и механики АН РК А.С. Инчиным. В программе предусмотрены различные режимы исследования временных рядов: 1. исходный ряд, 2. длина ряда (L), 3. дисперсия ряда (D), 4. низкочастотная фильтрация ряда (НФ), 5. количество нуль пересечений (НП) в ряду (см. рис. 2-5).

Используя отдельные режимы программы СОС, имеется возможность обнаруживать во временных рядах аномальные значения, которые в исходном ряду КП могут явно не выделяться. В качестве примера, подтверждающего сказанное, рассмотрим рис. 2 и 4. На рис. 4 (режим «низкочастотная фильтрация») наглядно проявились предвестниковые аномалии, предвещающие Майское и Байсорунское землетрясения энергетических классов  $K=12,8$  и  $14,6$  соответственно. Данные аномалии, превышают доверительный интервал  $2\sigma$ , но мало различимы в исходном ряду (рис. 2), что иллюстрирует эффективность использования программы СОС.

В дальнейшем исследования проводились в более широком масштабе: КП для указанных выше шести станций исследовались за период 2000–2010 годы. При этом были получены результаты, аналогичные предыдущим (см. рис. 6–10),

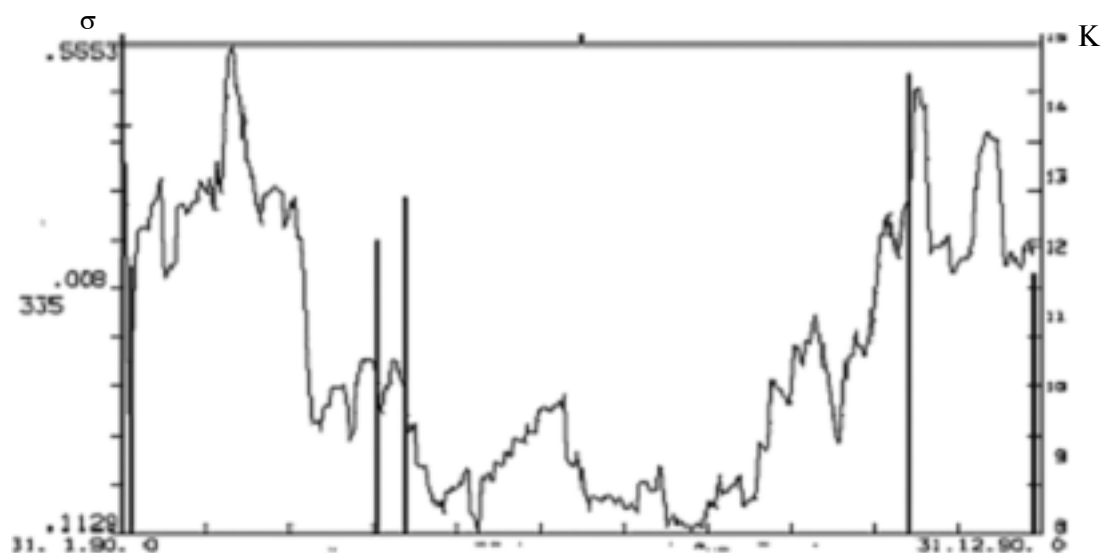


Рис. 5. Дисперсия ряда КП по ст. Тау – Тургень за 1990 г.

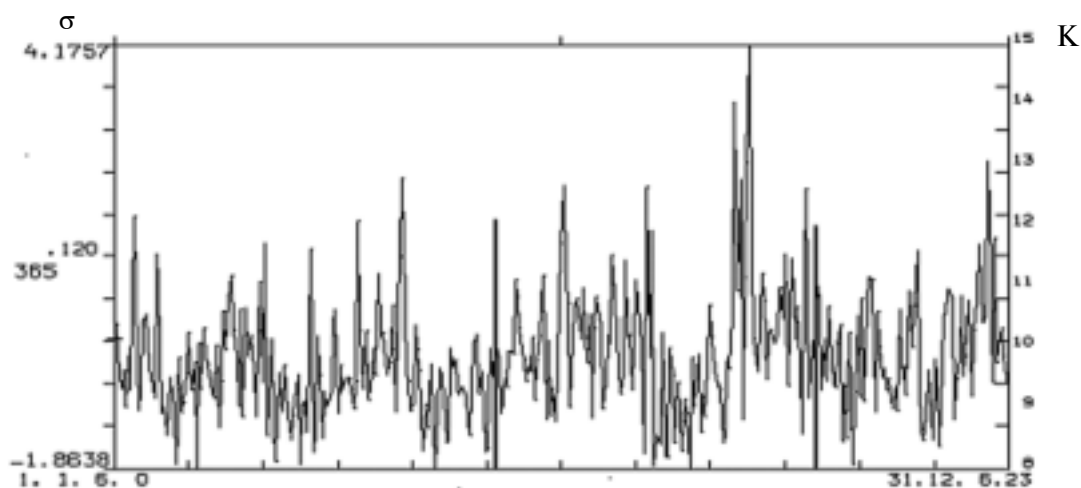


Рис. 6. Исходный ряд КП по станции Калкан за 2006 г.

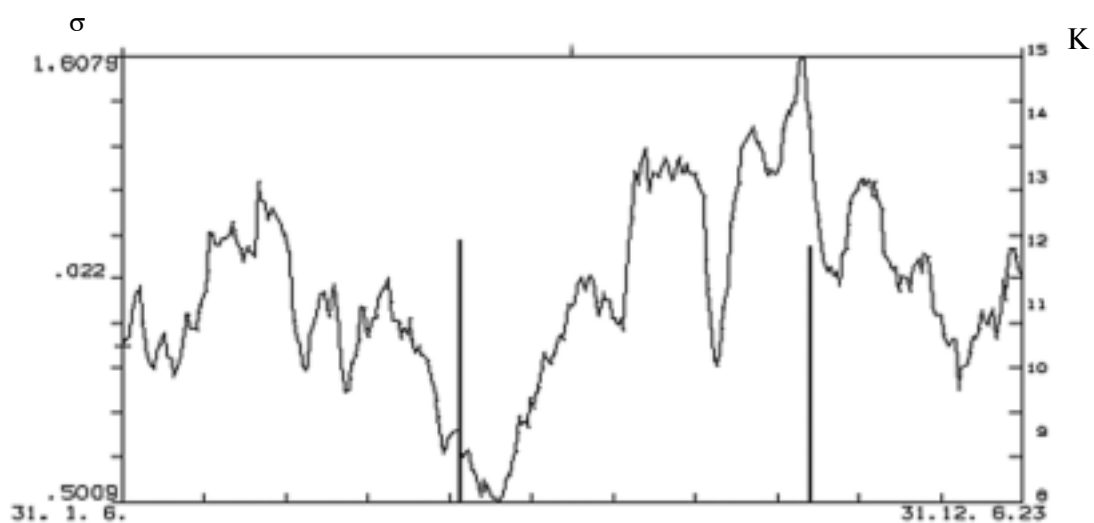


Рис. 7. Ряд КП по станции Калкан за 2006 г., обработанный по программе СОС в режиме «длина ряда» (L)

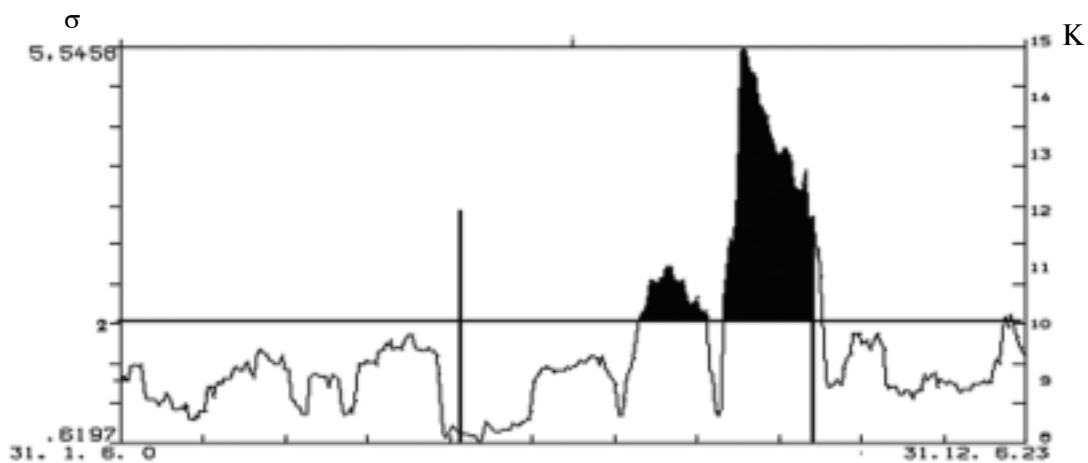


Рис. 8. Ряд КП по станции Калкан за 2006 г., обработанный по программе СОС в режиме «дисперсия» (D)

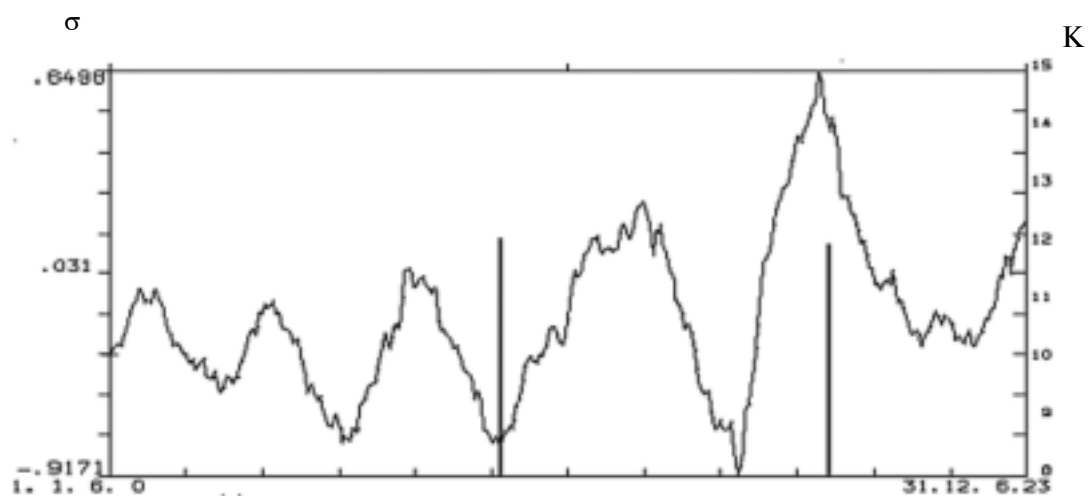


Рис. 9. Ряд КП по станции Калкан за 2006 г., обработанный по программе СОС в режиме «низкочастотная фильтрация» (НФ).

Таблица 2. Сопоставление аномалий, выделенных по дисперсии КП флюидного режима по станциям АПП за 2000-2010 годы

Годы Аномалии Станции	2000-2005			2006-2010		
	Всего	Предвест. Эффекты	$K_{эф.}$	Всего	Предвест. эффекты	$K_{эф.}$
Известковый	5	2	0,4	4	1	0,25
Алма-Арасан	4	3	0,75	5	4	0,8
Горельник	4	2	0,5	4	5	0,5
Тау-Тургень	4	3	0,75	6	5	0,83
Калкан	5	3	0,6	12	9	0,75
Жаркент-Арасан	6	2	0,33	3	1	0,33

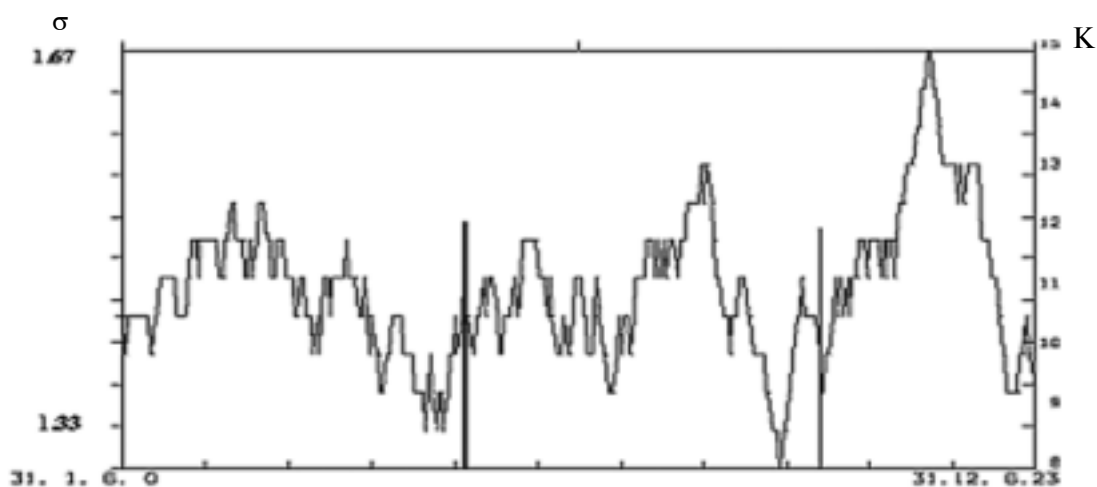


Рис. 10. Ряд КП по станции Калкан за 2006 г., обработанный по программе СОС в режиме «нуль пересечения» (НП)

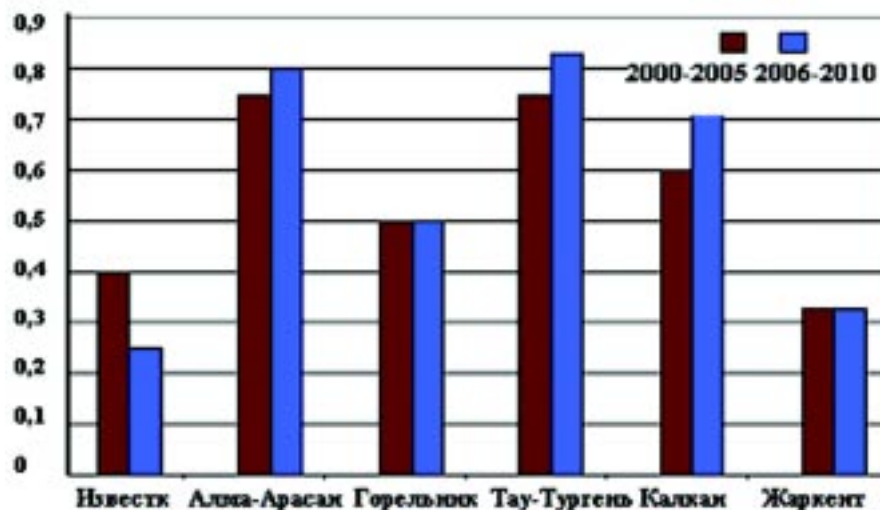


Рис. 11. Гистограммы коэффициентов эффективности комплексного параметра флюидного режима по станциям АПП за 2000-2010 гг.

а именно, с помощью программы СОС в рядах КП удалось выделять четкие предвестниковые аномалии, используя различные режимы программы. В качестве примера приводятся резуль-

таты обработки КП для станции Калкан за 2006 г. В этом случае предвестниковая аномалия, предваряющая землетрясение энергетического класса  $K=12,0$  от 13 октября 2006 г., проявилась в

режиме «дисперсия ряда». Было установлено, что в зависимости от особенностей КП предвестниковые аномалии могут проявляться при использовании различных режимов программы СОС. Следует отметить, что в результате обработки полученных данных с помощью программы СОС, как оказалось, наиболее часто выделяются предвестниковые аномалии в режиме «дисперсия ряда».

Информативность комплексного параметра оценивалась величиной коэффициента эффективности  $K_{эф}$ , выражаемого отношением числа предвестниковых аномалий к общему числу аномалий, выявленных за заданный временной интервал. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Для наглядности данные таблицы отражены в виде гистограмм, представленных на рис. 11.

Из рис. 11. видно, что наибольшей информативностью обладают комплексные параметры,

характеризующие центральную часть АПП, где  $K_{эф}$  достигает до 0,7-0,83. Комплексные параметры, относящиеся к станциям «Известковый» (западный фланг АПП) и Жаркент-Арасан (восточный фланг АПП), имеют наименьшие значения коэффициентов эффективности. Причина этого обстоятельства требует дополнительных исследований, которые предполагается выполнить в дальнейшем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдуллаев А.У.* Флюидный режим земной коры как отражение современных геодинамических процессов (на примере Тянь-Шаня)// Алматы. 2002. Изд-во "Эверо". 352 с.
2. *Абдуллаев А.У., Есенжигитова Е.Ж., Остапенко В.Ф., Тукешова Г.Е.* Гидрогеохимические аномалии сильных землетрясений по данным комплексного мониторинга флюидных параметров на АПП. // Сборник тезисов 7-го Казахстанско-Китайского Международного симпозиума 2-4 июня 2010 г., с. 228-234.



УДК 622.550.348

Н.С. БУКТУКОВ<sup>1</sup>, Г.П. МЕТАКСА<sup>2</sup>, Г.Ж. МОЛДАБАЕВА<sup>3</sup>

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВСТРЕЧНЫХ ПОТОКОВ В ЗОНЕ РАЗЛОМА

Фазаның бөліну шегінің күйін болжау барысында қойылған мақсатқа жету үшін физикалық дәлел келтірілген.

The physical ground (basis) was result for the organization of problems about forecast of the condition on frontier of division to phases.

Приведено физическое обоснование для постановки задачи о прогнозировании состояния границы раздела фаз.

Большинство крупных сейсмических событий происходят в зонах разлома земной коры, т.е. в местах выхода на поверхность более прочных древних пород [1].

Этот признак свидетельствует о том, что неоднородность в виде разлома является препятствием на пути следования некоторых мощных внешних воздействий. Причиной возникновения препятствия в этом случае является различная реакция на внешнее воздействие верхних (более рыхлых) и нижних (более плотных) слоев земной коры (ЗК).

Реакцию на воздействие ЗК измеряют интегральным параметром  $v$  – скоростью прохождения механических волн в твердой среде.

Этот показатель является структурно чувствительной характеристикой, реагирующей на изменение плотности  $\rho$  и прочности ( $E$  – модуль Юнга,  $G$  – модуль сдвига) твердой среды. По данным института сейсмологии [2] скорость продольных волн в минеральных веществах возрастает в зависимости от увеличения внешнего давления. Статистический анализ результатов этой работы (рис. 1 и 2) показал, что закономерности изменения скорости  $v_L$  с давлением неодинаковы для верхних и нижних слоев ЗК. Так, на гистограмме (рис. 1) видно, что для выборки образцов интрузивных пород наиболее часто встречающиеся значения  $\Delta v_L$  находятся вблизи 0,8 и 1 км/с, т.е. в составе интрузивных пород преобладают структуры с меньшей чувствительностью к изменению внешнего давления.

Другая картина распределения значений изменения скорости продольных волн при возрастании давления до 10 000 кгс выявлена для осадочных пород. Здесь появляется первый макси-

мум на гистограмме (рис. 2) при значениях ( $\Delta v_L = v_p - v_{исх}$ )  $\Delta v_L = 0,2$  км/с. Это означает, что некоторые образцы (3,5%) эффузивных пород слабо реагируют на изменение давления.

В составе изученных образцов есть породы, которые ведут себя одинаково с основными породами (максимум при 0,8 и 1,0 м/с), но максимумы при 1,3 и 2,0 м/с присущи только эффузивным породам и свидетельствуют о том, что среди этих образцов 7 и 3,5%, соответственно, имеют высокую чувствительность к изменению внешнего давления. Из приведенных гистограмм следует, что осадочные породы обладают максимумами  $\Delta v_L$ , которые не характерны для более твердых основных пород:  $\Delta v_L = 200, 1300$  и  $2000$  м/с. Таким образом, все многообразие структурного и химсостава горных пород можно физически описать через эти три признака поведенческой реакции среды в ответ на внешнее возмущение, например, на волну сжатия.

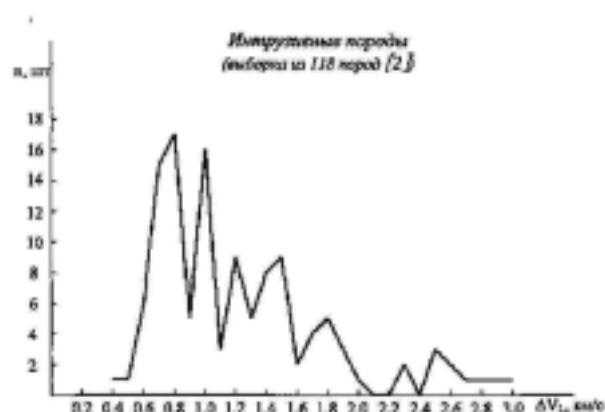


Рис. 1. Гистограмма изменения скорости ( $\Delta v_L = v_p - v_{исх}$ ) продольных волн при давлении 10 000 кгс

<sup>1-3</sup> Казахстан. 050046, Алматы, пр. Абая, 191. Институт Горного дела имени Д.А. Кунаева.



Рис. 2. Гистограмма изменения скорости продольных волн для осадочных пород при давлении 10 000 кгс

Реакция среды целиком зависит от соотношения скоростей приемника  $v$  и излучателя  $c$  [3]:

- при  $\frac{v}{c} \ll 1$  — условием усиления волны является соотношение:

где:  $d$  — размер тела;  $\lambda$  — длина волны (размер приемника должен быть  $< \lambda$ ); - при  $\frac{v}{c} > 1$  — характерным является появление скачка уплотнения, причем проходящая волна не возмущается скачком уплотнения.

При известном периоде собственных колебаний планеты  $T=1 \text{ час}=3600 \text{ с}$  можно рассчитать размеры приемников  $v_{\text{осн}}$  ( $\lambda_0 = v / T$ ) и вари-

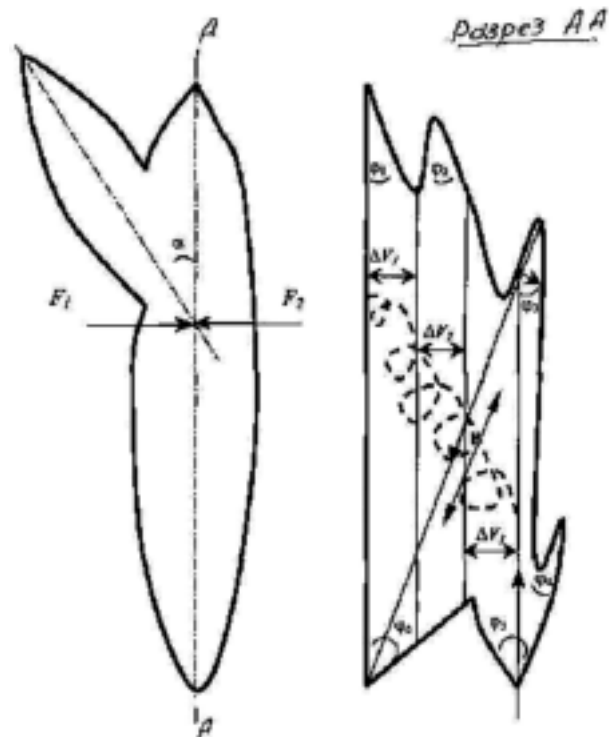


Рис. 3. Схема взаимодействия встречных потоков в разломе

ации отклонения их  $\Delta\lambda$  от основного вида равновесия (табл. 1).

Отсюда следует, что для случая , размеры приемника (параметры разлома) во много раз больше резонансной длины волны  $\lambda$  и она распространяется с усилением, не затухая. При

скачок уплотнения возникает в момент и в координатах места превышения скорости  $v$  и подчи-

Таблица 1. Характерные размеры приемников звуковой волны

№ п.п.	Длина волны $\lambda$ для исх.слоя, м	Физическое соответствие	Приращение $\Delta\lambda$ при сжатии, м	Физическое соответствие
1			$\frac{200}{3600} = 0,05 \text{ (5)}$	Щебень, элементы структуры осадочных
2	$\frac{6800}{3600} = 1,74 \text{ (4)}$	Элементы конструкции, обломки скальных пород, рост человека и макропараметры биологических объектов	$\frac{1300}{3600} = 0,36$	Величина структурно-чувствительного поверхностного слоя (по Курскееву А.К.)
3	$\frac{7400}{3600} = 2,05$		$\frac{2000}{3600} = 0,5 \text{ к}$	Валуны, биообъекты

няется закону затухания, если нет равного по скорости или фазе встречного потока. Именно парасил равновеликих и противоположно направленных превращает разлом из демпфирующего устройства в преобразователь поступившей энергии.

На рис. 3 показана схема взаимодействия встречных потоков в разломе, имеющем три вида неоднородности с различной плотностью и, соответственно, скоростью звука. При встрече двух равновеликих потоков в ограниченном объеме происходит кратковременное выделение значительной энергии, т.е. реализуется ситуация подобная взрыву с преобразованием исходной энергии в тепловую, механическую, химическую и др.

Во втором случае при встрече потоков, имеющих по величине рассогласование параметра ( $\Delta F$ ), возникает крутящий момент, пропорциональный величине  $\Delta F$ , направленный в сторону дна разлома. Встречая на своем пути породы с разной плотностью, этот винтовой поток меняет направление на каждой границе раздела сред в соответствии с законом преломления.

Далее на пути следования он может встретить «карнизы», имеющие более плотную породу, и тогда, в зависимости от угла схлопывания  $j$ , реализуется схема срабатывания с кумулятивным эффектом. Схлопывание конического и полусферических углублений сопровождается возникновением цилиндрической кумулятивной струи [4], скорость которой  $U_k$  зависит от угла схлопывания  $j / 2 = a$ :

$$U_k = v / \sin \alpha + v \cdot \operatorname{ctga} = v \cdot \operatorname{ctga} / 2$$

При малых  $\alpha$  эта скорость может достигать огромной величины во много раз превосходящей  $v$ . Например, при  $a = 10^\circ$ ,  $U \approx 11 v$ , при  $a = 2^\circ$  —  $U \approx 57 v$  и т.д. Соответственно, во много раз в кумулятивной струе будет больше плотность энергии  $\rho U_k^2 / 2$ ; при  $a = 10^\circ$   $\rho U_k^2 / \rho v^2 \approx 120$ , при  $a = 2^\circ$   $\rho U_k^2 / \rho v^2 \approx 3200$ . Другими словами, в зависимости от реальной геометрии неоднородности может осуществляться серия взрывов с различной мощностью.

На данном этапе исследования размеры и скоростные параметры земной коры достаточно хорошо изучены, что позволяет осуществить расчеты энергетических параметров разлома, а следующий этап работы должен дать ответ на вопрос, откуда берутся встречные потоки необходимой для землетрясения мощности? Почему поперечные воздействия стимулируют процессы накопления и разрядки остаточных напряжений?

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сейсмическое районирование Республики Казахстан /Курскеев А.К., Тимушин А.В. и др. Алматы, 2000, 220 с.
2. Курскеев А.К. Справочник физических свойств горных пород Казахстана. Алма-Ата:Наука, 1983, 288 с.
3. Блохинцев Д.И. Акустика неоднородной движущейся среды. — М.:Наука, 1981, 203 с.
4. Лаврентьев М.А. Кумулятивный заряд и принципы его работы. — Успехи математических наук, 1957, июль-август, с. 41-55.

УДК 550.83:577.4(574.41)

М. А. УТЕГЕНОВА<sup>1</sup>

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В МЕСТАХ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА БАЛАПАН (СЕМИПАЛАТИНСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ПОЛИГОН)

Балапан ауданының құрылымдық геологиялық мәліметтеріне және тау жыныстарының физикалық құрылысына сай физикалық өрістердің техногенді әлсіз құрылымы мен табиғи карталауды анықтаудағы сейсмикалық және электрлік параметрлері көрсетілген.

На основании данных по геологическому строению участка Балапан и анализа физических свойств горных пород, обоснованы информативные сейсмические и электрические параметры для обнаружения и картирования природных и техногенных ослабленных структур в физических полях.

Based on the geological structure of the site Balapan and analysis of physical properties of rocks justified informative seismic and electrical parameters for the detection and mapping of the weakened man-made structures in physical fields.

В период функционирования СИП (Семипалатинский испытательный полигон) на территории участка Балапан было проведено свыше ста подземных ядерных взрывов (ПЯВ) мощностью от 1 до 212 кТ в блоках горных пород, различающихся по вещественному составу, глубинным структурно-тектоническим и гидрогеологическим условиям. Таким образом, площадки проведения ПЯВ в полной мере могут быть отнесены к подземным ядерно- и радиационно опасным объектам – хранилищам. Потенциальную опасность для окружающей среды, согласно [1, 2], представляют проявленность на этих объектах современных геодинамических природно-техногенных процессов (обрушение полостей, повышение нарушенности среды, провалы, оседания территории и дифференцированные движения земной коры) с не контролируемым распространением радионуклидного загрязнения в недрах.

Вероятность активизации указанных экологически опасных процессов существенно возрастает в обводненных разрезах. В таких разрезах трещинные структуры, сопряженные с ядерными полостями, выступают в качестве путей миграции радионуклидов из очаговых зон ПЯВ, в

которых при обводнении не только провоцируются, но и усиливаются процессы разрушения ядерных полостей.

В этой связи, при оценке и прогнозировании геоэкологического состояния территорий проведения ПЯВ первоочередной задачей является выявление и картирование в фундаменте природных трещинных структур, распространяющихся на глубины проведения взрывов, и оценка поствзрывной нарушенности и обводненности очаговых зон в блоках ПЯВ.

В настоящее время, несмотря на достаточно детальную изученность тектонической обстановки на участке, главным образом по данным бурения и различных геологических съемок, по имеющимся данным не представляется возможным оценить глубинную обводненность ни даже установленных ослабленных структур, ни очаговых зон ПЯВ. Решение первой задачи при обследовании больших площадей, что имеет место на участке Балапан, традиционными методами геологического картирования на основе бурения потребует значительных материальных затрат и времени. Для второй задачи эти методы, связанные с проходкой скважин в гипоцентральных областях

<sup>1</sup> Казахстан, 1234566, г. Каскелен, ул. Наурызбай батыра, 4, ГО «Каскелен».

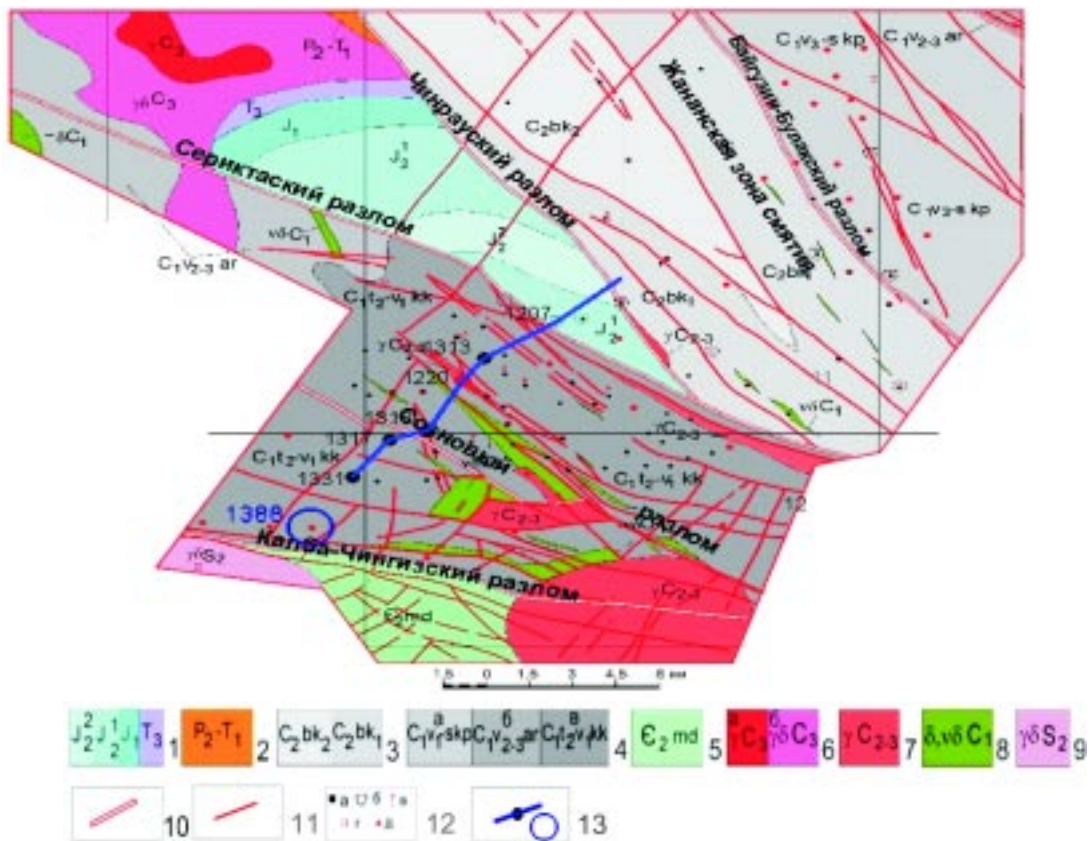


Рис. 1. Участок Балапан. Схематическая геологическая карта со снятым чехлом кайнозойских отложений

1 – Средняя юра – верхний триас: конгломераты, песчаники, алевролиты с прослоями и линзами углей в нижней толще средней юры. 2 – Верхняя пермь – нижний триас: песчаники, алевролиты. Каменноугольная система. 3 – Средний отдел, буконьская свита: конгломераты, песчаники, глинистые и углистые алевролиты, с прослоями и линзами углей в верхней подсите и туфами среднего состава в нижней. 4 – Нижний отдел: конгломераты, песчаники, алевролиты с туфами основного и среднего состава в кокпектинской свите (а), известняками в аркалыкской свите (б), известняками, туфопесчаниками, туфами основного и среднего состава в коконьской свите (в). 5 – Средний кембрий, майданская свита: туфопесчаники и туфы среднего состава, кремнистые сланцы, алевролиты. Интрузивные породы. 6 – Позднекаменноугольные граниты (а) и гранодиориты (б). 7 – Среднепозднекаменноугольные граниты. 8 – Раннекаменноугольные диориты, гранодиориты. 9 – Позднесилурийские гранодиориты. 10 – региональные разломы. 11 – второстепенные разломы. 12 – боевые скважины: а - с гипоцентрами ПЯВ в углефицированных горных породах; б - с провальными воронками; в - с газовыделением; г - с радиоактивным загрязнением приустьевых площадок; д - без углефицированных горных пород и аномальных явлений. 13 – линия профиля ЗСБ (а) с точками пересечения с боевыми скважинами (б) и площадка боевой скважины 1388 для детального изучения поствзрывной нарушенности и обводненности блока ПЯВ

ПЯВ, вовсе не приемлемы, как нарушающие сформировавшийся геозкологический режим испытательных площадок.

Принимая во внимание важность задачи выявления и ранжирования обводненных ослабленных природных и техногенных структур и недостатки традиционных приемов ее решений, несомненна актуальность привлечения с этой целью других способов, свободных от указанных ограничений. В качестве таковых представляется целесообразным применение геофизических методов исследования недр, эффективно используемых при решении многих за-

дач, в том числе и связанных с изучением обводненной трещиноватости геологических сред [3, 4 и др.].

Обоснование способов и технологий, обеспечивающих изучение обводненной трещиноватости пород скального фундамента, явилось одним из направлений комплексных геофизических исследований ИГИНЯЦ РК. Результаты такого обоснования, на примере участка Балапан, полученные при участии автора, являются предметом рассмотрения в настоящей статье.

В геологическом строении участка (рис. 1) принимают участие породы кембрийской, камен-

ноугольной, триасовой, юрской и неоген-четвертичной систем.

**Отложения кембрия** (майданская свита) установлены на юге участка за Калба-Чингизским разломом и представлены вулканогенно-терригенными (туфы и туфопесчаники) и терригенно-кремнистыми (кремнистые сланцы и алевролиты) комплексами с суммарной мощностью до 1120 метров, прорванными крупной гранитной интрузией.

**Разрез каменноугольных отложений** снизу вверх представлен образованиями коконьской ( $C_1 t_2 - v_1 kk$ ), аркалыкской ( $C_1 v_{2-3} ar$ ), кокпетинской ( $C_1 v_3 - skp$ ) и буконьской ( $C_2 bk$ ) свит, мощностью соответственно 2300, 4000, 1500-3700 и 2500-3000 метров.

При этом, как следует из описания геологической карты (см. рис.1), коконьская и аркалыкская свиты сложены преимущественно осадочными породами (конгломератами, песчаниками, алевролитами). Эффузивно-осадочные образования (лавы, туфолавы, туфы) в этих свитах имеют подчиненное значение.

Для кокпетинской свиты, занимающей блок, ограниченный Байгузин-Булакским и Северо-Жананским разломами, характерным является вулканогенно-осадочный состав пород, представленных туфами основного и среднего состава, а также туфами андезитовых порфиритов, смятыми в складки. Только в основании этой свиты установлены туфы, переслаивающиеся с туфопесчаниками, песчаниками и конгломератами.

Отложения буконьской свиты слагают Жананский геоблок, заключенный между Байгузин-Булакским и Чинрауским разломами и представлены частым переслаиванием песчаников, конгломератов, алевролитов, углистых сланцев с пластами и линзами углей.

В центральной части участка картируется блок клиновидной формы, сложенный толщей платформенных угленосных отложений верхнего триаса – нижней-средней юры, выполняющих грабенообразную структуру, сформировавшуюся на стыке двух ветвей глубинного Чинрауского разлома – мульду Юбилейную. Мощность отложений средней юры вблизи ограничивающего грабен разлома, по данным проходки скважины Глубокой, превышает 700 м.

На значительной части площади участка, исключая его северо-западный и южный фланги, породы палеозойского и мезозойского возраста перекрыты неогеновыми глинами и аллювиаль-

ными отложениями четвертичного возраста, выполняющими впадину, приуроченную к палеодолине реки Шаган.

**Интрузивный магматизм.** Интрузии различного возраста тяготеют к крупным тектоническим нарушениям (Калба-Чингизский и Чинрауский разломы). Наиболее распространены породы гранитоидного ряда, в меньшей степени – породы среднего и основного состава. Магматические породы представлены разновозрастными интрузиями: силурийскими гранодиоритовыми, раннекаменноугольными габбро-диорит-гранодиоритовыми, средне-позднекаменноугольными и позднекаменноугольными.

**Разрывные нарушения** являются важным структурным элементом в строении участка. Региональные структуры представлены Калба-Чингизским, Чинрауским, Байгузин-Булакским разломами и Жананской зоной смятия, имеющими суб-северо-западное простирание. Как правило, в этих разломах наблюдаются обширные зоны расланцевания, смятия, брекчирования, а также присутствие малых интрузий и гидротермально измененных пород.

Своеобразную тектоническую структуру образует Жананская зона смятия шириной до 3 километров. В зоне смятия породы дислоцированы, интенсивно расланцованы, гидротермально изменены с широким развитием кварцевых жил и прожилков. Характерным является развитие по зоне мощных кор выветривания.

Кроме названных региональных глубинных разломов отмечаются многочисленные разнонаправленные разрывные тектонические нарушения более низких порядков, которые разбивают территорию на многочисленные блоки разнообразных форм и размеров.

Характерной особенностью участка Балапан является широко проявленная тектоническая трещиноватость пород. Интенсивность тектонической трещиноватости зависит от физико-механических свойств горных пород, от наличия крупных разломов и зон дробления. Отмечается приуроченность наибольшей трещиноватости к осевым частям складок.

**В гидрогеологическом отношении участок** Балапан характеризуется развитием трех водоносных комплексов – верховодка и грунтовые воды, трещинно-поровые воды в зонах экзогенной трещиноватости кровли фундамента и платформенных отложений и глубинные трещинные воды. Наибольшее распространение имеют минерали-

зованные трещинно-поровые и глубинные трещинные воды с минерализацией от первых г/л до 15,3 г/л, иногда достигая 69 г/л.

Глубинные трещинные воды характеризуются хорошей гидравлической связью с трещинно-поровыми водами, что позволяет рассматривать их в совокупности в качестве единой региональной гидродинамической системы, связанной с верхней частью геологического разреза. Установленная глубина проникновения трещинных вод по району СИП составляет 150 – 170 метров, которая существенно увеличивается в участках проведения ПЯВ.

В целом по геологическим данным участок Балапан характеризуется напряженной тектонической обстановкой, проявленной наличием региональных разрывных структур и системой разнонаправленных разломов. Сопровождающиеся тектонической трещиноватостью и интенсивной пликвативной дислоцированностью пород, они представляют собой ослабленные водопроницаемые структуры, которые можно рассматривать в качестве потенциальных каналов миграции радионуклидов. Наличие нескольких водоносных комплексов и гидравлической связи между поверхностными, трещинными и трещинно-поровыми водами, в сочетании с водопроницаемыми структурами, сопряженными с полостями ПЯВ, обуславливают формирование в пределах участка благоприятных условий для развития активных гидродинамических процессов и миграции техногенных радионуклидов в составе подземных вод с выходом на окружающие территории.

Полагая, что объектами прогноза выступают природные и техногенные обводненные трещинные, в том числе и локальные, неоднородности геологической среды, рассмотрим закономерности распределения их физико-механических, упругих и водно-физических свойств в зависимости от вещественного состава вмещающих горных пород и деструктивного действия ПЯВ.

В результате анализа по определению физико-механических и водно-физических свойств kernового материала скважин, пробуренных на глубины порядка 500-600 метров [5], установлено, что все породы, слагающие разрез можно свести в две группы, существенно отличающиеся по прочностным свойствам, пористости и водопоглощению.

В первую группу входят прочные интрузивные, вулканогенные, осадочно-вулканогенные,

кремнистые породы и плотные песчаники, характеризующиеся максимальными значениями параметра сопротивления сжатию  $R_c$ , измеренные значения которого составляют 105-160 мПа. Для этой группы типичны пониженные значения пористости ( $K_p$  не более 0.6-0.7 %), водопоглощения ( $K_v=0.3-1.0\%$ ) и повышенные значения коэффициента размягчения ( $K_r=0.8-0.9$ ), характеризующего снижение прочности пород в водонасыщенном состоянии. Скорости упругих продольных волн  $V_p$  составляют значения 4.4-5.6 км/с, для поперечных  $V_s$  – 2.7-3.1 км/с.

Для осадочных пород и сланцев эти параметры составляют соответственно  $R_c= 19-45$  мПа,  $K_p=0.8-3.0\%$ ,  $K_v=0.3-1.0\%$ ,  $K_r=0.4-0.6$ ,  $V_p=3.8-4.7$  км/с,  $V_s=2.6-2.8$  км/с.

В тектонически ослабленных зонах, вскрытых скважинами, отмечено существенное снижение прочности, скорости упругих волн, повышение пористости и водопоглощения. Для пород первой группы эти параметры могут достигать значений  $R_c=50-80$  мПа,  $K_p=1.8\%$ ,  $K_v=0.46\%$ ,  $V_p=3.0-4.0$  км/с,  $V_s= 2.5$  км/с. Для второй группы –  $R_c=17-22$  мПа,  $K_p=4.0-6.0$ ,  $K_v=1.9\%$ ,  $V_p=2.0-3.5$  км/с,  $V_s=1.7$  км/с.

Следует отметить, что скоростные характеристики для обеих групп пород, полученные по сейсмическим данным [6 и др.] на территории СИП, практически соответствуют результатам измерений по образцам.

Еще большие деформации физико-механических и водно-физических свойств имеют место в очаговых зонах ПЯВ. Данные [6], полученные на СИП в одной из штолен свидетельствуют, что в очаговых зонах происходит понижение прочности пород с 202 до 18 мПа, скорости упругих волн – с 5.3 до 1.9 км/с, повышение пористости – с 3.1 до 15.5% и водопоглощения – с 0.5 до 7.25%. Значимые изменения этих параметров наблюдаются на удалениях от гипоцентров ПЯВ до 49 м/кТ<sup>1/3</sup>. При мощности взрывов 50-100 кТ эта величина составляет ≈160-200 метров.

Следует отметить, что по данным [7], в зависимости от структуры горного массива и прочности межблоковых связей, локальные разрушения могут наблюдаться на расстоянии вплоть до 1000 м/кТ<sup>1/3</sup>. Такое увеличение «дальности» деструктивного действия ПЯВ, в том числе за счет подновления природных трещинных структур, вполне правомочно и для участка Балапан, особенностью

которого является блоковое строение и наличие множества тектонически ослабленных зон.

Принимая во внимание приведенные характеристики прочностных и упругих свойств очевидно, что в физико-геологических условиях СИП существуют реальные предпосылки для привлечения сейсмических методов для выявления и изучения как природных, так и техногенных ослабленных структур.

Важным следствием повышенной трещиноватости в природных и техногенных нарушенных зонах, проявленной понижением скорости упругих волн, является повышение в них водопроницаемости. Это обстоятельство создает возможность инфильтрации подземных вод на значительную глубину, вплоть до гипоцентров ПЯВ, сопровождающейся, как показано в [8], локальным повышением электропроводности в водонаполненных средах. В этой связи заметим, что согласно [9], даже увеличение минерализации с 0.01 до 1 г/л может приводить к изменению электрического сопротивления геологической среды в 100 раз.

В условиях значительной минерализации подземных вод (до 15.3 г/л), следует ожидать не меньших эффектов повышения электропроводности в зонах инфильтрации подземных вод по природным и техногенным трещинным структурам, что создает возможность картирования таких объектов электроразведкой методом сопротивлений.

Как следует из анализа проявленности природных и техногенных ослабленных структур в физических полях, методы сейсморазведки имеют принципиальную возможность обнаружения и картирования природных и техногенных ослабленных структур, а методы сопротивления позволят оценивать их обводненность. При этом очевидно целесообразность комплексирования этих методов для получения более полной характеристики изучаемых объектов.

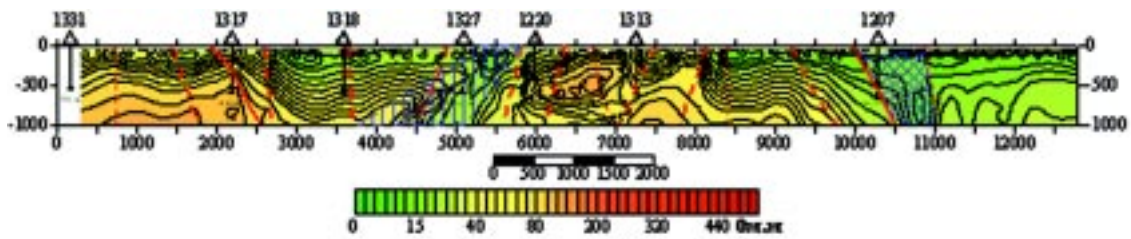
Рассмотрим результаты практической реализации выводов по предпосылкам привлечения и комплексированию геофизических методов при изучении обводненной трещиноватости пород скального фундамента в местах проведения ПЯВ на участке Балапан. Привлечения методов электроразведки и сейсморазведки при выявлении и картировании в фундаменте природных трещинных структур, распространяющихся на глубины проведения взрывов, и оценке поствзрывной на-

рушенности и обводненности очаговых зон в блоках ПЯВ включала выполнение профильных съемок по линиям опорных и детализационных профилей. Глубинность исследований составляла не менее 800–1000 метров, достаточную для выявления искомым объектов.

**Электроразведка.** За основу принят электромагнитный метод зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ), как наиболее чувствительный к обнаружению электропроводящих объектов, не требующий многокилометровых установок питающих и приемных линий и источников электроэнергии для обеспечения необходимой глубинности зондирования. Зондирования выполнялись установкой «совмещенная петля» размером 200 × 200 м. Шаг наблюдений по опорным профилям составлял 200 метров, с детализацией 100 метров, а по площадкам ПЯВ – 100 метров, с детализацией в районах эпицентров взрывов до 50 метров. Регистратор – ЦИКЛ-5. Обработка данных включала редактирование кривых наблюденного сигнала ЗСБ, построение разрезов в параметре кажущегося электрического сопротивления  $R^{\circ}C$  и выделение в разрезах зон с аномально пониженными значениями электрического сопротивления и градиентов этого параметра, а также построение результативных геоэлектрических разрезов с использованием пакетов программ «Подбор».

**Сейсморазведка.** Для выявления и определения конфигурации искомым неоднородностей, каковыми являются очаговые зоны ПЯВ, в качестве информативного параметра использована энергия рассеянных (дифрагированных) волн (ЭРВ) [10, 11, 12]. В полевых наблюдениях в качестве источника упругих колебаний использована установка «падающий груз», имеющая энергию порядка 12–15 Кдж. Прием колебаний – вертикальными сейсмоприемниками DF-8. Регистратор – цифровой, с шагом квантования сигнала 1 мс и длиной записи 2.0 с. Возбуждение и прием упругих колебаний осуществлялись по системе непродольных профилей с расстоянием между пунктами возбуждения (ПВ) 20 метров и пунктами приема (ПП) – 10 метров, расположенным в линию на базе 460 метров. Обработка данных – с использованием пакета VISTA, а также ПМО, предназначенного для анализа полей рассеянных (дифрагированных) волн с построением разрезов и срезов в параметре энергии рассеянных волн. Интерпретация таких разрезов включала выделе-





А. Разрез изом по данным электроразведки ЗСБ с элементами интерпретации

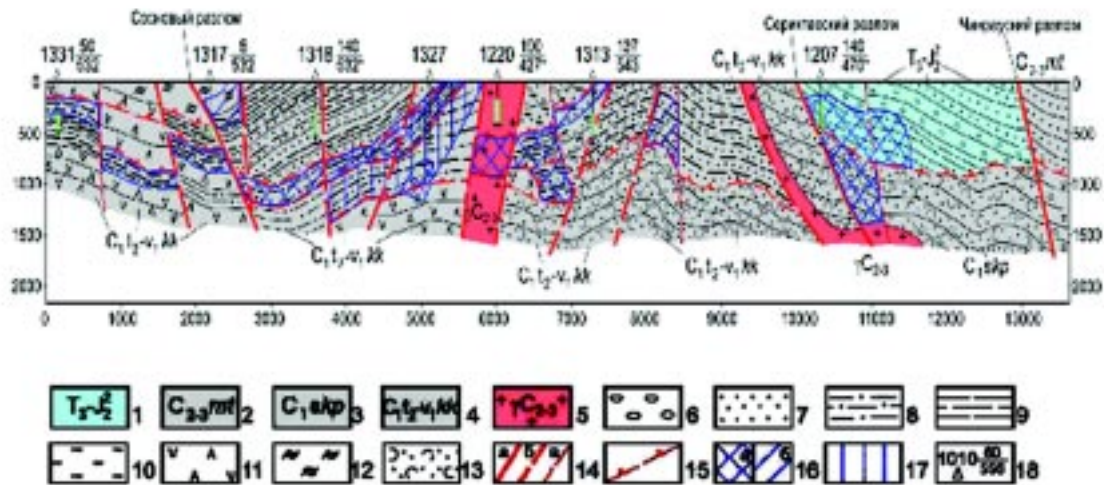


Рис. 2. Участок Балапан, профиль 6.

Картирование тектонических структур по данным электроразведки ЗСБ

1 - триасовая система, верхний отдел - юрская система, средний отдел; 2-4 - каменноугольная система: 2 - средний - верхний отделы, майтюбинская свита; 3 - нижний отдел, серпуховский ярус, кокпектинская свита; 4 - нижний отдел, турнейский - визейский ярусы, коконьская свита; 5 — средне-позднекаменноугольные граниты; 6 - конгломераты; 7 - песчаники; 8 - алевролиты; 9 - углистые породы: сланцы, аргиллиты, алевролиты; 10 - сланцы; 11 - андезитодациты; 12 - лавобрекчии; 13 - туфы, туфопесчаники, туффиты; 14 -разломы: а - региональные, б - четко проявленные по геофизическим данным, в - предполагаемые; 15 -предполагаемые надвиги; 16 - зоны максимальной водонасыщенности по данным электроразведки; 17 -контур аномалии фазового параметра поляризуемости и повышенной электропроводности горных пород по данным СГВП; 18 - скважины, их номера, в числителе - мощность заряда в кТ, в знаменателе - принятая глубина взрыва в м.

ние зон с максимальными и повышенными значениями энергии рассеянных волн. Первые интерпретировались зонами максимальной трещиноватости и дробления пород в районе гипоцентра ПЯВ, вторые определяли контур механического воздействия ПЯВ на геологическую среду.

Для изучения глубинной структурно-тектонической обстановки по данным ЗСБ построен геоэлектрический разрез на глубину до 1000 метров в параметре электрического сопротивления  $\rho_t$ . Как показано на рис. 2, этот параметр, изменяющийся от первых десятков до 200 и более Ом·м, характеризует блочное строение исследуемой геологической среды.

Основной закономерностью распределения  $\rho_t$  по линии профиля 6 (рис. 2-А) является чередование блоков с повышенными и пониженными

ми значениями этого параметра (от 10 до 500 Ом·м), вплоть до Сериктасского разлома, и преимущественно пониженные (не более 50 Ом·м) значения этого параметра в блоке севернее этого разлома.

Мозаичное распределение электрических свойств в южной половине профиля, вплоть до скважины 1313, обусловлено, главным образом, существенной неоднородностью вещественного состава разреза, представленного осадочно-метаморфогенными и вулканогенными образованиями (песчаниками, алевролитами, аргиллитами и углистыми сланцами, туфами, туфопесчаниками, туффитами, включениями горизонтов дацитов и андезито-дацитов) карбонового возраста, осложненными в складки. Преимущественно пониженными значениями электрического сопротивле-

ния, по линии профиля 6, характеризуются глинистые и углефицированные отложения триаса и юры в пространстве между Сериктасским и Чинрауским разломами.

Границам между такими неоднородностями, как правило, тектоническим, соответствуют градиентные участки понижения электрического сопротивления. При этом локальные области с наиболее низкими значениями электрического сопротивления проинтерпретированы обводненными зонами тектонических нарушений.

Среди них наиболее значимыми по профилю 6 являются крутопадающая в южном направлении зона мощностью порядка 2.0 км в интервале между эпицентрами ПЯВ в скважинах 1327 и 1220, а также примыкающая с севера к Сериктасскому разлому, зона в районе скважины 1207 в углефицированных породах. В меньшей степени проявлена зона пониженных значений электрического сопротивления в районе газовыделяющей скважины 1313.

По данным количественной интерпретации (рисунок 2-Б) характерной особенностью разреза в интервале ПК 0-7000 является наличие обводненных участков на глубинах от первых десятков до 1000 метров в песчано-алевролитосланцевой толще и горизонтах углистых пород. Такие обводненные участки в интервале профиля ПК 0-5500, вероятно, приурочены к зонам надвиговых структур и послонных срывов, в районе скважины 1220 – к зоне влияния трещинной интрузии гранитов, в районе скважины 1207 – к зоне обводненной трещиноватости, прилегающей с севера к Сериктасскому разлому.

Характерной особенностью выделенных обводненных структур является их пространственная связь со скважинами ПЯВ, в том числе и с явно выраженными поствзрывными деструктивными проявлениями (1207) и газовыделением (1313, 1318). Эти обстоятельства являются важными показателями для оценки и прогнозирования геоэкологической обстановки, характеризующими возрастанием вероятности обводнения ядерных полостей, следствием которого может быть ускорение их разрушения с последующим выносом радионуклидов за пределы их «захоронения» подземными водами.

Для ПЯВ, проведенных в углистых породах, это означает наличие предпосылок для активизации процессов окисления в углистых породах с образованием горючих и токсичных газов, ко-

торые могут быть выброшены в атмосферу по сценарию, подобному скважине «Глубокой».

**Оценка поствзрывной нарушенности и обводненности очаговой зоны в блоке скважины 1388.** В этой скважине проведено два взрыва мощностью до 150 и до 20 кТ, один из которых проведен на глубине 530 метров, сведения по второму ПЯВ отсутствуют.

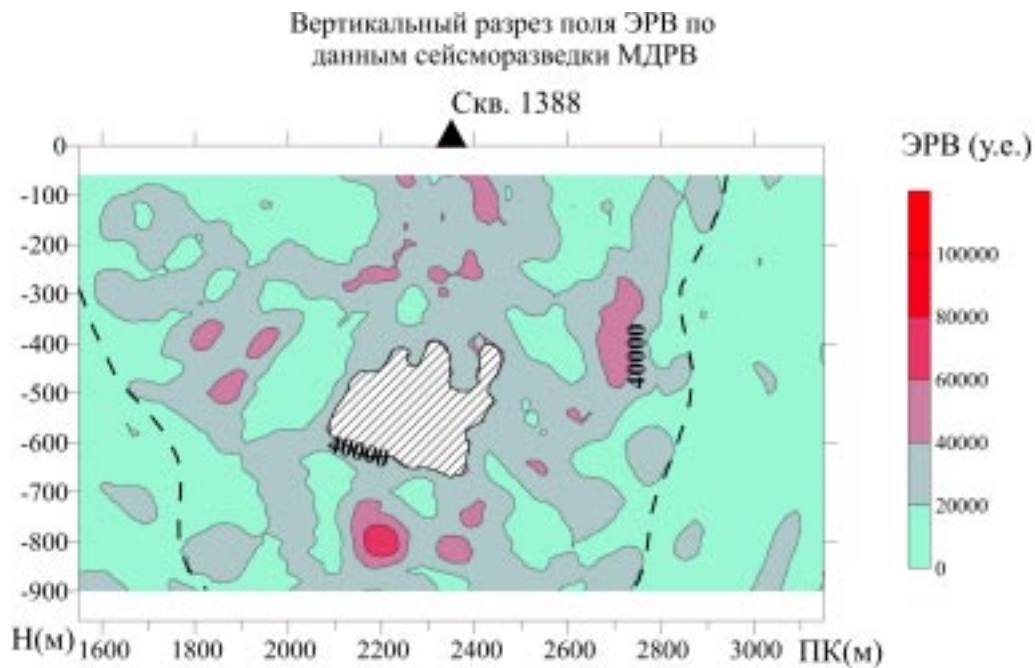
По площадке скважины 1388 (рисунок 3-А) установлено, что уровень нормального поля энергии рассеянных волн составляет порядка 20000 у.е. Согласно полученному распределению поля энергии рассеянных волн максимальными ее значениями (60000 усл.ед. и более), с вероятностью не менее 0.95, в интервале глубин от 650 до 400 метров выделена (по изолинии 40000 у.е.) близкая к изометричной область с горизонтальной мощностью порядка 300-320 метров. Она проинтерпретирована, согласно определению и расчетным размерам [6], как зона дробления и интенсивной трещиноватости и дробления, обусловленная деструктивным действием ПЯВ.

В целом по этой площадке область динамического воздействия ПЯВ (зона подновленных трещин) прослеживается в радиусе 600-650 метров, хотя расчетные размеры этой зоны согласно [6], составляют величину не более 344-370 метров. Наиболее вероятным объяснением увеличения «дальности» деструктивного действия ПЯВ может, как показанов [6], быть добавочное воздействие второго заряда.

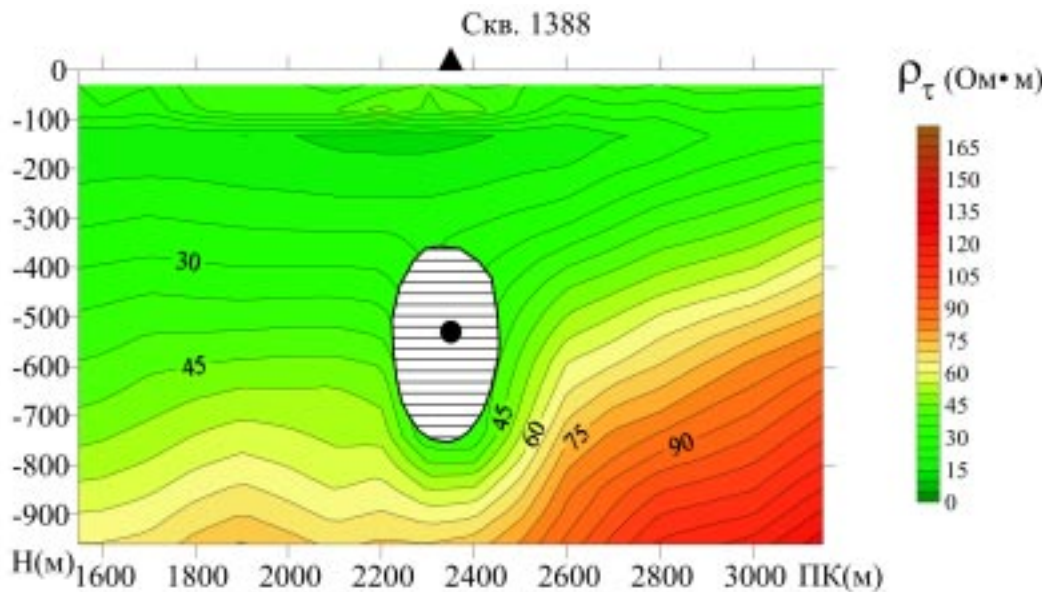
Особенностью геоэлектрического разреза по данным электроразведки ЗСБ в этом же сечении (рис. 3-Б) является наличие локального понижения электрического сопротивления в районе гипоцентра ПЯВ. Контур наиболее значимых деформаций поля  $R_t$  с аномально пониженными значениями этого параметра в интервале глубин 700-350 метров проинтерпретирован обводненной зоной интенсивной трещиноватости и дробления.

Таким образом, на примере этой скважины проиллюстрирована целесообразность и эффективность комплексирования методов электроразведки и сейсморазведки при изучении очаговых зон ПЯВ. В совокупности такое комплексирование позволило не только оценить размеры и глубину области интенсивной трещиноватости, но и установить факт поствзрывной обводненности этой зоны.

Приведенные результаты исследований свидетельствуют о высокой информативности пара-



А. Вертикальный разрез поля ЭРВ с элементами интерпретации по данным сейсморазведки МДРВ



Б. Вертикальный разрез изоом с элементами интерпретации по данным электроразведки ЗСБ

Рис. 3. Участок Балапан. Оценка поствзрывной нарушенности (А) и обводненности (Б) очаговой зоны в блоке скважины 1388.

1 - внешний контур механического воздействия ПЯВ на геологическую среду; 2 - зона максимальной трещиноватости и дробления пород в районе гипоцентра ПЯВ; 3 - обводненная область трещиноватости по данным электроразведки ЗСБ; 4 - эпицентр (а) и гипоцентр (б) ПЯВ; 5 - изолинии энергии рассеянных (дифрагированных) волн в у.е.; 6 - изолинии электрического сопротивления в Ом·м

метров электрического сопротивления и скорости упругих волн при картировании трещинных водонасыщенных структур в породах скального фундамента участка Балапан.

На основании данных по глубинным особенностям вещественного состава разреза и его обводненности по линии профиля 6 показаны наиболее вероятные негативные изменения геоэко-

логической обстановки, связанные с возможностью газогенерации углефицированных пород и радионуклидным загрязнением геологической среды при разрушении обводненных полостей. Комплексное использование этих параметров обеспечивает повышение достоверности выявления и изучения очаговых зон ПЯВ.

В целом следует отметить, что обоснованный комплекс методов вполне достаточен для решения задачи картирования водонасыщенных трещинных структур тектонического и техногенного происхождения в породах фундамента, как возможных каналов миграции радионуклидов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на ядерно- и радиационно опасные объекты. ПНАЭ Г-05-035-94. Москва, 2000.
2. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. ПНАЭ Г-5-006-87 Москва. Энергоатомиздат, 1989.
3. Методы геофизики в гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: Недра, 1985. 184с. (Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии).
4. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики: Учеб. для вузов / Под редакцией В.А. Богословского. – М.: Недра, 1990, – 500 с.: ил.
5. Приложения к паспортам скважин ПЯВ. Архивы ИГИ. 2005-2007 г.
6. Адушкин В.В., Спивак А.А. Изменение свойств горных пород и массивов при подземных ядерных взрывах. Физика горения и взрыва. 2004. т. 40. №6. С.15-24.
7. Садовский М.А., Адушкин В.В., Спивак А.А. О размерах зон необратимого деформирования при взрыве в блочной среде. // Физика Земли. 1989. № 9. С. 9-15.
8. Геофизические методы исследования земной коры. В.К. Хмелевской (Международный университет природы, общества и человека «Дубна»). Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 1997 г.
9. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика/Под ред. Н.Б. Дортман, – 2 изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1984, 455 с.
10. Старобинец А.Е. Выделение и интерпретация дифрагированных и квазидифрагированных волн. – М.: Недра, 1988.
11. Шапиро С. А., Файзуллин И. С. О затухании сейсмических волн в горных породах как в дискретных рассеивающих средах//Известия АН СССР/Физика Земли, 1986. – № 9. – С. 56-63.
12. Файзуллин И. С., Чиркин И. А. Сейсмоакустические методы изучения трещиноватости горных пород // Геоинформатика, 1998 – № 3.

УДК 545.25

А.С.МУСИНА<sup>1</sup>

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ КЕКОВ

Амальгамалармен цементтеу әдісі арқылы күйдірілген және күйдірілмеген кектердің сұйытылған ерітіндісінен алтынды бөліп алу мүмкіндіктерін анықтау бойынша зерттеу жұмыстары жүргізілді. КПлЭ-та электрохимиялық концентреу арқылы алтынды санық анықтау әдісі жасалынды.

Проведены исследования по выявлению возможности количественного извлечения золота из разбавленных растворов как из отожженного, так и не отожженного кека методом цементации амальгамами. Разработана методика количественного определения золота на УПлЭ путем электрохимического концентрирования.

The amalgam cementation method it was conducted the investigations by revelation of the possibility quantitative gold extraction from dilute solution both annealed and unannealed keks. It was elaborated the method quantitative gold on the carbonplastic electrode by the electrochemical concentration

Горные породы и бедные руды по настоящее время остаются наиболее трудными объектами при определении в них благородных металлов, в частности золота, ввиду значительной сложности их состава и чрезвычайно большой разницы в концентрациях благородных металлов и сопутствующих им макрокомпонентов, а также из-за недостаточной селективности используемых методов анализа. Значительная близость химических свойств благородных металлов и необходимость определения их микроколичеств при разработке селективных способов извлечения требует неперемного привлечения наиболее чувствительных аналитических методов.

Существующие в настоящее время электрохимические методы определения золота в промышленных объектах не обладают достаточной воспроизводимостью аналитических сигналов в присутствии ряда сопутствующих элементов с пределом обнаружения на уровне  $5 \cdot 10^{-6} \%$ . В работе [1] определение золота в продуктах цветной металлургии при соотношении содержания Cu (II) и Au (III), равном  $2 \cdot 10^6:1$ , предложено проведение предэлектролиза при потенциале 0,5В с последующим анодным растворением золота в растворе 0,1 М HCl.

Поскольку в практике аналитических лабораторий приходится иметь дело с природными объектами весьма сложного состава, необходимо проведение экспериментальной оценки мето-

дов разложения образцов на типичных золотосодержащих образцах, в том числе: 1) горных породах и рудах с высоким содержанием кремнезема, окислов щелочных и щелочноземельных металлов; 2) рудах с малым содержанием силикатов, но сильно обогащенных сульфидами Cu, Ni, Zn, Co, As и Sb. Авторами [2] было проведено избирательное удаление мешающих элементов в процессе обработки образца минеральными кислотами и их смесями в различных сочетаниях, соотношениях и условиях, а также в процессе сульфатизирующего обжига в присутствии различных восстановителей. Однако, положительных результатов не получено. Присутствующие в природных объектах минералы пирит, марказит, пирротин, арсенопирит, а также сульфиды кобальта трудно поддаются разложению даже смесью царской водки и серной кислоты, в то время как в этих условиях полностью растворяется золото, и потери эти не поддаются количественной оценке. Поэтому предпочтение отдано сплавлению пород и руд с едкими щелочами и окислителями, где золото переходит в форму оксидов, находясь в высшей степени окисления, легко растворяясь в соляной кислоте с образованием комплексных тетра- и гексаацидосоединений типа  $K_2[AuCl_4]$ . Следует отметить, что лучшим вариантом для вскрытия проб является сплавление с KOH и  $KNO_3$  [2], при этом процесс протекает быстро и при достаточно низких температу-

<sup>1</sup> Казахстан, 050000, г. Алматы, ул. Айтеке би, 99, Казгосженпи.

рах (600–700 °С). Плав почти во всех случаях оказывается однородным и легкоподвижным, кроме того, он полно и быстро выщелачивается малыми объемами соляной кислоты.

Следующим этапом после вскрытия золото-содержащих проб является подбор селективных методов определения искомого металла в присутствии сопутствующих металлов. В этом отношении наиболее приемлемым, на наш взгляд, является выявленный еще в 1893 г. М.С. Курнаковым способ полного концентрирования золота тиокарбамидом (сернистый аналог мочевины), который обладает резко выраженной тенденцией к вхождению во внутреннюю сферу комплексных соединений ряда металлов, в первую очередь благородных.

Нами были проведены исследования по выявлению возможности количественного извлечения золота из разбавленных растворов как из отожженного, так и неотожженного кека методом цементации амальгамами. Необходимо было подобрать оптимальные условия для цементации золота после выщелачивания — определены соотношения  $V_{\text{ж}}:V_{\text{MeHg}}$ , продолжительность цементации, температуру и скорость перемешивания. Прежде всего кеки были проанализированы спектральным и рентгенофазовым методами. В отожженном кеке содержание золота соответствовало величине 5000 г/т. Этот кек был подвергнут амальгамации с целью извлечения золота. После проведения серии опытов кеки были отделены от амальгамы, промыты и высушены в сушильном шкафу при 100°С (до постоянного веса).

Проведено испытание разработанных на модельных растворах инверсионно-вольтамперометрических методов определения золота в присутствии меди и свинца.

Анализ амальгамы электрохимическим методом показал следующие результаты. Проба № 1 — после амальгамации отожженного кека: теоретическое содержание золота — 610 мг (в 100 г кека); найденное в амальгаме золото — 524, 4 мг;

извлечение — 85,9%. Проба № 2 после амальгамации неотожженного кека: теоретическое содержание золота — 305 мг (в 50 мг кека); найденное в амальгаме золото — 302,5 мг; извлечение — 99,2%.

Таким образом, установлено, что для переработки кеков с целью извлечения золота для аналитического контроля целесообразно использовать амальгамный метод. Показано, что процесс отжига кека из технологических операций можно исключить, так как высокие показатели извлечения золота достигнуты и на неотожженном кеке.

Разработана методика количественного определения золота путем электрохимического концентрирования инверсионным методом. Был выбран способ электровосстановления золота на углеродистом электроде с контролируемым потенциалом рабочего электрода, обеспечивающий селективное осаждение определяемых примесей при заданном потенциале из сульфидных продуктов, полученных осаждением Au, Ag, Cu из тиосульфатных промышленных растворов с помощью сернистого натрия и продуктов переработки золотосодержащих кеков. Установлено, что электроосаждение золота оптимально проводить в 1М HNO<sub>3</sub>. Методом инверсионной вольтамперометрии изучено влияние концентрации кислоты на растворение золота на УПлЭ. Полученная прямолинейная зависимость тока анодного растворения золота, пропорциональная содержанию осажденного металла на УПлЭ, позволила построить калибровочный график в интервале концентраций 10<sup>-4</sup> — 10<sup>-5</sup> г/л.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Горностаева Т.Д., Пронин В.А. Полярнографические определения золота в некоторых золотосодержащих рудах и продуктах их переработки с предварительным концентрированием его на графитовом электроде // Журн. аналит. химии. 1971. Т. 26. В.9. С. 1736? 1739.
2. Бимиш Ф. Аналитическая химия благородных металлов. М.1969.161с.



УДК 628.54(574)

Л.В.АНИЩЕНКО<sup>1</sup>

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМОВ ЗАКАЧКИ ПОПУТНО-ДОБЫВАЕМЫХ ВОД В ТЕРРИГЕННЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Батыс Қазақстан өндіріс суларын террифекті түзүсті түзілімдеріне айдауда тәжірибесі бар, Қарашығанак, Теніз, Прорва кеніштерін мысалы ретінде атап өтуге болады.

В Западном Казахстане в целях безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды имеется опыт закачки промышленных сточных вод в терригенные надсолевые отложения таких месторождений как Карачаганак, Тенгиз, Западная Прорва.

Experience in sphere of industrial waste water pumping into deep terrigenous upsalt deposits showed its usefulness at Karachaganak, Tengiz and West Prorva oilfields.

Территория Прикаспийской впадины является благоприятной для поисков глубоких терригенных водоносных пластов-коллекторов для захоронения избытка попутно-добываемых пластовых вод. В качестве перспективных для захоронения попутно-добываемых вод рекомендуются альб-сеноманский, неокомский, средне-нижнеюрский и ветлужско-татарский.

Захоронение попутно-добываемых вод в подземные пласты производилось на некоторых месторождениях и химических заводах Советского Союза с 1960-х гг. Ранее было обнаружено, что существует возможность закачки попутно-добываемых вод в надсолевые отложения такие, как неокомский резервуар Тенгизского месторождения. Ввиду адекватных фильтрационных свойств, местоположения, объема резервуара и изоляции от вышележащих горизонтов неокомский резервуар был признан наиболее приемлемым для захоронения утилизируемых вод. Поскольку неокомские резервуары Прорвы и Тенгиза идентичны, то и выбор режима закачки аналогичен.

Обоснование возможности оптимизации объемов закачки попутно-добываемых вод в терригенные коллекторы Прикаспийской впадины рассматривается на примере существующего полигона закачки месторождения С. Нуржанов.

Оценка полигона проводится при помощи системы наблюдательных скважин с использованием данных миграции и распространения флюидов по каждой скважине и группе скважин.

Опытная закачка была начата в 1995 году. В настоящее время попутно-добываемые воды отводятся в шесть поглощающие скважины при максимальном суточном объеме закачки 2000 м<sup>3</sup>/сут. Непрерывный процесс закачки характеризует рабочее состояние поглощающей скважины. Давление на устье поднимается с увеличением объемов закачки и со временем повышается в зависимости от содержания твердых частиц в потоке попутно-добываемых вод, кольтатации принимающей зоны скважин. Давление на насосы достигают 4,5 – 6,0 МПа. Конструкция поглощающей скважины приведена на рис. 1.

Надежность закачки попутно-добываемых вод во многом определяется конструкцией и техническим состоянием поглощающих скважин. Очень высокие требования предъявляются к качеству разобщения водоносных горизонтов. Качество цементирования затрубного пространства обсадных колонн против водоносных и водоупорных комплексов определяются геофизическими методами.

Конструкция поглощающих скважин предусматривает: направление Ø324 мм устанавливается на глубину 50 м, с целью перекрытия верхних неустойчивых отложений и обвязки устья скважины с циркуляционной системой; кондуктор Ø245 мм спускается на глубину 1000 м, цементируется до устья с целью перекрытия возможно водоносных отложений, недопущения гидроразрыва пород при установке противовыб-

<sup>1</sup> Казахстан, 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22. Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева.

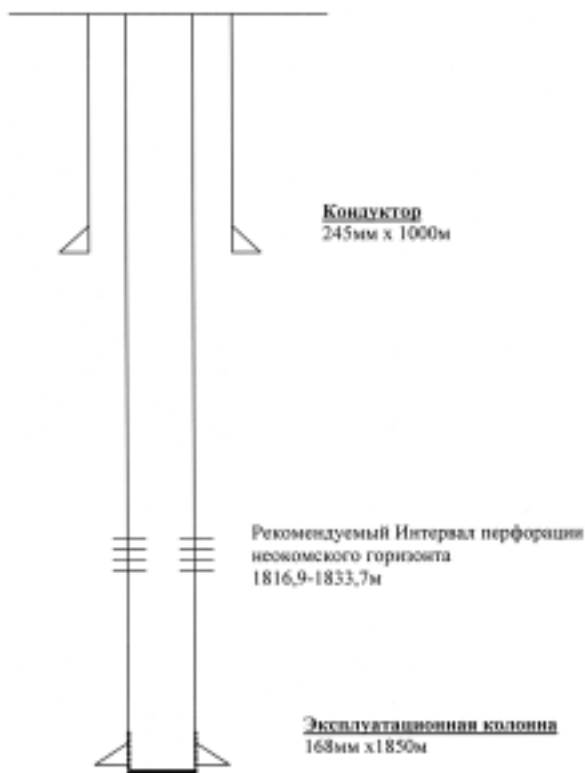


Рис. 1. Конструкция поглощающей скважины

росового оборудования; эксплуатационная колонна  $\varnothing 168$  мм спускается до проектной глубины и цементируется до устья.

Глубина спуска колонны определяется из условий залегания поглощающего пласта и наличия зумпфа.

Важным для целей захоронения являются вопросы увеличения приемистости скважин, так как от правильного выбора того или иного способа освоения скважины в конкретных геологических условиях зависит в дальнейшем нормальная эксплуатация выбранного горизонта. Из многообразия существующих способов освоения скважин выделяем: промывку, свабиrowание и гидровибрационный метод.

Прямую и обратную промывку предусматриваем для предварительной разглинизации, очистки от шлама и тому подобное интервала перфорации. Продолжительность промывки определяется фиксированием времени выхода из скважины чистой воды.

Свабиrowание применяется для вызова притока воды из пласта в скважину. Выбор того или иного способа свабиrowания зависит, в основном, от количества поглощенной пластом промывочной жидкости. В нашем случае предполагаем ис-

пользование пакера и насосно-компрессорное оборудование.

Гидровибрационный метод выбран по следующим факторам: метод экологически чист; не требуются дополнительные реагенты; используются существующие типы вибраторов; высокий процент улучшения приемистости коллекторов.

Гидровибрационный метод обеспечивает создание знакопеременных давлений на объекты и сжатые сроки декольматации. Существующие устройства для гидровибрационной декольматации либо не обеспечивают эффективную работу при глубине скважин свыше 200 м (привод рабочего органа расположен на поверхности), либо сложны по конструкции и обладают достаточно большими габаритами (погружные вибраторы).

Создание малогабаритных рабочих погружных органов для гидровибрационной разглинизации глубокозалегающих водоносных пластов, обладающих достаточной мощностью и малыми поперечными размерами, является актуальной проблемой, ждущей своего решения. Для привода рабочих органов целесообразно использовать забойные гидроударные машины (гидроударники) [1].

Для борьбы с микроорганизмами (бактериями) сейчас широко применяют обработку пластовой воды биоцидами. В попутно-добываемых водах могут содержаться капельки нефти, гидраты и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  и закиси  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  железа, а также большое количество солей, достигающее до  $300000 \text{ мг/дм}^3$  ( $300 \text{ г/дм}^3$ ) Микроорганизмы и водоросли, находящиеся в нагнетаемой воде (особенно сульфатовосстанавливающие бактерии), могут образовывать до  $100 \text{ мг/л}$  сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ), который на поздней стадии разработки месторождения, поднимаясь вместе с нефтью на поверхность, корродирует обсадные и фонтанные трубы, всю поверхностную систему сбора нефти, газа и воды, выводя ее из строя. Поэтому для попутно-добываемой воды, предназначенной для закачки в продуктивные пласты, приходится сооружать установки по очистке воды. Чем чище вода, закачиваемая в пласт, тем больше приемистость поглощающих скважин.

Степень очистки утилизируемых вод должна быть такой, чтобы сохранялась устойчивая приемистость скважин при высоком давлении закачки.

Согласно Правилам разработки нефтяных месторождений и эксплуатации скважин, пределы допустимого содержания в закачиваемой воде ме-



ханических, химических и органических примесей должны устанавливаться ЦНИЛами, ЦНИП-Рамами, НГДУ или научно – исследовательскими институтами на основании лабораторных исследований и опытной закачки воды в скважины. В этих же Правилах рекомендуется устанавливать требования к качеству нагнетаемой воды организацией, которая разрабатывает проект разработки данного месторождения. Для оценки норм качества закачиваемой воды предложены различные критерии. Например, по устаревшим данным [2] количество воды должно быть таким, чтобы при закачке 500000 м<sup>3</sup> давление повышалось на 0,5 МПа. Из сказанного можно сделать вывод, что к очистке воды следует подходить для каждого месторождения сугубо индивидуально, и там, где проницаемость продуктивных коллекторов нагнетательных скважин высокая (600-800 мД), нет необходимости в сооружении сложных и дорогостоящих установок.

Попутно-добываемые воду в значительной части представляют добытую с газом и нефтью и поэтому подлежащую возврату в недра. Химический состав попутно-добываемых вод приведен в табл. 1.

Вопрос определения точного состава с целью уточнения параметров попутно-добываемых вод требует специальной проработки, изменения со-

става которых связано с работой вспомогательного оборудования. Химическая активность попутно-добываемых вод будет снижена за счёт присутствия в ней значительного количества ингибиторов коррозии. Попутно-добываемые воды будут иметь щелочную среду, для повышения приемистости скважин предполагается подготовка этих вод, нейтрализуя химическую активность их и снижая воздействие на технологическое оборудование, подземное оборудование нагнетательных скважин и на горные породы до приемлемого уровня.

Таким образом, установленные и обоснованные основные требования к составу и свойствам попутно-добываемых вод, подлежащих подземному захоронению, приведены в табл. 2.

На требования к качеству воды влияет также давление нагнетания. Пластовое давление составляет 17-18МПа, максимальное давление нагнетания – 12МПа.

Также в соответствии с требованиями к качеству очистки попутно-добываемых вод, закачиваемых в поглощающие скважины [3] при проницаемости пористой среды коллектора свыше 0,6 мкм<sup>2</sup>, допустимые содержания загрязнений по нефтепродуктам составляют 50,0 мг/дм<sup>3</sup>, по взвешенным веществам – 50,0 мг/дм<sup>3</sup>, что не противоречит сделанным выше выводам. Харак-

Таблица 1. Результаты химического анализа проб закачиваемых вод месторождения С.Нуржанова

№	рН	плотность, г/см <sup>3</sup>	Катионы, мг/дм <sup>3</sup>				взвешенные вещества	сухой остаток
			сульфаты	хлориды	карбонаты	гидрокарбонаты		
ВРП	5,8	1,151	4584	9370	588	61	5	225700

Таблица 2. Требования к составу и свойствам закачиваемых вод

Параметры	Максимально-допустимое значение/содержание	Единица измерения
рН	7	
Карбонатная жесткость и гидрокарбонат-ионы	Не более 5	мг/моль л
Уменьшение пористости	Не более 0,3	%
Коррозионная активность	Не более 0,1-0,2	мг/см <sup>2</sup> сут
Растворенный кислород	Не более 0,02-0,05	мг/л
Нефть	Не более 30	мг/л
Механич. примеси	Не более 30	мг/л
Размер частиц	Не более 3-5	мкм
Ионы окисного железа	Не более 1	мг/л
Сероводород	Должен отсутствовать	
Сульфат-ионы	Должны отсутствовать	
Бактерии	Должны отсутствовать	

Таблица 3. Состав попутно-добываемых вод

№№ пп	Наименование загрязняющего вещества	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>			
		Норматив	1 замер	2 замер	3 замер
1	рН	4,5-8,5	5,8	5,8	5,8
2	Нефтепродукты	50,0	-	-	-
3	Взвешенные вещества	50,0	5.6-9,6	5-9,5	5-9,5
4	Сульфиды	Не норм.	-	-	-

теристика закачиваемых попутно-добываемых вод по результатам анализов приведена в табл. 3.

Предварительно очищенные попутно-добываемые воды, закачиваемые в пласт, со временем ухудшают коллекторские свойства призабойной зоны. Требуется реперфорация и обработка скважин. Наибольший эффект по повышению приемистости получается вследствие обратной обработки скважин. Возможны проведение дополнительных соляно-кислотных обработок призабойной зоны, а также экспериментальная обработка азотной кислотой. В настоящее время внедряется в производство импульсно-волновое воздействие в поглощающих скважинах. При проведении импульсно-волнового воздействия в скважи-

нах приемистость увеличилась в среднем с 96 до 240 м<sup>3</sup>, давление нагнетания уменьшилось с 6.0 до 4,0 МПа.

Все перечисленные выше мероприятия позволят оптимизировать объём закачки в необходимых в будущем пределах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров Б.В. Разработка комплекса технических средств для сооружения и освоения технологических скважин. г. Алматы, 2010г, с.68-90
2. Апельцин М. Э. Подготовка воды для заводнения нефтяных пластов. М., Гостехиздат. 1960. 287 с
3. ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству»



**ЖУРМБЕК  
СЫДЫКОВИЧ  
СЫДЫКОВ**

*(к 90-летию со дня рождения)*

Исполнилось 90 лет со дня рождения и 60 лет научной деятельности - крупного исследователя в области фундаментальных проблем гидрогеологии и гидрогеохимии, водных ресурсов аридных регионов, заслуженного деятеля науки РК, лауреата Государственной премии РК, ветерана Великой Отечественной войны, доктора геолого-минералогических наук, профессора, академика Национальной Академии наук Республики Казахстан, Главного научного сотрудника Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина **Журмбека Сыдыковича Сыдыкова**.

Ж.С. Сыдыков родился 20 сентября 1922 г. в с. Аксу Алматинской области, в семье крестьянина. В 12 лет, лишившись родителей, рано начал свою трудовую деятельность. Несмотря на трудности и лишения, он уже в школьные годы проявлял стремление к знаниям, трудолюбие и настойчивость.

В 1940 г. с отличием окончив казахскую среднюю школу, был призван на службу в Советскую Армию, а с началом ВОВ на фронт. В 1944 г. под Смоленском после тяжелого ранения был демобилизован из рядов действующей армии. В том же году он поступил на геологоразведочный факультет Казахского горно-металлургического института. Получив профессию горного инженера-гидрогеолога, направлен в Институт геологических наук АН КазССР. Обучаясь в аспирантуре, он активно участвует в гидрогеологических исследованиях в Жезказганском

районе, в междуречье Урал-Волга, в Западном Казахстане и Мангистау. По результатам своих исследований в 1952 г. он успешно защищает кандидатскую диссертацию по территории Северного Мангистау, впервые обосновав для данной практически безводной территории прогнозные естественные и эксплуатационные ресурсы слабоминерализованных подземных вод.

В 50-е и 60-е годы прошлого столетия под его руководством началось внедрение в практику нового направления поисковой гидрогеохимии на рудные и нефтегазовые месторождения и при его непосредственном участии были проведены гидрогеологические работы по оценке и практическому использованию подземных вод Актюбинской, Атырауской и Мангистауской областей, а также крупные исследования, связанные с зоной Актюбинского Приаралья, Южного Урала, Мугоджар и Устюрта. В 1965 г. Ж.С. Сыдыковым успешно защищена докторская диссертация с изданием крупной монографии «Подземные воды Мугоджар и примугоджарских равнин».

Большое внимание Ж.С. Сыдыков уделял созданию гидрогеологических карт регионального плана. В 1962 г. при его участии была создана гидрогеохимическая карта Прикаспийской впадины, Мугоджар и Казахстана в целом. В 1976 г. была опубликована Гидрогеохимическая карта СССР (по казахстанской части), масштаба 1:2 500 000.

Ж.С. Сыдыков известен, как научный руководитель и наставник при подготовке научных кадров, под его руководством в области гидрогеологии защитили докторские диссертации многие видные ученые и специалисты производства, не говоря о более 30 кандидатов наук.

Ж.С. Сыдыков постоянное внимание уделяет развитию казахского языка, будучи весьма эрудированным специалистом, он опубликовал более 100 статей научных, научно-популярных и справочных работ, связанных с изучением и широким использованием подземных вод, а также издал первый в РК «Русско-казахский и казахско-русский терминологический словарь по гидрогеологии и инженерной геологии», рассчитанный на широкий круг специалистов гидрогеологов и водников, студентов ВУЗов. Еще в 60-е годы с А.Ж. Машановым составил «Русско-казахский геологический терминологический словарь».

Ж.С. Сыдыков автор более 700 научных работ, 65 региональных гидрогеологических карт, в том числе 42 монографий, свыше 125 отчетов.

Заслуги Ж.С. Сыдыкова отмечены орденами «Отечественной войны 1 степени», «Дружбы народов», «И.В. Сталина»; медалями «За отвагу», «Ветеран Великой Отечественной войны», «За мужество и любовь к Отечеству», «Маршал Советского Союза Г.К. Жуков», «За освоение целинных земель», «Тыңға 50 жыл», «Ветеран труда», «Ерен еңбегі үшін», «За заслуги в развитии науки Республики Казахстан», «Казақстан Республикасы геологиясындағы зор еңбегі үшін» и многими юбилейными медалями; Почетными грамотами Верховного Совета Казахской ССР, Государственной премией Казахской ССР в области науки и техники, а также ему присвоено Почетное звание «Заслуженный деятель науки Казахской ССР». За выдающиеся научные достижения он награжден Президиумом НАН РК Большой Золотой медалью «ҚР ҰҒА-ның Үлкен алтын медалі».

Коллеги по работе, друзья и ученики сердечно поздравляют юбиляра и желают ему крепкого здоровья, счастья на долгие годы, новых творческих свершений.

*Редколлегия журнала*

**СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ САТПАЕВА А. Г.  
(28.11.1949-01.07.2012)**

Первого июля 2012 года ушел из жизни Сатпаев Алишер Галимтаевич видный ученый в области гидрогеологии.

Свою трудовую деятельность А.Г. Сатпаев начал в 1973г. старшим инженером, продолжил старшим научным сотрудником, преподавателем, доцентом, заведующим кафедры гидрогеологии и инженерной геологии, затем заместителем декана и деканом геологоразведочного факультета КазНТУ им. К.И. Сатпаева. Им впервые в Казахстане введен в учебный план подготовки специалистов-гидрогеологов курс «Мелиоративная гидрогеология».

Наряду с педагогической деятельностью в 1974-1984 гг. А.Г. Сатпаев проводил работу по совместительству в Павлодарском Прииртышье на объектах оазисного орошения земель артезианскими водами. Результатом осуществленных им крупномасштабных гидрогеологических и инженерно-геологических съемок и выполненных на их базе исследований явилась успешная защита А.Г. Сатпаевым кандидатской диссертации.

В 1988-1989 годах А.Г. Сатпаев работал Главным гидрогеологом Дирекции советско-йеменских контрактов по линии Зарубежводстроя СССР. С 1996 по 1998 гг. занимал должность начальника Центра Государственного мониторинга подземных вод и опасных геологических процессов, заместителя начальника Главного управления минеральных ресурсов Министерства геологии и охраны недр Республики Казахстан. С 2005г. он возглавлял Международный Фонд К.И. Сатпаева и являлся его президентом. В 2007 г. был избран по конкурсу на должность директора Института гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина.

Занимаясь изучением проблем фундаментальной и прикладной гидрогеологической науки А.Г. Сатпаев внес большой вклад в решение задач в обла-

сти хозяйственно-питьевого, бальнеологического и производственно-технического водоснабжения различных объектов по территории Казахстана. В их числе оценка эксплуатационных запасов месторождений подземных вод Эскула, Кызылжарма, Жанай, Кызылкум, Асар, Аксын-Каламкас, Жусалы и др.

За время научно-исследовательской деятельности им опубликовано более 90 научных трудов, учебных публикаций и свыше 20 научно-производственных отчетов. Он являлся редактором нескольких гидрогеологических карт Казахстана. В разные годы при его непосредственном участии и руководстве проводились научно-производственные геолого-гидрогеологические работы практически по всей территории Казахстана, а также на юге Аравийского полуострова. Он участник многих международных совещаний и конференций по вопросам гидрогеологии.

За заслуги в области высшего образования А.Г. Сатпаев был награжден нагрудным знаком «Отличник высшего образования СССР», за подготовку высококвалифицированных специалистов – Грамотой Верховного Совета Казахской ССР, а также присвоено звание почетного профессора КазНТУ им. К.И. Сатпаева.

За большие заслуги в геологии А.Г. Сатпаев награжден дипломом и нагрудным знаком «Почетный разведчик недр Республики Казахстан», медалью в честь 20-летия Независимости Казахстана.

Скоропостижный уход Алишера Галимтаевича Сатпаева – невосполнимая утрата для гидрогеологической науки Казахстана, для всех, кто его знал и был ему близок, кто работал с ним. Он всегда был внимателен к друзьям и коллегам по работе, с большим пониманием относился к проблемам окружающих его людей. Чутким, мудрым и светлым человеком он навсегда останется в памяти всех, кто знал его лично.

*Институт гидрогеологии и  
геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина  
Редколлегия журнала*

*Адрес редакции:*

Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.  
Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334.  
Тел.: 2-91-59-38

Редакторы: *Ж. М. Нургожина*  
Верстка на компьютере *А. М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 10.08.2012.  
Формат 70x88<sup>1/8</sup>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
5,6 п.л. Тираж 300. Заказ 4.

---

*Национальная академия наук РК*  
050010, Алматы, ул. Шевченко 28, т. 272-13-19, 272-13-18