ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ

♦

СЕРИЯ ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

♦

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

6 (420)

ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2016 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2016 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2016

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JORNAL 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

Б а с р е д а к т о р ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі

И.К. Бейсембетов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Абсадықов Б.Н. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғыстан)
Беспаев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.Х. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Өмірсеріков М.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».
ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)
Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген **№10892-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
http://nauka-nanrk.kz /geology-technical.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Редакцияның мекенжайы: Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.
Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор

д. э. н., профессор, член-корреспондент НАН РК

И. К. Бейсембетов

Редакционная коллегия:

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Абсадыков Б.Н. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.Х. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Казахстан)
Кожахметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Омирсериков М.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сеитов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».
ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)
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. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
http://nauka-nanrk.kz /geology-technical.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.
Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

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

Editor in chief

doctor of Economics, professor, corresponding member of NAS RK

I. K. Beisembetov

Editorial board:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Absadykov B.N. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.Kh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kenzhaliyev B.K. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Omirserikov M.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Ozdoyev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.
ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)
Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)
The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year
Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

22 ноября 2016 года руководство Национальной Академии Наук РК, члены редакционной коллегии, авторы статей и читатели **журнала «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук»** были участниками значимого и радостного события – вручения вице-президентом корпорации Elsevier Джином Усси президенту Национальной Академии Наук РК М. Ж. Журинову сертификата корпорации Elsevier, подтверждающего включение нашего журнала в базу данных **Scopus.**

База данных **Scopus** является крупнейшей в Мире универсальной реферативной базой данных с возможностями отслеживания научной цитируемости публикаций.

Включение нашего журнала в список **Scopus** свидетельствует о том, что он отвечает всем необходимым для этого критериям.

Научная общественность с особым удовлетворением отмечает, что первым казахстанским журналом, достигшим мирового уровня, стал **журнал «Известия НАН РК, серия геологии и технических наук»**, который начал издаваться в далеком 1940 году, а членами редакционной коллегии его были выдающиеся ученые геологи первого поколения казахстанской науки – К. И. Сатпаев, Н. Г. Кассин, И. И. Бок, Р. А. Борукаев, Е. Д. Шлыгин, Г. Ц. Медоев, У. М. Ахмедсафин и др.

Состоявшееся объективное признание высокого качества научной продукции нашего журнала вселяет надежду на дальнейший подъем нашей науки.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 6 – 21

V. G. Stepanec

*RCMIR_COM, Rheinstr. 87, 26382 Wilhelmshaven, Germany.
E-mail: wladimir@stepanez.de

GEODYNAMIC POSITION OF THE TEKTURMAS ACCRETIONARY PRISM OPHIOLITES (CENTRAL KAZAKHSTAN). Part 2

Abstract. The article describes the geodynamic position Lower Paleozoic ophiolites of the Tekturmas accretionary prism. The facies analysis paleontological, lithological and geochemical data provide the basic information what ophiolites Tekturmas accretionary prism formed above a subduction zone prior to the formation of Euramerica the Devonian active continental margin. Lateral structural row along the north-eastern outskirts of Euramerica during the Devonian included: non-volcanic (Tekturmas accretionary prism) relatively narrow island arc – Nura-Karasor forearc basin – Devonian volcanic-plutonic belt – Shiderty back-arc basin. Such lateral series may well reflect the structure of marginal-continental subduction zone of the Andean-type, where for the upper Ordovician and Silurian the sub oceanic plate subducts beneath under transitional or thinning of subcontinental crust Early Paleozoic stage of stabilization. The Ophiolite Terrane of the Tekturmas accretionary prism composes blocks sealed Upper Ordovician and Lower Silurian olistostromes, which is caused by the formation of the descent of the Atasu-Mointy and Saryarka tectonic plates in the subduction zone Panthalassa.

As part of the tectonic sheets meet ophiolites counterparts' fore-arc basins, primitive island arcs such as Marian-type, back-arc spreading basins, mature island arcs and continental margins.

Keywords: Kazakhstan, ophiolites, accretionary prism, Late Paleozoic, island arc.

УДК 551.24:/56:551.732/.733 (374.3)

В. Г. Степанец

RCMIR_COM, Германия

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ОФИОЛИТОВ ТЕКТУРМАССКОЙ АККРЕЦИОННОЙ ПРИЗМЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН) Часть 2

Аннотация. Рассмотрена геодинамическая позиция офиолитов нижнего палеозоя в составе Тектурмасской аккреционной призмы. На основе анализа палеонтологических, литологических и петрогеохимических данных доказывается, что офиолиты Тектурмасской аккреционной призмы формировались над зоной субдукции до начала формирования девонской активной континентальной окраины Еврамерики. Латеральный структурный ряд вдоль северо-восточной окраины Еврамерики на протяжении девона включал в себя:

невулканическую (Тектурмасскую аккреционную призму) относительно узкую островную дугу – Нуринско-Карасорский преддуговой прогиб – Девонский вулканоплутонический пояс – Шидертинский задуговой бассейн. Такой латеральный ряд вполне может отражать строение окраинно-материковой зоны субдукции андского типа, где на протяжении верхнего ордовика и силура происходило пододвигание кембрийской субокеанической плиты под переходную или утоненную субконтинентальную кору раннепалеозойского этапа стабилизации. Террейны разноформационных офиолитов Тектурмасской аккреционной призмы слагают бескорневые тела, запечатанные верхнеордовикской и нижнесилурийской олистостромой, образование которой обусловлено схождением Атасу-Моинтинской и Сарыаркинской тектонических плит в зоне субдукции Панталасса. В составе тектонических покровов встречаются офиолиты аналогов преддуговых бассейнов, примитивных островных дуг марианского типа, задуговых спрединговых бассейнов и зрелых островных дуг.

Ключевые слова: Казахстан, офиолиты, аккреционная призма, нижний палеозой, островная дуга.

Аллохтонные комплексы. *Карамурунская толща* имеет довольно пестрый состав. Она сложена базальтами, трахибазальтами, базальтовыми трахиандезитами, реже трахиандезитами, базанитами, тефритами, фонотефритами и тефрифонолитами (рисунок 8).

Общим для всех вулканитов карамурунской толщи являются высокие концентрации TiO_2 (<3.25 мас.%), $FeO_{общ}$ (<14.76 мас.%), P_2O_5 (<1.35 мас.%) и рост щелочей с увеличением SiO_2.

По данным М. З. Новиковой [12, 25] вулканиты обогащены Nb (35–42 г/т) V (185 г/т), Ba (350–460 г/т) Sr (300 г/т), Zr (278 г/т), Rb (27 г/т), Y (29 г/т) и резко обеднены Cr (10 г/т), Ni (50 г/т), Co (23 г/т) и MgO (<5.59 мас.%), что свидетельствует об интенсивной дифференциации исходной обогащенной магмы. Все вулканиты карамурунской толщи отвечают нефелин-оливин-нормативным породам.

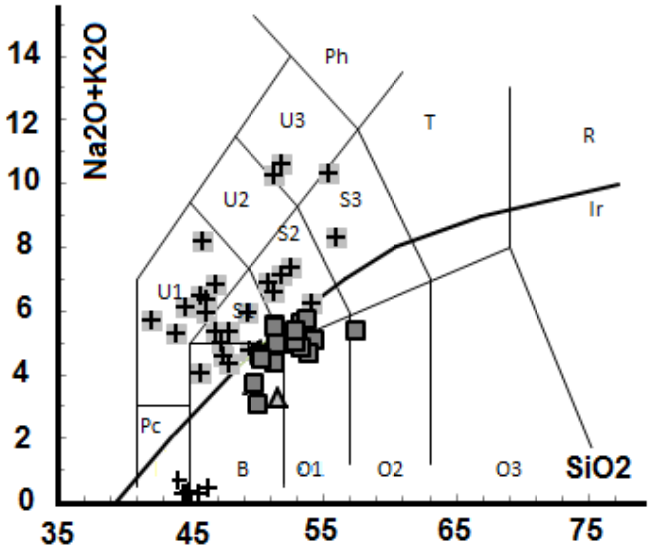


Рисунок 8 – Диаграмма Na_2O+K_2O-SiO_2 [46, 50] для пород Тектурмасской аккреционной призмы.
Pc – пикритобазальт; U1 – базанит; U2 – фонотефрит, U3 – тефрофонолит; Ph – фонолит;
S1 – трахибазальт; S2 – базальтовый трахиандезит; S3 – трахиандезит; T – трахит; B – базальт;
O1 – базальтовый андезит; O2 – андезит; O3 – дацит.

◇1 +2 ✚3 △4 ■5 □6

Тортаульская ложбина: 1 – диабазы, 2 – долериты, 3 – карамурунские базальты;
4 – диабазы гор Сарытау; 5 – базальты гор Дуана-Корасы; 6 – базальты гор Косдонгал.

Figure 8 – SiO_2 vs $Na2O+K_2O$ diagram plotting [46, 50] for volcanic rocks of Tekturmas accretionary complex.
Abbreviations: Pc – picrite-basalt; U1 – basanite; U2 – phonotefrit, U3 – tefrophonolit; Ph – phonolite; S1 – trachybasalt;
S2 – basalt-trachyandesite; S3 – trachyandesite; T – trachyte; B – basalt; O1 – basaltic andesite; O2 – andesite; O3 – dacite.

◇1 +2 ✚3 △4 ■5 □6

Tortaul valley: 1 – diabases, 2 – dolerites, 3 – basalts of Karamurun Formation;
4 – diabases of Sarytau Mountains; 5 – basalts of Duana-Korasy Mountains; 6 – basalts of Kosdongal Mountains.

Плюмовая составляющая базальтоидов карамурунской толщи находит подтверждение на диаграмме 10·*MnO-10*P_2O_5-TiO_2 [47], где они в основном ложатся в поле щелочных базальтов океанических островов (рисунок 6). Тогда как на диаграмме MgO-Al_2O_3-FeOt [48] они соответствуют базальтам континентальных рифтов и базальтам спрединговых зон (рисунок 7).

Контаминация исходной магмы карамурунских вулканитов веществом континентальной коры подтверждается и величиной отношения изотопов стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$, изменяющейся от 0.7086 до 0.7170 [5], что значительно превышает эту величину как в базальтах срединно-океанических хребтов, так и в базальтах океанических островов [51].

Дуана-Корасыская толща. Базальты и базальтовые андезиты сопоставляются с низкотитанистыми (TiO_2:0.63–1.15 мас.%), низкоглиноземистыми (Al_2O_3:13.96–15.75 мас.%), низкофосфористыми (P_2O_5:0.08–0.15 мас.%), высоконатриевыми (Na_2O:2.65–7.89 мас.%) толеитами с известково-щелочным уклоном. По содержанию калия они относятся к низкокалиевым толеитам и среднекалиевым известково-щелочным островодужным базальтам (рисунок 6, 7). С увеличением роли кремнезема (SiO_2 <53.87 мас.%) в вулканитах повышается уровень концентраций Al_2O_3 (до 17.36 мас.%) и TiO_2 (<1.15 мас.%), по характеру распределения MgO (3.41–6.90 мас.%) они преимущественно отвечают дифференцированным, реже примитивным базальтам. Редко встречаются базальты с крайне низкими концентрациями P_2O_5 (<0.04 мас.%), чем находят аналогию с породами примитивных островных дуг. По характеру накопления петрогенных окислов базальты дуана-корасыской толщи близки диабазам серпентинитового меланжа Тортаульской ложбины (рисунок 6, 7).

Косдонгалская толща. Она представлена преимущественно титанистыми (TiO_2: 1.14–1.69 мас.%) толеитовыми базальтами с умеренными концентрациями Al_2O_3 (12.76–15.21 мас. %) при низких содержаниях P_2O_5 (0.09–0.22 мас.%) и K_2O (>0.05 мас.%), что сближает их с базальтами задуговых спрединговых бассейнов (рисунок 6, 7), обогащенных Na_2O (3.46–6.25 мас.%). Также встречаются дифференцированные высокотитанистые (TiO_2=3.36 мас.%), низкоглиноземистые (Al_2O_3= =12.25 мас.%) и низкокалиевые (K_2O = 0.05 мас.%) базальты, но с невысокими содержаниями P_2O_5 (0.22–0.45 мас.%), что в целом отличает их от плюмовых базальтов карамурунской толщи.

По-видимому, в отдельную толщу следует выделить вулканиты урочища Пожарище и гор Сарытау, где встречены базальты трех различных типов.

Известны собственно плюмовые базальты, аналогичные таковым карамурунской толщи урочища Тортаул (рисунок 9). Особо следует отметить появление низкотитанистых (TiO_2:0.76–0-96 мас.%), низкожелезистых ($FeO_{общ}$:7.45–8.17 мас.%), умеренноглиноземистых (Al_2O_3:14.79–15.09 мас.%), фосфористых (P_2O_3:0.32–0.38 мас.%) известково-щелочных базальтов широко известных в

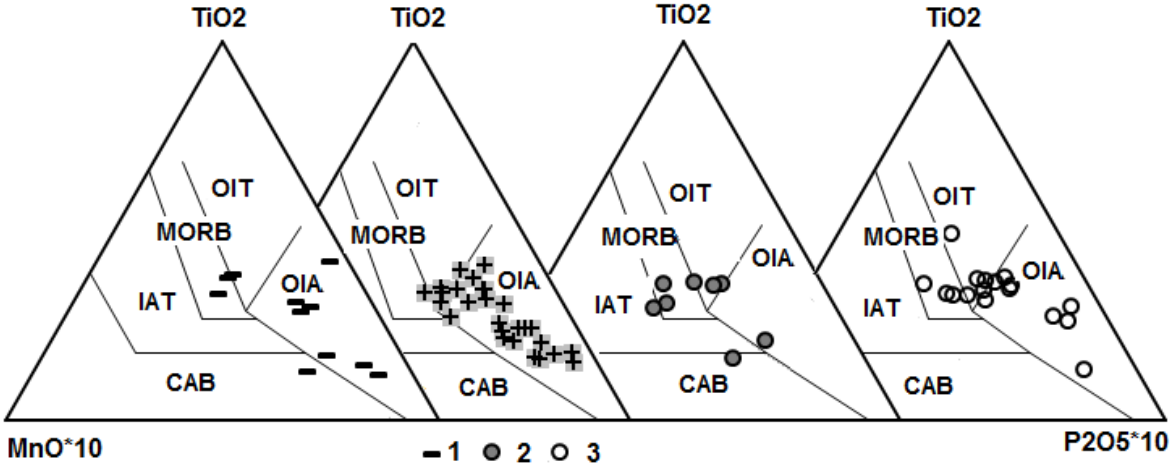


Рисунок 9 – Бинарная диаграмма 10*MnO-10*P_2O_5-TiO_2 [47] для пород Тектурмасской аккреционной призмы. 1 – базальты урочища Пожарище; 2 – базальты севера гор Сарытау; 3 – базальты гор Сарытау. Остальные условные обозначения смотри на рисунке 8.

Figure 6–Triangular tectonic discrimination diagram 10*MnO-10*P_2O_5-TiO_2 [47] for volcanic rocks of Tekturmas accretionary complex. 1 – basalt tract configuration; 2 – basalts of northern Sarytau Mountains; 3 – basalts of Sarytau Mountains. For symbols see Figure 8.

пределах активных континентальных окраин. Важно отметить появление примитивных титанистых (TiO_2<3.37 мас.%), высококальциевых (CaO<11.51 мас.%) толеитовых базальтов с известково-щелочным уклоном известных в задуговых спрединговых бассейнах.

Паравтохтонные комплексы. *Расслоенный базарбайский комплекс.* Габброиды, габбро-диориты и трондъемиты базарбайского комплекса по петрохимическому составу отвечают низкотитанистым (TiO_2: 0.79–0.59 мас%), низкокалиевым (K_2O<0.1 мас.%) и высокотитанистым (Na_2O<8.0 мас.%) породам известково-щелочной серии (рисунок 10). Они, однако, содержат высокие концентрации Nb (7.5 г/т), Y (40 г/т), Yb (4.3 г/т), Zr (235 г/т), Ga (17 г/т) и низкие концентрации Ni (12 г/т), Cr (17 г/т), Co (9 г/т).

Дайково-силловый комплекс. Диабазы и кварцевые диабазы, образующие, как правило, одиночные силлы и дайки, отвечают высоконатриевым (Na_2O<5.29 мас.%) дифференцированным (MgO>2.54 мас.%) и реже примитивным (MgO<7.08 мас.%) породам толеитовой и известково-щелочной серии. В примитивных известково-щелочных диабазах по отношению к дифференцированным диабазам несколько повышены Al_2O_3 (14.96–15.44 мас.%) и P_2O_5 (0.1–0.13 мас.%), но они менее железистые ($FeO_{общ}$<9.39 мас. %), а уровень Na_2O не превышает 3.08 мас. %. Для кварцевых диабазов характерны крайне низкие концентрации P_2O_5 (0.05–0.07 мас.%), тогда как в дифференцированных диабазах содержания P_2O_5 достигают 0.22 мас.%.

Долериты являются примитивными известково-щелочными породами и довольно четко разделяются на низкотитанистые (TiO_2<1.0 мас.%) и умереннотитанистые (TiO_2>1.0 мас.%). С увеличением кремнезема постепенно понижается уровень концентраций глинозема и железа, однако в умереннотитанистых эта тенденция не проявлена. Породы дайково-силлового комплекса по характеру накопления основных петрогенных окислов неэквивалентны вулканитам кузекской свиты, что демонстрируют бинарные диаграммы (рисунок 11). На диаграмме отчетливо видны различные направления трендов накопления глинозема в примитивных вулканитах и примитивных диабазах, а уровень глинозема в долеритах выше, чем в вулканитах кузекской свиты.

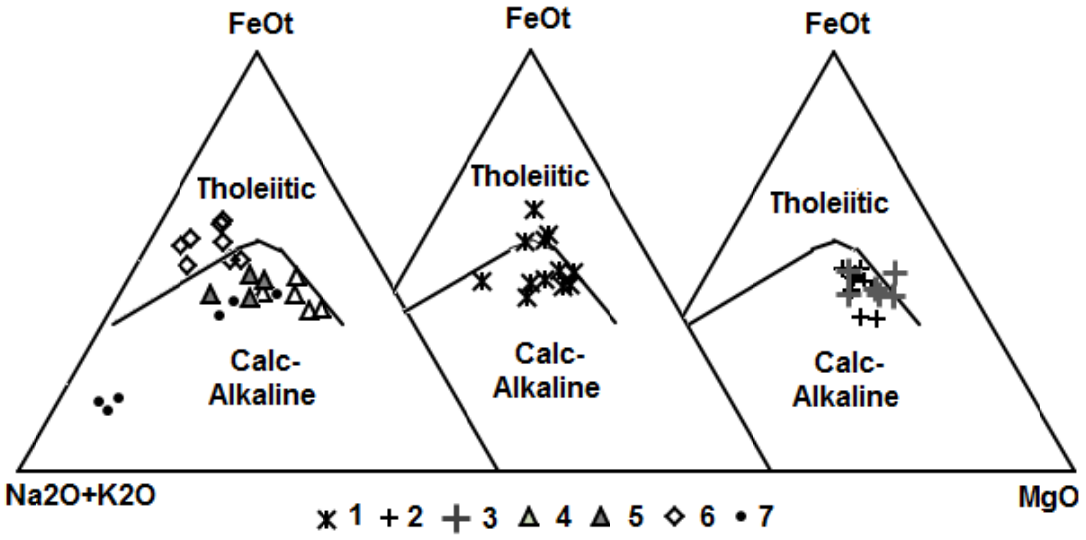


Рисунок 10 – Бинарная диаграмма Na_2O+K_2O-FeOt-MgO [46] для пород базарбайского офиолитового комплекса.
1 – диабазы и кварцевые диабазы; 2-3 – долериты: 2 – low-Ti, 3 – med-Ti; 4-6 – кузекская свита:
4 – примитивные вулканиты; 5-6 – дифференцированные вулканиты: 5 – low-Fe, 6 – high-Fe;
7 – породы расслоенного габбро-плагиогранитного комплекса.

Figure 10 – Triangular discrimination diagram MgO-(Na2O+K2O)-FeO after [46]
for volcanic rocks of Basarbai ophiolite complex.
1 – diabases and quartz diabases 2-3 – dolerites: 2 – low-Ti, 3 – med-Ti; 4-6 – Kuzek Formation: 4 – primitive volcanic rocks;
5-6 – differentiated volcanic rocks: 5 – low-Fe, 6 - high-Fe; 7 – volcanic rocks of layered gabbro-plagiogranite complex.

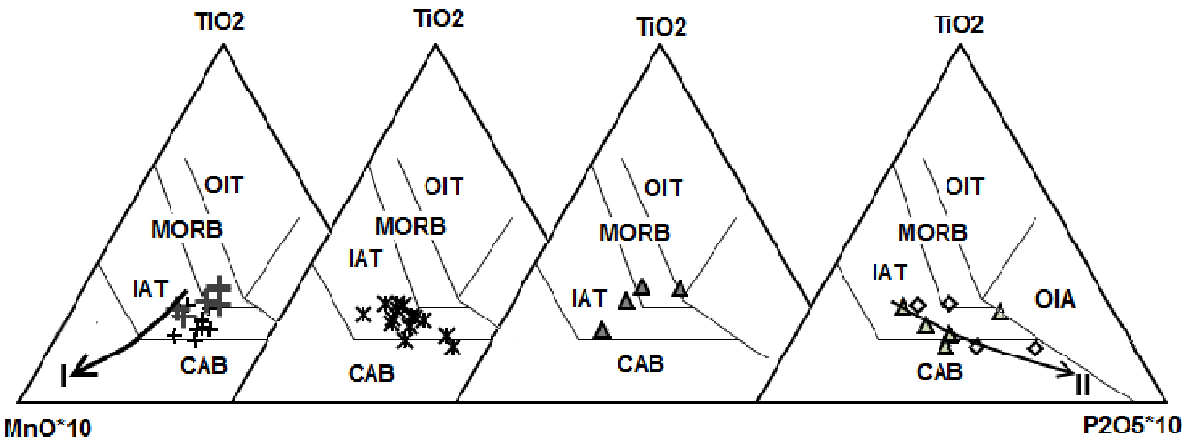


Рисунок 11 – Бинарная диаграмма 10*MnO-10*P_2O_5-TiO_2 [47] для пород базарбайского офиолитового комплекса.
Линиями показаны тренды: I – примитивных островных дуг, II – активных континентальных окраин.
Условные обозначения смотри на рисунке 10.

Figure 11 – Triangular tectonic discrimination diagram 10*MnO-10*P_2O_5-TiO_2 [47]
for volcanic rocks of Basarbai ophiolite complex.
Line showing trends of: I – primitive island arcs, and II – active continental margins. For symbols see Figure 10.

Кузекская свита. Вулканиты свиты по петрохимическому составу принадлежат примитивным базальтам и дифференцированным базальтам, трахибазальтам, базальтовым трахиандезитам и трахиандезитам с явно выраженным обогащением по Na_2O (<2.51 мас.%) при содержании K_2O не более 1.58 мас.%, что наиболее характерно для известково-щелочных серий (рисунок 10). Обособленную группу составляют высокожелезистые дифференцированные вулканиты, которые могут быть сопоставлены с толеитами с известково-щелочным уклоном. По характеру накопления титана они отвечают низко- и умереннотитанистым вулканитам с высоким трендом обогащения фосфором (рисунок 11), что характерно для вулканитов активных континентальных окраин.

Обсуждение и выводы

Стратиграфическая последовательность базальтоидных и осадочных толщ района гор Тектурмас, рассмотренная в работах Р.М. Антонюка [5, 7] и М.З. Новиковой [12], с позиций классического строения верхних членов офиолитовой триады, отражающей океаническую историю их формирования [15, 38], как бы не вызывает сомнений.

Это в том случае, если океаническая природа исследуемых магматических пород четко обоснована, ассоциирующие с океаническими перидотитами и габброидами тела диабазов являются комагматами базальтов, а конденсированные силициты содержат металлоносные илы и железомарганцевые конкреции.

Как было показано выше, ни одно из перечисленных критериев определения океанической природы нижнепалеозойских образований в пределах гор Тектурмас, на данный момент не установлено.

Тем более все изученные перидотиты и габброиды, как и их породообразующие и акцессорные минералы, отвечают плутоническим породам надсубдукционных офиолитов. В серпентинитовом меланже встречаются породы марианит-бонинитовой серии, образование которых также ограничивается рифтами преддуговых бассейнов.

В составе тектонических покровов известны базальты дуана-корасыской толщи, аналоги вулканитов примитивных островных дуг марианского типа, а также покровы вулканитов задуговых спрединговых бассейнов, одновозрастных высокотитанистым щелочным базальтам карамурунской и силицитам тектурмасской толщ (рисунок 12).

Если рассмотреть имеющиеся по магматическим породам Тектурмасской аккреционной призмы палеомагнитные определения, к примеру, для базальтов гор Дуана-Корасы и базальтов карамурунской толщи Тортаульской ложбины (таблица), то для их совмещения в один разрез они

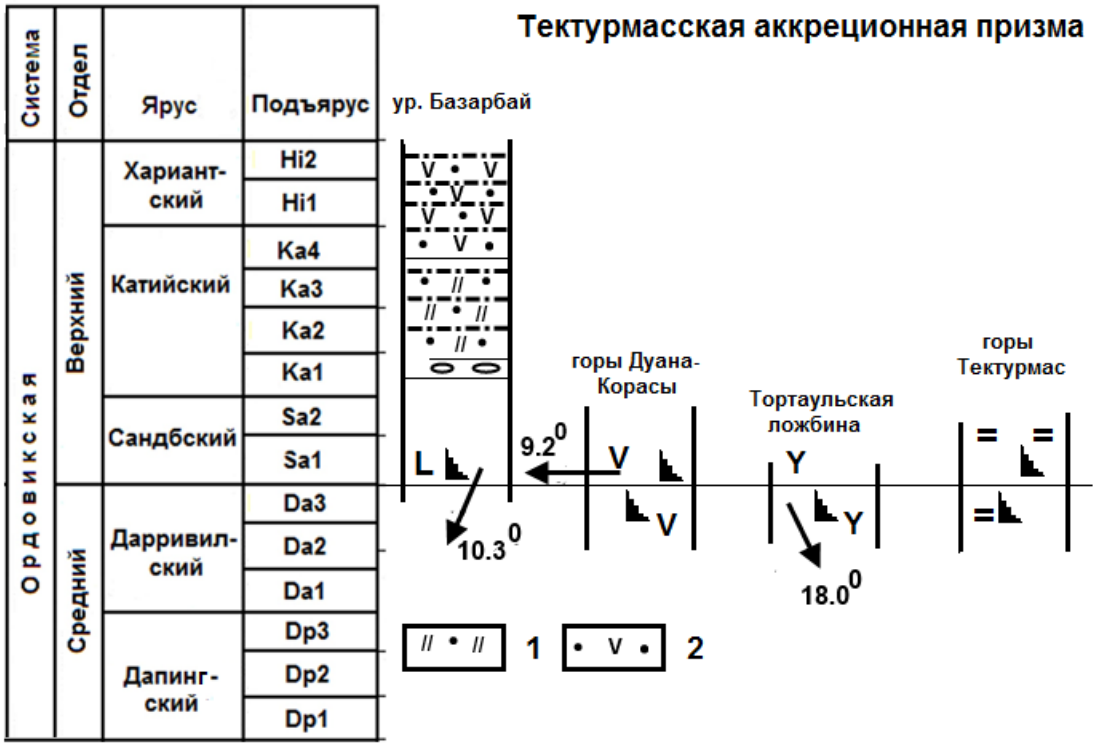


Рисунок 12 – Корреляционная схема образований Тектурмасской аккреционной призмы:
1 – пепловые туфы кислого состава; 2 – пепловые туфы среднего и основного состава.
Стрелками показано склонение, а в градусах палеоширота. Остальные условные обозначения см. на рисунке 1(б).

Figure 12 – Correlation chart of pyroclastic rocks of Tekturmas accretionary prism:
1 – acid tuffs; 2 – intermediate and basic tuffs. Arrows indicate declinations and paleolatitudes. Other symbols, see figure 1 (в).

Палеомагнитные направления пород Тектурмасской аккреционной призмы (52.8^0с.ш., 74.6^0в.д.)

The paleomagnetic directions of rocks from Tekturmas accretionary prism (52.8^0 N, 74.6^0 E)

Объект	Воз.	Аз,^{0}	Уг,^{0}	Т-чистка, 500^{0}С					Круги				П,^{0}
		ПД		n	Dec,^{0}	Inc,^{0}	K	α95,^{0}	n	Dec,^{0}	Inc,^{0}	α95,^{0}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ББ	O_3	325-20	25-75	17	171	-6	4	17	-	-	-	-	-
					180	17	-	-	23	190	20	10	10.3
БД1-14	O_3	280	90	15	155	44	2	25	-	-	-	-	-
					240	25	-	-	9	210	24	19	12.6
БД 15-18 БГ	O_3	340	40	12	46	47	1.5	43	-	-	-	-	-
					20	25	-	-	12	185	13	9	6.6
ДБ	O_2	210-30	30-80	9	162	-5	2	25	-	-	-	-	-
					139	-25	-	-	7	273	18	11	9.2
БА	O_2	164-232	20-80	9	313	78	2	26	-	-	-	-	-
					205	79	-	-	9	162	33	11	18

Примечание. ББ – базальты кузекской свиты; БД – долериты дайково-силлового комплекса; БГ – габбро; ДБ – блоки диабазов из серпентинитового меланжа; БА – базальты карамурунской свиты района Тортаульской ложбины, по данным [22].

Note. ББ – basalts Kuzek suite; БД – dolerite dike-sill complex; БГ – gabbro: ДБ – diabase blocks of serpentinite melange; БА – basalts Karamurun suite district Tortaul trough, date from [22].

должны были бы преодолеть расстояние почти в одну тысячу километров. Такое же расстояние можно предполагать и между базальтами карамурунской толщи и вулканитами кузекской свиты. При этом базальты гор Дуана-Корасы аномально повернуты на 80 градусов по часовой стрелке относительно как карамурунских базальтов, так и вулканитов кузекской свиты.

Определение геодинамической позиции дифференцированных щелочных базальтов гор Тектурмас является одной из обсуждаемых проблем в истории геологического развития Жонгаро-Балхашской складчатой системы.

А. С. Якубчук [25], анализируя спайдерграммы базальтоидов карамурунской толщи, используя при этом данные полуколичественного спектрального анализа, сделал вывод, что они наиболее близки вулканитам энсиалического окраинного бассейна Южных Шетландских островов, ссылаясь при этом на спайдерграммы третичных базальтов приведенных в работе [52].

Прежде следует отметить, что в геологическом строении Южных Шетландских островов ведущее место занимают известково-щелочные интрузивные породы, пирокласты кислого состава и субаэральные лавы, последовательно дифференцированные от базальтов до риолитов [53]. Базальты, как правило, занимают незначительный объем в составе этих серий и представлены низкожелезистыми примитивными базальтами, явно обогащенными элементами группы железа (Cr, Ni, Co), в которых содержание Nb не превышает 3 г/т.

Дифференцированные щелочные базальты карамурунской толщи района Тортаульской ложбины напротив обогащены Nb (35-42 г/т), концентрации Ba (460 г/т), Rb (28 г/т) в них на порядок выше, а Cr (10 г/т), Ni (50 г/т) значимо меньше, чем в третичных базальтах Южных Шетландских островов [52].

Высокие отношения изотопов стронция ($^{87}Sr/^{86}Sr$ 0.7086-0.7170) даррывилских щелочных базальтов карамурунской толщи увязываются с контаминацией исходной магмы веществом континентальной коры, на что еще ранее обратил внимание А.С. Якубчук [25]. Столь высокие отношения изотопов стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ щелочных базальтов карамурунской толщи указывают, что они, вероятнее всего, являются производными обогащенной мантии типа EM2. Этому не противоречат и величины отношений Zr/Nb (6.62-7.94), Rb/Nb (0.64-0.77), Ba/Nb (10.00-10.95) и Rb/Sr (0.09) щелочных базальтов карамурунской толщи. Как известно [54], компонент EM-2 рассматривается как индикатор переработанной океанической коры, включая и континентальные осадки.

Отсутствие их прямой связи с субаэральными лавами, последовательно дифференцированных от базальтов до риолит-дацитов известково-щелочной серии, столь характерных для сиалических бассейнов [52], дает основание предполагать, что высокая доля сиалического компонента щелочных базальтов карамурунской толщи указывает на значительный объем отслоившейся нижней части мантии континентальной литосферы, вовлеченной в конвективный поток [55]. Предполагается, что такие отслоения могут происходить в результате воздействия флюидов, отделяющихся от пододвигаемой океанической плиты в зону субдукции [56]. Этому не противоречат низкие концентрации Cr, Ni, Co, V, Mg, а также высокие содержания Ba, Pb, Zr щелочных базальтов карамурунской толщи.

Если учесть отношение изотопов стронция ($^{87}Sr/^{86}Sr$: 0.7053±0.0021) кератофиров, пространственно и, вероятно, генетически связанных с базальтоидами карамурунской толщи района Тортаульской ложбины [5, 7], то вполне обосновано, можно говорить об антидромной последовательности вулканизма карамурунской толщи, что не характерно для мезозойско-кайнозойского магматизма протекающего в срединно-океанических хребтах. Отношение изотопов стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ кератофиров, указывает на присутствие в их составе компонента EM1, который рассматривается как индикатор переработки древних пелагических отложений или древней субконтинентальной литосферы [54], что также не противоречит антидромной последовательности образования вулканитов карамурунской толщи Тортаульской ложбины. Это дает основание предполагать, что на протяжении даррывила холодный суперплюм формирующий магматические породы, отражающие состав сиалического задугового бассейна, эволюционировал от обогащенной мантии типа EM1 к EM2. Такая последовательность эволюции магматизма даррывилского холодного суперплюма характерна и для вулканогенных комплексов Итмурундинской аккреционной призмы [57] Жонгаро-Балхашской складчатой системы Центрального Казахстана, что указывает на глобальный характер его проявления.

Также довольно проблематично выглядит идея Р. М. Антонюка [7] о том, что карамурунские щелочные базальты отражают состав океанических островов при отсутствии в пределах Тектурмасской аккреционной призмы достоверно установленных океанических базальтов, габброидов и перидотитов. Тому подтверждением является отношение изотопов стронция $^{87}Sr/^{86}Sr$ щелочных базальтов, что значительно выше, чем в базальтах срединно-океанических хребтов и в щелочных океанических базальтах ($^{87}Sr/^{86}Sr$:0.7020–0.7035) [51]. Следует не забывать, что серпентиниты Тортаульской ложбины обогащены иттербием (0,42 г/т), что также не характерно для кайнозойских абиссальных перидотитов [58].

Альтернативным вариантом природы щелочных базальтов карамурунской толщи может служить идея их образовании в составе офиолитов переходных зон океан-континент, в пределах таких зон, как правило [59], субконтинентальная литосферная мантия представлена лерцолитами, что в нашем случае подтверждается составом серпентинитового меланж района Тортаульской ложбины (рисунок 2) и присутствием хроммагнетита и субалюмохроммагнетита в составе лерцолитов. Такие процессы, по-видимому, могут протекать и в пределах сиалических задуговых бассейнов, примером тому являются офиолиты чилийского типа [60].

Редкие глыбы гранитов из полимиктового серпентинитового меланжа района Тортаульской ложбины по характеру накопления основных петрогенных компонентов отвечают орогенным гранитам I-типа [61] и могут быть сопоставлены с таковыми активных континентальных окраин.

Отсутствие в составе серпентинитового меланжа Тортаульской ложбины диабазов комагматичных щелочным базальтам карамурунской толщи, как и их палеоширота образования (таблица), свидетельствуют о том, что последние были сорваны с материнского ложа и тектонически совмещены с меланжированными породами островодужных габбро-перидотитовых комплексов.

Трондъемиты базарбайского комплекса, учитывая их высокие концентрации Nb, Y, Yb, Zr, Ga и низкие концентрации Mg, Ni, Cr, Co, сопоставляются с гранитоидами А-типа [62, 61], при этом содержания Nb, Y, Yb, Zr в них ниже, чем в гранитах срединно-океанических хребтов [63]. Учитывая отношение Nb-Y-Ga [64] они могут быть отнесены к анорогенным гранитоидам A_2-типа постколлизионных обстановок. Крайне низке концентрации K_2O и высокие содержания Na_2O дают основание предполагать, что трондъемиты являются производными высоконатровой интенсивно дифференцированной базальтовой магмы [65], что сближает их с островодужными гранитоидами I-типа [66].

Н. А. Герасимова [13], ссылаясь на изменчивость строения, состава матрикса и аллохтонного материала сарытауской олистостромы, предлагает выделять в ее составе проксимальные (Тектурмасская подзона) и дистальные (Сарытауская подзона) фации, последние характерны для турбидитовых толщ Атасу-Моинтинской пассивной континентальной окраины. По-видимому, дистальные фации турбидитов гор Зангар, Иманак (рисунок 1г) и северных склонов гор Сарытау (рисунок 1б) отвечают таковым, тогда как собственно для Тектурмасской подзоны наиболее характерны олистостромы, связанные с тектоническими перемещениями в зонах поглощения тектонических плит, формирующих систему аккреционных призм, время формирования которых определяется продолжительностью субдукции. В нашем случае пододвигание одной тектонической плиты под другую протекало на протяжении ордовика и нижнего силура.

Присутствие в разрезе тектурмасских яшм вишневых кремнистых туффитов, пеплистых яшм, не смотря на отсутствие прямых соотношений последних с базальтоидам карамурунской толщи, может свидетельствовать о принадлежности их одному задуговому палеобассейну. Однако это предположение требует дательного изучения разрезов силицитов тектурмасской толщи района гор Тектурмас, поскольку в других аккреционных призмах Центрального Казахстана дарривилские щелочные базальты, как правило, надстраивают кремнисто-туфогенные разрезы [29] или оказываются синхронные по времени образования кремнистым толщам [23]. Нижняя и верхняя стратиграфические границы интенсивно дислоцированных силицитов тектурмасской толщи достоверно не установлены. Учитывая известные на данное время списки конодонтов [12, 26], можно условно принять возраст тектурмасской толщи в объеме дарривилского яруса среднего ордовика и сандбского яруса позднего ордовика. Р.А. Антонюк [7], учитывая литологическое сходство силицитов района гор Тектурмас с таковыми бурубайтальской формации [28], предлагает нижнюю стратиграфическую границу тектурмасской толщи опустить до верхнего кембрия включительно. Однако

следует отметить, что конденсированные океанические радиоляриты бурубайтальской формации и тектурмасские силициты отделены друг от друга, как минимум, двумя погребенными сутурными зонами. К тому же тектурмасские силициты содержат большое количество туфогенного материала, по-видимому, о позднекембрийском-среднеордовикском возрасте можно говорить лишь для турбидитных отложений Атасу-Моинтинской пассивной континентальной окраины.

Учитывая некоторое петрохимическое родство между диабазами серпентинитового меланжа и базальтами дуана-корасыской толщи, можно предположить, что только эти породы Тектурмасской аккреционной призмы могут быть объединены в единый офиолитовый комплекс, отражающий состав примитивной островной дуги, вулканизм в пределах которой протекал на протяжении дарривилского и сандбского ярусов среднего и верхнего ордовика соответственно.

Палеошироты базальтов кузекской свиты и габброидов базарбайского массива различаются всего на 4^0 при близком их склонении, тогда как породы дайково-силлового комплекса повернуты относительно габбро и базальтов на 20^0 по часовой стрелке при палеошироте на 6^0 больше чем палеоширота габброидов.

Отсутствие прямых петрогеохимических связей между базальтами кузекской свиты, аналогичных составу вулканитов активных континентальных окраин, породами дайково-силлового и габбро-плагиогранитного комплексов, также ставят вопрос правомерности объединения этих пород в единую вулканоплутоническую ассоциацию.

Р. М. Антонюк [7], вулканиты кузекской свиты, ссылаясь на их петрохимический состав, сопоставляет с лавами нижней части разреза верхне-среднеордовикской Байдаулетовской островной дуги, верхи которой сложены крупнопорфировыми вулканитами, что также характерно для вулканитов палеоостровных дуг формирующихся у активных окраин континентов.

Особого внимания заслуживает краткое обсуждение тектонического положения серпентинитового меланжа в структуре Тектурмасской аккреционной призмы. В конце прошлого столетия, в период геосинклинальной доктрины в геологии Казахстана, большинство исследователей, обращающихся к этой проблеме, основываясь на магнитных и гравиметрических данных [67], рассматривали структуру гор Тектурмас как глубинный разлом, где массивы габбро-перидотитов [17] или серпентинитового меланжа [25] своими корнями достигали границы Мохо. Также предполагалось, что под горами Тектурмас и смежными с ними структурами отсутствует гранитно-метаморфический слой, что в целом обосновывало существование в пределах покровно-складчатых структур мантийных диапиров, поставляющих габбро-перидотитовые массы на дневную поверхность. Следует помнить и примеры расчетов залегания подошвы ультрамафитов и базальтов района урочища Пожарище на глубине не более 4.5 км [67]. Вероятнее всего эта мощность на порядок завышена, поскольку в расчетах, как правило, принималось, что с глубиной увеличивается плотность перидотитов.

По-видимому, современное решение этой проблемы лежит в плоскости понимания аллохтонной природы пород офиолитовой триады на флангах Тектурмасской аккреционной призмы, которую еще раньше распознала М. З. Новикова [12]. Очевидно, что и террейны разноформационных офиолитов Тектурмасской аккреционной призмы слагают бескорневые тела, запечатанные сарытауской олистостромой, образование которой обусловлено схождением двух тектонических плит в зоне субдукции.

ГЕОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ПАЛИНСПАСТИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

В пределах северной части Жонгаро-Балхашской складчатой системы можно выделить все геодинамические элементы, присущие структурам современных активных континентальных окраин восточно-тихоокеанского (андского) типа, где центральное место занимает Девонский вулканоплутонический пояс и обрамляющий его с севера (в современных координатах) Шидертинский сиалический задуговой бассейн, а с юга Нуринско-Карасорский преддуговой прогиб (S_2–D_3), который тектонически сопряжен с Тектурмасской аккреционной призмой (O_3–S_1). С юга геологические комплексы Тектурмасской аккреционной призмы тектонически перекрыты флишоидными и турбидитными отложениями Сарысуйского сиалического окраинного моря (O_3–S_2).

Опираясь на палеомагнитные данные [68], можно заключить, что Девонский вулканоплутонический пояс и сопряженные с ним структуры имели субширотное простирание, а также можно констатировать, что эти структуры относительно ордовикских и силурийских образований были смещены на юг, однако общая тенденция простирания нижнепалеозойских и девонских комплексов сохранилась.

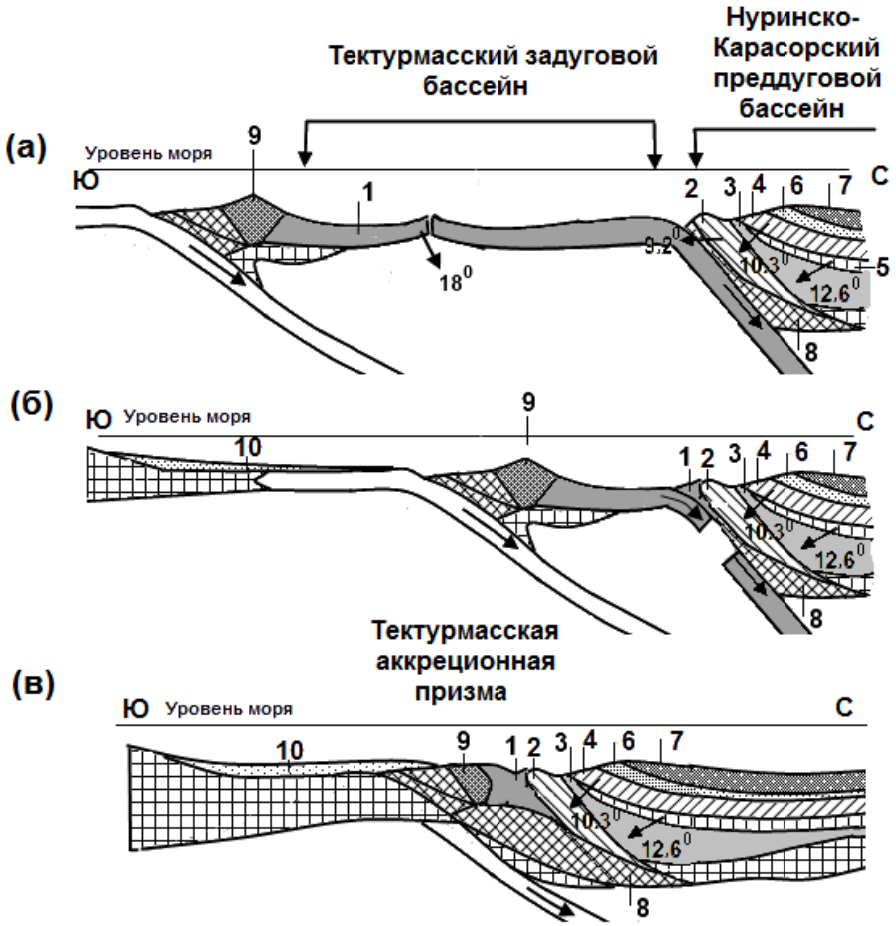


Рисунок 13 –
а – Палеогеодинамический профиль для среднего и верхнего ордовика северной части Жонгаро-Балхашской складчатой системы.
1 – щелочные базальты карамурунской толщи (вновь образованная среднеордовикская кора задугового бассейна); 2 – островодужный вулканогенный комплекс (O_{2-3}) гор Дуана-Корасы; 3 – преддуговые офиолиты базарбайского комплекса; 4 – базальты кузекская свиты (O_3); 5 – дайково-силловый комплекс; 6-7 – базарбайский осадочно-вулканогенный комплекс (O_3–S_1): 6 – кислые пепловые туфы, 7 – туфы основного состава; 8 – преддуговые офиолиты; 9 – островодужные офиолиты (O_2); 10 – турбидиты (G_3–O_2) пассивной окраины Атасу-Моинтинского микроконтинента.

б – Палеогеодинамический профиль для верхнего ордовика северной части Жонгаро-Балхашской складчатой области.

в – Палеогеодинамический профиль для силура северной части Жонгаро-Балхашской складчатой области.

Figure 13 –
а – Mid to Late Ordovician paleogeodynamic profile of northern Zhongar-Balkhash-fold system.
1 – alkaline basalts of Karamurun Group (Middle Ordovician juvenile back-arc basin crust); 2 – island-arc volcanic complex (O_{2-3}) of Duana-Korasy Mountains; 3 – Bazarbai forearc ophiolitic complex; 4 – basalts of Kuzek Formation (O_3); 5 – dike-sill complex; 6-7 – Bazarbai volcano-sedimentary complex (O_3–S_1): 6 – acid tuffs, 7 – basic tuffs; 8 – forearc ophiolites; 9 – island arc ophiolites (O_2); 10 – turbidites (G_3–O_2) from passive margin of Atasu-Mointy microcontinent.

б – Upper Ordovician paleogeodynamic profile of northern Zhongar Balkhash-fold system.

в – Silurian paleogeodynamic profile of northern Zhongar Balkhash-fold system.

Относительный разворот девонских структур, как показали авторы [68], произошел в после пермское время, то есть современную подковообразную форму палеозойские структуры Центрального Казахстана приобрели только в мезозое.

Принципиально важным моментом для понимания истории геодинамического развития северной части Жонгаро-Балхашской складчатой системы является механизм и последовательность образования Тектурмасской аккреционной призмы, формирование которой протекало на протяжении верхнего ордовика и нижнего силура.

Для решения этих проблем, одновременно с петрологическими исследованиями разновозрастных магматических комплексов Тектурмасской аккреционной призмы, в рамках проекта по составлению геодинамической карты Центрального Казахстана [7] были проведены палеомагнитные исследования [22] офиолитовых террейнов, включающих как плутонические, так и осадочно-вулканогенные комплексы. Важно отметить, что палеомагнитные исследования были выполнены в пределах террейнов, возраст которых документирован ископаемой фауной. Такой подход позволил создать более или менее правдоподобную модель образования аккреционной призмы.

Для наглядности результаты палеомагнитных исследований вынесены на предлагаемый автором палеогеодинамический профиль северной части Жонгаро-Балхашской складчатой системы (рисунок 13а).

Если палеоширoты собственно островодужных комплексов значимо не отличаются, и находятся в поле погрешности метода, то палеоширота щелочных базальтов карамурунской толщи, отражающих состав молодой коры сиалического задугового бассейна, отличается от вулканитов островодужных комплексов на восемь градусов (рисунок 13а). Это дает основание предполагать, что для совмещения с островодужными комплексами вулканитам карамурунской толщи пришлось преодолеть расстояние около одной тысяч километров. Следовательно, в процессе субдуцирования был поглощен основной объем молодой коры сиалического задугового бассейна, и только незначительная часть коры задугового бассейна из области гребневой зоны хребта в процессе обдукции была надвинута на прилегающую палеоостровную дугу (рисунок 13б).

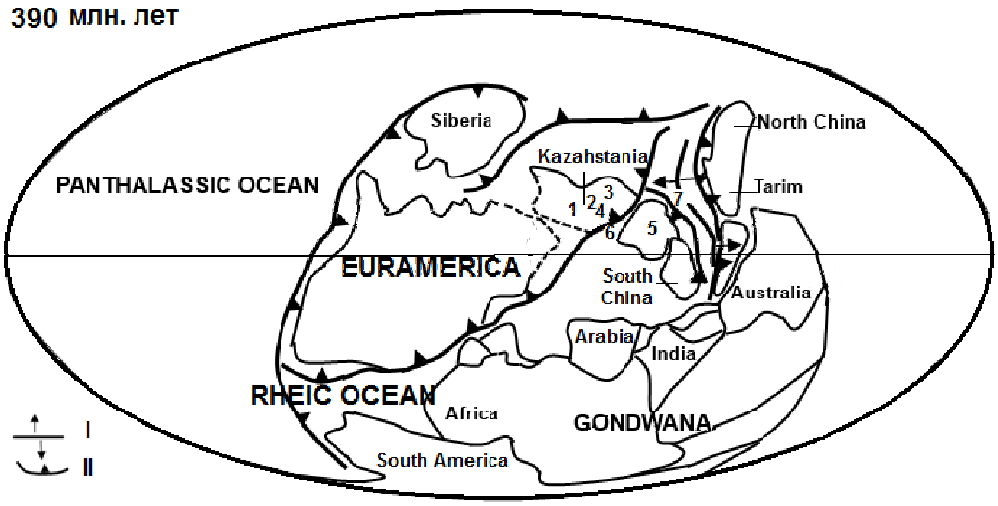


Рисунок 14 – Палинспастическая реконструкция океана Панталасса и континентальных блоков для раннего девона [70] с изменениями и дополнениями автора.
1 – Кокшетауский микроконтинент; 2 – Урумбайско-Селетинская внутриокеаническая островодужная система; 3 – Кендыкты-Шынгыз-Тарбагатайский вулканоплутонический пояс; 4 – Ангренсорско-Майкаинский энсиалический бассейн; 5 – Атасу-Моинтинская плита; 6 – Тектурмасская (аккреционная призма) зона субдукции; I – срединно-океанические рифты; II – зоны субдукции.

Figure 14 – Early Devonian palinspastic reconstruction of Panthalassa ocean and continental blocks after [70] with author's emendations and additions.
1 – Kokshetau microcontinent; 2 – Urumbai-Selety intra-oceanic arc system; 3 – Kendykty-Chyngyz-Tarbagatay volcano-plutonic belt; 4 – Angrensor-Maykain ensialic basin; 5 – Atasu-Mointy plate; 6 –Tekturmas subduction-accretion prism; I – mid-oceanic rifts; II – subduction zone.

По мнению авторов [69], такие процессы протекают в любом бассейне, в пределах которого четко проявлен гребневой участок срединного хребта. Такие участки срединных хребтов, как правило, интенсивно расчленены разломами, которые и будут обдуцироваться на прилегающую тектоническую плиту (островную дугу).

Такая ассоциация повсеместно наблюдается в пределах аккреционных призм Центрального Казахстана [23].

В силуре завершилось формирование Тектурмасской аккреционной призмы (рисунок 13в), где в единый пакет покровов были спаяны различные фрагменты нижнепалеозойской островодужной системы, формирующейся вдоль северо-восточной окраины Еврамерики. Одной из характерных особенностей Тектурмасской аккреционной призмы является отсутствие в его составе метаморфических пород ультравысоких давлений.

Латеральный структурный ряд вдоль северо-восточной окраины Еврамерики (рисунок 14) на протяжении девона включал в себя: невулканическую (Тектурмасскую аккреционную призму) относительно узкую островную дугу – Нуринско-Карасорский преддуговой прогиб – Девонский вулканоплутонический пояс – Шидертинский задуговой бассейн. Такой латеральный ряд вполне может отражать строение окраинно-материковой зоны субдукции андского типа, где на протяжении силура происходило пододвигание кембрийской субокеанической плиты под переходную или утоненную субконтинентальную кору раннепалеозойского этапа стабилизации. Для таких типов зон субдукции, как предполагают авторы [71], характерно отсутствие метаморфических пород сверхвысокого давления в составе аккреционных призм.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Богданов А.А. Новые данные о геологическом строении южной и западной окраин Карагандинского бассейна // Изд. АН СССР. Сер. геол. – 1939. – № 4.

[2] Беспалов В.Ф. Тектонические покровы в Центральном Казахстане // ДАН СССР. – 1976. – Т. 227, № 3. – С. 676-680.

[3] Беспалов В.Ф. Система тектонических покровов Казахстана // Геотектоника. – 1980. – № 2. – С. 78-94.

[4] Четверикова Н.П. Стратиграфия и фауна силурийских и нижнедевонских отложений Нуринского синклинория // Материалы Центрального Казахстана. – 1966. – Т. VI. – 255 с.

[5] Антонюк Р.М. Океаническая кора эвгеосинклинальной области востока Центрального Казахстана // Тектоника Урало-Монгольского складчатого пояса. – М., 1974.

[6] Антонюк Р.М. Раннегеосинклинальные магматические формации палеозоя Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1976. – № 4.

[7] Антонюк Р.М., Маслова И.Г., Мухтаров Ж.М. Тектурмасский офиолитовый пояс: строение, возраст, геодинамика // Материалы Международной научно-практической конференции «Геология, минералогия и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан», посвященной 75-летию Института Геологических наук им. К. И. Сатпаева. – Алматы, 2015. – С. 7-28.

[8] Афоничев. Н.А. О возрасте уртынжальской серии Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1976. – № 5.

[9] Назаров Б.Б. Радиолярии нижнего – среднего палеозоя Казахстана. – М., 1975. – 201 с.

[10] Зайцев Ю.А. Некоторые аспекты геологической истории области палеозойской складчатости Казахстана. Геология и полезные ископаемые Центрального Казахстана. – М.: Наука, 1977. – С. 19-46.

[11] Курковская Л.А. Комплекс конодонтов из кремнистых и вулканогенных отложений ордовика Центрального Казахстана // Геология раннегеосинклинальных комплексов Ц. Казахстана. – М.: МГУ, 1985. – С. 164-177.

[12] Новикова М.З., Герман Л.Л., Кузнецов И.Е., Якубчук А.С. Офиолиты Тектурмасской зоны // Магматизм и рудоносность Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1991. – С. 92-102.

[13] Герасимова Н.А., Новикова М.З., Курковская А.А. Новые данные по стратиграфии нижнего палеозоя Тектурмасского офиолитового пояса // Бил. МОИП. Отд. геолог. – 1992. – Т. 67, вып. 3. – С. 60-76.

14] Dietz R.S. Alpine serpentinites as oceanic rind fragments // Geol. Soc. Am. Bull. – 1963. – 74. – P. 947-952.

[15] Пейве А.В. Океаническая кора геологического прошлого // Геотектоника. – 1969. – № 4. – С. 5-23.

[16] Трусова И.Ф. Нижнепалеозойские ультраосновные и основные породы Ц. Казахстана // Тр. ГИН АН СССР. – 1948. – Сер. 27, вып. 92. –106 с.

[17] Михайлов Н.П., Москалева В.Н. Альпинотипные ультраосновные интрузии // В кн. Геология СССР. – Т. XX. – М., 1972.

[18] Кузнецов И.Е. Ультрабазиты Тектурмасского антиклинория. Проблемы геологии Казахстана. – Кн. 1. – Из-во МГУ, 1980. – С. 122-139.

[19] Зайцев Ю.А. Мантийные гипербазитовые валы особый тип геосинклинальных глубинных структур в палеозоидах эвгеосинклиналях Казахстана // Материалы по геологии Центрального Казахстана. – Т. XIX. – Из-во МГУ, 1980. – С. 140-182.

[20] Герман Л.Л. Продукты кристаллизации остаточных расплавов при фракционировании базальтовой магмы в офиолитах Тектурмаса (Центральный Казахстан) // Тез. докл. IV Каз. петрографического совещания. – Караганда, 1988. – С. 36.

[21] Магматические комплексы Центрального Казахстана. Путеводитель экскурсии IV Казахстанского петрографического совещания. – Караганда, 1988. – 62 с.

[22] Турманидзе Т.Л., Гришин Д.М., Печерский Д.М., Степанец В.Г. Палеомагнитная информация об ордовикских офиолитах из аллохтонных массивов Караулчеку, Толпак и Базарбай (Центральный Казахстан) // Геодинамика. – 1991. – № 4. – С. 54-69.

[23] Степанец В.Г. Геология и геодинамика офиолитов Центрального Казахстана. КГТУ. – Караганда, 2015а. – 362 с.

[24] Зайцев Ю.А. Эволюция геосинклиналей (овальный концентрически зональный тип). – М.: Недра, 1984. – 208 с.

[25] Якубчук А.С. Тектоническая позиция и строение офиолитов Центрального Казахстана на примере Тектурмасской и юго-западной части Майкаин-Кызылтасской зоны: Автореферат дис. ... канд. геол-минер. наук. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 16 с.

[26] Никитин И.Ф. Ордовикские кремнистые и кремнисто-базальтовые комплексы Казахстана // Геология и геофизика. – Т. 43. – 2002. – С. 512-527.

[27] Степанец В.Г**.** Петрология и геологическая позиция офиолитов Северо-Востока Ц. Казахстана: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – ИГН АН РК. – Алма-Ата, 1992. – 325 с.

[28] Popov L.E., Tolmacheva T.J. Conodont distribution in a deep-water Cambrian-Ordovician Boundary Sequence from South-Central Kazakhstan // Ordovician Odyssey: Short Papers for the International Symposium on Ordovician System. – Las Veges, Nevada. USA, 1995. – C. 121-124.

[29] Степанец В.Г., Гридина Н.М., Коник В.Е**.** Верхнеордовикские олистостромы и стратиграфия вулканогенно-кремнистых комплексов гор Агырек и Косгомбай (Центральный Казахстан) // Геология Казахстана. – 1998. – № 1. – С. 12-23.

[30] Гридина Н.М. Конодонты в кремнистых отложениях северо-востока Центрального Казахстана // Геонауки в Казахстане. – МГК-32. – Доклады казахстанских геологов. – 2003. – С. 135-140.

[31] Антонюк Р.М. Вулканогенно-кремнистые формации Центрального Казахстана // Стратиграфия докембрия Казахстана и Тянь-Шаня. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – С. 152-160.

[32] Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Степанец В.Г., Гранки М.С., Мальченко Е.Г. Геодинамическая карта Казахстана. Серия Центрально-Казахстанская. – М. 1 : 1 500 000. – 1995. – 251 с.

[33] Якубчук А.А., Степанец В.Г., Герман Л.Л. Рои пластинчатых даек, субпараллельных в офиолитовых массивах – свидетели спрединга // ДАН СССР. – 1988. – Т. 298, № 5. – С. 1193-1197.

[34] Авдеев А.В. Геология офиолитовых зон Казахстана: Автореферат дис. ... д-р. геол.- мин. наук. – Новосибирск, 1986. – 32 с.

[35] Герман Л.Л., Рязанцев А.В. Микрогаббровая зона в офиолитовых массивах и проблема родоначальной магмы // Вестник МГУ. Сер. геол. – 1988. – № 5. – С. 71-75.

[36] Звонцов В.С. Кремнисто-спилитовая формация Тектурмасского антиклинория // Труды ИГН Каз.ССР. – Т. 24. – 1967. – С. 11-25.

[37] Барабошкин Е.Ю., Читалин А.Ф. Строение условия образования нурчекенской толщи Тектурмасского антиклинория // Вестник МГУ. Сер. геол. – 1989. – № 1. – С. 34-44.

[38] Колман Р.Г. Офиолиты. – М.: Мир, 1979. – 262 с.

[39] Четвериков С.Д. Руководство к петрохимическим пересчетам. – М.: Госгеолтехиздат, 1956. – 246 с.

[40] Ishii T., Robinson P.T., Maekawa H., Fiske R. Petrological studies of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the Isu–Ogasawara–Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer, P., Pearce, L.B., Stokking, L.B. (Eds.), Proc. Ocean Drill. Prog., College Station, TX (Ocean Drilling Program). – 1992. – P. 445-485.

[41] Beccaluva L., Maccciotta G., Piccardo G.B., Zeda O. Clinopyroxene composition of ophiolite basalts as petrogenetic indicator // Chem. Geol. – 1989. – 77. – P. 165-182.

[42] Loucks R.R. Discrimination of ophiolitic from nonophiolitic ultramafic-mafic allochthons in orogenic belts by the Al/Ti ratio in clinopyroxen // Geology. – 1990. – Vol. 18.– P. 346-349.

[43] LeBas M.H. The role of aluminum in igneous clinopyroxenes with relation to their parentage // American Journal of Science. – 1962. – Vol. 260. – P. 267-288.

[44] Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Тр. Института геол. наук АН СССР. – Вып. 103. – Серия рудных месторождений. – 1949. – № 13. – С. 10-35.

[45] Cameron W.E., Nisbet E.G., Dietrich V.J. Boninites, komatiites and ophiolitic basalts // Nature. – 1979. – Vol. 280. – P. 550-553.

[46] Irvine T.N., Baragar W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks // Canadian Journal of Earth Sciences. – 1971. – 8. – P. 523-548.

[47] Mullen E.D. MnO-TiO_2-P_2O_5. A minor element discrimination for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis // Earth and Planetary Science Letters. – 1983. – 62. – P. 53-62.

[48] Pearce T.H., Gorman B.E., Birkett T.C. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks // Earth and Planetary Science. – 1977. – 36. – P. 121-132.

[49] Ishikawa T., Nagaishi K., Umino S. Boninitic volcanism in the Oman ophiolite: Impli-cations for thermal condition during transition from spreading ridge to arc // Geology. – 2002. – Vol. 30, N 10. – P. 899-902.

[50] Cox K.G., Bell J.D., Pankhurst R.J. The Interpretation of Igneous Rocks. George, Allen and Unwin. – London, 1979. – 450 p.

[51] Sun S.-S., McDonough W.F**.** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in the Oceans Basins (Saunders A. D. and Norry M. J., eds). – Geol. Soc. Lond. Sp. Publ.– 1989. – 42. – P. 313-345.

[52] Сондерс А.Д., Тарни Дж. Геохимические характеристики базальтового вулканизма в задуговых бассейнах. Геология окраинных бассейнов. – М.: Мир, 1987. – С. 102-133.

[53] Hamer R.D. Petrogenetic aspects of the Jurassic-Early Cretaceous volcanism, northernmost Antarctic Peninsula. En Oliver R.J., James P.R. y Jago J.B. (eds). Antarctic Earth Sciences, Canberra, Australian Academy of Sciences y Cambridge University. – Cambridge, 1983. – P. 338-342.

[54] Hofmann A.W. Mantle geochemistry: the message from oceanic volcanism // Nature. – 1997. – Vol. 385. – P. 219-229.

[55] McKenzie, D., O'Nion, R.K. Mantle reservoirs and ocean island basalts // Nature. – 1983. – Vol. 301. – P. 229-231.

[56] Tatsumoto M., Basu A.R., Wankang, H. Sr-Nd-Pb isotopes of ultramafic xenoliths in volcanic rocks of eastern China: enriched components EM I and EM II in subcontinental lithosphere // Earth Planet. Sci. Lett. – 1992. – Vol. 113. – P. 107-128.

[57] Степанец В.Г. «Офиолиты» нижнего палеозоя Северного Прибалхашья не отражают состав океанической коры геологического прошлого // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2015б. – №5. – С. 5-29.

[58] Bonatti E., Honnorez J., Ferrara G. Peridotite-gabbro-basalt complex from the equatorial mid-Atlantic ridge. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – Series A- 268. – 1971. – P. 385-402.

[59] Manatschal G., Müntener O. A type sequence across an ancient magmapoor ocean–continent transition: The example of the western Alpine Tethys ophiolites. – Tectonophysics. – 473. – 2009. – P. 4-19.

[60] Dilek Y. Ophiolite concept and its evolution, in Dilek, Y., and Newcomb, S., eds., Ophiolite concept and the evolution of geological thought: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 373. – 2003. – P. 1-16.

[61] Bea F., Corretgé L.G., Fershtater G. A systematic typology of granitoid rocks from major element composition I: the upper silica range. Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía, 23. – 2000. – P. 121-133.

[62] Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis // Contrib. Mineral. Petrol. – 95. – 1987. – P. 407-419.

[63] Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks // Journal of Petrology. – 1984. – Vol. 25. – P. 4, 956-983.

[64] Eby G.N. A-type granites: magma sources and their contribution to the growth of the continental crust [Text] / G.N. Eby // Seventh Hutton Symposium on Granites and Related Rocks. – 2011. – P. 51-52.

[65] Frost C.D. On Ferroan (A-type) Granitoids: their Compositional Variability and Modes of Origin [Text] // C.D. Frost, B.R. Frost // Journal of Petrology. – 2010. – Vol. 52, I. 1. – P. 39-53.

[66] Litherland M., Aspden J.A., Jemielita R.A. The Metamorphic Belts of Ecuador. British Geological Survey, Overseas Memoir 11. – 1994. – 147 p.

[67] Суворов А.И. Новые данные о строении Тектурмасской зоны (Центральный Казахстан) // ДАН СССР. – 1973. – Т. 213, № 3. – С. 677-680.

[68] Печерский Д.М., Диденко А.Н. Палеоазиатский океан: Петромагнитная и палеомагнитная информации о его литосфере. – М.: ОИФЗ РАН, 1995. – 298 с.

[69] Christensen N.I., Salisbury V.H. Structure and constitution of the lower oceanic crust // Reviews of Geophysics. – 1975. – Vol. 13, Issue 1. – P. 57-86.

[70] Scotese C.R. Continental Drift, 7th edition, PALEOMAP Project. – Arlington, Texas, 1997. – 79 p.

[71] Xiao W., Han C., Yuan C., Sun M., Zhao G., Shan Y. Transitions among Mariana-, Japan-, Cordillera- and Alaska-type arc systems and their final juxtapositions leading to accretionary and collisional orogenesis. From: Kusky, T. M., Zhai, M.-G. & Xiao, W. (eds) The Evolving Continents: Understanding Processes of Continental. Growth // Geological Society. – London, Special Publications, 338. – 2010. – P. 5-53.

REFERENCES

[1] Bogdanow A.A. Nowye dannye o geologitscheckom ctroenii juzhnoj i sapadnoj okrain Karagandinckogo baccejna. Isd. AN CCCR, cer. geol. 1939. N 4.

[2] Becpalow W.V. Tektonitscheckie pokrowy w Zentral'nom Kasachctane. DAN CCCR. 1976. Vol. 227, N 3. P. 676-680.

[3] Becpalow W.V. Cictema tektonitscheckich pokrowow Kasachctana // Geotektonika. 1980. N 2. P. 78-94.

[4] Tschetwerikowa N.P. Ctratigravija i vauna cilurijckich i nizhnedewonckich otlozhenij Nurinckogo cinklinorija. Materialy Zentral'nogo Kasachctana. 1966. Vol. VI. 255 c.

[5] Antonjuk R.M. Okeanitscheckaja kora jewgeocinklinal'noj oblacti woctoka Zentral'nogo Kasachctana // Tektonika Uralo-Mongol'ckogo ckladtschatogo pojaca. M., 1974.

[6] Antonjuk R.M. Rannegeocinklinal'nye magmatitscheckie vormazii paleosoja Zentral'nogo Kasachctana. Isw. AN KasCCR, cer. geol. 1976. 4.

[7] Antonjuk R.M., Maclowa I.G., Muchtarow Zh.M. Tekturmacckij oviolitowyj pojac: ctroenie, wosract, geodinamika. Materialy Mezhdunarodnoj nautschno-praktitscheckoj konverenzii «Geologija, mineralogija i percpektiwy raswitija mineral'nocyr'ewych recurcow Recpubliki Kasachctan», pocwjashennoj 75-letiju Incttituta Geologitscheckich Nauk im. K. I. Catpaewa. Almaty, 2015. P. 7-28.

[8] Avonitschew N.A. O wosracte urtynzhal'ckoj cerii Zentral'nogo Kasachctana Isw. AN KasCCR. Cer. geol. 1976. N 5.

[9] Nasarow B.B. Radioljarii nizhnego – crednego paleosoja Kasachctana. M., 1975. 201 p.

[10] Sajzew Ju.A. Nekotorye acpekty geologitscheckoj ictorii oblacti paleosojckoj ckladtschatocti Kasachctana. Geologija i polesnye ickopaemye Zentral'nogo Kasachctana. M.: Nauka, 1977. P. 19-46.

[11] Kurkowckaja L.A. Komplekc konodontow is kremnictych i wulkanogennych otlozhenij ordowika Zentral'nogo Kasachctana // Geologija rannegeocinklinal'nych komplekcow Z. Kasachctana. M.: MGU., 1985. P. 164-177.

[12] Nowikowa M.S., German L.L., Kusnezow I.E., Jakubtschuk A.C. Oviolity Tekturmacckoj sony // Magmatism i rudonocnoct' Kasachctana. Alma-Ata: Gylym, 1991. P. 92-102.

[13] Geracimowa N.A., Nowikowa M.S., Kurkowckaja A.A. Nowye dannye po ctratigravii nizhnego paleosoja Tekturmacckogo oviolitowogo pojaca // Bil. MOIP, Otd. geolog. 1992. Vol. 67, wyp. 3. P. 60-76.

[14] Dietz R.S. Alpine serpentinites as oceanic rind fragments. Geol. Soc. Am. Bull. 1963. 74. P. 947-952.

[15] Pejwe A.W. Okeanitscheckaja kora geologitscheckogo proschlogo // Geotektonika. 1969. N 4. P. 5-23.

[16] Trucowa I.V. Nizhnepaleosojckie ul'traocnownye i ocnownye porody Z. Kasachctana // Tr. GIN AN CCCR. Cer. 27, wyp. 92. 1948. 106 p.

[17] Michajlow N.P., Mockalewa W.N. Al'pinotipnye ul'traocnownye intrusii // W kn. Geologija CCCR. M., 1972.Vol. XX.

[18] Kusnezow I.E. Ul'trabasity Tekturmacckogo antiklinorija. Problemy geologii Kasachctana. Kn.1. Is-wo MGU, 1980. P. 122-139.

[19] Sajzew Ju.A. Mantijnye giperbasitowye waly ocobyj tip geocinklinal'nych glubinnych ctruktur w paleosoidach jewgeocinklinaljach Kasachctana. Materialy po geologii Zentral'nogo Kasachctana. Vol. XIX. Is-wo MGU. 1980. P. 140-182.

[20] German L.L. Produkty krictallisazii octatotschnych racplawow pri vrakzionirowanii basal'towoj magmy w oviolitach Tekturmaca (Zentral'nyj Kasachctan). Tes. dokl. IV Kas. petrogravitscheckogo coweshanija. Karaganda, 1988. P. 36.

[21] Magmatitscheckie komplekcy Zentral'nogo Kasachctana. Putewoditel' jekckurcii IV Kasachctanckogo petrogravitscheckogo coweshanija. Karaganda, 1988. 62 p.

[22] Turmanidse T.L., Grischin D.M., Petscherckij D.M., Ctepanez W.G. Paleomagnitnaja invormazija ob ordowikckich oviolitach is allochtonnych macciwow Karaultscheku, Tolpak i Basarbaj (Zentral'nyj Kasachctan) // Geodinamika. 1991. N 4. P. 54-69.

[23] Ctepanez W.G. Geologija i geodinamika oviolitow Zentral'nogo Kasachctana. KGTU. Karaganda, 2015a. 362 p.

[24] Sajzew Ju.A. Jewoljuzija geocinklinalej (owal'nyj konzentritschecki sonal'nyj tip). M.: Nedra, 1984. 208 p.

[25] Jakubtschuk A.C. Tektonitscheckaja posizija i ctroenie oviolitow Zentral'nogo Kasachctana na primere Tekturmacckoj i jugo-sapadnoj tschacti Majkain-Kysyltacckoj sony: Awtoreverat dic. ... kand. geol-miner. nauk. M.: Isd-wo MGU, 1991. 16 p.

[26] Nikitin I.V. Ordowikckie kremnictye i kremnicto-basal'towye komplekcy Kasachctana // Geologija i geovisika. 2002. Vol. 43. P. 512-527.

[27] Ctepanez W.G. Petrologija i geologitscheckaja posizija oviolitow Cewero-Woctoka Z. Kasachctana: Diccertazija kand. geol.-min. nauk / IGN AN RK. Alma-Ata, 1992. 325 p.

[28] Popov L.E., Tolmacheva T.J. Conodont distribution in a deep-water Cambrian-Ordovician Boundary Sequence from South-Central Kazakhstan // Ordovician Odyssey: Short Papers for the International Symposium on Ordovician System. Las Veges, Nevada. USA, 1995. P. 121-124.

[29] Ctepanez W.G., Gridina N.M., Konik W.E.) Werchneordowikckie olictoctromy i ctratigravija wulkanogenno-kremnictych komplekcow gor Agyrek i Kocgombaj (Zentral'nyj Kasachctan) // Geologija Kasachctana. 1998. N 1. P. 12-23.

[30] Gridina N.M. Konodonty w kremnictych otlozhenijach cewero-woctoka Zentral'nogo Kasachctana // Geonauki w Kasachctane. MGK-32. Doklady kasachctanckich geologow. 2003. P. 135-140.

[31] Antonjuk R.M. Wulkanogenno-kremnictye vormazii Zentral'nogo Kasachctana // Ctratigravija dokembrija Kasachctana i Tjan'-Schanja. M.: Isd-wo MGU, 1971. P. 152-160.

[32] Antonjuk R.M., Ewceenko R.D., Ctepanez W.G., Granki M.C., Mal'tschenko E.G. Geodinamitscheckaja karta Kasachctana. Cerija Zentral'no-Kasachctanckaja. M. 1 : 1 500 000. 1995. 251 p.

[33] Jakubtschuk A.A., Ctepanez W.G., German L.L. Roi plactintschatych daek, cubparallel'nych w oviolitowych macciwach – cwideteli cpredinga // DAN CCCR. 1988. Vol. 298, N 5. P. 1193-1197.

[34] Awdeew A.W. Geologija oviolitowych son Kasachctana: Awtoreverat dic. ... d-r. geol.-min. nauk. Nowocibirck, 1986. 32 p.

[35] German L.L., Rjasanzew A.W. Mikrogabbrowaja sona w oviolitowych macciwach i problema rodonatschal'noj magmy. Wectnik MGU, cer. geol. 1988. N 5. P. 71-75.

[36] Swonzow W.C. Kremnicto-cpilitowaja vormazija Tekturmacckogo antiklinorija. Trudy IGN KasCCR. 1967. Vol. 24. P. 11-25.

[37] Baraboschkin E.Ju., Tschitalin A.V. Ctroenie uclowija obrasowanija nurtschekenckoj tolshi Tekturmacckogo antiklinorija. Wectnik MGU, cer. Geol. 1989. N 1. P. 34-44.

[38] Kolman R.G. Oviolity. M.: Mir, 1979. 262 p.

[39] Tschetwerikow C.D. Rukowodctwo k petrochimitscheckim perectschetam. M.: Gocgeoltechisdat, 1956. 246 p.

[40] Ishii T., Robinson P.T., Maekawa H., Fiske R. Petrological studies of peridotites from diapiric serpentinite seamounts in the Isu–Ogasawara–Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer, P., Pearce, L.B., Stokking, L.B. (Eds.), Proc. Ocean Drill. Prog., College Station, TX (Ocean Drilling Program). 1992. P. 445-485.

[41] Beccaluva L., Maccciotta G., Piccardo G.B., Zeda O. Clinopyroxene composition of ophiolite basalts as petrogenetic indicator // Chem. Geol. 1989. 77. P. 165-182.

[42] Loucks R.R. Discrimination of ophiolitic from nonophiolitic ultramafic-mafic allochthons in orogenic belts by the Al/Ti ratio in clinopyroxen // Geology. 1990. Vol. 18. P. 346-349.

[43] LeBas M.H. The role of aluminum in igneous clinopyroxenes with relation to their parentage // American Journal of Science. 1962. Vol. 260. P. 267-288.

[44] Pawlow N.W. Chimitscheckij coctaw chromschpinelidow w cwjasi c petrogravitscheckim coctawom porod ul'traocnownych intrusiwow // Tr. Inctituta geol. nauk AN CCCR. Wyp. 103. Cerija rudnych mectorozhdenij. 1949. N 13. P. 10-35.

[45] Cameron W.E., Nisbet E.G., Dietrich V.J. Boninites, komatiites and ophiolitic basalts // Nature. 1979. Vol. 280. P. 550-553.

[46] Irvine T.N., Baragar W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks // Canadian Journal of Earth Sciences. 1971. 8. P. 523-548.

[47] Mullen E.D. MnO-TiO_2-P_2O_5. A minor element discrimination for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis // Earth and Planetary Science Letters. 1983. 62. P. 53-62.

[48] Pearce T.H., Gorman B.E., Birkett T.C. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks // Earth and Planetary Science. 1977. 36. P. 121-132.

[49] Ishikawa T., Nagaishi K., Umino S. Boninitic volcanism in the Oman ophiolite: Impli-cations for thermal condition during transition from spreading ridge to arc // Geology. 2002. Vol. 30, N 10. P. 899-902.

[50] Cox K.G., Bell J.D., Pankhurst R.J. The Interpretation of Igneous Rocks. George, Allen and Unwin, London, 1979. 450 p.

[51] Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in the Oceans Basins (Saunders A. D. and Norry M. J., eds) Geol. Soc. Lond. Sp. Publ. 42. 1989). P. 313-345.

[52] Conderc A.D., Tarni Dzh. Geochimitscheckie charakterictiki basal'towogo wulkanisma w sadugowych baccejnach. Geologija okrainnych baccejnow. M.: Mir. 1987. P. 102-133.

[53] Hamer R.D. Petrogenetic aspects of the Jurassic-Early Cretaceous volcanism, northernmost Antarctic Peninsula. En Oliver R.J., James P.R. y Jago J.B. (eds). Antarctic Earth Sciences, Canberra, Australian Academy of Sciences y Cambridge University. Cambridge, 1983. P. 338-342.

[54] Hofmann A.W. Mantle geochemistry: the message from oceanic volcanism // Nature. 1997. Vol. 385. P. 219-229.

[55] McKenzie D., O'Nion R.K. Mantle reservoirs and ocean island basalts // Nature. 1983. Vol. 301. P. 229-231.

[56] Tatsumoto M., Basu A.R., Wankang, H. Sr-Nd-Pb isotopes of ultramafic xenoliths in volcanic rocks of eastern China: enriched components EM I and EM II in subcontinental lithosphere // Earth Planet. Sci. Lett. 1992. Vol. 113. P. 107-128.

[57] Ctepanez W.G. «Oviolity» nizhnego paleosoja Cewernogo Pribalchasch'ja ne otrazhajut coctaw okeanitscheckoj kory geologitscheckogo proschlogo. Iswectija NAN RK. Cerija geologii i technitscheckich nauk. 2015b. N 5. P. 5-29.

[58] Bonatti E., Honnorez J., Ferrara G. Peridotite-gabbro-basalt complex from the equatorial mid-Atlantic ridge. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A-268. 1971. P. 385-402.

[59] Manatschal G., Müntener O. A type sequence across an ancient magmapoor ocean–continent transition: The example of the western Alpine Tethys ophiolites. Tectonophysics 473. 2009. P. 4-19.

[60] Dilek Y. Ophiolite concept and its evolution, in Dilek, Y., and Newcomb, S., eds., Ophiolite concept and the evolution of geological thought: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 373. 2003. P. 1-16.

[61] Bea F., Corretgé L.G., Fershtater G. A systematic typology of granitoid rocks from major element composition I: the upper silica range. Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía. 2000. 23. P. 121-133.

[62] Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis // Contrib. Mineral. Petrol. 1987. 95. P. 407-419.

[63] Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks // Journal of Petrology. Vol. 25. P. 956-983.

[64] Eby G.N. A-type granites: magma sources and their contribution to the growth of the continental crust [Text] / G.N. Eby // Seventh Hutton Symposium on Granites and Related Rocks. 2011. P. 51-52.

[65] Frost C.D. On Ferroan (A-type) Granitoids: their Compositional Variability and Modes of Origin [Text] // C.D. Frost, B.R. Frost // Journal of Petrology. 2010. Vol. 52. I. 1. P. 39-53.

[66] Litherland M., Aspden J.A., Jemielita R.A. The Metamorphic Belts of Ecuador. British Geological Survey, Overseas Memoir. 1994. 11. 147 p.

[67] Cuworow A.I. Nowye dannye o ctroenii Tekturmacckoj sony (Zentral'nyj Kasachctan) // DAN CCCR. 1973. Vol. 213, N 3. P. 677-680.

[68] Petscherckij D.M., Didenko A.N. Paleoasiatckij okean: Petromagnitnaja i paleomagnitnaja invormazii o ego litocvere. M.: OIVS RAN. 1995. 298 c.

[69] Christensen N.I., Salisbury V.H. Structure and constitution of the lower oceanic crust // Reviews of Geophysics. 1975. Vol. 13, Issue 1. P. 57-86.

[70] Scotese C.R. Continental Drift, 7th edition, PALEOMAP Project, Arlington, Texas, 1997. 79 p.

[71] Xiao W., Han C., Yuan C., Sun M., Zhao G., Shan Y. Transitions among Mariana-, Japan-, Cordillera- and Alaska-type arc systems and their final juxtapositions leading to accretionary and collisional orogenesis. From: Kusky, T. M., Zhai, M.-G. & Xiao, W. (eds) The Evolving Continents: Understanding Processes of Continental. Growth. Geological Society, London, Special Publications. 2010. 338. P. 5-53.

В. Г. Степанец

RCMIR_COM. Германия

ТЕКТҰРМАС ПРИЗМАЛЫ ОФИОЛИТІНІҢ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ЛАУАЗЫМЫ (ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН). 2-Бөлім

Аннотация. Тектұрмас аккреционды призмасының құрамы төменгі полеозойдағы геодинамикалық офиолитті лауазымда қарастырылған. Тектұрмас офиолитінің аккреционды призмасы субдукция аймағының үстінде қалыптасқан және белсенді девон құрлықтық шеткі Еврамерика палеонтологиялық, литологиялық және петрохимиялық сараптаманың мәліметтері негізінде дәлелденеді. Шідертінді доғалық бассейн-Девонды жанартаулы плутоногенді аймақ-Нұрын-Қарасор алдыңғыдоғалық иілім – Жанартаулық емес (Тектұрмас аккреционды призмасы) тар арал доғасының өзіне енгізілген девонбойымен Еврамериканың солтүстік-шығыс бөлігіндегі жағалауы құрылымдық қатар болып енгізілген.Жоғарғы ордовикта және силурда кембрилісубмұхиттық плитаның жылжуымен төменге көшуі немесе батқан құрлықтық тармақшасының қыртысы ерте палеозойлық кезеңде тұрақтануы шеттік құрлық аймағының құрылымын көрсетуі мүмкін. Панталас субдукция аймағында Сарыарқа тектоникалық плитасы және Атасу-Мойынты ұқсас қалыптасып туындаған төменгі силур олистростомды бастырылған жоғарғы ордовик әр түрлі қалыптасқан офиолитер Тектұрмас аккреционды призмасын құрайды. Ерте арал доғасы және доғалық таратылған бассейндер, мариан түрлі қарпайым арал доғасы, алдыңғы доғалық бассейннің офиолитті аналогы тектоникалық жамылғының құрамында кездеседі.

Түйін сөздер: Қазақстан, офиолиттер, аккреционды призма, төменгі палеозой, арал доғасы.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 22 – 32

H. H. Paragulgov[1], T. H. Paragulgov[2], E. S. Musina[3]

[1,3]Institute of Geological Science named after K. I. Satpayev LLC, Almaty, Kazakhstan,
[2]"TENGE" Joint Venture LLP.
E-mail: musina.63@mail.ru

THE CORRELATION OF PALEOZOIDS OF THE EAST URAL, TIAN SHAN AND WEST OF CENTRAL KAZAKHSTAN

Abstract. The connection features of paleozoids of Ural, Tian Shan and the western edge of the Central Kazakhstan were considered. It was established that Paleozoic structures of East Ural does not attenuate up to the south, but connecting with west parts of Tian Shan, forming unifiedMugodzhar-Alay zone. To the east from Mugodzhar-Alay zone is settling early-Hercynian zone, consisting from Chatkal-Kuram system and Big Karatau Mountains, covered by mezo- Cenozoic sediments of SyrDaryain basin and South Torgay. The first zone is characterized by igneous-sedimentary and igneous formation of Upper Paleozoic; the second zone is characterized by the complex of sediments and absence of Upper Paleozoic magmatism. The east edge of early-Hercynian zone is the boundary between Upper Paleozoic of Ural-Tian Shan zone and Caledonian orogeny zone of Central Kazakhstan. The study showed a good comparability of the Upper Paleozoic geological sections of Irgiz zone, Sultanuizdag, North Bukantau and North Nuratau; North-Torgai, South-Torgai, East Aral and Syr Darya sedimentary basins; Baikonur Synclinorium, Big Karatau, Ugam, Karatau-Naryn and Chatkal-Kuram zones.

Keywords: tectonic, paleozoids, hercynids, sedimentary basins, folded regions, regional faults, correlation, terrigen-carbonate and igneous-sedimentary complexes.

УДК 55(1/9)

Х. Х. Парагульгов[1], Т. Х. Парагульгов[2], Э. С. Мусина[3]

[1,3]Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,
[2]ТОО «Совместное предприятие «Тенге»

КОРРЕЛЯЦИЯ ПАЛЕОЗОИД ВОСТОКА УРАЛА, ТЯНЬ-ШАНЯ И ЗАПАДА ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. Рассмотрены особенности сочленения палеозоид Урала, Тянь-Шаня и западной окраины Центрального Казахстана. Установлено, что палеозойские структуры Восточного Урала не затухает на юг, а сочленяются с западными виргациями Тянь-Шаня, входя вместе с ними в единую Мугоджаро-Алайскую структурно-фациальную зону. К востоку от Мугоджаро-Алайской зоны располагается раннегерцинская зона, охватывающая Чаткало-Кураминскую систему, Большой Каратау, закрытые мезо-кайнозойскими отложениями территории Сырдарьинского бассейна и Южного Торгая. Первая из указанных зон характеризуется набором вулканогенно-осадочных и магматических формаций верхнего палеозоя, то вторая – комплексом отложений и почти полным отсутствием магматизма в верхнем палеозое. Восточная граница раннегерцинской области, которой отвечают "Главная структурная линия Тянь-Шаня" и находящиеся на ее продолжении Главный Каратауский и Западно-Улутауский разломы, является в то же время границей раздела верхнего палеозоя Урало-Тяньшанского пояса и каледонид западной окраины Центрального Казахстана. Проведенные исследование показали хорошую сопоставимость разрезов верхнего палеозоя Иргизской зоны, Султануиздага, Северного Букантау и Северного Нуратау; Северо-Торгайского, Южно-Торгайского, Восточно-Аральского и Сырдарьинского осадочных бассейнов; Байконурского синклинория, Большого Каратау, Угама, Каратау-Нарынской и Чаткало-Кураминской зон.

Ключевые слова: тектоника, палеозоиды, герцениды, осадочные бассейны, складчатые области, региональные разломы, корреляция, терригенно-карбонатные и вулканогенно-осадочные комплексы.

Особенности сочленения палеозоид Урала, Тянь-Шаня и западной окраины Центрального Казахстана издавна привлекают внимание исследователей (рисунок 1). Большой практический интерес эти вопросы начинают приобретать в последние годы. Вызвано это открытием крупных месторождений нефти и газа и других полезных ископаемых в пределах указанных районов и необходимостью прогнозирования подобных месторождений на их продолжении. Однако среди геологов все еще нет единого мнения как по структурно-тектоническим особенностям, так и стратификации осадочного заполнения данных регионов. Объясняется прежде всего, недостаточной изученностью глубинного строения осадочных бассейнов (ОБ), разделяющих структуры Урала, Тянь-Шаня и Центрального Казахстана. В качестве таковых выступают Аральский, Сырдарьинский, Северо-Торгайский и Южно-Торгайские бассейны, выполненные мощным комплексом мезозойско-кайнозойских и верхнепалеозойских отложений. Впервые эта проблема была затронута при составлении тектонической схемы СССР, А. Д. Архангельским и Н. С. Шатским в 1933 г. [1]. Ими было показано простирание герцинских сооружений Урала на юг вдоль западной части Аральского моря до гор Султануиздаг и далее на восток, на соединение с системой южных хребтов Тянь-Шаня. Авторами карты Центральный Казахстан был отнесен к герцинидам, слабо переработанным позднейшими киммерийскими и альпийскими движениями. Закрытую территорию между Уралом, Центральным Казахстаном и Тянь-Шанем, они рассматривали в качестве крупного бассейна с глубоким залеганием герцинского фундамента. Позже А. Д. Архангельский (1937 г.) [2] предположил, что на юге герцинские структуры Уральской системы получают юго-западный разворот и далее на западе соединяются со структурами Донецкого бассейна, западные же отроги Тянь-Шаня вбольшинстве своем затухают и лишь южные его части протягиваются через Султануиздаг на северо-запад, доходя под покровом мезо-кайнозойскихотложений Устюрта до Каспийского моря, примыкая к Урало-Донецкойдуге. Центральный Казахстан он по-прежнему рассматривал в качестве герцинид, переработанных мезозойской складчатостью. Всю территорию, закрытую между ним, Уралом и Тянь-Шанем, он считал частью Урало-Сибирской платформы на герцинском основании, глубоко погруженной подмезозойско-кайнозойские отложения. Эти представления поддерживались большинством геологов вплоть до выхода работы А. Л. Яншина [3]. На основании изучения унаследованных дислокаций мезозойско-кайнозойских отложений южного погружения Урала, Устюрта и Приаралья, а также данных гравиразведки и палеогеографических построений, он пришел ксовершению иным выводам. А. Л. Яншин считал, что палеозойские структуры Урала протягиваются под мезо-кайнозойскими отложениями на юг до середины Аральского моря и здесь в погребенном краевом прогибе, выполненном верхнедевонскими, каменноугольными и нижнепермскими отложениями, затухают. Южные виргации Тянь-Шаня через Центральные Кызылкумы и Султануиздаг протягиваются на северо-запад до побережья Каспийского моря и соединяются здесь с зоной субширотных герцинских складчатых сооружений, между Эмбенским солянокупольным районам и горным Мангышлаком. В этой же работе А. Л. Яншин предположил возможность перехода палеозойских сооружений Северного Тянь-Шаня через Каратау в меридиональные палеозойские структуры Улытау.

Совершенно иной взгляд на геологическую природу закрытых площадей Казахстана, разделяющих горные сооружения Урала, Тянь-Шаня и Центрального Казахстана высказал Н. Г. Кассин (1951, 1952 г.) [4]. По его мнению, в верхнем палеозое (девон-нижний карбон) восточную часть Устюрта, бассейн Аральского моря и Восточные Кызылкумы занимал крупный низменный материк, разделяющий субгеосинклинали Урала и Тянь-Шаня.

На месте Шу-Сарысуского и Южно-Торгайского бассейнов также располагались материковые глыбы, которые, в свою очередь, отделяли геосинклинали Урала и Тянь-Шаня от геосинклинальных областей Центрального Казахстана.

В 1955 г. вышла известная монография Б. А. Петрушевского [5], где он также пришел к выводу, которые были высказаны А. Д. Архангельским. По его мнению, западные виргации Тянь-Шаня в районе Султануиздага разделяются на две ветви. Одна поворачивает на север и через Муйнак-Актумсукскую антиклинальную зону следует на северо-северо-запад на соединение с южным окончанием Урала, а вторая – протягивается в запад-северо-западном направлении к герцинским структурам, выделенным А. Л. Яншиным севернее горного Мангышлака. На его тектонической схеме хребет Каратау показан как складчатое сооружение докембрийско-каледонско-герцинской

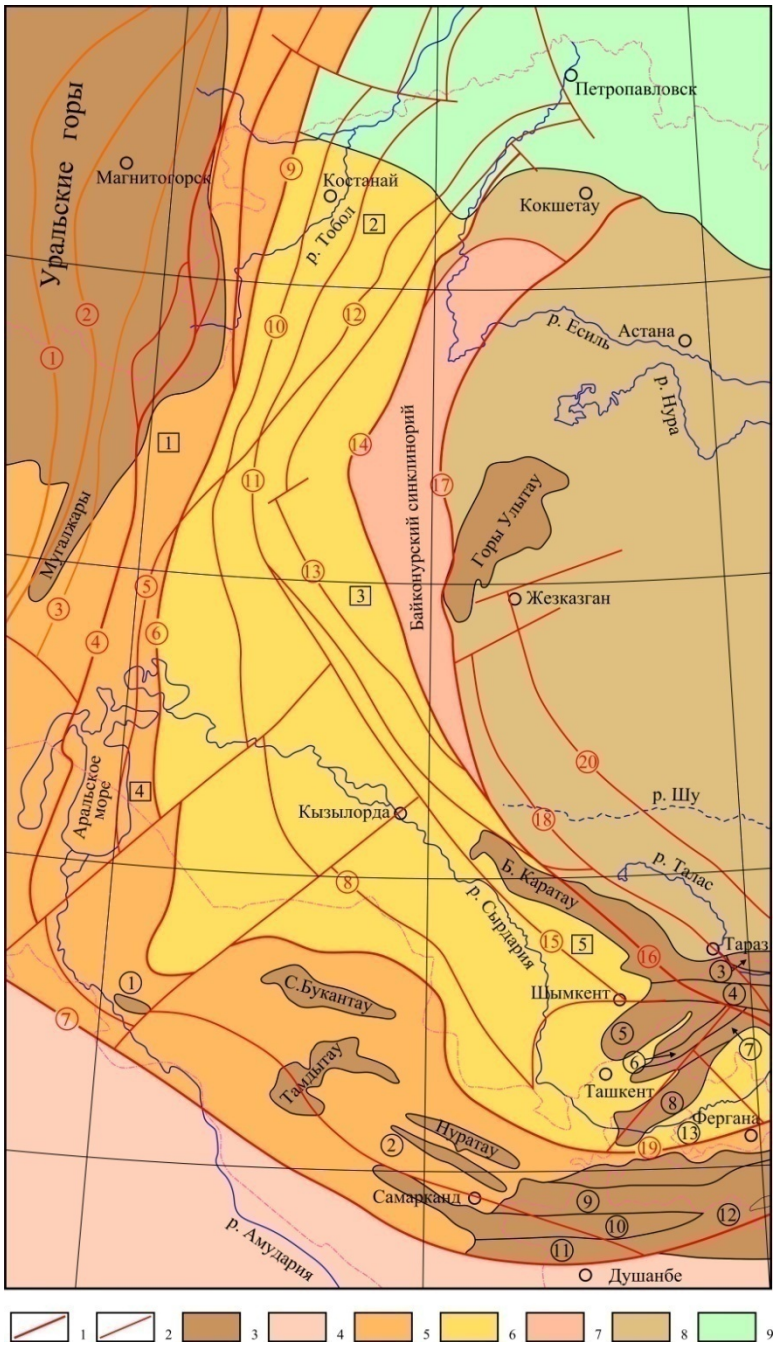


Рисунок 1 – Тектоническая схема зоны сочленения палеозоид Урала, Тянь-Шаня и западной окраины Центрального Казахстана

Figure 1 – Tectonic scheme of a zone of a joint палеозоид Urals, Tien Shan and western suburb of the Central Kazakhstan

Региональные разломы: 1 – ограничивающие зоны, выделяемые в статье; 2 – прочие. Разломы (цифры в красных кружках): 1 – Кокпектинский, 2 – Главный Уральский, 3 – Борлинский, 4 – Куландинский, 5 – Тобольский, 6 – Кокаральский, 7 – Тяньшанско-Катазиатский, 8 – Кызылкумский, 9 – Ливановский, 10 – Апановский, 11 – Центрально-Торгайский, 12 – Севастопольский, 13 – Марьевский, 14 – Амангельдинский, 15 – Сырдарьинский, 16 – Большой Каратауский (Таласо-Ферганский сдвиг), 17 – Западно-Улытауский разлом, 18 – Карааарчинский, 19 – Ферганский, 20 – Арганаты-Моинкумский. 3 – Горные области (цифры в черном кружке): 1 – Султануиздаг, 2 – Южный Нуратау, 3 – Киргизский Алатау, 4 – Таласский Алатау, 5 – Угамский хребет, 6 – Пскемский хребет, 7 – Чаткальский хребет, 8 – Кураминский хребет, 9 – Туркестанский хребет, 10 – Зеравшанский хребет, 11 – Гиссарский хребет, 12 – Алайский хребет, 13 – Ферганская долина. 4 – Южный Устюрт; 5 – Урало-Южно-Тяньшанская область герцинской консолидации, (Мугалжарско-Алайская); 6 – Торгайский прогиб и Сырдарьинская впадина; 7 – Байконырский синклинорий; 8 – Центрально-Казахстанский блок; 9 – Западно-Сибирская плита. Геологические структуры (цифры в квадратах): 1 – Иргизская зона, 2 – Северо-Торгайский ОБ, 3 – Южно-Торгайский ОБ, 4 – Восточно-Аральский ОБ, 5 – Сырдарьинский ОБ.

стабилизации, которое протягивается на северо-запад во внутреннюю часть Торгайского прогиба и на соединение с Улутау. Вся закрытая территория к юго-западу от хребта Каратау им отнесена к области герцинской стабилизации.

В последующие годы во многих региональных работах, посвященных рассмотрению тектоники СССР в целом, Казахстана и Средней Азии в частности, различные исследователи касались рассматриваемых вопросов. Однако только Р. Г. Гарецкий и В. И. Шрайбман в 1958–1962 гг. провели их специальное изучение [5]. Его итогом явилось развитие идей А. Л. Яншина и вывод о том, что палеозойские складки Урала почти под прямым углом подходят к субширотным дислокациям Тянь-Шаня. Однако, в отличие от него они протянули меридиональные структуры Урала далеко на юг, до южного побережья Аральского моря и Султануиздага-Бельтау. Границу между Уральской и Тянь-Шанской складчатыми системами ими проводится немного севернее Султануиздага, далее на север в район северо-западного угла Аральского моря и оттуда вдоль северного чинка Устюрта на запад. Таким образом, между тяньшанидами и уралидами предполагается торцовое сочленение.

Р. Г. Гарецким и В. П. Шрайбманом подержана также точка зрения Б. А. Петрушевского на характер сочленения каледонских структур Центрального Казахстана и герцинид Урала и Тянь-Шаня. Это сочленение, по их мнению, осуществляется по крупному региональному тектоническому шву, названному ими Восточно-Уральским. Упомянутый шов протягивается меридионально по западной части Торгайского прогиба на расстояние 1500 км до гор Букантау и здесь поворачивает на восток-юго-восток. К западу от него расположены герциниды Урала и Тянь-Шаня, а к востоку-каледониды. Таким образом, обе ветви хребта Каратау и большая часть Сырдарьинского ОБ попадают в область каледонской складчатости.

Позднее В. И. Самодуров (1965) [7] попытался несколько уточнить положение этого шва под чехлом мезозой-кайнозоя. Он протянул его на юго-восток через Сырдарьинскийбассейн к южному окончанию останцевых гор Каратау, а затем на восток вдоль северного края Приташкентских Чулей до соединения с "Главной структурной линией Тянь-Шаня". При этом данный автор рассматривал Каратау в качестве герцинского складчатого сооружения, являющегося ответвлением Тянь-Шанской герцинской геосинклинальной области и слепо затухающего на северо-запад.

В 60-тые годы, в связи с необходимостью решения важнейших вопросов поисково-разведочных работ, большое внимание характеру соотношения палеозойских структур Урала и Тянь-Шаня уделяется геологами Узбекистана (И. Х. Хамбрабаев, В. Г. Гарьковец, А. К. Бухарин, И. А. Пяновская, К. К. Пятков, 1964 г.) [8-10]. Ими, на основании сопоставления разрезов структурно-фациальных зон Южного Тянь-Шаня и структурных зон Восточного Урала и обширного геолого-геофизического материала устанавливается тесная связь между структурными зонами Западного Тянь-Шаня и Восточного Урала. В частности В. Г. Гарьковец [9] указывает, что взаимосвязанные части Урала и Тянь-Шаня ограничиваются с запада линией, проходящей вдоль западного края Иргизской зоны на юг до Султануиздага и далее на юго-восток по южному краю Кульджуктауской подзоны "Алай-Кокшаальской структурно-фациальной зоны В. Н. Огнева". Восточной границе этой зоны – отвечает линия, отделяющая герцинские структуры от каледонид западной окраины Центрального Казахстана, т.е. Главному Каратаускому разлому, погружающемуся на северо-запад под покров мезозой-кайнозоя Торгайского прогиба. Внутри этой крупной области герцинской складчатости выделяются три структурные зоны (с юго-запада на северо-восток): Мугоджаро-Алайская, Зауральско-Кураминская и Переходная, примыкающая с юго-запада к хр. Большой Каратау.

Приведенные взгляды различных исследователей показывают дискуссионность рассматриваемых вопросов, которые, очевидно, могут быть решены только данными бурения скважин и материалами комплекса геофизических исследований по закрытым площадям, разделяющим складчатые сооружения Урала, Тянь-Шаня и запада Центрального Казахстана. На рубеже XX и XXI столетия на территории Южного Казахстана и южной части Торгая был проведен обширный комплекс геофизических исследований с бурением структурных и глубоких нефтегазоносных скважин. Последними под мощным чехлом мезозой-кайнозоя вскрыты как палеозойские отложения, так и протерозойские образования фундамента. Анализ результатов этих работ позволяет решить поставленную задачу.

Эти материалы позволили провести сопоставление разрезов верхнепалеозойских отложений структурных зон Южного Урала, западных виргаций Тянь-Шаня и запада Центрального Казахстана (рисунок 2). Эти зоны характеризуются следующими основными чертами:

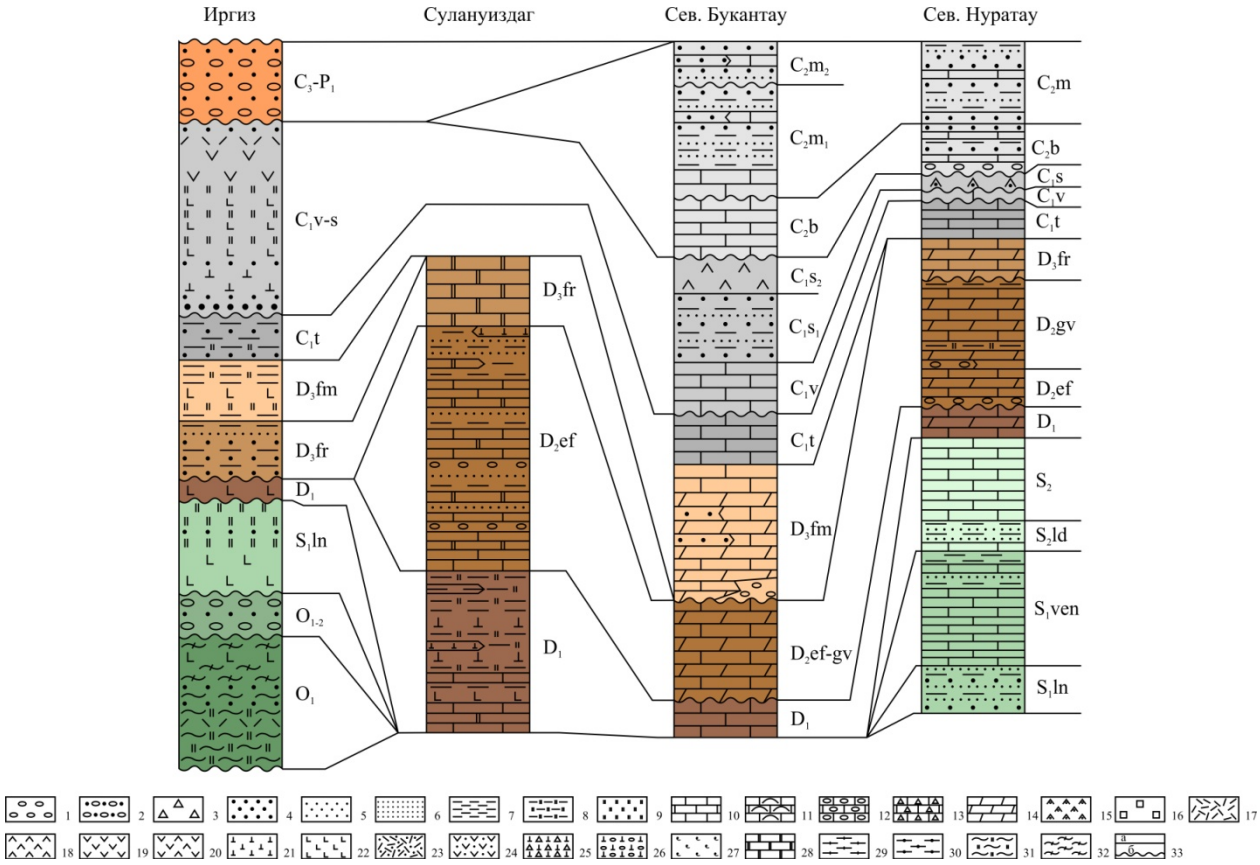


Рисунок 2 – Схема корреляции разрезов верхнего палеозоя Иргизской зоны, Султануиздага, Северного Букантау и Северного Нуратау.

Figure 2 – Scheme of correlation of cuts of the top Paleozoic of the Irgizsky zone, Sultanuizdaga, Northern Bukantau and Northern Nuratau.

Литологические типы осадочных пород: 1 – конгломераты, 2 – переслаивание конгломератов и гравелитов, 3 – брекчии, 4 – гравелиты, 5 – песчаники, 6 – алевролиты, 7 – аргиллиты, 8 – кремнистые алевролиты и аргиллиты, 9 – кремнистые породы, 10 – известняки, 11 – органогенные известняки, 12 – известняковые конгломераты, 13 – известняковые брекчии, 14 – доломиты, 15 – ангидриты, 16 – соли. Вулканические породы: 17 – лавы липаритового состава, 18 – лавы дацитового состава, 19 – лавы андезитового состава, 20 – лавы андезит-дацитового состава, 21 – лавы щелочного состава, 22 – лавы основного состава. Туфы: 23 – кислого состава, 24 – среднего состава, 25 – туфобрекчии щелочного состава, 26 – туфокргломераты щелочного состава, 27 – пепловые туфы. Метаморфические породы: 28 – мраморы и мраморизованные известняки, 29 – гнейсы, 30 – амфиболиты, 31 – кремнистые сланцы, 32 – слюдистые сланцы, 33 – границы стратиграфических подразделений: а – согласные, б – несогласные.

– в Иргизской зоне (Южный Урал) – разрез верхов нижнего палеозоя начинается силурийскими породами, представленными диабазами, туфами, спилитами и миндалекаменными их разностями, общей мощностью более 1000 м [11-13]. Выше по разрезу залегает мощная толща верхнего девона, сложенная преимущественно песчаниками, конгломератами и туфопесчаниками общей мощностью до 900 метров. С резким угловым и стратиграфическим несогласием она перекрывается карбонатными и туфогенными образованиями визе-серпухова. Общая мощность визейско-серпуховских отложений достигает 2700 м. Верхи верхнего палеозоя в этой зоне представлены мощной толщей конгломератов, залегающих на образованиях протерозоя. Такое соотношение литологических комплексов показывает, что на протяжении верхнего палеозоя в Иргизской зоне отчетливо фиксируются две фазы складчатости: предвизейская (бретонская) и предверхнепермская (вероятно судетская);

– в Центральных Кызылкумах работами узбекских геологов (К. К. Пятков, И. А. Пяновская, А. К. Бухарин и др.) [8, 14] выделено пять структурно-фациальных подзон, входящих в "Алай-Кокшаальскую структурно-фациальную зону Огнева". Основной чертой этих подзон является полнота разреза верхнего палеозоя, представленного мощными толщами терригенно-карбонатных пород с

эффузивами в разрезе серпухова, а также резко несогласное налегание пород верхнего девона на более древние образования. Здесь отчетливо выделяется ряд фаз герцинской складчатости, особенно интенсивно проявившихся в предсерпуховское время и на границе нижнего и среднего карбона;

– в Северном Нуратау установлен полный разрез верхов нижнего (венлока-нижний силур) и всего верхнего палеозоя [14, 15]. Нижний силур представлен мощными терригенными толщами (песчаники, алевролиты, глинистые и алевритистые сланцы) с линзовидными прослоями известняков, общей мощностью более 2000 м. Стратиграфические подразделения верхнего палеозоя выражены исключительно карбонатными отложениями. Верхняя секция верхнего палеозоя в Северном Нуратау имеет ограниченное распространение. Она развита вдоль его северного хребта и представлена преимущественно терригенными породами башкирского и московского ярусов среднего карбона мощностью до 900 м и исключительно терригенной толщей верхнего карбона-нижней перми мощностью до 2500 м. Отложения верхней секции верхнего палеозоя с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегают на более древних образованиях вплоть до ордовика включительно. Следует подчеркнуть отсутствие в разрезе отложений верхнего девона и резко несогласное залегание нижнекаменноугольных отложений на более древних комплексах пород. Анализ взаимоотношений и литологического состава различных стратиграфических толщ в разрезе верхнего палеозоя Северного Нуратау позволяет говорить о проявлении в этом районе целого ряда фаз герцинского орогенеза. Однако здесь также, как в Центральных Кызылкумах и Иргизской структурной зоне Южного Урала, главнейшие тектонические движения проявились в промежуток времени между средним девоном и нижним карбоном, а также к началу среднего карбона.

Изложенное выше свидетельствует об аналогичном строении разрезов верхнего палеозоя Иргизской зоны и западных виргаций Южного Тянь-Шаня и одновременности проявления в этих районах основных фаз герцинского тектогенеза. Последнее может служить доказательством их развития в единой крупной геоструктурной области. Внешняя граница этой геоструктурной области, названной Мугоджаро-Алайской, определена достаточно точно. На Урале она отвечает западному краю Иргизской зоны, а на Тянь-Шане – границей раздела Алай-Кокшальской и Гиссаро-Сулутерекской структурно-фациальных зон. Внутренняя же ее граница, скрытая под чехлом мезозойско-кайнозойских отложений Сырдарьинского и Южно-Торгайского бассейнов до территории Улутау и Б. Каратау, может быть представлена в следующем виде**:**

К настоящему времени к юго-западу от хребта Б. Каратау в Сырдарьинском бассейне пробурено 12 глубоких поисковых и параметрических скважин на нефть и газ, вскрывших в основном верхнепалеозойские отложения. В разрезах большинства скважин они представлены трещиноватыми известняками и темно-серыми до черных аргиллитами нижнего карбона. Максимальная вскрытая их мощность составляет от 800 м (скв. 5-Г Тимур) до 2000 м и более (скв. 1-П, 2-П, 3-П Среднесырдарьинские). Возраст их установлен по фораминиферам и отвечает верхнедевонскому, турнейско-визейскому и серпуховско-башкирскому уровням. Углы падения данных отложений в аргиллитах колеблются от 20–25° до 70–80° в изолиниях приразломных зонах (скв. 1-П Среднесырдарьинская). Данные геофизики и глубокого бурения свидетельствуют о том, что аналогичные образования занимают юго-западную окраину Южно-Торгайского и большую часть Сырдарьинского бассейнов. Они простираются от Нижнесырдарьинского свода на севере до Чардаринского прогиба на юге. Подобный комплекс отложений широко развит в сопредельных горных сооружениях (хр.Б. и М. Каратау и гор Чаткал-Курама) (рисунок 3).

В Б. Каратау разрез верхнего палеозоя начинается отложениями среднего девона, залегающими резко несогласно на породах нижнего палеозоя идокембрия (рисунок 3). Он здесь представлен двумя литологически различными толщами. Нижняя его секция сложена красноцветными косослоистыми песчаниками, мощностью до 2000 м и соответствует франскому ярусу; верхняя-известнякамии доломитами различных текстур с пачками аргиллитов. Максимальная мощность последней составляет 1536 м, а по возрасту, она отвечает фаменскомуярусу. Между верхней и нижней толщами угловое несогласие не отмечается. Карбонатные породы фамена согласно перекрываются известняками спрослоями мергелей и аргиллитов турнейского и визейского ярусов, общей мощностью более 2000 м. В разрезе визейского яруса южной части Б. Каратау присутствуют терригенные отложения и эффузивы основного и среднегосостава. На большей части Б. Каратау разрез палеозоя заканчивается породами визейского яруса, а серпуховский ярус выделяется

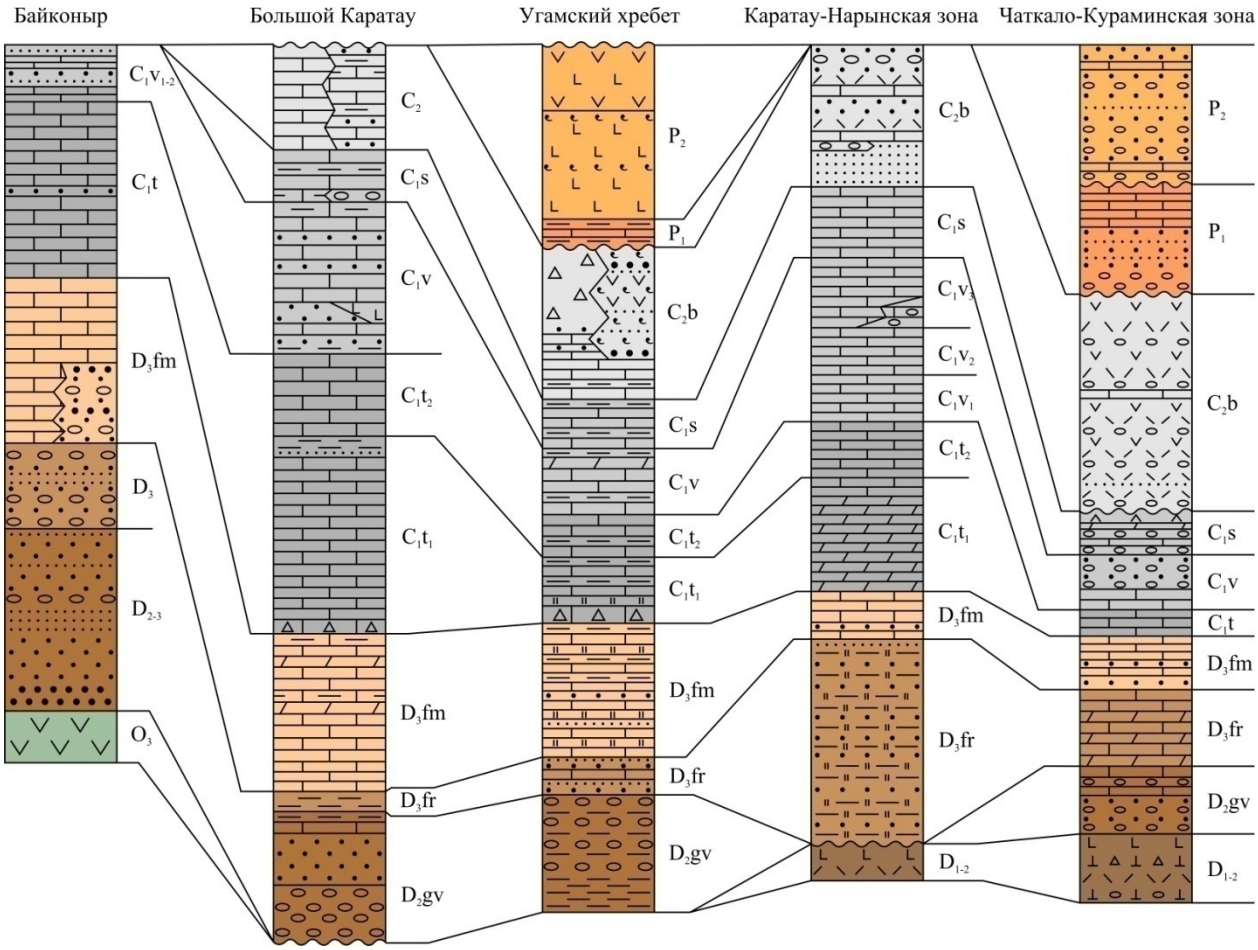


Рисунок 3 – Схема корреляции разрезов верхнего палеозоя Байконурскогосинклинория, Большого Каратау, Угама, Каратау-Нарынской и Чаткало-Кураминской зон (условные обозначения приведены на рисунке 2)

Figure 3 – The scheme of correlation of cuts of the top Paleozoic of the Baikonur synclinorium, Big Karatau, Ugam, the Karatau-Naryn and Chatkalo-Kuraminsky areas (symbols are given in the figure 2)

условно лишь в некоторыхмульдах. Вместе с тем в юго-восточной части хребта известна небольшая мульда, выполненная 500 м толщей красноцветных конгломератов, песчаникови мергелей среднего карбона. Изложенное выше с большой очевидностьюуказывает на то, что нижнекаменноугольные отложения, вскрытые скважинами в Сырдарьинском бассейне и турне-визейские породы Б.Каратау, совершенно идентичны по составу и имеют близкие мощности.

Разрез палеозоя Чаткало-Кураминских гор, как известно, резко отличаетсяот соседних территорий, наличием мощной (до 10 000 м) толщи вулканогенно-терригенных отложений – верхнего палеозоя (рисунок 3) [14, 16, 17]. По характеру распространенияэтих отложений производится разделение данной системы на две структурно-фациальные подзоны: Чаткальскую и Кураминскую. Вместе с тем необходимоотметить, что литологический состав и взаимоотношения стратиграфических комплексов верхнего палеозоя Чаткало-Кураминских гор хорошо сопоставляются с соседними геологическими районами и в частности Б. Каратау. Их различия определяется лишь большей стратиграфической полнотой их верхнепалеозойского разреза. В пределах Чаткало-Кураминских гор развиты породы всех трех отделов девонской системы. При этом нижний и средний отделы, отсутствующие на Б. Каратау, представлены терригенно- эффузивными и карбонатно-терригенными породами, а верхний – двумя толщами: нижняя – сложена красноцветными косослоистыми песчаниками с прослоями известняков толщиной до 700 м, а верхняя – серыми и темно-серыми известняками и доломитами в 600 м. Они датируются соответственно франским и фаменским ярусами. Их перекрывают нижнекаменноугольные карбонатные толщи турнейского яруса мощностью до 1900м и визейского – до 1000 м. В визейских известняках присутствуют прослои терригенно-

эффузивных отложений. В Чаткало-Кураминских горах с серпуховского яруса нижнего карбона начинается разрез вулканогенно-терригенной толщи верхнего палеозоя. Аналогом последней вероятнее всего выступают вулканогенно- осадочные образования Валерьяновской островной дуги Северо-Торгайского ОБ.

Анализ приведенных материалов показывает на хорошую сопоставимость разрезов верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений Чаткало-Кураминских гор, Б. Каратау и пород Сырдарьинского ОБ, вскрытых скважинами под мезозойско-кайнозойскими отложениями [18]. Это свидетельствует о сходстве процессов геологического развития в верхнем палеозое, позволяя принимать их как элементы единой структурно-фациальной формационной зоны. Отличие в строении разреза позднего палеозоя Чаткало-Кураминских гор объясняется, вероятнее всего, развитием здесь наложенного прогиба, связанного с крупным глубинным разломом. Подтверждением этому служат как характерный формационный состав и условия залегания верхнепалеозойских толщ, так и их узколокальное распространение. Развитие подобного комплекса предполагается и по северной части Южно-Торгайского бассейна, где глубокой скважиной 1-Г Карасор под отложениями мезозой-кайнозоя вскрытыпорфириты и мелкозернистые сильно уплотнённые и дислоцированные известковистые песчаники. Вскрытая мощность этих отложений составляет 380 м. Органические остатки в породах не обнаружены, но по аналогии с широко развитыми вдоль восточного склона Урала отложениями валерьяновой свиты, их верхнюю 250 м секцию относят к нижнему карбону (визейский ярус?), а призабойную часть разреза – к протерозойским образованиям фундамента. Материалы сейсмических и гравиомагнитных работ указывают на широкое распространение аналогичных образований и в южной части Торгайской депрессии (рисунок 4).

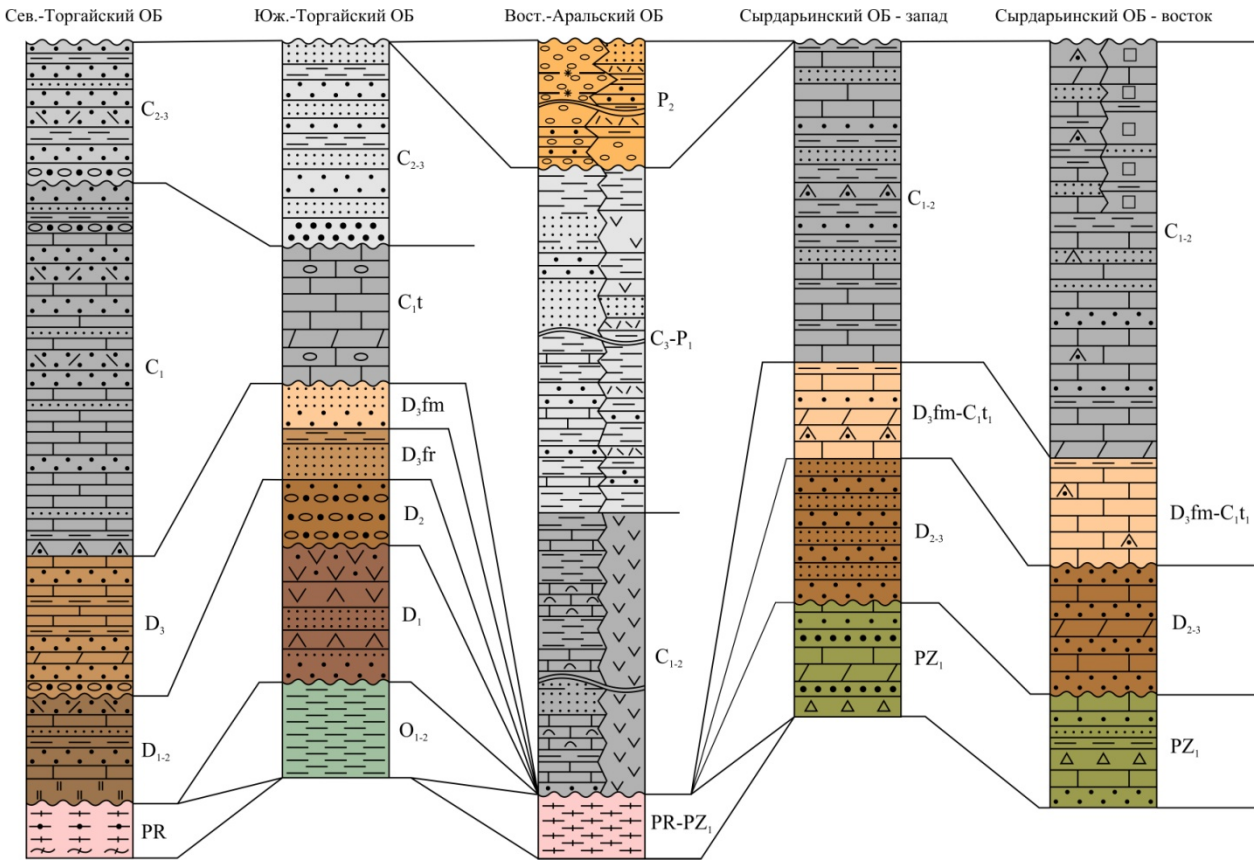


Рисунок 4 – Схема корреляции разрезов верхнего палеозоя Северо-Торгайского, Южно-Торгайского, Восточно-Аральского и Сырдарьинского осадочных бассейнов. (Условные обозначения приведены на рисунке 2.)

Figure 4 – The scheme of correlation of cuts of the top Paleozoic of North Torgaysky, Southern Torgaysky, East Aral and Syr Darya decantation basins. (Symbols are given in the figure 2.)

Таким образом, рассматриваемый район также видимо можно отнести кобласти развития раннегерцинской геосинклинали и считать его продолжением на северо-запад, под чехлом мезозой-кайнозоя структурно-фациальной зоны, объединяющей Чаткало-Кураминскую систему, Большой Каратау и примыкающую к нему с юго-запада Сырдарьинского ОБ территорию (рисунок 1).

Восточная граница этой зоны достаточно отчетливая. На юго-востоке, в районе Чаткало-Кураминской системы, ей отвечает "Главная структурная линия Тянь-Шаня", далее на северо-запад она прослеживается по Главному Каратаускому разлому, и на севере хорошо выражена крупным глубинным Западно-Улутауским разломом, прослеживаемым по обнажениям и геофизическим комплексам. Необходимо отметить, что намеченная линия многими исследователями принимается за западную границу каледонид Центрального Казахстана.

Западная граница раннегерцинской геосинклинальной области менее яркая и трассируется исключительно по данным геофизических исследований, в первую очередь, по резким градиентам гравитационного и магнитного полей. На севере она проходит вблизи восточного склона Урала, где ей отвечает Восточно-Уральский региональный шов. Далее на юг она трассируется по западному краю Нижнесырдарьинского свода, а затем через Восточные Кызылкумы по западному краю Приташкентских Чулей, сочленяясь на крайнем юго-востоке сСеверо-Ферганским глубинным разломом.

Предложенная схема тектоники палеозойского фундамента хорошо увязывается с особенностями строения мезо-кайнозойского платформенного чехла. Еще в 1948 году А. Я. Яншин [3], предполагая затухание к югу структур Урала, отмечал, что восточнее Аральского моря складки в мезозой-кайнозое, отражающие структуру палеозоя, не затухают, а испытывают поворот на юго-восток. В настоящее время на основании обширных сейсмических материалов и бурения для закрытой территории, расположенной между Уралом, Тянь-Шанем, Б.Каратау и Улутау составлена структурная карта по подошве платформенного чехла, которая подтверждает правильность такого взгляда. Действительно, на территории Южного Торгая региональным простиранием изогипс подошвы платформенного чехла является субмеридиональное. Наличие на северо-западном продолжении хр. Каратау Нижнесырдарьинского поднятия определяет образование севернее него Южно-Торгайского бассейна. К югу от Нижнесырдарьинского свода основными становятся простирания юго-восточные и субширотные параллельные палеозойским структурам Б. Каратау, Северного Нуратау и Сырдарьинского бассейна. Анализ изложенного выше позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Палеозойские структуры Восточного Урала не затухает на юг, а сочленяются с западными виргациями Тянь-Шаня, входя вместе с ними в единую Мугоджаро-Алайскую структурно-фациальную зону, выделенную В. Г. Гарьковцом [9]. Эта зона входит в состав позднепалеозойской геосинклинальной области.

2. Непосредственно к востоку от Мугоджаро-Алайской зоны расположена раннегерцинская зона, охватывающая Чаткало-Кураминскую систему, Большой Каратау, закрытые мезо-кайнозойскими отложениями территории Сырдарьинского бассейна и Южного Торгая.

3. Если первая из указанных зон характеризуется набором типично эвгеосинклинальных осадочных и магматических формаций верхнегопалеозоя, то вторая – миогеосинклинальным комплексом отложений и почти полным отсутствием магматизма в верхнем палеозое.

4. Восточная граница раннегерцинской миогеосинклинальной области, которой отвечают "Главная структурная линия Тянь-Шаня" и находящиеся на ее продолжении Главный Каратауский и Западно-Улутауский разломы, является в то же время границей раздела верхнего палеозоя Урало-Тяньшанского пояса и каледонид западной окраины Центрального Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Архангельский А.Д., Шатский Н.Е. Схема тектоники СССР // В кн. " Академик А. Д. Архангельский: Избранные труды". – Т. II. – М.: Изд. АН СССР, 1954. – 672 с.

[2] Архангельский А.Д. Геологическое строение и геологическая история СССР // В кн. "Академик А. Д. Архангельский: Избранные труды". – Т. II. – М.: Изд. АН СССР, 1954. – 672 с.

[3] Яншин А.А. Методы изучения погребенной складчатой структуры на примере выяснения соотношений Урала, Тянь-Шаня и Мангышлака – Изд. АН СССР. Сер. геол. – 1948. – № 5. – С. 135-170.

[4] Кассин Н.Г. Развитие геологических структур Казахстана // В кн. "Основные идеи Н. Г. Кассина в геологии Казахстана". – Алма-Ата: Изд. АН КазССР, 1960. – 421 с.

[5] Петрушевский Б.А. Урало-Сибирская эпигерцинская платформа и Тянь-Шань. – М.: Изд. АН СССР, 1955. – С. 3-25.

[6] Гарецкий Р.Г., Шрайбман В.И. Глубина залегания и строение складчатого фундамента северной части Туранской плиты // Труды Геол. ин-та АН СССР. – 1960. – Вып. 44. – 90 с.

[7] Самодуров В.И. О границе каледонид и герцинид под осадочным чехлом Туранской плиты // В кн. Молодые платформы, их тектоника и перспективы нефтегазоносности. – М.: Изд. "Наука", 1965. – 226 с.

[8] Бухарин А.К., Пяновская И.А., Пятков К.К. Положение Кызылкумов в системе палеозойских структур Тянь-Шаня и Урала // В кн. "Сборник научных трудов к (XXII сессии МГК)". – Ташкент, 1964. – Вып. 4. – С. 15-30.

[9] Гарьковец В.Г. О структурной и металлогенической связи Тянь-Шаня с Уралом // Сборник научных трудов к (XXII сессии МГК). – Ташкент, 1964. – Вып. 4. – С. 47-59.

[10] Пятков К.К., Пяновская И.А., Бухарин А.К. Геологическое строение палеозойского фундамента Центральных Кызылкумов // Тр. Главгеологии УзССР. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – Вып. I. – С. 4-15.

[11] Абдулин А.А. Геология Мугоджар. – Алма-Ата: Наука, 1972. – 391 с.

[12] Морозов М.Д., Бродовой В.В., Бекжанов Г.Р., Колмогоров Ю.А., Кузьмин Ю.И., Кулинова М.В., Эйдлин Р.А. Основные геологические структуры Восточного Казахстана и Мугоджар по региональным геофизическим исследованиям // Изв-ия АН КазССР. Серия геол. – 1963. – Вып. 2. – С. 3-13.

[13] Гарецкий Р.А. Унаследованные дислокации платформенного чехла периферии мугоджар // Труды геол. Ин-та АН СССР. – 1962. – Вып. 60. – 300 с.

[14] Геология СССР. – Т. XXIII. Узбекская ССР. – Кн. 1. Геологическое описание. – М.: Недра, 1972. – 720 с.

[15] Васильковский Н.П. Стратиграфия и вулканизм верхнего палеозоя юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня. – Ташкент: Изд. АН УзССР, 1952. – 304 с.

[16] Абдуллаев Х.М., Аделунг А.С., Воронин В.А., Горьковой О.П., Калабина М.Г., Малаков А.А., Мацокина Т.М., Мирходжаев И.М., Раджабов Ф.Ш. Основные черты магматизма и металлогении Чаткало-Кураминских гор. – Ташкент: Изд. АН УзССР, 1958. – 289 с.

[17] Буш В.А., Гарецкий Р.Г., Кирюхин Л.Г. Субсеквентный вулканизм орогенного комплекса Туранской плиты // Проблемы геологии Западного Казахстана. К 60-летию академика А. Л. Яншина. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1971. – С. 144-155.

[18] Кунин Н.Я. Тектоника закрытых районов Южного Казахстана, прилегающих к хребту Каратау, по данным геофизических исследований: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – М., 1965. – 30 с.

REFERENCES

[1] Arkhangelsky A.D., Shatsky N.E. The Scheme of tectonics of the USSR. In book "Academician A. D. Arkhangelsky, Chosen works". Vol. II. Prod. Academy of Sciences of the USSR. M., 1954. 672 p.

[2] Arkhangelsk A.D. Geological structure and geological history USSR. In book "Academician A. D. Arkhangelsky, Chosen works. Vol. II, Prod. Academy of Sciences of the USSR. M., 1954. 672 p.

[3] Yanshin A.A. Methods of studying of buried folded structure on the example of clarification of ratios of the Urals, Tien Shan and Mangyshlak. Prod. Academy of Sciences of the USSR, ser. geol. 1948. N 5. P. 135-170.

[4] Kassin N.G. Development of geological structures of Kazakhstan. In book "The main ideas of N. G. Kassin in geology of Kazakhstan". Prod. AN KazSSR. Alma-Ata, 1960. 421 p.

[5] Petrushevsky B.A. Uralo-Sibirsky epigertsinsky platform and Tien Shan. M.: Prod. Academy of Sciences of the USSR, 1955. P. 3-25.

[6] Garetsky R.G., Shraybman V.I. A depth and a structure of the folded base of a northern part of the Turansky plate. Works Geol. in-t at Academy of Sciences of the USSR. 1960. Issue 44. 90 p.

[7] Samodurov V.I. About a border kaledonid and gertsinid under a sedimentary cover of the Turansky plate. In book: Young platforms, their tectonics and prospect of oil-and-gas content. M.: Prod. "Science", 1965. 226 p.

[8] Bukharin A.K., Pyanovskaya I.A., Pyatkov K.K. Situation Kyzylkumov in system of Paleozoic structures of Tien Shan and the Urals. In book "The collection of scientific works to (the XXII sessions of MSC)". Tashkent, 1964. Issue 4. P. 15-30.

[9] Garkovets V.G. About structural and metallogenichesky communication of Tien Shan with the Urals. "The collection of scientific works to (the XXII sessions of MSC)". Tashkent, 1964. Issue 4. P. 47-59.

[10] Pyatkov K.K., Pyanovskaya I.A., Bukharin A.K. Geological structure of the Paleozoic base Central Kyzylkumov. Works Glavgeologiya UzSSR. M.: Gosgeoltekhizdat, 1963. Issue I. P. 4-15.

[11] Abdulin A.A. Geology of the Mugodzhar Hills. Alma-Ata: Science, 1972. 391 p.

[12] Morozov M.D., Brodovoi V.V. Bekzhanov G.R., Kolmogorov Yu.A., Kuzmin Yu.I., Kulinova M.V., Eydlin R.A. The Main geological structures of East Kazakhstan and the Mugodzhar Hills on regional geophysical surveys. Izv-iya AHN KazSSR. Series geol. 1963. Issue 2.

[13] Garetsky R.A. Legacy dislocations of a platform cover of the periphery of the Mugodzhar Hills. Works geol. In-t Academy of Sciences of the USSR. 1962. Issue 60. 300 p.

[14] Geology of the USSR. Vol. XXIII. Uzbek SSR. Book 1. Geological description. M.: Nedra, 1972. 720 p.

[15] Vasilkovsky N.P. Stratigraphy and volcanism of the upper Paleozoic of southwest spurs of Northern Tien Shan. Tashkent: Publ. Uzbek SSR, 1952. 304 p.

[16] Abdullaev H.M., Adelung A.S., Voronin V.A., Gorkova O.P., Kalabin M.G., Malakov A.A., Matsokin T. M., Mirkhodzhayev I.M., Radzhabov F.Sh. Main lines of magmatism and metalgeniuses of Chatkalo-Kuraminsky mountains. Tashkent: Publ. Uzbek SSR, 1958. 289 p.

[17] Bush V.A., Garetsky R.G., Kiryukhin L.G. Subsequent volcanism of an orogenny complex of Turanskaya plita // Problems of geology of the Western Kazakhstan. To the 60 anniversary of the academician A. L. Yanshin. Alma-Ata: Science KazSSR, 1971. P. 144-155.

[18] Kunin N.Ya. Tectonics of the closed regions of the Southern Kazakhstan adjacent to Ridge Karatau, according to geophysical surveys. Abstract dis. ... cand. geol.-miner. Sciences. M., 1965. 30 p.

Х. Х. Парагульгов[1], Т. Х. Парагульгов[2], Э. С. Мусина[3]

[1,3]ЖШС "Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты", Алматы, Қазақстан,
[2]ЖШС "Бірлескенкәсіпорны "Теңге"

ШЫҒЫС ОРАЛ, ТЯНЬ ШАНЬ ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚТЫҢ ҚАЗАҚСТАНЫНЫҢ БАТЫСЫНЫҢ ПАЛЕОЗОИД КОРРЕЛЯЦИЯСЫ

Аннотация. Орал, Тянь-Шань және орталық Қазақстанының шеткі батыс жағының палеозоидінің мүшеленуінің өзгешеліктерін қарастырылды. Шығыс Орал палеозой құрылымдары оңтүстікке қарай өшпейтінін, оның Тянь-шань батыс виргациясымен мүшеленіп, сосын біртұтастанып Мұғаджар-Алай құрылымды-фациалды зонасымен бірге кіретіні тағайындалды. Мұғаджар-Алай зонаның шығыс жағында раннегерциялық зонасы орналасып, Шаткалы-Құрама жүйені, үлкен Каратау, мезо-кайнозойлық қордалармен Сырдария бассейннің және оңтүстіктің Торғай берік аумақтары қамашалап отыр. Бірінші көрсетілген зоналарда сырттың палеозоя вулкандық-тұнбалы және магмалық формациялардың терімдерін сипаттайды, ал екіншіде – қордалардың кешенінде және жоғарғы палеозда магматизмі толық болмауы көрсетілді. Раннегерциялық обласы шығыс шекарасы, "Тянь-шань сызығының басты құрылымды" және басты Қаратау мен батыс Ұлытау сындырмасы оның жалғасы болып, сонымен бірге жоғарғы палеозой шекарасы Орал-Тянь-Шань белбеулері және орталық Қазақстанның шеткі батыс каледониді де жалғасы болып табылады. Ізденіс зерттеу жұмыс бағытында Ырғыз, Сұлтануыз, солтүстік Бұқантау және солтүстік Нұратау; Солтүстік Торғай, шығыс-арал және Сырдария тұнбалы бассейндері Оңтүстік Торғай; Байқоныр синклинориясы, үлкен Қаратау, Ұғама, Қаратау-Нарын және Шаткалы-Құрама зоналарының жоғарғы палеозой өлшемі мен жақсы бірыңғайлық екенін көрсетті.

Түйін сөздер: тектоника, палеозоидтер, герценидтер, тұнбалы бассейндер, қатпар-қатпар облыстар, аймақтық сындырмалар, корреляция, терригенно-карбонатты және вулканогендітұнбалы кешендер.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 33 – 38

M. Sh. Omirserikov[1], N. I. Stepanenko[1], L. Zh. Issaeva[2], S. K. Asubayeva[2]

[1]Institute of Geological Sciences named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,
[2]Kazakh national research technical university named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

MODEL CONSTRUCTION OF THE AKMAYA FIELD AND ITS PREDICTIVE VALUES

Abstract. The features of the construction of bulk (3D) model of the Akmaya rare metal deposit in Central Kazakhstan and its value in predicting the rare metals on the flanks and deep horizons of mineralization were regarded.

The proposed 3D model of the studied field has two types: frame and block. Frame (3D) model allows to visualize the morphology of ore object and the real complex of modified and unmodified areas. The block model presents the nature of the rare metal distribution in deposit volume (3D) and its specific geological exploration profiles (2D). Such three-dimensional rendered digital models allow to study in details and make a comparative analysis of ore-controlling factors with the nature of the ore elements distribution throughout and in the profile sections of the field. Also the influence of the thermal field of the intrusive massif on wolframite formation conditions was considered. As a result of constructing 3D model and exploring the features of mineralization of the Akmaya deposit authors give projections for its deep horizons, promising to tungsten ore.

УДК553.463 (574)

М. Ш. Омирсериков[1], Н. И. Степаненко[1], Л. Ж. Исаева[2], С. К. Асубаева[2]

[1]Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,
[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

МОДЕЛЬНОЕ ПОСТРОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКМАЯ И ЕГО ПРОГНОЗНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Аннотация. Рассмотрены особенности построения объемной (3D) модели редкометалльного месторождения Акмая в Центральном Казахстане и его значение при прогнозировании редких металлов на флангах и глубинных горизонтах оруденения.

Предлагаемый 3D модель изучаемого месторождения имеет два вида: каркасный и блоковый. Каркасный (3D) модель позволяет объемно визуализировать морфологию рудного объекта и вещественный комплекс измененных и неизмененных зон. Блочный модель представляет характер распределение редких металлов по объему месторождения (3D) и по его отдельным геолого-разведочным профилям (2D). Такие визуализированные объемные цифровые модели позволяют детально изучить и проводить сравнительный анализ

рудоконтролирующих факторов с характером распределения рудных элементов по всему объему и по профильным разрезам месторождении. Также рассмотрено влияние теплового поля интрузивного массива на условия образования вольфрамитов. В результате построения 3D модели и изучения особенности рудообразования месторождении Акмая дана прогнозная оценка на его глубокие горизонты, перспективные на вольфрамовые руды.

Геологическое изучение района месторождения Акмая началось еще в дореволюционное время. В 1935–1936 гг. в районе месторождения работал один из отрядов Центрально-Казахстанской экспедиции АН СССР и в результате геологической съемки масштаба 1 : 100 000 в 1936 г. было открыто месторождение Акмая А. К. Каюповым и В. М. Поповым.

Месторождение Акмая приурочено к пачке известняков, которые подстилаются кварц-серецитовыми и глинистыми сланцами (рисунок 1). Известняки частично метаморфизованы, частично ороговикованы и скарнированы с формированием существенно пироксен-гранатовых пород с везувианом и волостонитом. Роговики и сланцы слагают небольшие линзы, перемежающиеся со слабо измененными известняками и сланцами. Породы собраны в сжатые брахискладки северо-восточного простирания. Строение складок осложнено разрывной тектоникой. Наиболее интенсивно она проявлена в зоне перехода антиклинальной складки к синклинальной, где приурочен рудный штокверк. Оруденение концентрируется в основном в известковой пачке и лишь частично в подстилающих ее сланцах.

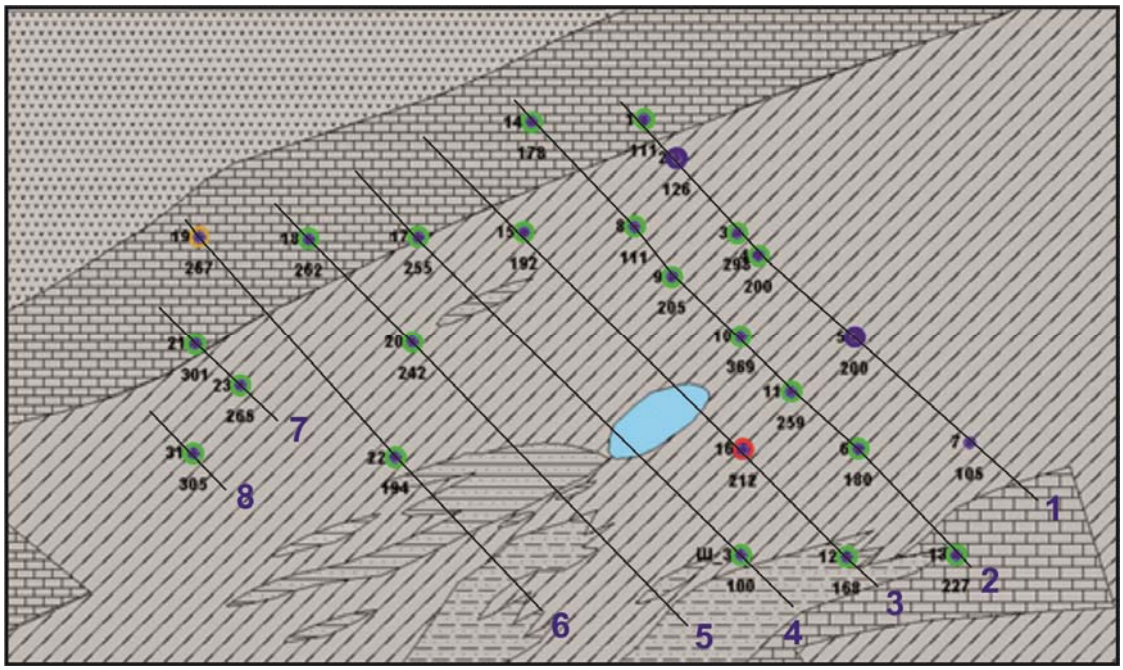


Рисунок 1 – Геологическая карта месторождения с разведочными скважинами и разведочными профилями

Figure 1 – Geological map of deposit with exploratory wells and exploration profiles.

По геофизическим данным граниты Акмаинского и Катпарского массивов в поле силы тяжести фиксируются единым гравитационным минимумом в форме правильного эллипса с интенсивностью 0,2–0,3 мГал, ориентированного в северо-восточном направлении (рисунок 2). Размеры его длиной оси составляет 10 км, короткой 3 км [4]. Вертикальная мощность массивов по гравиразведочным данным колеблется от 500 до 4000 м. Контакты гранитов на севере до глубины 600 м крутые (60–80%), далее выполаживаются до горизонтального, а на юге на уровне глубин 1200–1500 м они соединяются с гранитами Жаксы-Тагалинского массива. В целом внедрение Акмаинского и Катпарского массивов происходило по долгоживущему Домеке-Кушукскому разлому. Акмая-Катпарская рудная зона приурочена к южному борту Акмаинского массива.

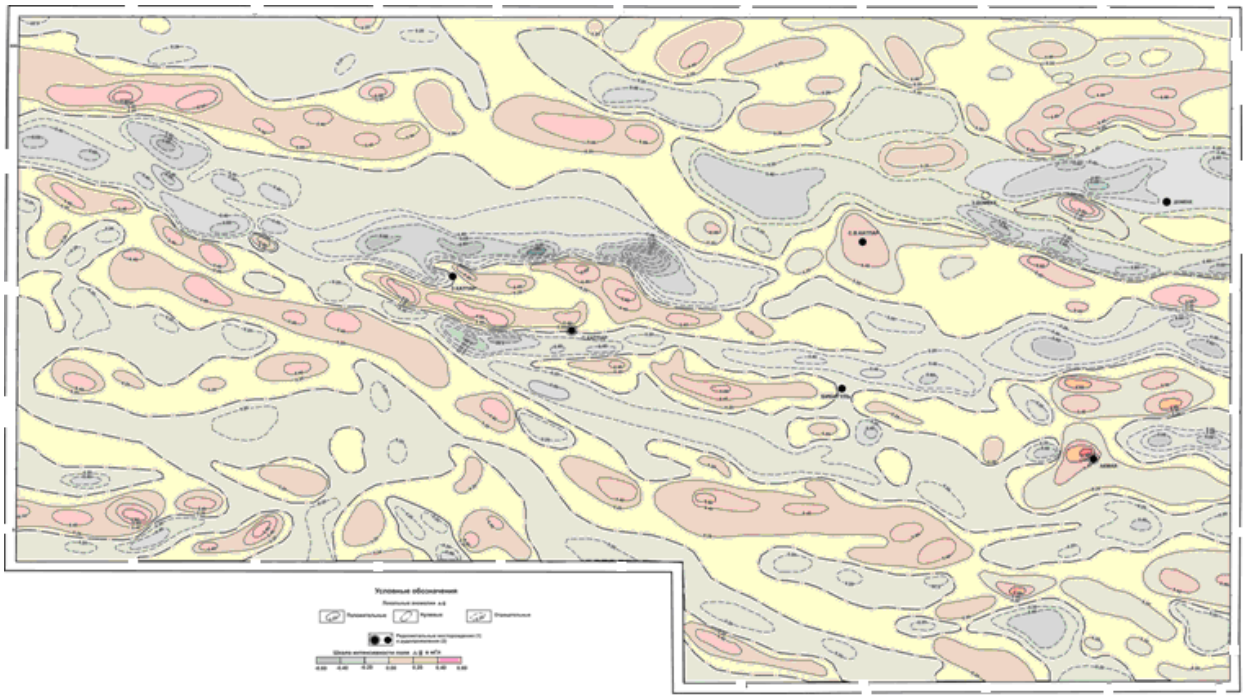


Рисунок 2 – Карта изоаномал силы тяжести Акмая-Катпарского рудного поля. Масштаб 1 : 10 000 (Агадырская ГРЭ,1993)

Figure 2 – Map of gravity isanomal of the Akmaya-Katpar ore field. The scale of 1:10 000 (Agadyr GSE, 1993)

К зоне надвига приурочено месторождение Северный Катпар и ряд геохимических аномалий, цепочкой протягивающихся от него до месторождения Акмая на расстояние 6 км. Интерпретация геофизических данных показывает, что под алевролитами, являющими осадочными породами ордовика и служащими роли экрана, залегают достаточно мощные линейные рудоносные скарны, объединяющие эти месторождения в одно целое [Буртубаев А.Т., 1993].

Исходные данные для построения цифровой трехмерной модели рудного тела по месторождению Акмая были предоставлены в виде геологической карты, планов опробования поверхности и подземных горизонтов, а также разведочные разрезы из геологических отчетов [1].

Моделирование пространственных границ рудного тела производилось по программе MicroMine. За основу каркасной модели брались границы рудного тела по бортовому содержанию трехокиси вольфрама на 0,15%. Разведочные скважины с содержанием трехокиси вольфрама и литологическим расчленением разреза визуализированы по вышеуказанной компьютерной программе (рисунок 3).

Построенная каркасная 3D модель месторождении Акмая (рисунок 4), представляет морфологию, вещественный состав оруденения, а также особенности распределения рудных компонентов в его объеме и позволяет их визуализировать. Роговики и скарны на месторождении являются наиболее распространнеными породами. Они представляют около 80% пород слагающих месторождение (примерно: роговики – 50%, скарны – 30%). Отличительной особенностью роговиков и скарнов известковой пачки является их частая перемежаемость, с постепенными переходами от роговиков к скарнам, мраморам и обратно. В процессе визуализации литологического разреза они рассматриваются единым обозначением (ISVSR). Не меньше распространены, особенно в северо-восточной части месторождения кварц-серицитовые сланцы (QSS). В Юго-восточной части встречаются туфосланцы (OOTP).

Площадь рудной зоны имеет вытянутую форму по линии простирания известковой пачки пород. При этом конфигурация штокверка на глубоких горизонтах не изменяется, где верхняя граница рудной зоны в юго-западном направлении погружается более на 100 метров, а нижняя более чем на 200–240 метров под углом 40–50°.

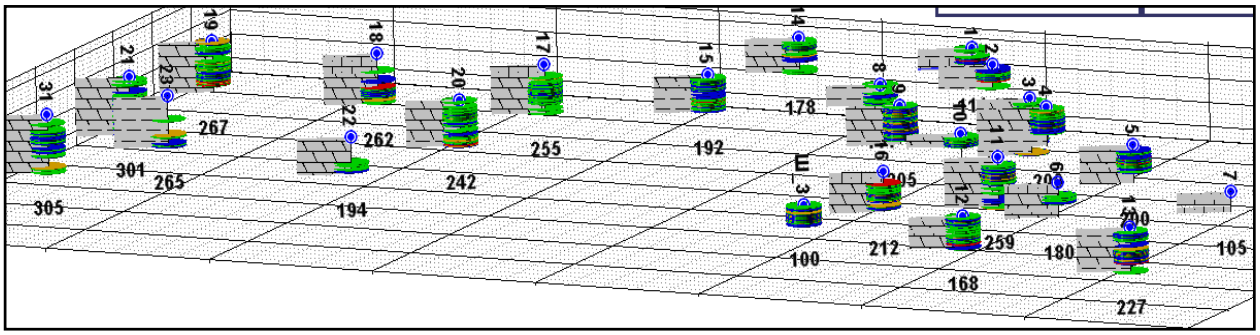


Рисунок 3 – Пространственная модель литологического строения месторождения Акмая с визуализацией содержаний вольфрама по разведочным скважинам.

Кварц-серицитовые сланцы - QSS - ; метаморфизованные известняки с флюоритом - ISVM - ; роговики и скарны - ISVSR - ; туфосланцы - OOTP - .

Figure 3 – The spatial model of the Akmaya deposit lithology with visualization of tungsten content according to exploratory wells.

Quartz-sericite schists - QSS - ; metamorphosed limestones with fluorite - ISVM - ; hornfels and skarns - ISVSR - ; tuff shales - OOTP- .

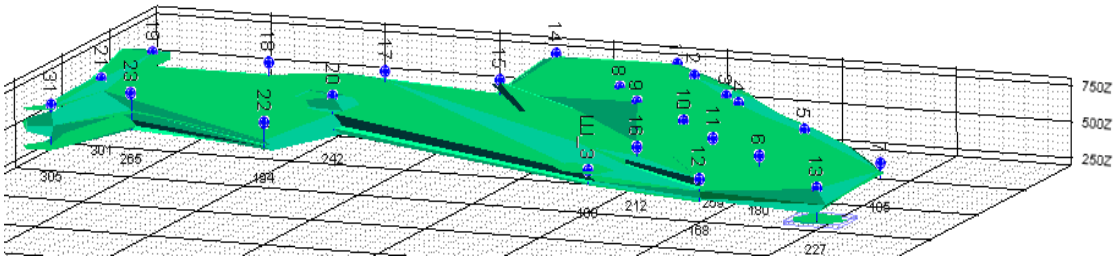


Рисунок 4 – Трехмерная каркасная модель рудного тела на месторождении Акмая

Figure 4 – The three-dimensional frame model of the ore body in the Akmaya deposit.

Основную промышленную ценность месторождения составляют кварцевые, кварц-полевошпатовые жилы и прожилки с вольфрамитом.

Построенная трехмерная модель месторождения Акмая показывает следующие особенности распределения трехокиси вольфрама в рудовмещающей среде (рисунок 5, таблица).

– наиболее распространными по верхнему горизонту месторождения (в плане) является бортовое и среднее содержания трехокиси вольфрама. При этом на верхней части скважин № 10, 9, 11,13,15 наблюдается сравнительно богатое вольфрамовое оруденение, в виде шеелита. Вмещающими породами для шеелитового оруденения в основном являются метасоматически измененные, скарнированные известняки, которые переслаиваются с ороговикованными алевролитами и другими породами [3];

– в распределении содержаний трехокиси вольфрама найбольший интерес представляют средние зоны месторождения, где отмечены различные его содержания (0,15–0,60% и выше);

– в глубоких горизонтах северо-западной и юго-западной частей месторождения встречаются участки с высокими содержаниями трехокиси вольфрама до 0,60% и выше, следует отметить, что месторождение до сих пор остается недоразведенным на глубоких горизонтах [2]; поэтому эти глубокие горизонты месторождения вызывает большой практический интерес;

– по минералогическим данным вольфрамиты месторождения Акмая относится к гюбнеритам или к вольфрамитам, в которых марганец преобладает над железом;

– по данным химического анализа с глубиной в вольфрамитах содержание ферберитовой молекулы увеличивается; например по скважине №9 в интервалах от 80 до 300 м ее содержание

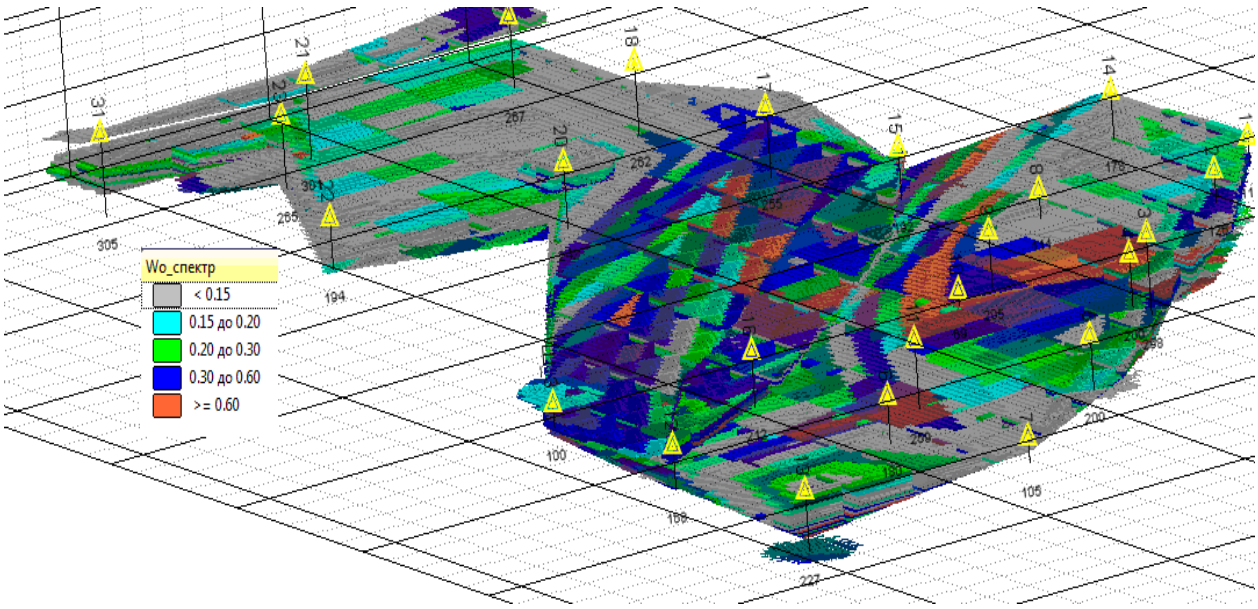


Рисунок 5 – Трехмерная блочная модель месторождения Акмая

Figure 5 – The three-dimensional block model of the Akmaya deposit.

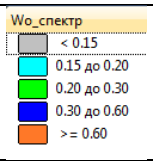
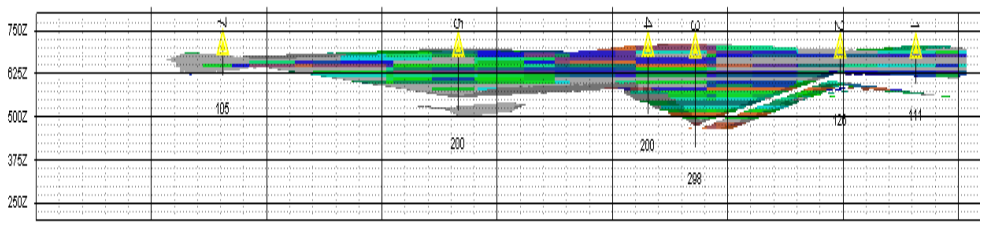
увеличивается от 25 до 38%, по скважинам №17 и №22 в интервалах глубин 130-160 м оно достигает – 19% [1]; при этом горизонтальное распределение содержаний ферберитовой молекулы вольфрамита остается постоянной.

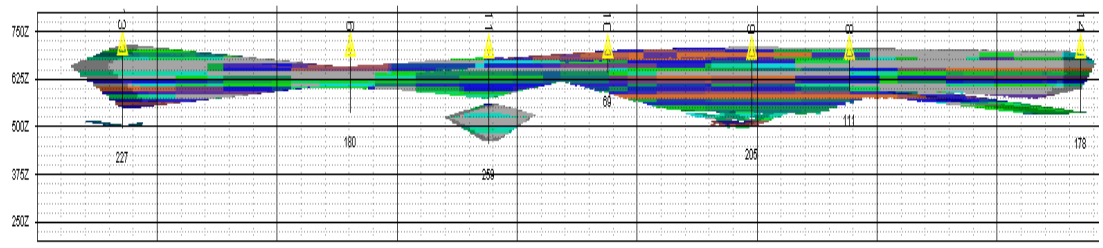
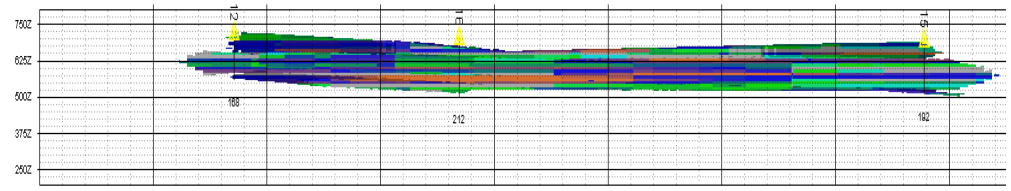
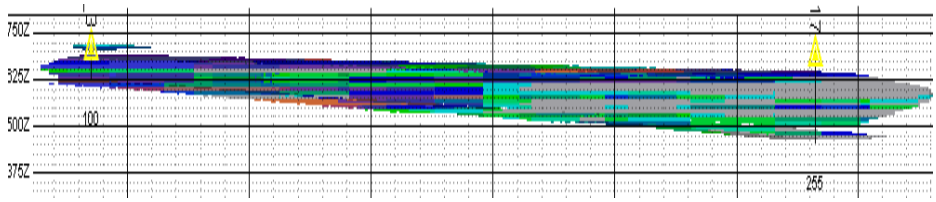
Модельное построение, представляющее влияние теплового поля интрузивного массива в процесс редкометалльного рудообразования, позволяет говорить о том, что вольфрамиты на месторождении Акмая кристаллизовались в условиях тепловой неравновесности. Это объясняется тем, что область рудообразования находилась в некотором удалении от рудонесущей интрузии. Вольфрамиты с ферберитовым составляющим наоборот кристаллизуются в равновесных тепловых условиях, т.е. ближе к рудонесущей интрузии и занимает более глубокие горизонты месторождения Акмая [3].

На основе полученных данных проведена геологическая интерпретация фактических данных орудениня.

Блочные модели разрезов месторождения Акмая

The block model of the Akmaya deposit sections.

ПР №	Блочные модели разрезов: 
1	

2	
3	
4	

ЛИТЕРАТУРА

[1] Щерба Г.Н., Лаумулин Т.М., Кудряшов А.В. и др. Геолого-генетические модели главных типов эндогенных редкометалльных месторождений Казахстана // Генетические модели эндогеных рудных формаций. – Новосибирск: Наука, 1983. – Т. 2. – С. 3-14.

[2] Субботин И.Н. и др. Пояснительная записка к подсчету запасу Акмаинского редкометального месторождения по состоянию 01.01.1952 г.

[3] Справочник. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. – Алматы, 1998. – 136 с.

[4] Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д. Геолого-динамическая модель формирования месторождений редких металлов Центрального Казахстана. – Алматы, 2010. – С. 215.

REFERENCES

[1] Shherba G.N., Laumulin T.M., Kudrjashov A.V. i dr. Geologo-geneticheskie modeli glavnyh tipov jendogennyh redkometall'nyh mestorozhdenij Kazahstana // Geneticheskie modeli jendogenyh rudnyh formacij. Novosibirsk: Nauka, 1983. Vol. 2. P. 3-14.

[2] Subbotin I.N. i dr. Pojasnitel'naja zapiska k podschetu zapasu Akmainskogo redkometal'nogo mestorozhdenija po sostojaniju 01.01.1952 g.

[3] Spravochnik. Mestorozhdenija redkih metallov i redkih zemel' Kazahstana. Almaty, 1998. 136 p.

[4] Omirserikov M.Sh., Isaeva L.D. Geologo-dinamicheskaja model' formirovanija mestorozhdenij redkih metallov Central'nogo Kazahstana. Almaty, 2010. P. 215.

М. Ш. Өмірсеріков[1], Н. И. Степаненко[1], Л. Ж. Исаева [2], С. К. Асубаева[2]

[1]Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан,
[2]Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

АҚМАЯ КЕН ОРНЫНЫҢ МОДЕЛЬДІК ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ОНЫҢ БОЛЖАМДЫҚ МАҢЫЗЫ

Аннотация. Мақалада Орталық Қазақстандағы Ақмая кен орыны арқылы металлогенияның қолданбалы мәселелерін шешу жолдары көрсетілген. Ақмая кен орнының 3D моделі тұрғызыды, оның заттық құрамы, морфологиясы және вольфрамның үш валентті тотығының осы дененің көлеміндегі таралу ерекшеліктері көрсетілген. Ақмая кен орнының вольфрамға бай деген терең деңгейлеріне болжамдық баға берілген.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 39 – 50

UDC 553.463 (574)

M. Sh. Omirserikov[1], M. K. Kembayev[1], L. D. Issayeva[2], K. Sh. Dyussembayeva[2], Ewa Slaby[3], S. K. Assubayeva[2]

[1]Institute of Geological Sciences named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,
[2]Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,
[3]Institute of Geological Sciences Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland.
E-mail: k.maksat@mail.ru

MINERALOGY AND STRUCTURAL MODEL OF THE WEATHERING CRUST OF KUNDYBAY DEPOSIT (NORTH KAZAKHSTAN)

Abstract. Kyndybay deposit has a considerable potential for the mineral industry of Kazakhstan. Comprehensive study on mineralogy and distribution of rare earth minerals on the deposit were done to facilitate reasonable use of resources. Around 2000 samples were collected across the study area. The mineral and elemental composition of ores was determined by the methods of ICP MS, X-ray crystallography and electron probe microanalysis. Light rare earth elements constitute 46.85% of the reserves, whereas 53.15% is oxides of yttrium, medium and heavy lanthanides. More than half (58.15%) of rare earths are concentrated in clay minerals. The average concentration of rare earth minerals in the weathering crust of the deposit is 344.3 g/t. We constructed three dimensional and block models of four ore bodies, set on the deposit. The lack of horizontal and vertical trend of mineral distribution among ore bodies is explained by lithologic features of the deposit structure, namely uneven spread of amphibolites, gneiss and shale. Nevertheless, particular ore bodies have concentration change of oxides of yttrium and rare earths.

Keywords: block model, weathering crust, rare earth elements, Kundybay deposit, oxide of yttrium, lithological features.

Introduction. Exceptional conductive and magnetic properties of rare earth elements (REE) are the main reasons of the application for electronic products [1, 2]. Moreover, rechargeable batteries, permanent magnets, lamp phosphors and other REE containing materials enhance the transition to green economy [3, 4]. All listed are considered to be newer market, taking 41% of worldwide consumption of REE, whereas, other 59% is used for metallurgy, catalyst and glass making [5]. The increasing global demand for REE requires smart regulation of the manufacture from the producing countries.

Kazakhstan is one of fourteen Asian country that have rare earth deposits [6, 7]. Due to lack of comprehensive study on mineralization of Kazakhstan's deposits, it has negative effects on REE manufacture [8]. It is because Kundybay deposit has the regional importance for rare earth industry [9], we find it necessary to monitor mineralization of the weathering crust of the deposit which determines mineral composition of deposits that contributes in both studying past environmental changes and prediction of future development of the industry. Natural contents of rare earth elements in weathering crust are highly influenced by their weathering state, texture and forms [10-12]. Moreover, surface chemistry and complex formation with organic and inorganic ligands control the distribution of REE [13].

Three dimensional (3D) modeling of deposit is important tool for quantitative and qualitative assessment and prediction of mineral resources [14, 15]. The modeling combines geological, geochemical, and geophysical data to delineate areas of high economic potential at depth [16, 17]. The 3D model of deposit leads to reasonable use of the resources in mining [18, 19]. We studied the mineralogy of Kundybay deposit including REE distribution, fractionation and forms of occurrence. We paid special attention on the construction of wire frame 3D modeling of the orebodies of the deposit. The use of 3D models allows better understanding surface and subsurface geology, consequently ensuring effective mining of the deposit.

Study area. The Kundybay deposit is located at Zhitikara district of Kostanai region in north Kazakhstan (Figure 1). It was explored and known as a titanium reservoir until Niyazov et al. [20], who discovered it as a source of rare earths [21-22]. Kundybay deposit is associated with Mesozoic weathering crust of ancient metamorphic rocks of marine series. The ore area is localized along the western exocontact of Shevchenkov serpentinite massif [23]. It is elongated strip, 21x2 km in size, which includes ore sites [24]. Its structure involves (from bottom to top): 1) crystalline Precambrian rocks, 2) well-preserved ore-bearing weathering crust, 10-70 m in depth, with a clearly defined "kaolin" profile, 3) clays and loams of Paleogene-Neogene, 2-10 min depth. The weathering crust is zonal. Bottom leached bedrock changes to entirely kaolinized formations, followed by unstructured kaolinite on top. Kaolinite is the most common kaoline mineral, which is widely used in industry [25, 26].

The depth of each zone is 3-20 m. The composition of the zones depends on the degree of weathering and the ratio of relic and newly formed minerals [10]. The relic minerals are feldspars, amphibole, mica, quartz, garnet, graphite, piemontite, spessartite, tourmaline, rutile, ilmenite, sphene, titanomagnetite, coulsonite. The newly-formed minerals are kaolin, limonite, gibbsite, goethite, hydromica, leucoxene, rare-earth minerals [27, 23].

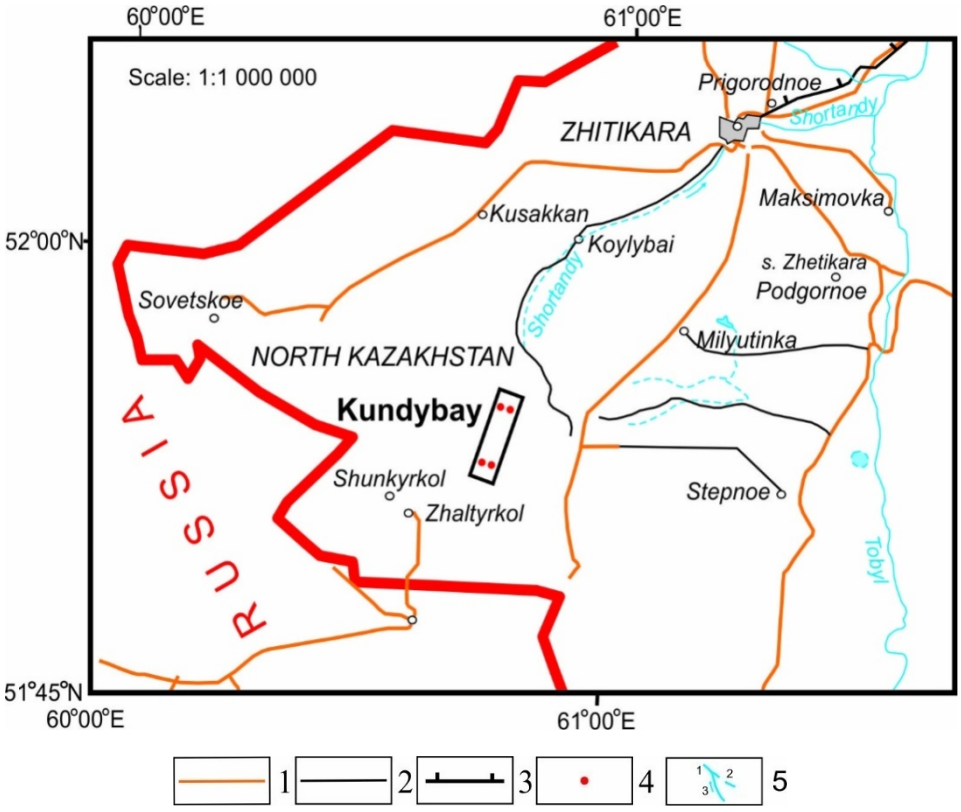


Figure 1 – Geological map of the study area showing the sampling sites. 1 – Roads with major coverage; 2 – Dirt roads; 3 – Railway; 4 – Sample Location; 5 – Rivers: ((1) width of less than 300 m; (2) drying up; (3) the flow direction of the river)

Materials and methods. Four ore bodies were set on the deposit. They have an elongated shape in the meridional direction, inheriting stretch of basement (Figure 2). The sampling sites were chosen so that mineralogical and geochemical compositions approximated the average composition of the deposit.

1. We collected around 2000 samples across the study area. We determined concentration of 35 elements including 15 REE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Y, Cd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu), main elements of titanium ore (Ti, Ta, Nb, Sn, W, Be), ore elements (Zn, Pb, Cu, Mo, As) and noble elements (Au, Ag, Pt) by the method of ICP MS.

2. We applied the method of X-ray crystallography (Bruker, US) to determine mineral phases of loose and granular samples.

3. Since the method of electron microprobe with wavelength dispersive spectrometer (microprobe JEOL-733, Japan) is one of best examples of standard analytical tool to perform microstructural analysis [28], we applied it to identify micro inclusions in earth minerals, both in bedrocks and concentrates.

4. We made polished sections and thin rock sections in the grinding shop to study primary REE. We collected the thin rock sections from the wells included in bedrock formations. In addition, we studied series of cemented polished sections from various fractions of placer analysis for repeatability control.

5. We selected initial placer samples of various weights from wells to study the mineral composition of the weathering crust by the placer method. Machining of placer samples was carried out as follows: weighing → screen sizing → obtaining coarse grain of > 2.00 mm and < 0.16 mm in size → elutriation→ washing in the concentration table → X-ray crystallography of the sludge →duplicating clay fraction and the intermediate concentrates → obtaining concentrates (shale) → drying. All the obtained fractions were dried at a temperature of 105º in a muffle furnace.

6. We crushed grab samples of the bedrock to 0.1–5.0 mm size using crushing unit. The coarse grain of 5.0 mm size was subjected to qualitative visual inspection. The resulting concentrates were weighed and separated using bromoform (specific gravity (SG) of 2.88). It allows separating minerals with SG higher and lower than 2.88. Minerals of lower SG float to the surface of bromoform, whereas, heavy ones settle on the bottom [29]. Both fractions were washed with alcohol and dried. The heavy fraction was subjected to magnetic and electromagnetic separation, with separation of the magnetic, electromagnetic and nonmagnetic fractions. All the fractions were weighed in the balance. We studied the mineral composition of all fractions under a binocular microscope which is followed by the following methods: drip-microchemical, optical analysis, monospectral analysis, microprobe, fluorescence spectroscopy, at cathode rays and, ultraviolet light and X-ray diffraction analysis.

7. To construct 3D visualization of the lithologic structure of the weathering crust the following data were used: geological maps, sections, sampling plans, calculating tables, directional survey of wells, and results of chemical analysis. Cartographic materials were exported from Excel file into Micromine software [15]. For computer simulation a total of 14213 units of information were added from 817 wells.

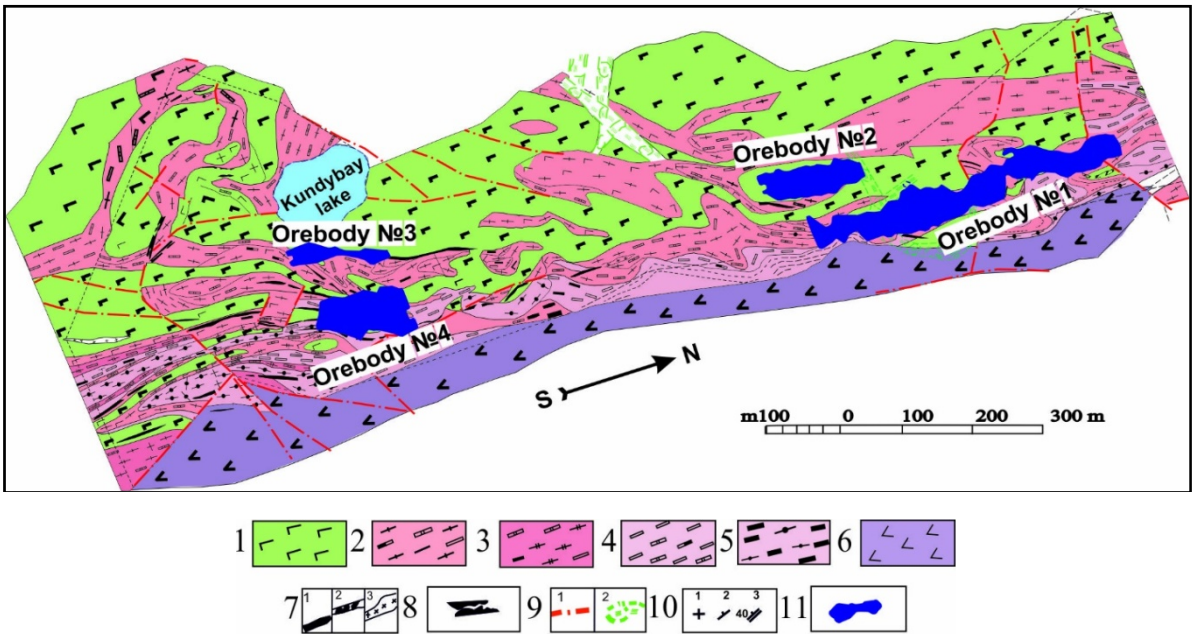


Figure 2 – Schematic geological map of Kundybay deposit: 1 – Amphibolites: melanocratic up to anhimonomineral; 2 – Gneisses: 1) anhimono mineralfeldspathic, fenitized until fenites; 3 – Microgneisses: 1) muscovite; 2) biotite; 3) biotite-muscovite; 4) biotite-hornblendic; 4 – Crystalline shales ofmedium-high levels of metamorphism; 5 – Shales of low level of metamorphism: 6 – Serpentinites; 7 – Dikes: 1) diabase and diabase porphyrites; 2) albitophyres; 3) pegmatites; 8 – Tectonic breccia and mylonites, according holes, boudinaged rocks; 9 – Data interpretation: 1) tectonic faults by the nature of gullies and ravines figure, tectonic faults by the landing hollows and depressions; 10 – Dip and strike: 1) horizontal and sloping (rocks); 2) sloping (dikes); 11 – Orebody

8. The distribution pattern of REE was identified by block models of the study area which generated by the ordinary Kriging method using Micromine software [15]. At first, we build empty block models. They had a size of 50x200x10 m along the X-, Y- and Z-axes. Then we distinguished the blocks that intersect with the borders of the particular ore body. Then bordered model was divided into empty cells that are filled with the concentration values of REE. The minimum cell size was 10x10x10 m along the X-, Y-, and Z-axes. Such block sizes fit the parameters of exploration grid of the site and the proportions of the ore body. Later the values were used for the interpolation of the contents of REY oxides. Next, the content of REY oxides was determined by the method of inverse distance weighting [30, 31] for each block.

Results and discussion. *Statistical analysis of geological data.* The classical statistic analysis of all the samples was done to assess the natural cut-off grade of REE (Figure 3), and to determine the parameters of the distribution (Table 1).

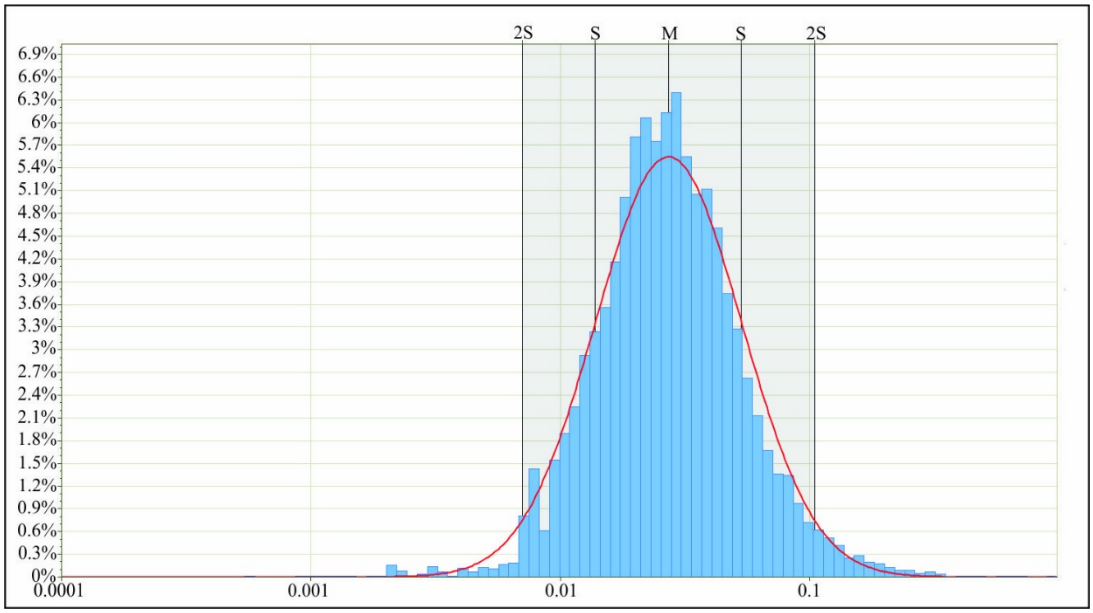


Figure 3 – The logarithmic histogram for REE content form 0.001%

Table 1 – The parameters of the distribution of REE

Minimum	0.00055	Median	0.02670
Maximum	0.97130	Mean value of ln	-3.60991
The second highest	0.70500	Standard deviation of ln	0.67435
The third highest	0.66000	Geometric mean value	0.02705
The firth highest	0.59800	Geometric standard deviation	1.96276
Amount	14213	Sichel's assessment	0.03396
Average	0.03443	Sichel's V	0.45475
Dispersion	0.00102	Sichel's Gamma	1.25530
Standard deviation	0.03192	Chi-square adjustment	1328.88734
Variability index	0.92701	Number of degrees of freedom	49

Figure 4 shows a cumulative probability of REE of limited content. There is a slight inflection point at the value of 0.034% (the intersection of the actual curve of the probability distribution with a normal curve). This value can be chosen as the natural cut-off grade value for the interpretation of limits of REE [32]. We chose the value of 0.03% as an actual cut-off grade for the interpretation.

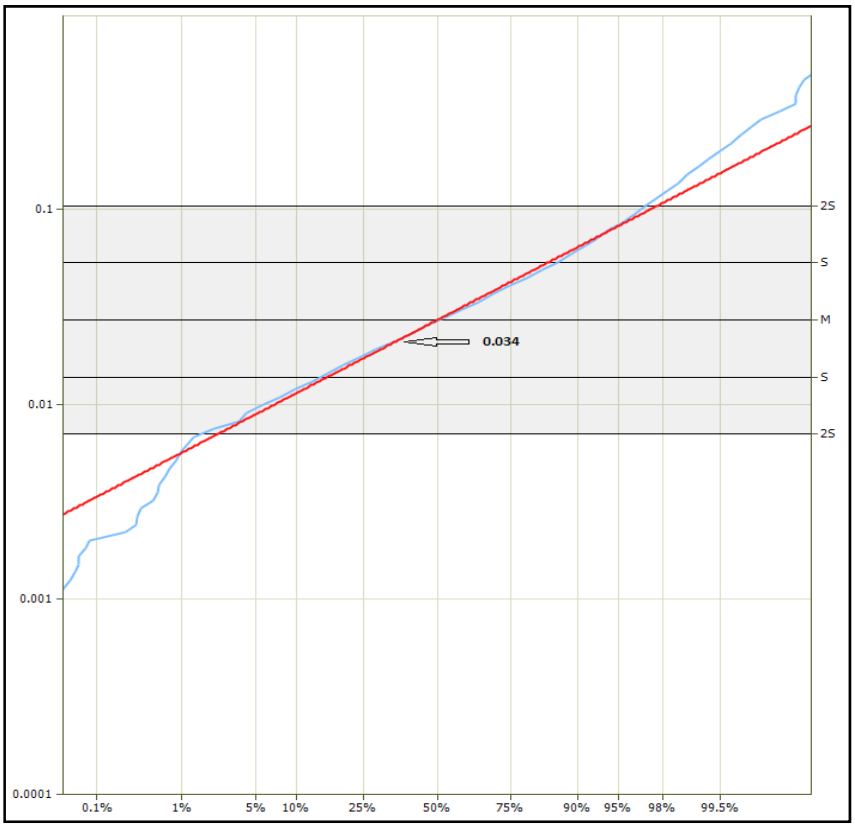


Figure 4 – The probability distribution of REE content from 0.001 %

The classical statistical analysis was repeated for the samples and composite samples that were within the limits of delineation. The aims of the repetition was to evaluate whether separation of populations would be needed, if there are more than one population, to define top cut-off grade threshold for the interpolation of REE content; and to assess the validity of the application of Kriging method [33] for the interpolation.

Construction of the 3D model of lithologic structure of the ore bodies. After delineation of ore bodies by REE cut-off grade, the 3D model was constructed to identify the lithological characteristics of the deposit and visualize the morphology of the ore bodies, and to assess their geometrical parameters (Figure 5).

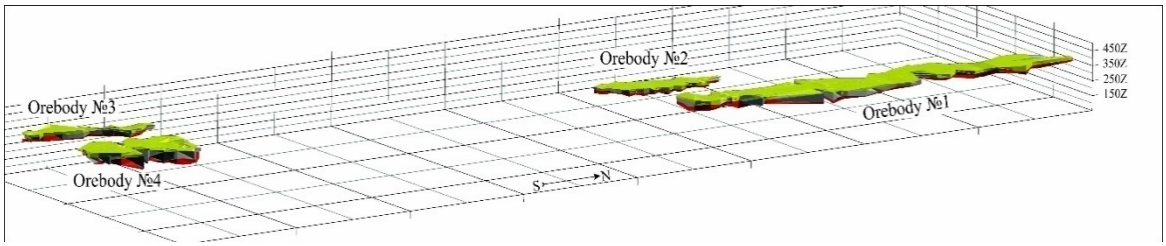


Figure 5 – 3D model of lithologic structure of ore bodies. Yellow – the Paleogene-Neogene and Quaternary sediments; gray – weathering crust; Pink – crystalline Precambrian rocks (amphibolites, gneisses, shales)

According to Niyazov et al. [20], three groups of rocks are involved in the deposit structure.1) the crystalline Precambrian rocks lye at the base of the deposit (amphibolite, gneiss, shale). Precambrian metamorphic rocks are the oldest at the deposit. Its lithologic-petrographic composition is mottled. The rocks are conditionally subdivided into three horizons in regard to its location in the stratigraphic column: upper - quartzite slate, medium – amphibolites, and lower – gneiss. 2) The depth of the loose weathering crust of Precambrian rocks of Mesozoic age ranges between few to several tens of meters (on average 20-40 m). It lies almost horizontally as a coat, which preserves almost 95% of the area of Precambrian rocks.

3) Covering sheath of clays and loams from the Paleogene-Neogene and Quaternary age rest erosively and almost horizontally in the weathering crusts. It has a depth of 0.5-10.0 m, maximum depth of cover rocks is up to 35.0 m (within the Third and Fourth ore bodies).

The weathering crusts of all lithologic varieties of basement rocks (amphibolites, gneisses, shale) are ore-bearing, and are clearly distinguished visually. Lack of correlation between type of the lithologic rocks and contents of REE in it exempts from fractional division of rocks in the model.

According to geological data, the most distributed rocks within the deposit are gneiss and its crust, taking 58.8% of all rocks of deposits. However, gneiss and its crust don't dominate in all the areas of the deposits and ore bodies: the southern part of the first ore body (77.4%), the fourth ore body (66.7%), the third ore body (44.0%), the northern part of the first ore body (28.4%) and the second ore body (9.9%). The content of amphibolites and its crust reaches up to 20.3% of the rocks. The second (88.9%) and third (41.2%) ore bodies, which are located in the western part of the deposit, are the richest in amphibolites and its crust. Slate and its weathering crust are confined mainly to the western part of the deposit, taking17.9% of the deposit. The highest concentrations of slate are in northern part of the First ore body (60.2%), and the Fourth orebody (19.7%). There is no slate in the Second ore body. Dike rock (diabase) and its crust are slightly distributed at the deposit and constitute only 3% of the rocks. They are confined to the Third ore body (8.3%) at the most, to the Second orebody (0.4%) at the least. The most distributed metamorphic rocks, which ores of yttrium and REE are developed from, consist of biotite, biotite-garnet, amphibole-garnet and chlorite-amphibole-garnet gneiss; melanocratic, ordinary and leucocratic amphibolites with epidote, chlorite, garnet and biotite; plagioclase-quartz-muscovite, plagioclase, chlorite-muscovite, Piedmont-spessartine shale and amphibolite.

Almost the entire weathering crust of the deposit contains yttrium and REE as it is impossible to distinguish visually ore minerals from non-metallic crust, they are determined only by the analytical method. Forms of ore bodies are simple, elongated, and has the parameter shown in the Table 2.

Table 2 – The parameters of the orebodies

Parameters	The first orebody	The second orebody	The third orebody	The forth orebody
Length, m	2865	820	920	850
Width, m	84-500	125- 250	50-200	45- 500
Max. undercut depth, m	80	35-40	60	110
Depth mark, m	290	290	295	255
Depth of ore on the wells, m	2.0 - 72.0	1.1-28.0	1.5-21.5	1.3-67.8
Average depth of the ore on the wells, m	18.8	8.6	8.2	17.4

Construction of the block model of the deposit. Block models enable to observe ore bodies from different perspectives (from top, bottom, and sides) with the distribution values of REM [34]. Changes in RE m concentrations within individual ore bodies directly depend on the composition of the primary weathering crust rocks. According to Burkov V. [35], the average content of REE oxides in the primary rocks increases from amphibolites (medium horizon) to gneiss (lower horizon) and slates (upper horizon). Each of the ore bodies are described with respect to the block model:

The first ore body (Figure 6). The vertical scale of the ore body ranges from 30 to 80 m. Areas containing 0.06–0.09% REM are found both in the upper and lower levels of the ore body. The concentration of REM decreases with depth in the northern part. There are extensive sites with lower content of REM than the cut-off grade. The southern part of the ore body has a rather uniform distribution of REM, where the weathering crust of gneiss is develop extensively.

The second orebody (Figure 6). The maximum depth of the orebody is 40-45 m. There is a uniform distribution of REM on the site. The weathering crust of amphibolite is developed extensively (88.9%).

The third orebody (Figure 7). The maximum depth of the orebody is 40-45 m. The distribution of REM on the orebody is non uniform. The upper horizons are poor in REM, containing lower amounts than cut-off grade. The concentration of REM increases with the depth. Consequently, the middle and lower

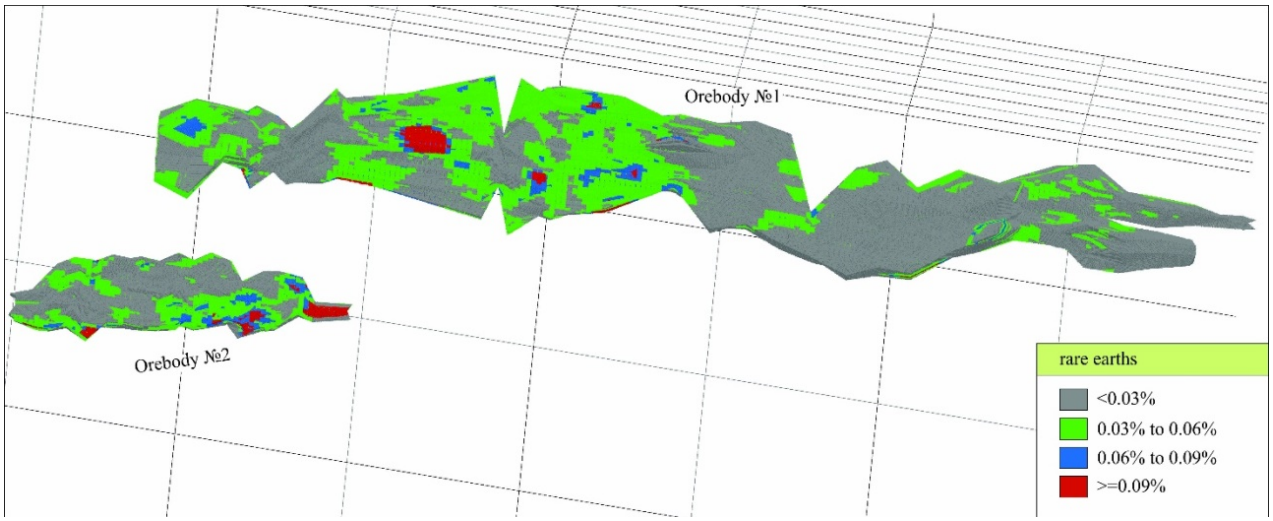


Figure 6 – The block models of the first and second orebodies (view from below)

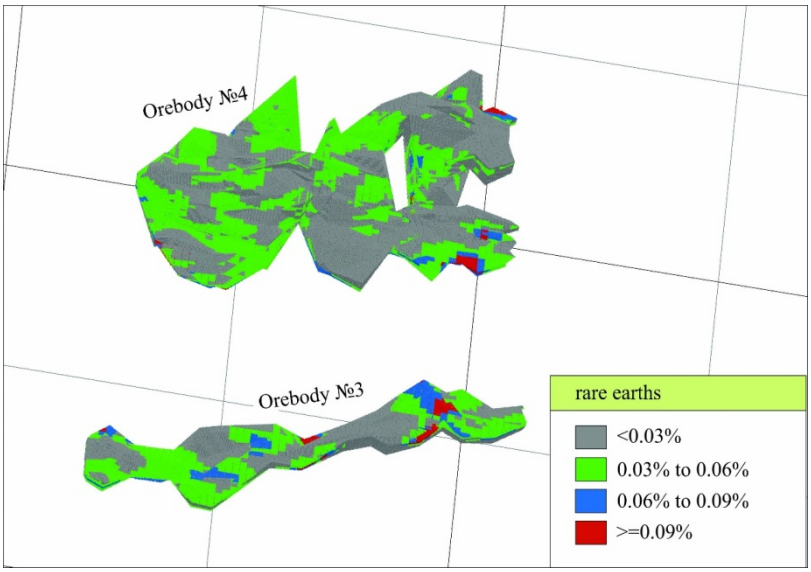


Figure 7 – The block models of the third and fourth orebodies (view from below)

horizons contain highest concentrations of REM, which is 0.06 - 0.09%. The weathering crusts of gneiss (41%) and amphibolite (44%) are well developed.

The forth orebody (Figure 7). The depth of the orebody reaches up to 70 m. The content of REM varies significantly. The upper horizons of the orebody, where gneiss (66.7%) is well developed, contain high amount of REM (0,06-0,09% or more). They have a limited distribution in the lower horizons.

There is no horizontal or vertical trend of changes of the concentrations of REM within the deposit. Nevertheless, such trend is found within the third orebody. The average concentration of REM in the deposit is 344.3 g/t.

Forms of occurrence of rare earths in the weathering crust of Kundybay deposit. RE and yttrium in the weathering crust exists in three forms: 1) in the ion-adsorbed form in clay (kaolinite, halloysite, goethite). They are formed by clay minerals absorption when natural water with rare earth ions migrates [36]. Nature and amount of absorbed REE onto the minerals are controlled by acidity and ionic strength of the water [37]. According to the chemical composition of the weathering crust and clay fractions, from 13 to 90.3% of REE (on average 58.15%) are associated with minerals of 1) clay fractions; 2) in forms of minerals of churchite, neodymium-churchite, yttrium rhabdophanite, neodymium-bastnesite, and parisite. The

main ore mineral is churchite with the concentration of from 0.3 to 56 kg/m3; 3) isomorphically associated with the relic endogenous rock-forming minerals, such as garnet, apatite, orthite and others.

The mineral composition of the weathering crust is shown it the Table 3. The placer samples are shown in Figures 8, 9, where churchite is the most distributed.

Table 3 – Mineral composition of the weathering crust of Kundybay deposit

Main	Secondary	Rare and accessory
Ore		
Churchite Yttrium-neodymium bastnesite Neodymium yttrium-parisite Yttrium rhabdophanite* Hydrophosphate of REM *	Ilmenorutile Goethite Hydrogoethite Manganese oxides Leucoxene	Magnetite Hematite Ilmenite Zircon Pyrite Rutile
Non-metallic		
Quartz Albite Mica	Amphibole Epidote-zoisite Garnet Kyanite	Apatite
*The minerals found by other authors [21].		

The concentration of rare earth minerals, among which churchite is the main mineral, increases towards the area of structural kaolin, particularly to its lower half. The clay minerals are the primary concentrators of REE [38], and REE are found at its nodes and interstices of structural lattices. It is explained by specific surface area and adsorption property of clay minerals [13]. Bixbite minerals (manganese ore) are found in the depth of 5 m on average, and can be interesting as the source of REE. They are developed by the Piedmont-spessartine manganese sands.

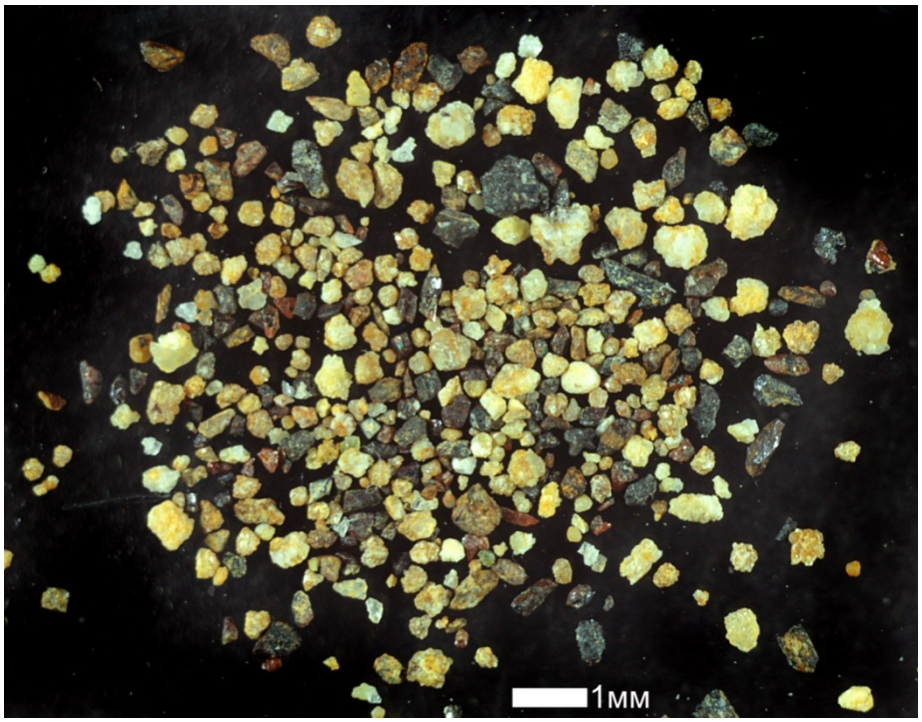


Figure 8 – The placer sample with REM

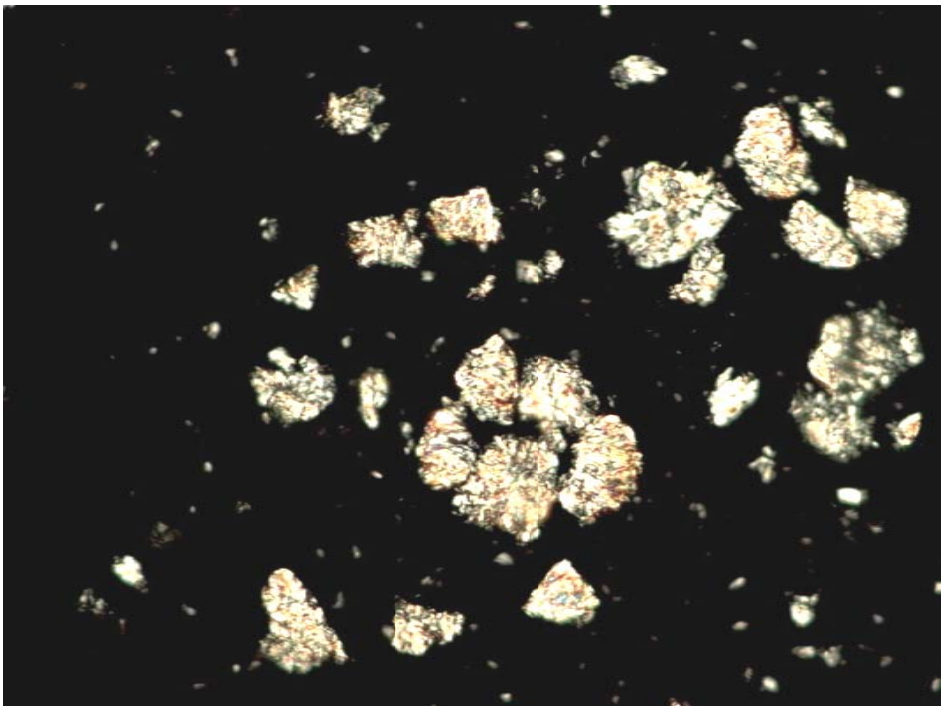


Figure 9 – Churchite in the shale sample. Zoom 100x, cross polarized light

REE are accumulated mainly in the non-magnetic fraction (Table 4). There is magnetite with high content of hematite and martite in the magnetic fraction. The shape of grain is octahedral. The color is black, dark brown-black, reddish-brown and black. There is hematite with ilmenite inclusions of the collapse structure in the electromagnetic fraction. The form of hematite grains is flat with octahedra (martitization). The color is dark brown-red. There are also ore, non-metallic, rare and accessory minerals. The main minerals of non-magnetic fraction are zircon, yttrium bastnesite, yttrium and neodymium parisite, which are also found in the electromagnetic fraction. The yttrium bastnesite looks white, light yellow, orange-brown, dark brown, in the forms of spheroidal, spherical grains.

Table 4 – The minerals of heavy fraction (weathering crust)

Minerals of magnetic fraction	Minerals of electromagnetic fraction	Minerals of non-magnetic fraction
Magnetite with high content of hematite and martite	Ore minerals are – hematite, ilmenite, ilmenorutile, leucoxene, hydroxides of iron, manganese oxides; REEs are bastnesite yttrium and yttrium and neodymium-parisite 15%. Non-metallic minerals are amphibole, epidote-zoisite, garnet.	REEs are yttrium bastnesite and yttrium neodymium parisite - 60%, zircon - 35%, others- leucoxene, rutile, kyanite, pyrite, apatite

The concentration of total yttrium and RE ranges from 150 to 300 g/m3 in poor ores, from 300 to 1000 kg/m3 (600 in average) in medium quality ores, and from 1 to 23 kg/m3 (2 kg on average) in rich ores. The proportion of yttrium is 54%.Normally, rare earth deposits rich in yttrium have high concentration of medium and heavy REE with small content of LREE [6]. Composition of the remaining 46% of the lanthanides, taken as 100%, as follows: lanthanum - 6.6%, cerium - 11.2%, praseodymium - 1.2%, neodymium - 15.2% (34 light lanthanides – 34.3%in total); samarium - 4.6%, europium - 2.0% gadolinium - 11.8%, terbium - 2.0%, dysprosium - 15.4%, holmium - 3.6% (intermediate REE - 39% in total); erbium - 12.2%, thulium - 1.9%, ytterbium - 11.3%, lutetium - 1.2% (heavy REE26.7% in total).

Conclusion. The main findings include:

1. The mineralization of the deposit is genetically related to the processes of crust formation by metamorphic rocks represented mainly by gneisses, shales and amphibolites. The source of REE in the

weathering crusts are basement rocks, such as gneisses and amphibolites, which has a relatively high content of yttrium lanthanides and yttrium.

2. LREE constitutes 46.85% of the reserves of the deposit, while 53.15% is oxides of yttrium, medium and heavy lanthanides. The content of LREE in weathering crusts decreases from slates to gneisses and amphibolite. Medium and heavy lanthanides and yttrium are mostly concentrated in the crusts of amphibolite and dyke rocks.

3. Rare earths released from minerals of metamorphic rocks during weathering are absorbed mostly by clay minerals (58.15% of total REE on average).

4. Block models of ore bodies demonstrate that there is no horizontal or vertical trend of changes of the concentrations of REE within the deposit. Only in third ore body, concentration of REE increases with depth. No uniform distribution of REE in other ore bodies is due to uneven spread of amphibolites, gneiss and shale.

REFERENCES

[1] Pitts M. (2011) Endangered elements? New Sci. 209: 26–27. doi:10.1016/S0262-4079(11)60321-7

[2] Klinger J.M. (2015) A historical geography of rare earth elements: From discovery to the atomic age. Extr. Ind. Soc. 2: 572–580. doi:10.1016/j.exis.2015.05.006

[3] Binnemans K., Jones P.T., Blanpain B., Van Gerven T., Yang Y., Walton A., Buchert M. (2013) Recycling of rare earths: A critical review. J. Clean. Prod. 51: 1–22. doi:10.1016/j.jclepro.2012.12.037

[4] Jordens A., Cheng Y.P., Waters K.E. (2013) A review of the beneficiation of rare earth element bearing minerals. Miner. Eng. 41: 97–114. doi:10.1016/j.mineng.2012.10.017

[5] Charalampides G., Vatalis K.I., Apostoplos B., Ploutarch-Nikolas B. (2015) Rare Earth Elements: Industrial Applications and Economic Dependency of Europe. Procedia Econ. Financ. 24: 126–135. doi:10.1016/S2212-5671(15)00630-9

[6] Chen Z. (2011) Global rare earth resources and scenarios of future rare earth industry. J. Rare Earths 29: 1–6. doi:10.1016/S1002-0721(10)60401-2

[7] Massari S., Ruberti M. (2013) Rare earth elements as critical raw materials: Focus on international markets and future strategies. Resour. Policy 38: 36–43. doi:10.1016/j.resourpol.2012.07.001

[8] Naymanbayev M., Lokhova N., Baltabekova Z. (2013) Classification of Raw Sources of Rare-Earth Elements in Kazakhstan. J. Mater. Sci. Eng. 3: 326–330.

[9] Kolesnikov A., Gaidukov E., Rakov D. (2015) features of electroflotaion extraction scandium (iii) from aqueous electrolytes. Adv. Chem. Chem. Technol. 29: 11–14.

[10] Hu Z., Haneklaus S., Sparovek G., Schnug E. (2006) Rare Earth Elements in Soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 37: 1381–1420. doi:10.1080/00103620600628680

[11] Grilli E., Colella A., Oppola E., Langella A., Buondonno A. (2011) Modelling pedogenization of zeolitized tuff: effects of water and phenolic substances on weathering rates of the Campanian Ignimbrite (yellow facies). Clay Miner. 46: 311–327. doi:10.1180/claymin.2011.046.2.311

[12] de Sá Paye H., de Mello J.W.V., de Magalhães Mascarenhas G.R.L., Gasparon M. (2014) Distribution and fractionation of the rare earth elements in Brazilian soils. J. Geochemical Explor. 161: 27–41. doi:10.1016/j.gexplo.2015.09.003

[13] Och L.M., Muller B., Wichser A., Ulrich A., Vologina E.G., Sturm M. (2014) Rare earth elements in the sediments of Lake Baikal. Chem. Geol. 376: 61–75. doi:10.1016/j.chemgeo.2014.03.018

[14] Gong J., Cheng P., Wang Y. (2004) Three-dimensional modeling and application in geological exploration engineering. Comput. Geosci. 30: 391–404. doi:10.1016/j.cageo.2003.06.003

[15] Wang G., Pang Z., Boisvert J.B., Hao Y., Cao Y., Qu J. (2013) Quantitative assessment of mineral resources by combining geostatistics and fractal methods in the Tongshan porphyry Cu deposit (China). J. Geochemical Explor. 134: 85–98. doi:10.1016/j.gexplo.2013.08.004

[16] Wu Q., Xu H., Zou X. (2005) An effective method for 3D geological modeling with multi-source data integration. Comput. Geosci. 31: 35–43. doi:10.1016/j.cageo.2004.09.005

[17] Zanchi A., Francesca S., Stefano Z., Simone S., Graziano G. (2009) 3D reconstruction of complex geological bodies: Examples from the Alps. Comput. Geosci. 35: 49–69. doi:10.1016/j.cageo.2007.09.003

[18] Fallara F., Legault M., Rabeau O. (2006) 3-D Integrated Geological Modeling in the Abitibi Subprovince (Quebec, Canada): Techniques and Applications. Explor. Min. Geol. 15: 27–43. doi:10.2113/gsemg.15.1-2.27

[19] Luo Z., Xiao-ming L., Jia-hong S., Ya-bin W., Wang-ping L. (2007) Deposit 3D modeling and application. J. Cent. South Univ. Technol. 14: 225–229. doi:10.1007/s11771-007-0045-9

[20] Niyazov A., Jafarov N., Brylin M. (2007) Kundybay titanium deposit. J. Min. Geol. 2: 10–15.

[21] Podporina E., Niyazov A., Brylin M. (1980) A new type of rare earth deposits in weathering crusts. Exog. Depos. rare Elem. 21–26.

[22] Jafarov N., Kaskevich T. (2013) The resource base of rare earth metals in the Zhetygary ore district. J. Min. Geol. 1–2: 33–37.

[23] Omirserikov M., Dyussembayeva K., Isayeva L., Kembayev M., Assubayeva S. (2015) Forms of occurrence of rare earth elements in the weathering crust of kundybay deposit (north kazakhstan), in: 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. pp. 159–166. doi:10.5593/SGEM2015/B11/S1.021

[24] Isaeva L., Sarsenbaeva A. (2014) Rare earth minerals in the weathering crust deposit Kundybay, in: Satpaev Readings. KazNTU, Almaty, pp. 54–58.

[25] Gougazeh M., Buhl J.C. (2010) Geochemical and mineralogical characterization of the Jabal Al-Harad kaolin deposit, southern Jordan, for its possible utilization. Clay Miner. 45: 301–314. doi:10.1180/claymin.2010.045.3.301

[26] Yanık G. (2011) Mineralogical, crystallographic and technological characteristics of Yaylayolu kaolin (Kütahya, Turkey). Clay Miner. 46: 397–410. doi:10.1180/claymin.2011.046.3.397

[27] Kudaybergenova N., Fazylova O., Sharipova N. (2014) Ilmanite minerral in deposits of Kazakstan. N E W S Acad. Sci. Repub. Kazakhstan (series Geol. Tech. Sci. 5: 40–45.

[28] Borghi A., Spiess R. (2004) Studying metamorphic microstructures: a brief insight on modern methodological approaches. Period. di Mineral. 235–247.

[29] Yang S.Y., Jung H.S., Choi M.S., Li C.X. (2002) The rare earth element compositions of the Changjiang (Yangtze) and Huanghe (Yellow) river sediments. Earth Planet. Sci. Lett. 201: 407–419. doi:10.1016/S0012-821X(02)00715-X

[30] Zimmerman D., Pavlik C., Ruggles A., Armstrong M.P. (1999) An Experimental Comparison of Ordinary and Universal Kriging and Inverse Distance Weighting. Math. Geol. 31: 375–390. doi:10.1023/A:1007586507433

[31] Lu G.Y., Wong D.W. (2008) An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. Comput. Geosci. 34: 1044–1055. doi:10.1016/j.cageo.2007.07.010

[32] Matheron G. (1963) Principles of geostatistics. Econ. Geol. 58: 1246–1266. doi:10.2113/gsecongeo.58.8.1246

[33] Emery X. (2006) Ordinary multigaussian kriging for mapping conditional probabilities of soil properties. Geoderma 132: 75–88. doi:10.1016/j.geoderma.2005.04.019

[34] Zhu L., He Z., Pan X., Wu X. (2006) An Approach to Computer Modeling of Geological Faults in 3D and an Application. J. China Univ. Min. Technol. 16: 461–465. doi:10.1016/S1006-1266(07)60048-0

[35] Burkov V. (1980) Weathering crust of sedimentary-metamorphic rocks with rhabdophanite and churchite. Depos. lithophilic rare Met. 394–396.

[36] Xiao Y., Huang L., Long Z., Feng Z., Wang L. (2016) Adsorption ability of rare earth elements on clay minerals and its practical performance. J. Rare Earths 34: 543–548. doi:10.1016/S1002-0721(16)60060-1

[37] Laveuf C., Cornu S. (2009) A review on the potentiality of Rare Earth Elements to trace pedogenetic processes. Geoderma 154: 1–12. doi:10.1016/j.geoderma.2009.10.002

[38] Li C.S., Shi X.F., Kao S.J., Liu Y.G., Lyu H.H., Zou J.J., Liu S.F., Qiao S.Q. (2013) Rare earth elements in fine-grained sediments of major rivers from the high-standing island of Taiwan. J. Asian Earth Sci. 69: 39–47. doi:10.1016/j.jseaes.2013.03.001

М. Ш. Омирсериков[1], М. К. Кембаев[1], Л. Д. Исаева[2], К. Ш. Дюсембаева[2], Ewa Slaby[3], С. К. Асубаева[2]

[1]Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан,
[2]Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,
[3]Геологиялық ғылымдар институты Польша Ғылым Академиясы, Варшава, Польша

ҚҰНДЫБАЙ КЕНОРНЫ (СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН) МОРУ ҚЫРТЫСЫНЫҢ МИНЕРАЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ МОДЕЛІ

Аннотация. Құндыбай кенорны Қазақстан Республикасының тау-кен өнеркәсібі үшін айтарлықтай потенциалға ие. Кенорын минералды қорларын дәйекті қолдануына жағдай жасау үшін минералогиялық және сирекжер минералдарының таралуына кешенді зерттеулер жүргізілген. Барлық зерттеу аумағы бойынша 2000-ға жуық сынама жинақталынған. Кенорын кендерінің минералды және элементті құрамы ICP-MS, рентгенді-құрылымдық талдау және рентгенді-спектралды микроталдау әдістері бойынша анықталынған. Жеңіл сирекжерлі элементтер қорлардың 46,85% құрайды да, сонымен қатар иттрий оксидтері, орта және ауыр лантаноидтар 53,15% құрайды. Сирек жерлердің жартысына жуығы (58,15%) сазды минералдарда шоғырланған. Кенорынның мору қыртысындағы сирекжерлі минералдарының орташа концентрациясы 344,3 г/т құрайды. Үшөлшемді және блокты модельдер аталған кенорында анықталынған төрт кенді денелер үшін тұрғызылған. Жалпы алғанда, кенорын бойынша блокты модель негізінде анықталынған иттрий оксиді және сирекжерлер мөлшерлері соммасының өзгеруінің анық заңдылығы кенорын көлемінде көлденең және тік бағыт бойынша байқалмайды. Содан басқа, бөлек кенді денелер бойынша иттрий оксиді және сирекжерлердің концентрациясының соммасының өзгеруі бақыланады. Мұндай өзгерістер кенорынның литологиялық ерекшеліктерімен, дәлірек айтсақ, амфиболиттер, гнейстер және де тақтатастардың таралуымен байланысты болып келеді.

Түйін сөздер: блокты модель, мору қыртысы, сирекжерлі элементтер, Құндыбай кенорны, иттрий оксиді, литологиялық ерекшеліктері.

М. Ш. Омирсериков[1], М. К. Кембаев[1], Л. Д. Исаева[2],
К. Ш. Дюсембаева[2], Ewa Slaby[3], С. К. Асубаева[2]

[1]Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,
[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,
[3]Институт геологических наук Польской академии наук, Варшава, Польша

МИНЕРОЛОГИЯ И СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУНДЫБАЙ (СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)

Аннотация. Месторождение Кундыбай имеет значительный потенциал для горнодобывающей промышленности Республики Казахстана. Проведено комплексное исследование минералогии, и распределения редкоземельных минералов, чтобы способствовать обоснованное использование минеральных ресурсов месторождения. По всей исследуемой территории были собраны около 2000 образцов. Минеральный и элементный состав руд месторождения определяли методами ICP-MS, рентгено-структурный анализ и рентгеноспектральный микроанализ. Легкие редкоземельные элементы составляют 46,85% запасов, в то время как оксиды иттрия, средние и тяжелые лантаноиды занимают 53,15%. Более половины (58,15%) редких земель сконцентрированы в глинистых минералах. Средняя концентрация редкоземельных минералов в коре выветривания месторождения составляет 344,3 г/т. Трехмерные и блочных модели были построены для четырех рудных залежей, установленных на месторождении. В целом, по месторождению на основе блочной модели, определенной явной закономерности по изменению содержаний суммы оксидов иттрия и редких земель по горизонтали и по вертикали в пределах месторождения не наблюдается. Тем не менее, по отдельным залежам прослеживается изменение концентраций суммы оксидов иттрия и редких земель. Такие изменения связаны с литологическими особенностями строения месторождения, а именно с распространением амфиболитов, гнейсов и сланцев.

Ключевые слова: блочная модель, кора выветривания, редкоземельные элементы, месторождение Кундыбай, оксид иттрия, литологические особенности.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 51 – 63

D. K. Azhgaliev

Ltd. The company "Nedra-Engineering", Almaty, Kazakhstan.
E-mail: Dulat.azhgaliev@gmail.com

FORECAST FOR GAS AND OIL CONTENT OF PALEOZOIC COMPLEX OF THE USTYURT-BOZASHI REGION AND MANGYSHLAK

Annotation. On the basis of new data and complex study summary for sedimentary basins for 2009–2013, it is clarified the regional specific of structure and structural plan in regards to foundation and Paleozoic section of Usturt-Bozashi and Mangyshlak, which is Westside of Turanian plate. In a view of early assumed viewpoints regarding ambiguous identification of Paleozoic deposits in section of pre-Jurassic complex and which caused not highly valuable estimates for perspectives for oil and gas content in west side of Turanian plate as whole, now the purpose of the work is justification for Paleozoic deposit as new way of study in this region.

On basis of study for structural and tectonic profile and structural plan inter relation specific in regards to the surface of foundation and Paleozoic formation, there favorable structural and tectonic and geochemical assumptions are justified, which show the perspectives of Paleozoic formation for gas and oil content. The structural specific of main structures of II fold and its adjacent oil and gas content zones are pointed out. Reasons are pointed, which justify the forecast of perspective Paleozoic zones and regions in a view of increased technical opportunities for seismic methods of study.

On that basis, it is expected more wide spread and development in the section of pre-Jurassic formation of Paleozoic deposits. Accordingly, perspective zones of Paleozoic complex in the section Zhetybai-Uzen plateau, Beke-Bashkuduk and Alambek swell, Sandy-shell zone. From this position, the ways of geological survey works are clarified stressing on opportunity of more justified identification of perspective local objects in Paleozoic formation.

Keywords: west of Turanian Plate, Paleozoic complex, Usturt-Bozashi, Mangyshlak, foundation, local uplifts, oil and gas content perspectives, oil and gas deposits, section, geological works, structural plan, fault, trap rock, tectonic element, basin.

УДК 553.98.041 (574.1)

Д. К. Ажгалиев

ТОО Компания «Недра-Инжиниринг», Алматы, Казахстан

ПРОГНОЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКОГО КОМПЛЕКСА УСТЮРТ-БОЗАШИНСКОГО РЕГИОНА И МАНГЫШЛАКА

Аннотация. На основе новых данных и результатов комплексного изучения осадочных бассейнов за 2009–2013 г.г. уточнены региональные особенности строения и структурного плана по фундаменту и палеозойской толще Устюрт-Бозаши и Мангышлака, представляющих западную часть Туранской плиты. С учетом

ранее сложившихся представлений о неоднозначном выделении отложений палеозоя в разрезе доюрского комплекса и невысокой в связи с этим оценки перспективности на нефть и газ западной части Туранской плиты в целом, целью работы является обоснование палеозойской толщи в качестве нового направления исследований в данном регионе.

На основе анализа структурно-тектонического строения и особенностей взаимоотношения структурных планов по поверхности фундамента и палеозойской толщи обоснованы благоприятные структурно-тектонические и геохимические предпосылки, указывающие на перспективность палеозойской толщи в нефтегазоносном отношении. Выделены характерные особенности строения основных структур II порядка и приуроченных к ним зон нефтегазонакопления. Приведены доводы, обосновывающие прогноз перспективных по палеозою зон и районов с учетом возросших технических возможностей сейсмических методов исследований.

На основе этого предполагается более широкое распространение и развитие в разрезе доюрской толщи отложений палеозоя. Соответственно, выделены перспективные зоны по палеозойскому комплексу в разрезе Жетыбай-Узеньской ступени, Беке-Башкудукского и Аламбекского вала, Песчаномысско-Ракушечной зоны. С этих позиций уточнены направления геологоразведочных работ с акцентом на возможности более обоснованного выделения перспективных локальных объектов в палеозойской толще.

Ключевые слова: запад Туранской плиты, палеозойский комплекс, Устюрт-Бозаши, Мангышлак, фундамент, локальные поднятия, перспективы нефтегазоносности, залежи нефти и газа, разрез, геологоразведочные работы, структурный план, разлом, ловушка, тектонический элемент, бассейн.

В соответствии с характеристикой регионального тектонического положения рассматриваемая территория относится к западной части Туранской плиты. В северной части данной территории выделены Бозашинское поднятие и Северо-Устюртская система прогибов и поднятий, на юге – прилегающая часть территории Мангышлака и Прикарабогазья [1].

По результатам проекта «Комплексное изучение осадочных бассейнов Республики Казахстан», выполненного по инициативе АО НК «КазМунайГаз» и Комитета геологии и недропользования МИиР РК (Акчулаков У.А., Карабалин У.С., Исказиев К.О. и др.; 2009–2013 гг.), уточнены региональные характеристики и внутреннее строение рассматриваемой территории. Северная ее часть в составе Бозашинского поднятия и Северного Устюрта выделена в Устюрт-Бозашинский осадочный бассейн [3]. Прилегающие на юге районы Мангышлака и Прикарабогазья отнесены отдельно к Мангышлакскому бассейну. Полосу сочленения этих бассейнов определяют последовательно ориентированные в плане с севера на юг, Центрально-Мангышлакско-Устюртская система дислокаций и Южно-Мангышлакская система прогибов и поднятий [2, 4], входящие в состав Мангышлакского бассейна.

В настоящее время по результатам проведенных геологоразведочных работ, в пределах запада Туранской плиты выявлена нефтегазоносность верхней части разреза (мезозой, кайнозой). Так, верхний этаж продуктивности выделен в разрезе Устюрт-Бозашинского региона на Бозашинском поднятии и в разных частях Северного Устюрта (Шагырлы-Шомышты, Аккулковская, Колтык и др.), Мангышлака – на Жетыбай-Узеньской ступени, Песчаномысско-Ракушечном поднятии и отдельных площадях Южно-Мангышлакской зоны прогибов и поднятий (Аксу-Кендырли, Тамды, Кансу и др.).

Нефтегазоносный потенциал рассматриваемой территории характеризуется значительной выработанностью запасов основных зон нефтегазонакопления (далее – ЗНГН) на Узень-Жетыбайской, Бозашинской и Карагиинской группах месторождений (рисунок 1), приуроченных к отложениям мезозоя (триас, юра и мел). Соответственно, в ближайшие годы для Мангистауского региона наиболее актуальной задачей становится рациональное восполнение ресурсного потенциала и обнаружение новых залежей путем постановки геологоразведочных работ на перспективных территориях и расширения площади продуктивности известных ЗНГН, в том числе: за счет вовлечения в поисковые исследования более погруженных интервалов разреза, связанных с палеозойской толщей [3]. Как предварительные благоприятные предпосылки и соответствующие весомые рекомендации явились результаты анализа волнового поля отраженных и преломленных волн, отмеченные ранее в работе [6]. Акцентировалось при этом присутствие в разрезе ниже волновых пакетов триаса и выше кровли фундамента выдержанных сейсмических границ. По данным бурения скважин №25 Жетыбай и др. в ряде районов на уровне залегания заведомо кристаллического фундамента вещественные материалы показали карбон-пермский возраст отложений, которые впоследствии были отнесены к «промежуточному» структурному этажу (Бененсон В.А., Кунин Н.Я.; 1971 г.).

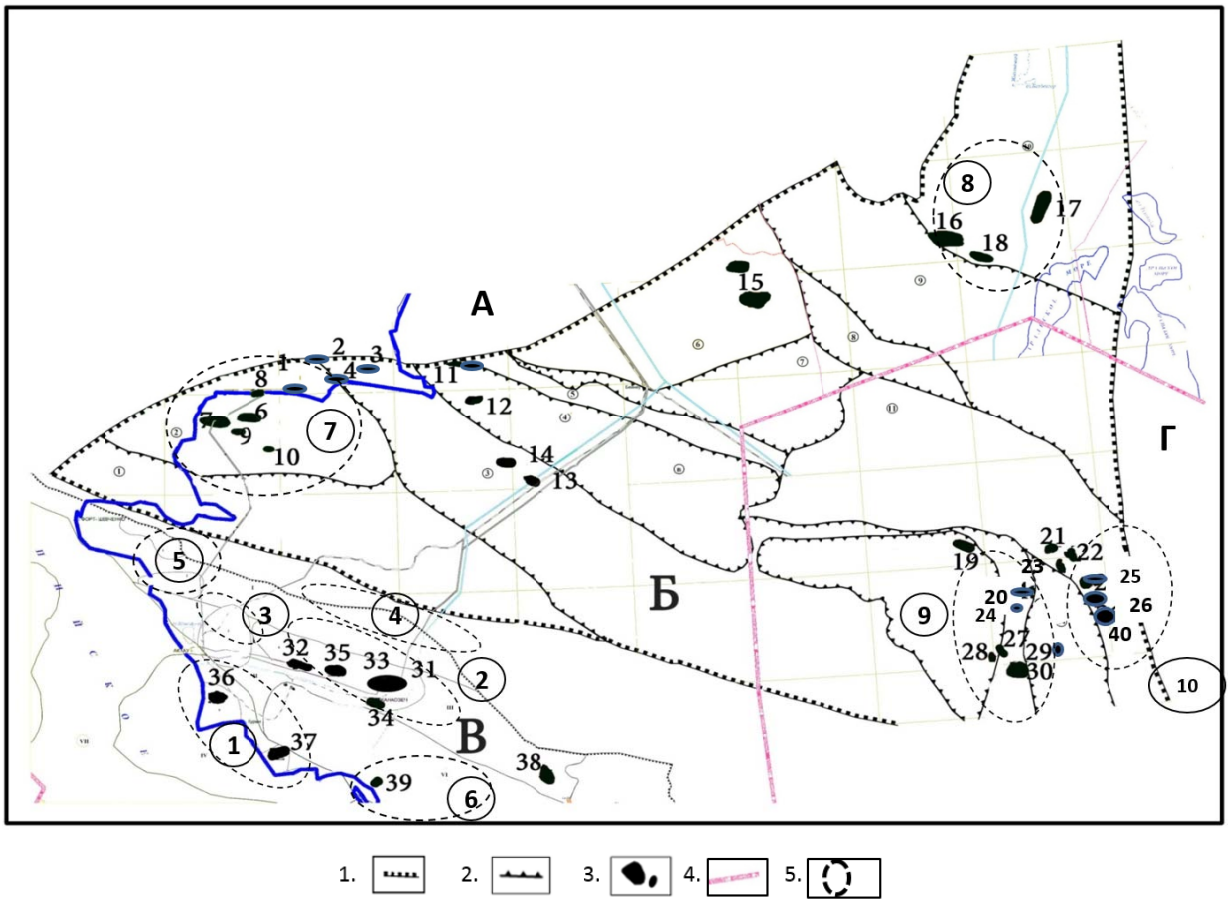


Рисунок 1 – Схема размещения месторождений и зоны нефтегазонакопления Устюрт-Бозашинского региона и Мангышлака.

Условные обозначения: **1.** Границы осадочных бассейнов: А – Прикаспийский, Б – Устюрт-Бозаши, В – Мангышлак, Г – Арал; **2.** Контуры структурных элементов II порядка; **3.** Месторождения УВ: 1 – Арман, 2 – Каратурун Морской, 3 – Каратурун Вост., 4 – Каратурун Юж., 5 – Каламкас, 6 – Бозаши Сев., 7 – Каражанбас, 8 – Каражанбас Сев., 9 – Жалгизтобе, 10 – Кирель, 11 – Колтык, 12 – Комсомольское, 13 – Арыстановское, 14 – Каракудук, 15 – Шагырлы-Шомышты, 16 – Кызылой. 17 – Базой, 18 – Аккулковское, 19 – Куаныш, 20 – Урга, 21 – Урга Сев., 22 – Сургиль, 23 – Арал Сев., 24 – Бердах, 25 – Бердах Вост., 26 – Шагырлык, 27 – Карачалак, 28 – Барсакельмес Зап., 29 – Кокчалак, 30 – Акчалак, 31 – Узень, 32 – Жетыбай, 33 – Карамандыбас, 34 – Тенге, 35 – Туркменой, 36 – Оймаша, 37 – Ракушечное, 38 – Кансу, 39 – Махат, 40 – Учсай; **4.** Государственная граница; **5.** Зоны нефтегазонакопления. *Мангышлак:* 1 – Песчаномысско-Ракушечная, 2 – Узень-Жетыбайская, 3 – Карагиинская, 4 – Беке-Башкудукская, 5 – Тюб-Караганская, 6 – Аксу-Кендырлинская; *Устюрт-Бозаши:* 7 – Северо-Бозашинская, 8 – Аккулковская, 9 – Куаныш-Коскалинская, 10 – Тахтакаирская.

Figure 1 – The layout of fields and oil and gas accumulation zone Ustyurt-Bozashi region and Mangyshlak

Legend: **1.** The boundaries of sedimentary basins: A - Caspian, B - Ustyurt-Bozashi, B - Mangyshlak, D - Aral; **2.** The contours of the structural elements of the II class; **3.** Deposits HC: 1 - Arman, 2 - Karaturun Sea, 3 - Karaturun Eastern, 4 - Karaturun South 5 - Kalamkas, 6 - Bozashi North, 7 - Karajanbas 8 - Karajanbas North, 9 - Zhalgiztobe, 10 - Kirel, 11 - Koltyk, 12 - Komsomolsk, 13 - Arystanovskoe 14 - Karakuduk 15 - Shagyrly-Shomyshty, 16 – Kyzyloi, 17 – Basoi, 18 – Akkulkovskaya, 19 - Kuanysh, 20 - Urga, 21 - Urga North, 22 - Surgil, 23 - Aral North, 24 - Berdakh, 25 - Berdakh Eastern, 26 - Shagyrlyk, 27 - Karachalak, 28 - Barsakelmes Western, 29 – Kokchalak, 30 - Akchalak, 31 - Uzen, 32 - Zhetybai, 33 - Karamandybas, 34 - Tenge, 35 - Turkmenoi, 36 - Oymasha, 37 - Rakushechnoye, 38 – Kansu, 39 - Mahat, 40 - Uchsay; **4.** The state border of Kazakhstan; **5.** The oil and gas accumulation zones (numbers in circles). *Mangyshlak:* 1 - Peschanomyssko-Rakushechnaya, 2 - Uzen-Zhetybai, 3 - Karagiynskoye, 4 - Beke-Bashkudukskaya, 5 - Tub-Karagan, 6 – Aksu-Kendyrlinskaya; *Ustyurt-Bozashi:* 7 - North Bozashinskaya, 8 – Akkulkovskaya, 9 - Kuanysh-Koskalinskaya, 10 – Tahtakairskaya.

На предыдущих этапах изучения в нижезалегающем **палеозойском комплексе** промышленные притоки УВ получены в пределах Песчаномысско-Ракушечной зоны поднятий (Оймаша), Куаныш-Коскалинского вала (Карачалак, Кокчалак), Судочьего прогиба (Урга Северный) и отдельных локальных участках Прикарабогазья и Мангышлака (Аламурын Южный и др.). С учетом

этого более детальное изучение особенностей внутреннего строения палеозойских отложений на предмет выявления в них залежей УВ представляется актуальным. Практический интерес в данном отношении представляется объективным и в историческом аспекте с учетом полученных новых данных на достигнутой стадии изученности, даже несмотря все же на объективную ограниченность имеющихся геолого-геофизических материалов. Причины отсутствия до настоящего времени новых сравнительно более значимых по запасам месторождений УВ в отложениях палеозоя во многом связываются с далеко недостаточной степенью изученности данного комплекса бурением. В пользу высоких потенциальных возможностей и оценки перспективности, необходимости дальнейшего детального изучения палеозойского комплекса приведем следующие факторы.

– Получены промышленные притоки на площади Оймаша, где скопления УВ приуроченные к зонам разуплотнения в ареале развития гранитной интрузии. Прогнозируется в этом районе значительное расширение к югу (вплоть до залива Кара-Богаз-Гол) территорий, где сохраняются аналогичные условия залегания. При этом, поисковый интерес представляют не только породы осадочного комплекса. В условиях Песчаномысско-Ракушечного участка Мангышлака залежи УВ связываются также с зонами дробления и разуплотнения, сложенными гранитами и гранитоидами. По данным Майлибаева М.М. (2014 г.) отмечены высокие значения ФЕС в аркозах – образованиях, сформированных на месте дробления и разуплотнения интрузии. Пористость и проницаемость в аркозах составляет 15-23 % и до 1,8 мкм^2, соответственно [5].

– Отложения палеозоя (D_3 – C_{1-2}; C-P_1) нефтегазоносны на ряде площадей юго-востока Северного Устюрта (Куаныш-Коскалинский и Тахтакаирский валы, Барсакельмесский и Судочий прогибы). Кроме упомянутых выше площадей, на которых ранее получены промышленные притоки газа и газоконденсата еще в ряде случаев (таблица) получены интенсивные газопроявления (Чибины, Кушкаир Центральный, Мурун), непромышленный приток нефти (Каракудук), прямые признаки УВ и подтверждение вероятной продуктивности по данным ГИС (Караумбет Северный, Акчалак и др.). Предполагаемые залежи в палеозое связываются с карбонатными отложениями верхнего девона (фамен), нижнего – среднего карбона и каменноугольно-нижнепермской толщи. Месторождения на юго-востоке Северного Устюрта объединены в Куаныш-Коскалинскую и Тахтакаирскую ЗНГН.

Характеристика нефтегазоносности палеозойских отложений площадей на западе Туранской плиты

Characteristics of oil and gas potential of Paleozoic sediments areas in the west of Turan plate

№	Площадь	№ скв.	Свита	Инт., м	Состав вмещающих УВ пород	Результаты испытания, м^3/с			Нефтегазоносность
						нефть	газ, тыс.	вода	
1	Каракудук	1	C_1	3654-3722	Известняки кавернозные	6,5	–	12,5	Приток нефти (уд. вес – 0,842 г/см^3)
2	Центральный Кушкаир	1	PZ	Нет данных	Толща карбонатов (232 м)	–	50	–	Промышленный приток горючего газа
3	Акчалак	18	PZ	Нет данных	Толща известняков (17 м)	–	308	–	Промышленный приток горючего газа
4	Караумбет Северный	1	C-P_1	Нет данных	Трещиноватые аргиллиты (158 м)	–	1,5	–	Приток газа
5	Урга Северный	–	C-P_1	Нет данных	Выветрелые породы	–	Фонтан газа	–	Фонтанный приток газа
6	Арка-Кунград	П-1	C-P_1	3612-4705	Черные аргиллиты	–	–	–	Высокий генерационный потенциал палеозоя по данным геохимии
7	Карачалак	–	C_1	Нет данных	Нет данных	–	Фонтан газа	–	Фонтанный приток газа
8.	Оймаша	9	PZ	3752-3786	Метаморфические породы	29 (10 мм)	–	–	Промышленные притоки нефти и газа
			PZ	3600-3640	Метаморфические породы	14,4	–	–	
		12	PZ	3720-3773	Кора выветривания	246 (9 мм)	22 (9 мм)	–	

– Получены данные, указывающие на процессы вертикальной миграции УВ из палеозойской толщи и вторичный генезис некоторых крупных залежей в юрско-меловом комплексе. Так, по качественной характеристике нефти и анализу строения Бозашинской ЗНГН установлено превышение подтвержденных объемов запасов нефти и газа промышленных категорий над генерационными возможностями и потенциалом юрской продуцирующей толщи (Акчулаков У.А. и др.; 2009–2013 гг.). Это дало основание полагать существование дополнительного подтока и последующей миграции УВ в мезозойские отложения из более глубоких интервалов разреза, в большей мере связанных с палеозоем. Кроме этого, на то, что для юрских залежей Жетыбай-Узеньской ЗНГН основным источником УВ являлся палеозойский комплекс, указывают данные определения в нефти мезозоя содержания микрофоссилий миграционного характера (микроорганические остатки растительного и биогенного происхождения), соотносящиеся с палеозоем. Присутствие в юрской и триасовой нефти Мангышлака верхнепалеозойских (карбон) микрофоссилий предполагает высокую вероятность доминирующей роли вертикальной миграции в образовании скоплений УВ в триасе и юре.

– Групповой состав битумоидов и коэффициенты битуминизации органического вещества, составляющие в глинисто-алевролитовых породах и карбонатах 0,8-8 и 26-78 %, соответственно, и содержащие вторичные битумы, указывает на процессы глубинной миграции УВ. По аналогии с зонами на юго-востоке Северного Устюрта предполагается возможность генерации УВ нижнекаменноугольными и верхнекаменноугольно-нижнепермскими отложениями. По данным расчетам наличие глубинной вертикальной миграции предполагается по разломам и проводящим каналам, сформированным, в свою очередь, за счет зон разуплотнения.

В свете всего этого приходится констатировать, что палеозойский комплекс в отношении перспективности и нефтегазоносного потенциала должную объективную оценку до настоящего времени еще не получил. Как показывает анализ структурных построений по фундаменту (ОГ «Ф») и поверхности палеозоя (ОГ PZ) и их соотношения в плане, особенности нефтегазоносности рассматриваемой территории (Устюрт-Бозаши, Мангышлак), в значительной мере предопределены влиянием и трендами разломной тектоники (рисунок 2). Из-за «скользящего» характера прослеживания граница «PZ» в региональном отношении местами сближается в разрезе с сейсмическими горизонтами V – на Устюрт-Бозаши и «б» – на Мангышлаке и Среднем Каспии, положение которых традиционно характеризует доюрскую толщу в этих регионах.

Структурные планы практически всех выявленных крупных элементов II-ого порядка по поверхности фундамента и кровле палеозойской толщи достаточно хорошо согласуются между собой. Ниже с учетом новых данных приведем основные черты регионального строения фундамента и палеозойского комплекса.

Фундамент. В формировании структуры фундамента важную роль сыграли разломы, предопределившие в целом блоковый характер строения. По степени проникновения и времени заложения региональные глубинные разломы дифференцированы и классифицированы на категории. Важнейшие из них (Северо-Устюртский, Северо-Каратауский, Центрально-Устюртский, Такубайский) преимущественно широтной ориентировки разграничивают основные мегаблоки западной части Туранской плиты (Бозаши, Северный Устюрт и Мангышлак) и, как видно, маркируют последовательно с севера на юг области с различным возрастом главной складчатости (рисунок 2). На востоке, обособленно от остальных, Арало-Кызылкумский глубинный разлом выделен в меридиональной ориентировке и определяет восточное ограничение Устюрт-Бозашинского бассейна. Следующие, по масштабам проявления, выделены разломы, контролирующие крупные геоблоки, разделяющие отдельные разно ориентированные структурные зоны. Третью категорию определяют разломы разнонаправленного характера, фиксирующие контуры отдельных небольших блоков фундамента.

На Северном Устюрте и Бозаши блоковый характер строения, в отличие от остальной территории, прослеживается более четко. Основные крупные блоки (Южно-Бозашинский, Северо-Бозашинско-Токубайский, Колтык-Кулажатский, Ирдалинский, Самский, Косбулакский, Аккулковский, Шалкарский, Барсакелмесский) выделяются преимущественно в северо-западной ориентировке. Отметка поверхности фундамента изменяется в пределах 7-12 км. Более приподнятое залегание имеет место на Северо-Бозашинско-Такубайском блоке и западнее в акватории Среднего

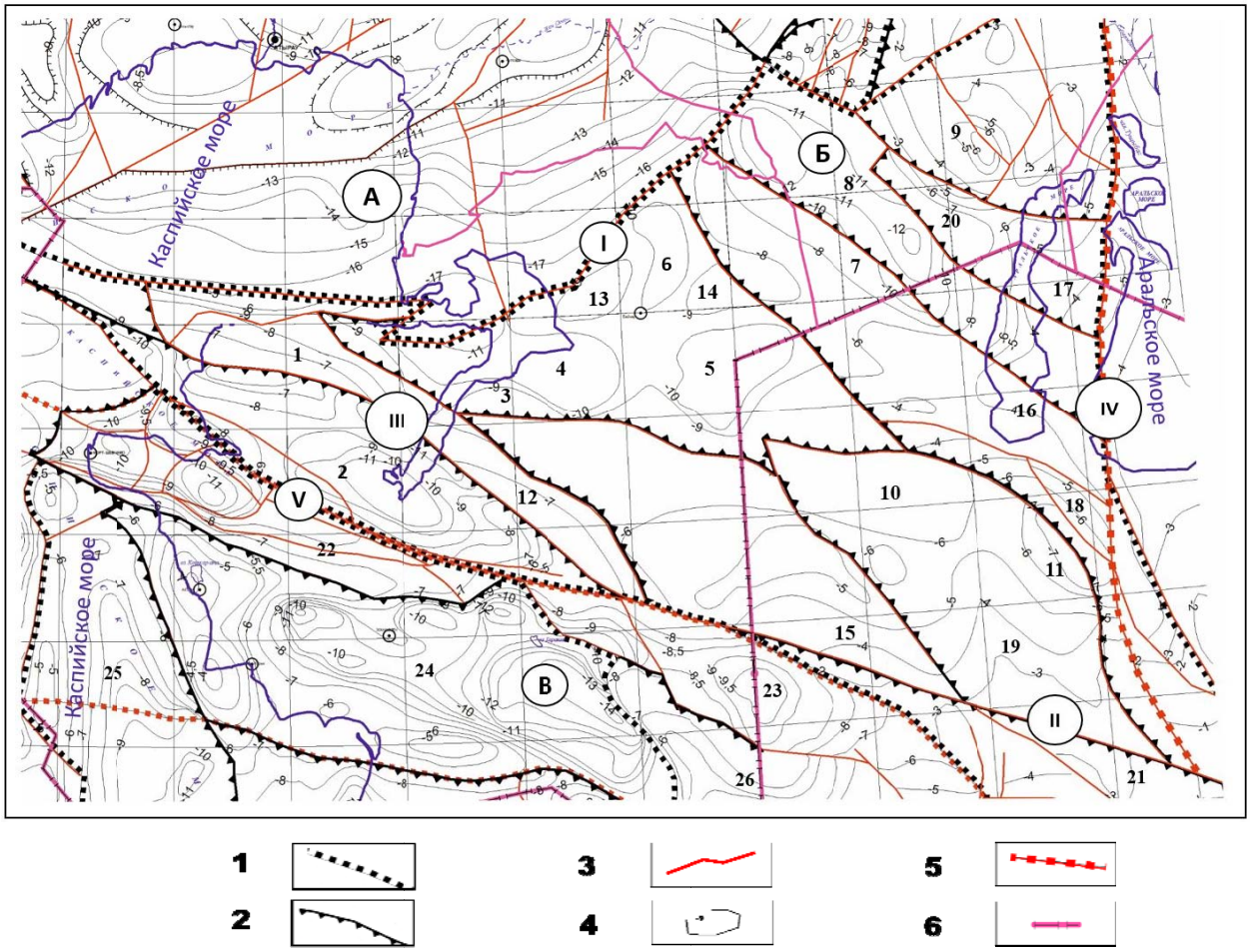


Рисунок 2 – Схема поверхности фундамента западной части Туранской плиты
(по данным Акчулакова У.А. и др.; 2012 г.).

Условные обозначения: **1.** Структуры I-ого порядка / бассейны: А – Прикаспий, Б – Устюрт-Бозаши, В – Мангышлак; **2.** Контуры крупных блоков фундамента. Региональные структуры II-ого порядка: 1 – Северо-Бозашинский выступ, 2 – Южно-Бозашинский прогиб, 3 – Арыстановская ступень; прогибы: 4 – Колтыкский, 5 – Кулажатский, 6 – Мынсуалмасский, 7 – Самский, 8 – Косбулакский, 9 – Кошкаратинский, 10 – Барсакельмесский, 11 – Судочий; выступы: 12 – Такубайский, 13 – Жайылганский, 14 – Шагырлинский, 15 – Байчагырский, 16 – Кассарминский, 17 – Куландинский, 18 – Центрально-Мангышлакская зона, 19 – Ассаке-Ауданский прогиб, 20 – Сегендык-Жазгурлинская зона выступов и прогибов; выступы: 21 – Тахтакаирский, 22 – Куаныш-Коскалинский, 23 – Аккулковская ступень, 24 – Каракумский блок, 25 – Самурско-Песчаномысский блок, 26 – Туаркырское поднятие; **3.** Региональные разломы: I – Северо-Устюртский, II – Центрально-Устюртский, III – Такубайский, IV – Арало-Кызылкумский, V – Северо-Каратауский; **4.** Изогипсы по кровле фундамента, км; **5.** Постколлизионные трансрегиональные сдвиги; **6.** Государственная граница РК.

Figure 2 – The layout of surface foundation western part of the Turan plate
(According Akchulakov U.A. and etc.; 2012).

Legend: **1.** Structures of I-st class/pools: A - Caspian, B - Ustyurt-Bozashi, B - Mangyshlak; **2.** The contours of the large foundation blocks. Regional structure of II II classes: 1 - North Bozashi rise, 2 - South Bozashinsky deflection, 3 - Arystanovskaya stage; Deflections: 4 - Koltyksky, 5 - Kulazhatsky, 6 – Mynsualmassky, 7 – Samsky, 8 – Kosbulak, 9 – Koshkaratinsky, 10 - Barsakelmessky, 11 - Sudochyi; rise: 12 – Takubaysky, 13 – Zhayilgansky, 14 – Shagyrlinsky, 15 – Baychagyrsky, 16 – Kassarminsky, 17 - Kulandinsky, 18 - Central Mangyshlak zone, 19 - Assake-Audan deflection, 20 - Segendyk-Zhazgurlinskaya area of rises and depressions; rises: 21 - Tahtakairsky, 22 - Kuanysh-Koskalinsky, 23 – Akkulkovskaya stage, 24 - Karakumski block, 25 - Samur-Peschanomysskyi block 26 - Tuarkyrskoe lift; **3.** Regional faults: I - North Ustyurt, II - Central Ustyurt, III - Takubaysky, IV - Aral-Kyzylkum, V - North Karatau; **4.** contour line along the top of the foundation, km; **5.** regional shift; **6.** The state border of Kazakhstan.

Каспия. Южнее относительно крупными по площади распространения характеризуются Байчагырский и Куаныш-Коскалинский выступы, имеющие местами характер моноклинали.

Южнее в пределах Мангышлака выделяются широтно-ориентированные Центрально-Мангышлакский, Сегендык-Жазгурлинский и Карабогаз-Туаркырский блоки. На западе в меридиональной ориентировке вдоль морского побережья вытянут Самурско-Песчаномысский блок. Отметка фундамента варирует в пределах 5-11 км. Заложенная система разломов во многом объективно предопределила региональные особенности и структуру нижней части доюрского разреза (палеозой). Относительно более четко и контрастно по палеозою фиксируются элементы Жетыбай-Узеньской ступени и ее южное ограничение в виде Большой Мангышлакской флексуры.

В Южно-Бозашинском, Чакырганском, Южно-Мангышлакском прогибах и Жазгурлинской депрессии отметка фундамента составляет 8,5-10,5 км. Северо-Каратауским, Южно-Каратауским, Северо-Беке-Башкудукским и Южно-Беке-Башкудукским разломами данные прогибы отделены от узких (до 20 км) и протяженных (до 100 км и более) поднятий – мегантиклиналей. На сводах поднятий и выступов глубина кровли фундамента повышается до 3,5 км. Наиболее приподнятое залегание – 1,0-1,5 км отмечено в своде Тюб-Караганского и Беке-Башкудукского вала. К западу на участке морского продолжения Южно-Бозашинского и Южно-Мангышлакской системы прогибов по различным геофизическим характеристикам выделяются Предкавказско-Мангышлакская, Карабогаз-Среднекаспийская и Северо-Кавказская зоны с глубиной залегания фундамента 8-10 км.

Данные о залегании кровли фундамента позволяют таким образом судить о значительных масштабах осадочного выполнения, в том числе: на доюрском этапе развития рассматриваемого региона.

Палеозой. На достигнутой стадии изученность палеозойских отложений из-за удаленного расстояния между собой отдельно характерных скважин и структур, на которых вскрыты эти отложения, и в целом, на значительной площади западной части Туранской плиты, носит объективно несколько разрозненный характер. По имеющимся данным палеозойский комплекс представляет единую слабо дислоцированную толщу, в которой выделяется нижняя (ордовик – силур) и верхняя (девон – пермь) части. Отложения палеозоя формировались на фундаменте до-кембрийского возраста [6]. В силу накопленных данных автор в отношении возраста складчатого основания также склонен принять данную позицию. На север в сторону Северного Устюрта и Бозаши палеозойские отложения перекрывают крупные блоки каледонского и допалеозойского фундамента.

На Бозашинском своде палеозойские отложения характеризуются по данным скважин Г-7 Северо-Бозашинская, №1 Северо-Каражанбасская, Г-1 Долгинец, №12 Жаманорпа, №1 Каламкас, П-1 Каратурун. В пределах Северного Устюрта данные отложения вскрыты на площадях Шагырлы-Шомышты, Кушата, Мынсуалмас Северный и др. В юго-восточной части Северного Устюрта разрез нерасчлененной палеозойской толщи (средний, верхний карбон и нижняя пермь) вскрыт скважинами на площадях Кокбахты (1 и 2) и Шахпахты (2). На аномальную толщину верхний палеозой вскрыт скважинами П-1 Ирдалы (990 м), П-7 Арыстановская (957 м), П-1 Жайылган (1002 м), П-1 Арман (810 м), 2 Шахпахты (780 м) [2].

Наиболее древние верхнедевонские отложения толщиной 332 м вскрыты на площади Арман (П-1), представлены пестроцветной толщей чередования глинистых и песчанистых пород [1, 2]. Выше в разрезе выделяются верхнекаменноугольно-нижнепермские отложения (П-1 Северный Каражанбас, Г-7 Северный Бозаши, П-1 Восточный Каратурун, Г-4 Култай). Разрез имеет двухчленное строение, представлен в нижней и верхней части вулканогенно-осадочной и карбонатно-глинистой толщей, соответственно.

Южнее на значительной по площади территории по палеозойскому комплексу выделена Северо-Устюртско-Аральская система прогибов и поднятий. В ее структуре также отчетливо проявлено блоковое строение. Блоки, в свою очередь, осложнены отдельными локальными поднятиями. Отметка кровли палеозоя увеличивается на юг в интервале глубин 2,1-9,4 км. Подошве палеозойского комплекса по данным главной магнитоактивной поверхности соответствует уровень глубин порядка 10 км и ниже. В субширотной ориентировке выделена Колтыкская и Косбулак-Шалкарская зона прогибов (рисунок 3). По данным сейсморазведки и бурения отложения палеозоя отсутствуют в разрезе Базайского и Аккулковского блока (Сорбулак, Жумагуль, Базайское, Аккулковское, Кызылой), что указывает в тоже время на, возможно неповсеместное присутствие палеозойских отложений.

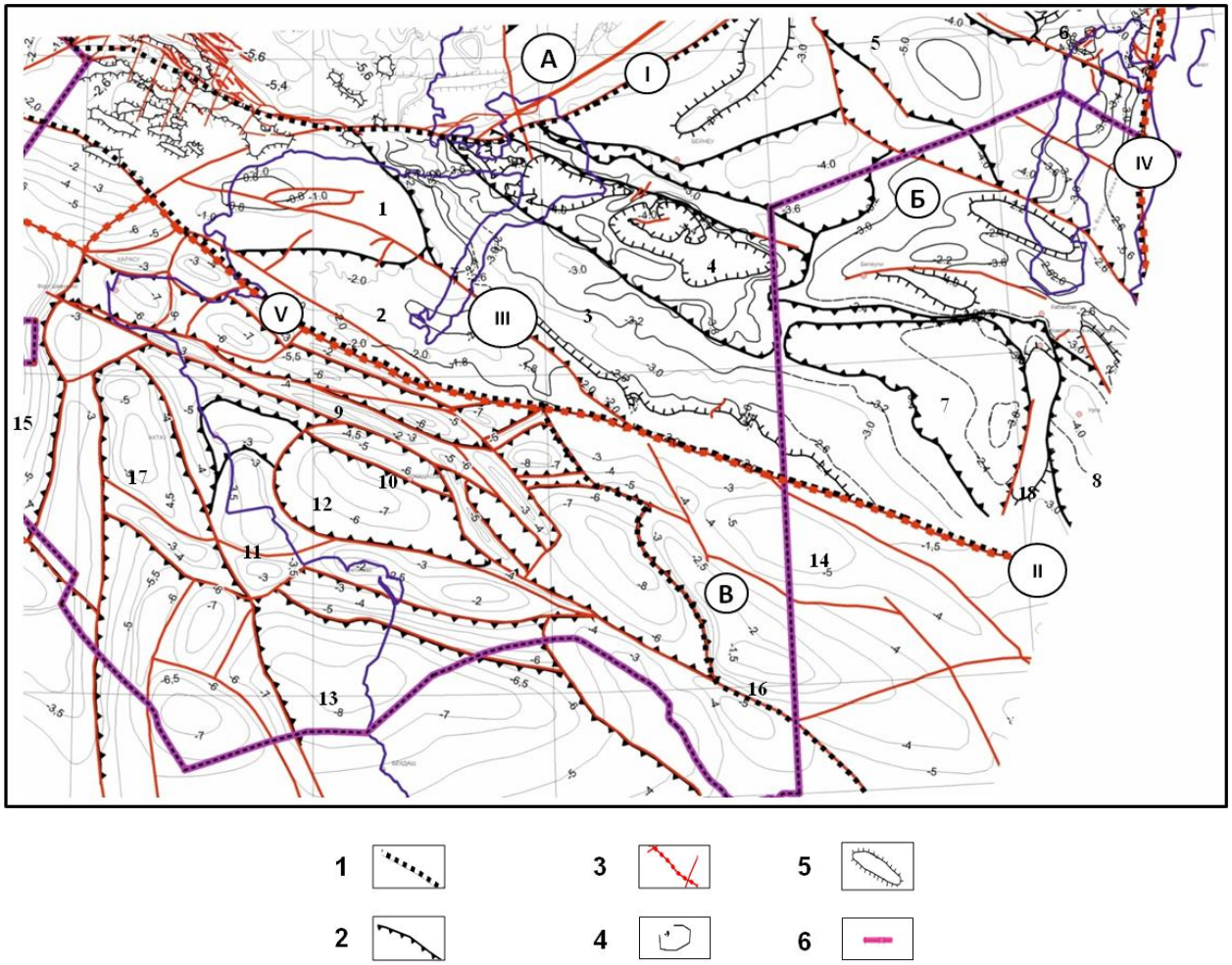


Рисунок 3 – Тектоническая схема палеозойского комплекса западной части Туранской плиты
(по данным Акчулакова У.А. и др.; 2012 г.)

Условные обозначения: **1.** Контуры структур I порядка / бассейны: А – Прикаспий, Б – Устюрт-Бозаши, В – Мангышлак; **2.** Контуры региональных структур II порядка: 1 – Бозашинское поднятие, 2 – Южно-Бозашинский прогиб, 3 – Арыстановская ступень; прогибы: 4 – Колтык-Кулажатский, 5 – Косбулакский, 6 – Шалкарский, 7 – Барсакельмесский; 8 – Судочий, 9 – Беке-Башкудукский вал, 10 – Жетыбай-Узеньская ступень, 11 – Ракушечное поднятие, прогибы: 12 – Жазгурлинский, 13 – Карабогазский, 14 – Ассаке-Ауданский, 15 – Предкавказско-Каспийский, 16 – Туаркырское поднятие, 17 – Песчаномысский прогиб, 18 – Аламбекский вал, 19 – Тахтакирский вал; **3.** Региональные разломы: I – Северо-Устюртский, II – Центрально-Устюртский, III – Такубайский, IV – Арало-Кызылкумский, V – Северо-Каратауский; **4.** Изогипсы по кровле палеозойского комплекса, км (ОГ PZ); **5.** Локальные поднятия и мульды; **6.** Государственная граница РК.

Figure 3 – Tectonic scheme Paleozoic western part of the Turan plate
(According Akchulakov U.A. and ets.; 2012)

Legend: **1.** Outlines of I-st class structures / pools: A - Caspian, B - Ustyurt-Bozashi, B - Mangyshlak; **2.** The contours of II class regional structures: 1 - Bozashinskoe lift, 2 - South Bozashinsky deflection, 3 - Arystanovskaya stage; deflections: 4 - Koltyk-Kulazhatsky, 5 - Kosbulak, 6 - Shalkar, 7 - Barsakelmessky; 8 – Sudochyi, 9 - Beke-Bashkuduksky shaft, 10 - Zhetybai-Uzen stage, 11 - Rakushechnoye lift; deflection: 12 - Zhazgurlinsky 13 - Kara-Bogaz, 14 - Assake-Audansky 15 - Ciscaucasian Caspian, 16 - Tuarkyrskoe uplift, 17 - Peschanomyssky deflection, 18 - Alambeksky shaft, 19 - Tahtakirsky shaft; **3.** Regional faults: I - North Ustyurt, II - Central Ustyurt, III - Takubaysky, IV - Aral-Kyzylkum, V - North Karatau; **4.** contour line along the top of the Paleozoic complex, km (OG PZ); **5.** Local uplifts and troughs; **6.** The state border of Kazakhstan

Приподнятое залегание кровли палеозоя (0,8-1,0 км) отмечено на Бозашинском своде. На юго-восток в сторону Южно-Бозашинского прогиба и Арыстановской ступени кровля палеозоя постепенно погружается до 2,2-3,2 км. В пределах Колтык-Кулажатского, Косбулакского, Шалкарского и Барсакельмесского прогиба отметка кровли палеозоя составляет 3,4-4,0 км.

Далее на юг, на территории Мангышлака выделены Центрально-Мангышлакско-Устюртская система дислокаций (Беке-Башкудукский, Тюб-Караганский, Тюбеджикский вал и др.), Сегендык-Жазгурлинская и Карабогаз-Туаркырская зоны прогибов и поднятий. На Среднем Каспии Песчаномысско-Ракушечная зона и Предкавказско-Каспийский прогиб характеризуются субмеридиональным очертаниями, в отличие от субширотной ориентировки большинства региональных структур, расположенных восточнее.

В формировании структуры палеозойского комплекса Мангышлака, как показывают имеющиеся данные, ведущая роль принадлежит тектоническим нарушениям. В поздней перми – среднем триасе преобладали процессы растяжения с образованием щелевого рифта на месте современного Тюб-Караганского и Беке-Башкудукского вала, в связи с чем, высокая интенсивность разломов внутри палеозойской толщи является важнейшей особенностью внутреннего строении. Активный тектонический характер развития территории на севере Мангышлака вдоль всей полосы на границе с Северо-Устюртским блоком и региональный тектонический подъем в северном направлении способствовали образованию отдельных приподнятых зон на обширной северной моноклинали бассейна. Юг Мангышлака отличался стабильностью и определяет систему «жестких» палеозойских блоков (Карабогазский, Среднекаспийский и Песчаномысско-Ракушечный блок). Определяются две основные системы нарушений: субширотная (северо-западная ориентировка) и субмеридиональная, развитые соответственно, в краевых и внутренних частях Мангышлака. Таким образом, характер разломов способствовал преимущественно субширотному положению крупных тектонических элементов.

До позднего триаса толща палеозоя испытывала преимущественно наклон в северном направлении. В последующем в результате интенсивных процессов сжатия на месте щелевого рифта сформировалась крупнейшая инверсионная структура с четкими линейно-полосовыми зонами по краям. С этим связано первое обособление Мангышлака и начало формирования его северного борта. Данный этап развития зоны является важным, так как от него унаследованы все, указанные ниже, принципиальные особенности современной структуры Мангышлака и региона Устюрт-Бозаши.

Как видно из анализа соотношения структурного плана палеозойской толщи и фундамента, в характере строения и расположения локальных структур запада Туранской плиты на доюрском этапе развития можно выделить ряд особенностей. Наиболее характерные – это унаследованность структурных планов, взаимосвязь между отдельными блоками и локальными объектами в мезозое и палеозое по элементам региональной разломной тектоники, приуроченность объектов «сквозного» развития в мезозое и палеозое к одним и тем же крупным блокам и тектоническим нарушениям. Как уже отмечено было выше, очевидна далеко неполная степень изученности палеозойского комплекса бурением, и имеются указания геохимических показателей нефтегазоносности на вторичный характер скоплений УВ в мезозойской части разреза, образованных, как представляется, за счет поступления УВ из палеозойских отложений в результате перераспределения УВ и формирования общей тектонической обстановки региона. Эти факторы в совокупности все же не исключают возможностей прогнозирования наличия крупных и потенциально нефтегазоносных объектов в палеозойской толще.

В другом случае возможности обнаружения залежей УВ при оценке перспективности верхнепалеозойских отложений связываются с внедрением кислых интрузий (граниты) по глубинным разломам. На ряде объектов Мангышлака (Оймаша, Аламурын Южный и др.) ранее, как известно, получены промышленные притоки УВ из отложений нижнего (?) и верхнего палеозоя. По данным лабораторных исследований отмечена принадлежность гранитовмещающих образований к отложениям силурийского, каменноугольного и верхнепермского возраста [1, 2].

В региональном и историческом развитии данного региона проявление интрузивного магматизма оценивается, как благоприятный фактор, сопутствующий формированию дополнительных каналов для поступления с больших глубин жидких УВ. В комплексе с этим благоприятные струк-

турно-тектонические предпосылки и наличие ловушек обеспечивали образование в палеозойских отложениях новых залежей с нетрадиционным характером природных резервуаров, в том числе: в зонах на контакте с интрузивными телами. Примеры крупнейших месторождений, связанные с внедрением интрузии (Мидконтинент, Северная Америка) позволяют прогнозировать и на Мангышлаке в аналогичных условиях зоны трещиноватости и дробления в гранитах и гранитоидах, сопряженные со ступенчатым оперением глубинных разломов [5]. Поэтому, наряду с традиционными условиями залегания верхнепалеозойского комплекса с преимущественно терригенным составом отложений, в том числе: на контакте с интрузивными телами, поисковый интерес могут представлять и зоны трещиноватости и дробления внутри самих магматических образований.

На новом этапе изучения по результатам переинтерпретации сейсмических материалов 2Д и 3Д (2013–2014 гг.) в разрезе палеозойской толщи Жетыбай-Узеньской ступени выделены пакеты отражений, однозначно указывающие на слоистый характер данной толщи. Дальнейший анализ позволил в разрезе Устюрт-Бозаши и Мангышлака кровлю палеозоя (ОГ «PZ») обосновано выделить в качестве четкой и уверенной сейсмической границы. Новые возможности получены и в части выделения в палеозойском комплексе крупных структур, поисковых объектов структурного типа и седиментационного генезиса на глубинах 4,0-5,5 км (Жолтаев Г.Ж., Исенов С.М., Коврижных П.Н. и др.; 2013 г.). Как показали результаты, выделенное крупное поднятие приурочено в плане к зоне Узень – Карамандыбас – Тенге – Тенге Западный. Высокие перспективы обосновываются благоприятной сейсмической характеристикой данного объекта и геохимическими предпосылками в его оценке и анализе. К тому же такие поднятия в этой зоне не единичные. Весьма важно, что данные результаты обосновываются результатами сейсмической интерпретации, выполненной на альтернативной основе. Одним из решающих факторов, безусловно, явились также существенно расширившиеся технические возможности обработки и анализа данных. Предположительно, поднятие в верхнем палеозое характеризуется резервуаром массивного типа, не исключается также рифогенный генезис данного объекта.

С учетом результатов комплексного изучения рассматриваемых осадочных бассейнов (2009–2013 гг.) по палеозойскому комплексу в пределах Песчаномысско-Ракушечной зоны выделено 3 крупных объекта, которые аналогичны по характеристикам поднятию Оймаша. На Жетыбай-Узеньской ступени выделено перспективное Западно-Жетыбайское поднятие. Южнее, на структурной линии Северное Карагие – Южный Жетыбай – Тенге выделено 2 локальные структуры. Также, представляет повышенный интерес на предмет наличия перспективных локальных объектов Курганбай – Кокумбайский выступ палеозоя.

В южной и центральной части Мангышлака залежи УВ ожидаются на локальных объектах «сквозного» унаследованного развития, для которых, очевидно, будет характерна относительно более высокая степень сохранности вероятных залежей УВ. Большие возможности обнаружения новых залежей, в особенности в палеозойских отложениях, определяются генетической связью потенциальных ЗНГН с разломами и сформированными вдоль них зонами трещиноватости и разуплотнения. В этих зонах ожидается распространение характерных пород-коллекторов трещинного типа, и в случае постановки поисковых исследований это, несомненно, будет являться главным фактором повышения эффективности поисковых исследований. В относительно северных районах территории (Тюб-Караган-Каратауская складчатая зона, Жетыбай-Узеньская ступень), отличавшихся более активным тектоническим режимом на фоне регионального подъема осадочных толщ и развития субширотно вытянутых протяженных структурных элементов и ступеней, предполагаются локальные объекты преимущественно приразломного, тектонически и литологически экранированного характера.

Для Северного Устюрта и Бозаши предполагается закономерная связь пространственного размещения залежей УВ с зонами сочленения положительных и отрицательных структур II-ого порядка. Новые залежи приурочиваются к зонам протяженных разломов, выделенным по поверхности фундамента. На благоприятный характер данной связи указывают результаты анализа геохимических данных и особенности приразломных участков, которым сопутствует развитие трещиноватости и зон разуплотнения. Предположительно, данным условиям соответствуют склоны Колтыкско-Кулажатской зоны прогибов, бортовые зоны Самского и Косбулакского прогибов. Как пример и аналогия – это приуроченность Аккулковско-Базайской группы залежей по мезозою к южному борту Шалкарского прогиба (см. рисунок 3).

В общей оценке нефтегазоносных комплексов Северного Устюрта значительный УВ потенциал палеозойской толщи связывается с более качественными результатами интерпретации временных разрезов. Получены данные, указывающие на объективно новые возможности сейсмических методов в интерпретации данных на временных разрезах, прежде всего, внутрипластовых неоднородностей и характера состава и внутренней «начинки» горизонтов в целом. Перспективным является верхнедевонско-нижнепермский диапазон разреза, представленный преимущественно отложениями карбонатного состава, ранее вскрытый и известный уже по разрезам опорных скважин на структурах Куш-Ата и Елигажи [4].

Анализ и обобщение данных по особенностям регионального строения и характера прослеживания, а также оценке возможностей прогноза нефтегазоносности палеозойского комплекса в разрезе Устюрт-Бозашинского региона и прилегающей территории Мангышлака и Прикарабогазья позволяет обосновать следующие **основные выводы.**

1) Подтверждается ранее предполагаемая устойчивая связь условий осадконакопления в верхнем палеозое и мезозое с блоковой структурой фундамента, которая, как известно, влияет на продолжительность этапов седиментации, характер и темпы осадконакопления. Различия в глубинах залегания отдельных блоков предопределяли изменчивость литологического состава и толщин отложений и, соответственно, распространение возможных нефтегазоносных комплексов. В связи с этим, повышенное внимание при изучении региональных глубинных разломов и напряженно-деформационного состояния верхнепалеозойской и мезозойской толщи, является необходимым условием для оценки структурно-тектонических особенностей и обстановок геодинамических напряжений на этапе формирования локальных структур и поднятий.

2) На Северном Устюрте основными генерационными зонами, предположительно, являются Култукский, Самский, Косбулакский (центральная и северо-восточная часть), Барсакельмесский и Судочий (южная и юго-восточная часть) прогибы. С учетом этого и по результатам комплексного анализа бассейнов (2009–2013 гг.) детальные поисковые исследования следует акцентировать на бортовых и прибортовых частях данных прогибов и зонах моноклиналей. Прогнозируются перспективные локальные поднятия структурного и неструктурного типа.

3) С учетом отсутствия планомерного и целенаправленного изучения в предыдущие периоды невысокая оценка перспективности палеозойского комплекса, сложившаяся в настоящее время, также обусловлена тем, что пробуренные скважины на выявленных по палеозою поднятиях вскрывали ловушки чаще не в оптимальных условиях. Поскольку, ранее отсутствие планомерных исследований и выверенной стратегии поисковых работ объективно не могло все же обеспечить кондиционную подготовку ловушек в палеозойской толще. Несмотря на слабую изученность объемной высокоплотной сейсморазведкой и поисковым бурением, на рассматриваемой территории дальнейшее, более акцентированное изучение палеозойских отложений следует рассматривать перспективным и одним из основных (наряду с мезо-кайнозоем) направлений для постановки геологоразведочных работ с целью обнаружения крупных, а возможно и уникальных месторождений УВ.

4) Образование скоплений УВ на Мангышлаке происходило за счет реализации генерационного потенциала различных по возрасту и фациальному составу нефтематеринских комплексов. С учетом данных изучения биомаркеров состав реликтовых соединений различен, что свидетельствует о благоприятных предпосылках для выделения в палеозойском комплексе самостоятельных нефтегазоносных комплексов.

5) На Жетыбай-Узеньской ступени и отдельных районах Южно-Мангышлакской системы прогибов и поднятий структурные планы палеозойской толщи характеризуются соответствием и автономностью вышезалегающим различным литолого-стратиграфическим комплексам доюрского комплекса. Соответственно, для этих зон предполагается унаследованное развитие и отсутствие значительной структурной перестройки на рубеже палеозоя и пермотриаса. В связи с этим и учитывая особенности развития разломной тектоники, предположительно, существуют благоприятные предпосылки в том, что в разрезе крупных объектов структурного типа, на которых ранее выявлена продуктивность мезозойских отложений, палеозойские отложения также будут содержать залежи УВ.

6) В палеозойском комплексе Мангышлака присутствие локальных структур, их типы и характер внутреннего строения предопределены историко-геодинамическими условиями развития и становления фундамента и активностью развития отдельных блоков. Устойчивый относительно стабильный характер развития палеозойских блоков в южной части Мангышлака (Карабогазский, Среднекаспийский и Песчаномысско-Ракушечный блоки) способствовал образованию в них «сквозных» унаследованных локальных структур с благоприятными условиями для формирования и сохранения залежей УВ. В относительно северных районах территории (Тюб-Караган-Каратауская складчатая зона, Жетыбай-Узеньская ступень), отличавшихся более активным тектоническим режимом на фоне регионального подъема осадочных толщ и развития субширотно вытянутых протяженных структурных элементов и ступеней, предполагаются локальные объекты преимущественно приразломного, тектонически и литологически экранированного характера.

7) В Южно-Мангышлакском прогибе с учетом результатов интерпретации магнитометрических и гравиметрических данных предполагается более широкое развитие зон с характерным развитием гранитного комплекса и, соответственно, высокая вероятность сосредоточения в этих зонах новых залежей УВ. Предполагается, что ареал развития таких зон распространяется в юго-восточном от Песчаномысско-Ракушечного поднятия направлении, на котором нефтегазоносность палеозоя ранее подтверждена на Оймаше. Прогноз и поиски новых залежей УВ, приуроченных к зонам развития дезинтегрированной коры выветривания палеозоя и внедрения интрузивных тел, также свидетельствует, в силу разнообразных геологических условий накопления осадков, о перспективности и широких потенциальных для этого возможностях палеозойского комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Геология, история развития и перспективы нефтегазоносности запада Туранской плиты/ Чакабаев С.Е., Кононов Ю.С., Завгородний А.Л. и др. – М.: Недра, 1973. – 214 с.

[2] Доюрский комплекс Северного Устюрта и полуострова Бузачи // Тр. ВНИГНИ. М.: Недра, 1985. – Вып. 254. – 133 с.

[3] Исказиев К.О., Карабалин У.С., Ажгалиев Д.К. Комплексное изучение осадочных бассейнов – основа эффективного прогноза нефтегазоносности новых территорий // Петролеум. – 2013. – № 6. – С. 22-28.

[4] Куандыков Б.М. Геологическое строение Арало-Каспийского региона и сопредельных районов Прикаспийской впадины в связи с их нефтегазоносностью: Автореф. дис. ... док. геол.-минер. наук. – А., 1999.

[5] Майлибаев М.М. Горный Мангышлак и его северные склоны как объект поисков месторождений нефти и газа // Известия Национальной академии наук РК. Серия геологии и технических наук. – А., 2014. – № 4. – С. 47-49.

[6] Триас Южного Мангышлака // Тр. ВНИГНИ. – М.: Недра, 1981. – Вып. 224. – 210 с.

REFERENCES

[1] Geology, history and development of oil and gas potential of the West Turan plate / Chakabaev S.E., Kononov Yu.S., Zavgorodniy A.L. etc. M.: Nedra, 1973. 214 p. (in Russ.).

[2] The pre-Jurassic complex of Northern Ustyurt and Buzachi peninsula // VNIGNI compilation. M.: Nedra, 1985. Issue 254. 133 p. (in Russ.).

[3] Iskaziev K.O., Karabalin U.S., Azhgaliev D.K. Comprehensive study of sedimentary basins – the basis for efficient forecasting oil and gas potential of new territories // Petroleum. 2013. N 6. P. 22-28 (in Russ.).

[4] Kuandykov B.M. The geological structure of the Aral-Caspian region and adjacent areas of the Caspian depression due to their oil and gas: Synopsis dis. doc. geol.-miner. sciences. A., 1999 (in Russ.).

[5] Maylibaev M.M. Mountain Mangyshlak and the northern slopes of the object of searching for oil and gas // Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Geology and Technical Sciences. A., 2014. N 4. P. 47-49 (in Russ.).

[6] Triassic of Southern Mangyshlak // VNIGNI compilation. M.: Nedra, 1981. Issue 224. 210 p. (in Russ.).

Д. Қ. Әжіғалиев

Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі «Недра Инжиниринг» компания, Алматы, Қазақстан

ҮСТІРТ-БОЗАШИ ӨҢІРІ МЕН МАНҒЫСТАУ ПАЛЕОЗОЙ КЕШЕНІ МҰНАЙ-ГАЗДЫЛЫҒЫНЫҢ БОЛЖАМЫ

Аннотация. 2009–2013 жж. жүргізілген шөгінді бассейндерді кешенді зерттеудің жаңа деректері мен нәтижелері негізінде Тұран тақтасының батыс бөлігін құрайтын Үстірт-Бозашы және Маңғыстау негізі мен палеозой қабатының құрылымы мен құрылымдық жоспарының өңірлік ерекшеліктері нақтыланды. Юраға дейінгі кешен қимасында палеозой шөгінділерінің бірмәнді бөлінбеуі туралы және осыған орай жалпы Тұран тақтасы батыс бөлігінің мұнай және газ бойынша перспективалылығын бағалауға байланысты қалыптасқан ұғымды ескере отырып, палеозой қабатын осы өңірдегі жаңа зерттеулердің бағыты ретінде негіздеу жұмыстың мақсаты болып табылады.

Құрылымдық жоспарлардың құрылымдық-тектоникалық құрылымы мен өзара қатынасын негіз және палеозой қабаты бойынша талдау негізінде палеозой қабатының мұнайгаздылыққа қатысты перспективалылығына сілтейтін құрылымдық-тектоникалық және геохимиялық алғышарттар негізделді. II-ші қатардағы негізгі құрылымдар мен оларға ұштастырылған мұнай және газ жинақтау аймақтарының негізгі құрылымына тән ерекшеліктер анықталды. Сейсмикалық зерттеу әдістері техникалық мүмкіндіктерінің артуын ескере отырып палеозой бойынша перспективалы аймақтар мен аудандардың болжамын негіздейтін дәлелдер келтірілді.

Осының негізінде юраға дейінгі қабаттың қимасында палеозой шөгінділері едәуір кең таралған және дамыған деп болжанды. Сәйкесінше Жетібай-Өзен сатысы, Беке-Башқұдық және Аламбек белесі, Песчаномысск-Ракушечный аймағының қимасында перспективалы аймақтар бөлінді. Осы тұрғыда палеозой қабатында перспективалы жергілікті объектілерді негізді бөлу мүмкіндігіне назар аудара отырып геологиялық барлау жұмыстарының бағыттары нақтыланды.

Түін сөздер: Тұран тақтасының батысы, палеозой кешені, Үстірт-Бозашы, Маңғыстау, іргетас, жергілікті үстірттер, мұнайгаздылық перспективасы, мұнай және газ кеніштері, қима, геологиялық барлау жұмыстары, құрылымдық жоспар,қиынды, тұзақ, тектоникалық элемент, бассейн.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 64 – 73

L. A. Shabalina, E. M. Fazylov, E. S. Musina, D. E. Prikhodko

Institute of Geological Science named after K. I. Satpayev LLC, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: musina.63@mail.ru

DEEP STRUCTURE AND GEODYNAMICS OF SYR DARYA BASIN

Abstract. It was characterized the geological position that is determined by location in the basic structures of the Syr Darya basin and which affecting at facies, lithological and geochemical zoning during the primary accumulation of Mesozoic-Cenozoic sediments. The phases of geodynamic evolution in Paleozoic and Mesozoic-Cenozoic, as well as the main features of the deep structure of the Syr Darya Basin and part of its frame were characterized. The Syr Darya Basin is a complicated, poorly known part of the earth's crust. Based on the analysis of geophysical data the capacity of active asthenosphere mantle of Kazakhstan and of the region was characterized. Data on one of the main underlying lithosphere borders separating the structure of the crust and upper mantle (Mohorovicic surface) were given. Generalized geophysical data make it possible to understand the complicated structure of the Paleozoic base in the absence of actual geological data on the foundation of the structure of the basin.

Key words: Syr Darya basin, geodynamics, deep structure, earth's crust, lithosphere borders, asthenosphere, mantle, seismic survey, evolution.

УДК 551.1:550.83/.87; 55(1/9)

Л. В. Шабалина, Е. М. Фазылов, Э. С. Мусина, Д. Е. Приходько

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И ГЕОДИНАМИКА СЫРДАРЬИНСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

Аннотация. Охарактеризована геологическая позиция, определенная положением в основных структурах Сырдарьинского бассейна, влияющая на фациальную, литологическую и первичную геохимическую зональность при накоплении мезозойско-кайнозойских отложений. Рассмотрены стадии геодинамической эволюции в палеозое и мезозое-кайнозое, а так же главные черты глубинного строения Сырдарьинского бассейна и частично его обрамления. Сырдарьинский бассейн представляет собой сложный, мало изученный сегмент земной коры. На основе анализа геофизических материалов охарактеризована мощность активной астеносферной мантии Казахстана и рассматриваемого региона в частности, приводятся данные по одной из главных глубинных границ литосферы, разделяющей структуры земной коры и верхней мантии являющейся поверхностью Мохоровичича.

Обобщенные геофизические данные дают возможность понимания сложного строения палеозойского основания в отсутствии фактических геологических данных о строении фундамента бассейна.

Ключевые слова: Сырдарьинский бассейн, геодинамика, глубинное строение, земная кора, границы литосферы, астеносфера, мантия, сейсмика, эволюция.

Сырдарьинская впадина представляет собой сложно построенную мезозойско-кайнозойскую депрессионную структуру общего северо-западного простирания. Формирование её было предопределено ещё в среднем-позднем палеозое и происходило в мезозойскую и кайнозойскую эпохи. Ограниченная с СВ, ЮВ и ЮЗ позднеорогенными поднятиями, она осложнена системой внутренних впадин и прогибов (Уралкумской, Арысской, Байракумской, Жаугаш-Бердинской) и разделяющих их поднятий (Чулинского, Каратауского, Балтакольского и др.). Максимальные погружения домезозойского основания (до 2000 м и более) имеют место в Байракумском, Приташкентском прогибах и в Арысской впадине.

Основные структуры депрессии конседиментационно развивались в платформенный этап при определенной роли СВ и СЗ линейных нарушений, причем развитие юго-восточной части депрессии происходило в суборогенном режиме.

Геологическая позиция определяется его положением в основных структурах региона. Таковыми являются горст-антиклинальное поднятие Большой Каратау и, сопряженный с ним северо-восточный борт Сырдарьинской впадины. Эти крупные, длительно существующие структуры являются главенствующими в формировании геологического облика района. Их влиянию подчинено пространственное положение фациальной, литологической и первичной геохимической зональностей при накоплении верхнемеловых и четвертичных отложений. В меньшей мере они влияли на осадконакопление палеогеновых и неогеновых образований.

В геологическом строении выделяются два структурных этажа – метаморфизованные отложения складчатого фундамента и рыхлые образования осадочного чехла (рисунок 1). Чехол, в свою очередь, имеет также двухчленное строение. Нижний ярус сложен платформенными отложениями верхнего мела, палеогена и нижнего отдела неогена, верхний суборогенными отложениями верхнего палеоцена и четвертичного периода.

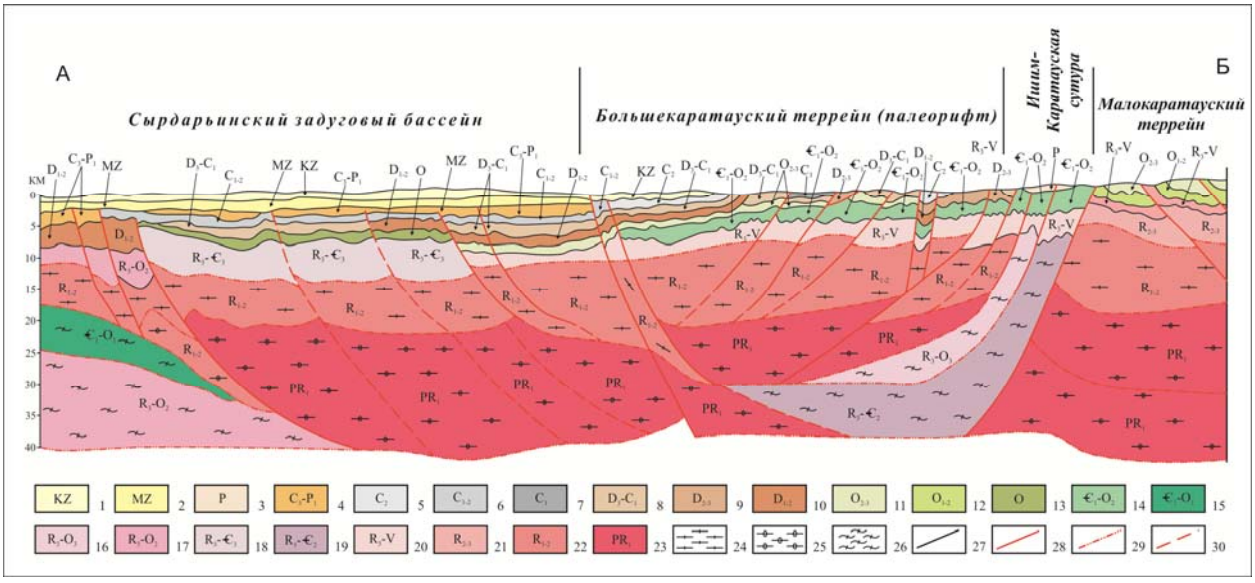


Рисунок 1 – Фрагмент глубинного разреза по профилю Туркестанский (по линии АБ на рисунке 4)

Figure 1 – A fragment of a deep cut on the Turkestanic profile (CDEF)

Стратиграфические подразделения: 1 – кайнозой, 2 – мезозой, 3 – пермь, 4 – нерасчлененные отложения позднего карбона-ранней перми, 5 – средний карбон, 6-нерасчлененные отложения раннего-среднего карбона, 7 – ранний карбон, 8 – нерасчлененные отложения позднего девона-раннего карбона, 9 – нерасчлененные отложения среднего-позднего карбона, 10 – нерасчлененные отложения раннего-среднего девона, 11 – нерасчлененные отложения среднего-позднего ордовика, 12 – нерасчлененные отложения раннего-среднего ордовика, 13 – ордовик, 14 – нерасчлененные отложения раннего кембрия-среднего ордовика, 15 – нерасчлененные отложения раннего кембрия-раннего ордовика, 16 – нерасчлененные отложения позднего рифея-позднего ордовика, 17 – нерасчлененные отложения позднего рифея-среднего ордовика, 18 – нерасчлененные отложения позднего рифея-позднего кембрия, 19 – нерасчлененные отложения позднего рифея-среднего кембрия, 20 – нерасчлененные отложения позднего рифея-венда, 21 – нерасчлененные отложения среднего-позднего рифея, 22 – нерасчлененные отложения раннего-среднего рифея, 23 – ранний протерозой. Петрографические типы пород: 24 – гнейсы, 25 – гранулиты, 26 – сланцы. 27 – границы стратиграфических подразделений. Глубинные разломы: 28 – первого порядка, 29 – второго порядка, 30 – третьего порядка.

Домезозойский субстрат на площади месторождения залегает на глубинах свыше 1,5 км и не вскрыт ни одной скважиной.

По геофизическим параметрам верхняя мантия В. И. Шациловым и А. В. Тимушем (2007) подразделяется на *нормальную* с Vp = 8,2-8,4 км/с и σ = 3,29 г/см^3 в пределах Казахского щита, эпиплатформенных орогенов и впадин и Vp = 8,0-8,4 км/с – для Туранской плиты и Прикаспийской впадины, *активную* с Vp < 8,0 км/с, σ = 3,25 г/см^3 и *высокоскоростную (высокоплотностную)* с Vp > 8,4 км/с и σ = 3,32-3,35 г/см^3.

На основе имеющихся фактических сейсмических материалов В. И. Шациловым и др. составлена схема мощности активной астеносферной мантии для Казахстана и прилегающих территорий (рисунок 2). Из приведенной схемы видно, что наиболее мощный (свыше 10 км) слой активной мантии характерен для юга, юго-востока и востока Казахстана. На юге он почти полностью охватывает акваторию Каспийского моря (до Мангышлакского полуострова), часть территории Узбекистана, Киргизстана, затем часть площади Казахстана, примерно до 44° с.ш. (севернее линии ст. Шу – г. Алматы – г. Шилик). Мощность этого слоя активной мантии постепенно возрастает в Центральном и Южном Тянь-Шане и особенно на Памире, где мощность земной коры увеличивается до 60-80 км. Здесь же располагаются основные современные плюмовые каналы (мантийные плюмы) на глубинах 200-280 км. На северной периферии одного из наиболее крупных плюмов Центральной Азии формируется Иссыккульский рифт. На востоке Казахстана слой активной мантии мощностью свыше 10 км охватывает полосу от пос. Нарынкол на юге до г. Усть-Каменогорска и затем г. Горно-Алтайска – на севере.

Мощность слоя активной мантии вглубь территории Казахстана сокращается. Поэтому на схеме условно выделяется слой активной мантии мощностью от 10 до 0 км. В плане он отчасти повторяет конфигурацию первого слоя, но морфология его контура значительно сложнее. Этот слой распространяется на территорию Казахстана своеобразными "языками" (ветвями) с трех сторон: юга, востока и севера.

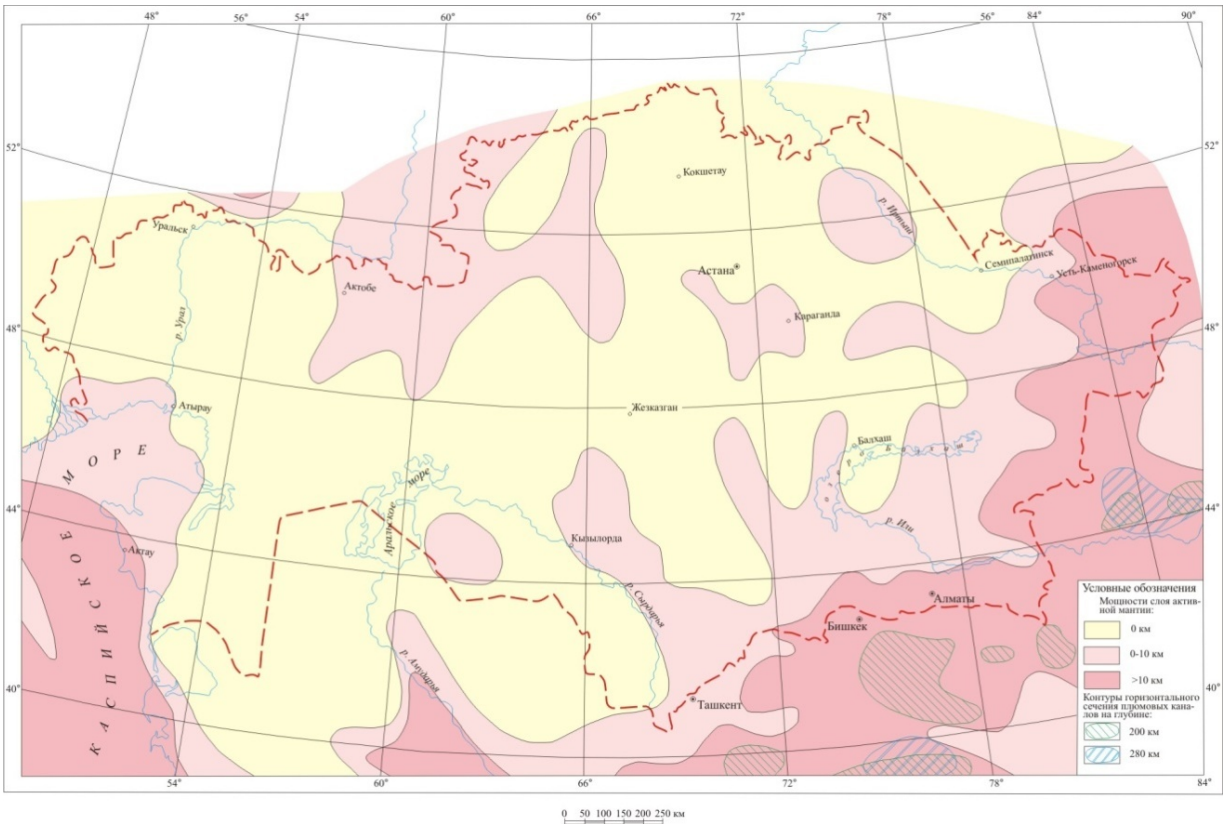


Рисунок 2 – Схема мощности активной астеносферной мантии Казахстана и прилегающих территорий

Figure 2 – Scheme of width of active asthenosphere mantle of Kazakhstan and adjacent territories

На севере он охватывает структуры Мугалжар (до 48° с.ш.) и Торгайского прогиба; форма овальной в плане линзы фиксируется в районе Павлодарского Прииртышья (включая район Экибастузской мульды). "Языки" слоя активной мантии мощностью менее 10 км распространяются с юго-востока и востока в северо-западном и близширотном направлениях до Центрального Казахстана. Один из таких языков шириной от 100 до 200 км охватывает горы Каратау и часть Сырдарьинской впадины, второй – Западное Прибалхашье и Шу-Илийский пояс, почти до 48° с.ш., а затем наращивается линзой, пространственно соответствующей Успенской, Спасской зонам, Карагандинской мульде. Расположенная восточнее близпараллельная ветвь продолжается в Токраускую вулканическую впадину. Крупная широтная ветвь указанного слоя прослеживается от г. Аягуза до Каркаралинска. Судя по конфигурации в плане основной поток активной мантии продвигался на территорию Казахстана с востока и юго-востока.

Одной из главных глубинных границ литосферы, разделяющей структуры земной коры и верхней мантии является поверхность Мохоровичича (М). Глубиной положения этой условной границы с граничной скоростью 8,1-8,2 км/с определяется, по существу, мощность земной коры (ЗК). Строение ЗК Казахстана изучено с достаточной полнотой, благодаря значительному объему грави-, магнитометрических съемок, сейсмических исследований методами ГСЗ, МОВЗ-ГСЗ и МОВ-ГСЗ с использованием промышленных взрывов, а также магнито-теллурических зондирований (МТЗ). При сейсмических зондированиях всех модификаций определение условной границы раздела земной коры и верхней мантии (М) в качестве опорной являлось главной задачей. По мере накопления фактических материалов было построено множество схем поверхности М, которые различались между собой в деталях. Много публикаций посвящено геологической интерпретации природы отдельных структур этой поверхности и выявлению связи мощностей ЗК с закономерностями размещения полезных ископаемых [1-7].

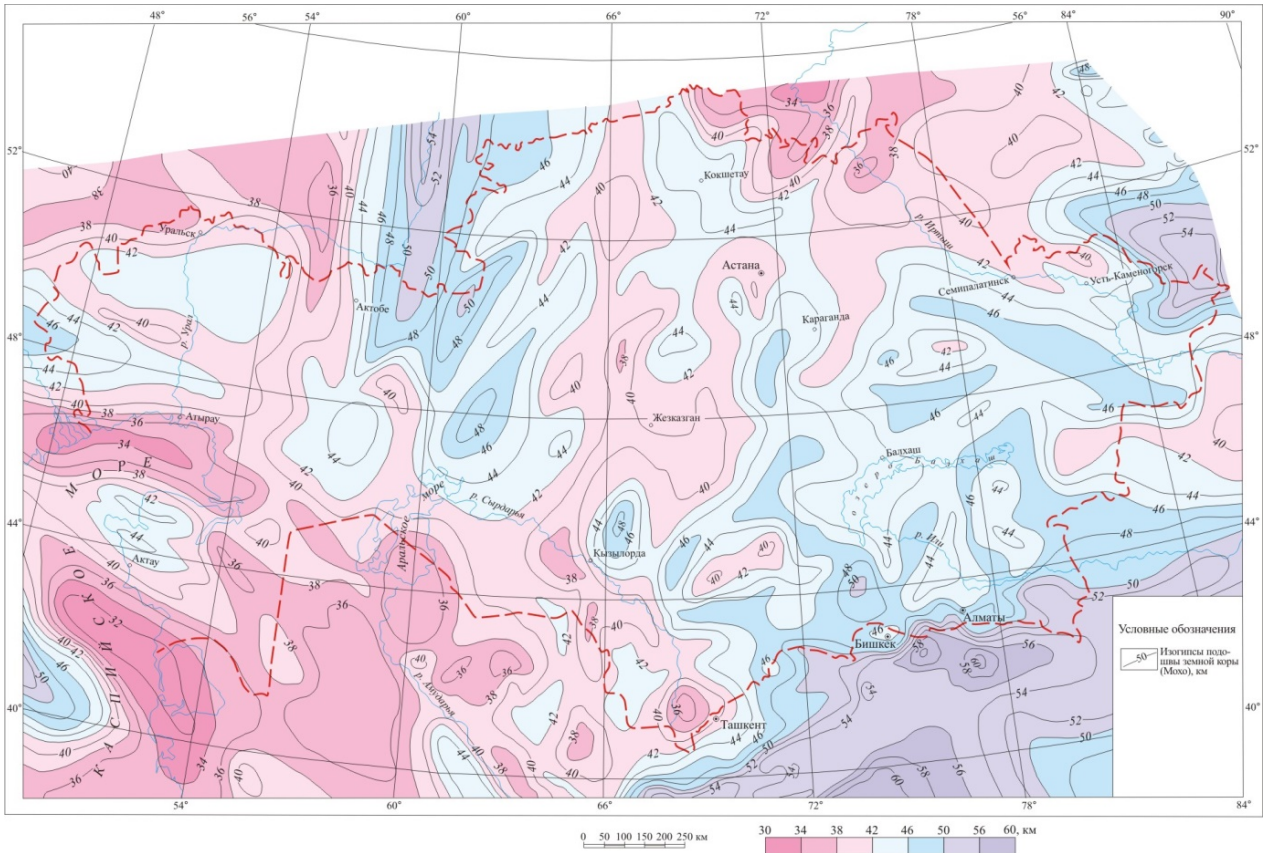


Рисунок 3 – Структурная схема подошвы земной коры и мощность активной мантии

Figure 3 – Structural scheme of crust base and width of active mantle

Последние схемы поверхности М составлены В.Н. Любецким (1997), А.А. Поповым (1997), В.И. Шациловым и др. (2005) только по сейсмическим данным. Они основаны на обобщении всех накопленных к этому времени опубликованных и фондовых материалах А.Н. Антоненко, Ю.А. Воложа, В.И. Гольдшмидта, В. Егоркина, Н.И. Павленковой, В.М. Пилифосова, Б.А. Хрычева, В.А. Циммера, М.С. Эренбурга и многих других. В общих чертах эти схемы близки между собой (рисунок 3).

Гипсометрическое положение поверхности М, а соответственно, и мощности ЗК в пределах Казахстана меняется в широком диапазоне: от 32 км на западе до 54 км на Алтае и 55 км – в Северном Тянь-Шане. На этом общем фоне мощность ЗК резко варьирует и в пределах конкретных структур.

В западной части Казахстана наибольший гипсометрический уровень поверхности М (до 54 км) характерен для орогенической области Урала: 54 км – на широте г. Магнитогорска, 50 км – в южной части Мугалжар, 44-48 км – в Зауралье, восточной части Торгайского прогиба, в Северном Приуралье.

Предуральский прогиб, Туранская плита, Прикаспийский регион характеризуются повышенным уровнем залегания поверхности М – 36-40 км. Наиболее дифференцирован рельеф поверхности М (от 32 до 44 км) в акватории Каспийского моря. Локальное погружение этой поверхности (42 км) наблюдается в пределах Прикаспийской впадины и структур Мангышлака (42-44 км). Для восточной части Тургайского прогиба характерна глубина залегания поверхности М – 40-42 км.

В восточной части Казахстана превалирует кора повышенной мощности, поэтому граница М располагается на глубинах от 42 до 46 км, что наиболее характерно для структур, сформированных на останцах докембрийских континентальных массивов Кокшетау-Улытау-Северо-Тянь-Шаньской системы, Актау-Жонгарского (Балкашского), Горно-Алтайского. Тыловые осадочные бассейны (Тенизский, Жезказганский, Шу-Сарысуйский, Сырдарьинский) характеризуются земной корой пониженной мощности. Здесь граница М фиксируется на глубине 40-42 км.

На схеме, составленной с учетом развития формационных комплексов и геофизических данных (рисунок 4) в определенной мере отражены реликты палеокор разного типа в каледонских и герцинских структурах, т.е. реликты былых океанов, континентов и их границ.

Можно предположить, что в основании Торгайско-Сырдарьинского прогиба присутствуют коллизионные позднеордовикские структуры, среди которых значительное место занимают пластины древних докембрийских комплексов. Вместе с тем, здесь реставрируются и сутуры былых океанических бассейнов венда-ордовика, остатки отложений позднедевонско-раннекаменноугольного прогиба, фрагменты девонского наземного вулканического пояса, раннетриасовые вулканические рифты. Литосфера Торгайского прогиба существенно переработана позднепалеозойскими и раннетриасовыми мантийными магматическими процессами, характеризуется низким электрическим сопротивлением и сильно отличается от высокоомной истощенной литосферы террейнов докембрийских блоков, как это имеет место, например, для литосферы древнего Кокшетауского микроконтинента.

Улытау-Каратауский микроконтинент с Ишим-Сарыджазской континентальной окраиной наращивают с севера Северо-Тяньшаньский микроконтинент, а выделенные по геофизическим данным Присырдарьинские блоки докембрия – Сырдарьинско-Каракумский микроконтинент. Последний в конце венда-первой половине раннего кембрия составлял единое целое с Таримским микроконтинентом. Они разделились, лишь начиная со среднего кембрия.

Торгайско-Сырдарьинский прогиб разделяет структуры Восточного и Западного Казахстана. Строение фундамента прогиба изучено относительно слабо, поэтому на схемах геодинамических реконструкций по Казахстану этот регион большей частью остается белым пятном. Обобщение геофизических данных выявляет сложное строение палеозойского основания Торгайско-Сырдарьинского прогиба.

Восточной границей палеозойских структур является Ишим-Сарыджазская континентальная окраина, охватывающая Байконурский синклинорий, Большой Каратау, западной границей – Уркашский разлом. К западу от этого разлома расположена Боровская зона, к востоку – Убаганская.

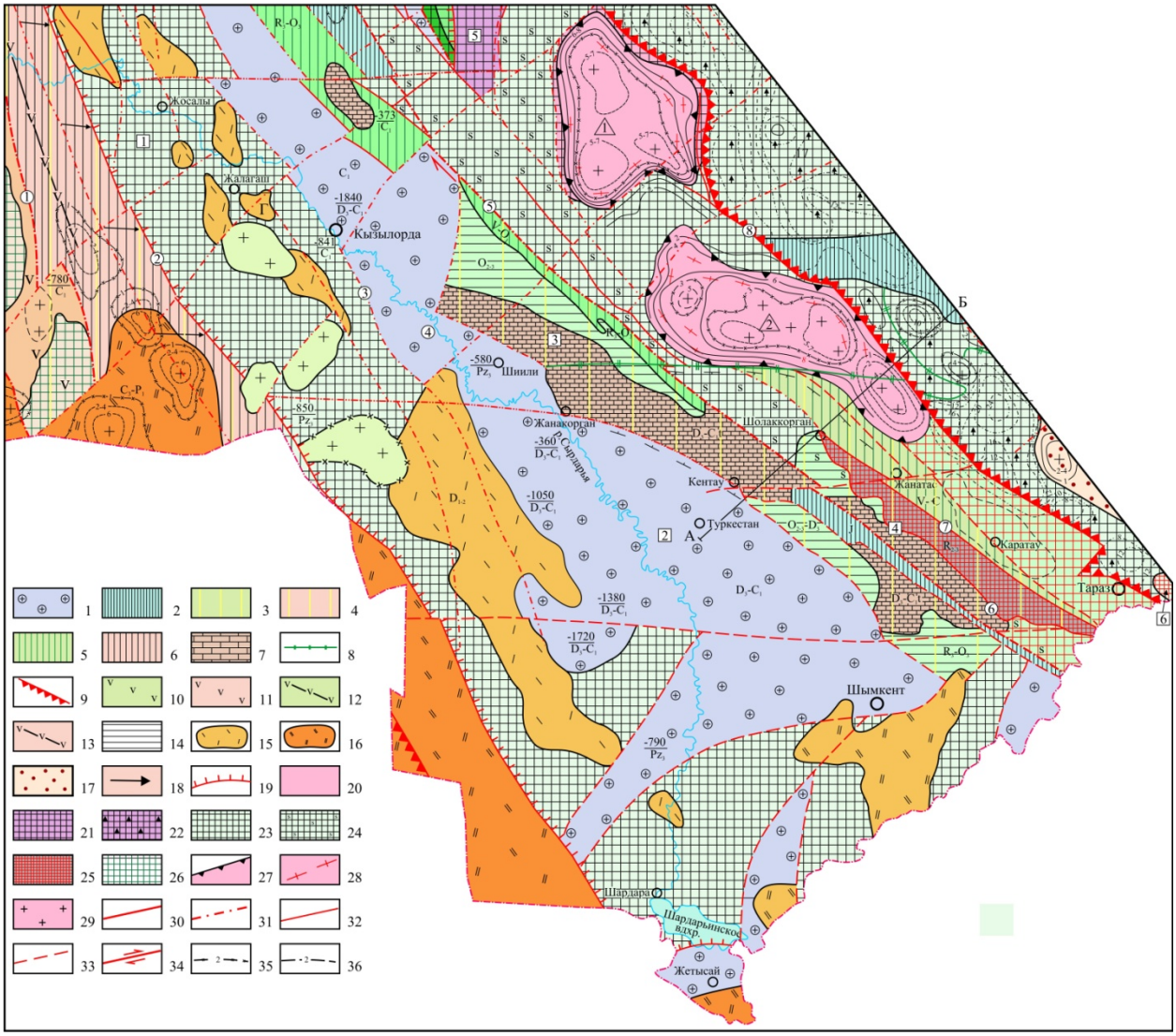


Рисунок 4 – Схема основных структурных элементов Сырдарьинской впадины

Figure 4 – Scheme of the maik structural elements of the Syr Darya basin

1 – остаточные прогибы на океанической коре; 2 – внутри и межконтинентальные мезозойские рифты; 3, 4 – окраинно-континентальные пояса на древнем гранулитовом основного состава основании; стиль развития рифтогенный: 3 – в составе каледонид, 4 – в составе герцинид. Положительные аномалии $\Delta g_{ост}$ высокой интенсивности; 5, 6 – палеорифты пассивных континентальных окраин: 5 – каледонские, 6 – герцинские. Относительно-отрицательные аномалии $\Delta g_{ост}$: 7 – пришельфовые карбонатные бассейны пассивных континентальных окраин; 8 – границы мегазон внутриконтинентального рифтогенеза; 9 – зоны Беньофа-Заварицкого (субдукция). Значки (треугольники) отражают направление падения зоны; 10 – островные дуги каледонские. Положительные аномалии $\Delta g_{ост}$; 11 – островные дуги герцинские. Положительные аномалии $\Delta g_{ост}$; 12, 13 – островные дуги, наложенные на палеорифты пассивных континентальных окраин предшествующего этапа, 12 – каледонские, 13 – герцинские; 14 – поднятия древних толщ, авулканические террасы. Положительные аномалии $\Delta g_{ост}$; 15, 16 – вулканические наземные комплексы: 15 – D_{1-2} Центрально-Торгайского и Центрально-Казахстанского, 16 – C_{1-2}-P_2 Убаганско-Кураминскоговулкано-плутонических поясов. Положительные и знакопеременные аномалии ΔTa; 17 – задуговые прогибы герцинские. Отрицательные аномалии $\Delta g_{ост}$; 18 – аллохтонные покровы. В полосах показаны просвечивающие структуры автохтона. Стрелка показывает направление перемещения аллохтона; 19 – надвиги, захватывающие верхние горизонты земной коры (штрихи указывают направление перемещения покрова). 20 – блоки докембрия существенно сиалического состава, перекрытые чехлом Mz-Kz отложений; 21, 22 – блоки докембрия сложенные преимущественно основными 21 – гранулитами и реоморфитами по ним, в том числе 22 – с высокобарическими комплексами пород, эксгумированными из верхней мантии; 23 – зеленокаменные пояса; 24 – зеленокаменные пояса с железистыми кварцитами; 25 – выходы комплексов докембрия кислого состава на поверхность; 26 – раннепалеозойские реоморфиты по гранулитам докембрия на глубине 2-4 км; 27–29 – гранито-гнейсовые купола: 27 – внешние границы, 28 – гнейсовый субстрат, 29 – перемещенные граниты; 30, 31 – разломы, ограничивающие блоки земной коры разного вещественного состава (структурно-формационные зоны, подзоны и пр.): 30 – первого порядка, 31 – второго порядка; 32, 33 – поперечные и кососекущие разломы в линейных покровно-складчатых поясах – 32, трансформные разломы – 33; 34 – крупно-амплитудные сдвиги; 34 – линии равных глубин залегания интрузивных массивов; 35 – линии равных глубин залегания аномалиеобразующих комплексов; 36 – линии равных значений трансформированного гравитационного поля в мгл., отождествляемые с аномалиеобразующими комплексами. Глубинные разломы (цифры в кружках): 1 – Уркашский, 2 – Тюратамский, 3 – Кызылординский, 4 – Сырдарьинский, 5 – Главный Каратауский, 6 – Большекаройский, 7 – Сузакский, 8 – Центрально-Коспансорский. Глубинные зоны (цифры в квадратах): 1 – Сырдарьинская, 2 – Кызылординская, 3 – Большекаратауская, 4 – Малокаратауская, 5 – Улытауско-Майтобинская, 6 – Тамгалы-Макбальская. Гранито-гнейсовые купола (цифры в треугольниках): 1 – Томгольский, 2 – Южно-Жуантобинский. Линия А-Б – фрагмент глубинного разреза «Туркестанский»

Убаганская зона прослеживается на несколько сотен километров. Западная граница зоны совпадает по геофизическим данным с Севастопольским, Казанбакским, а на юге – с Тюратамским разломами. Зона большей частью перекрыта мезозойско-кайнозойскими осадками мощностью от 200 м и выше, поэтому слабо изучена. Относительно лучше исследован северный блок зоны, отчленяемый под острым углом от остальной части зоны Жамшинско-Марьевским глубинным разломом северо-восточного направления. На северо-востоке этот блок примыкает к Кокшетаускому массиву (Заградовскому поднятию).

Из наиболее древних образований скважинами вскрыты метаморфизованные интенсивно дислоцированные отложения, условно датируемые рифеем (А.М. Захаров и др., 1985). На древнем складчатом основании резко несогласно залегают слабо дислоцированные континентальные красноцветные вулканогенно-терригенные отложения девона и морские терригенно-карбонатные образования фамена-раннего карбона. Завершается разрез красноцветной терригенно-обломочной молассой позднего палеозоя. Мощность разреза палеозоя резко сокращена. Нерасчлененные толщи среднего-позднего ордовика установлены лишь на севере Убаганской зоны, вдоль границы ее с Макушинской зоной, выполненной вулканогенно-терригенными и флишоидными толщами ордовика. Вдоль Жаманшинско-Марьевского разлома в раннем-среднем ордовике по геофизическим данным предполагается развитие рифта с океаническим раскрытием, трансформировавшегося в позднемордовике в островную дугу.

На коллизионные каледонские структуры Убаганской зоны в девоне наложился наземный Центрально-Торгайский вулканический пояс.

В пределах Убаганской зоны широко проявлен ранне-среднетриасовый и юрский рифтогенез. Наиболее крупной и хорошо изученной рифтогенной структурой является Кушмурунский грабен (рисунок 5). В северном направлении Кушмурунская система палеорифтов разветвляется и расширяется, охватывая северную часть Убаганской и Макушинской зон, вблизи их границы с Западной Сибирью.

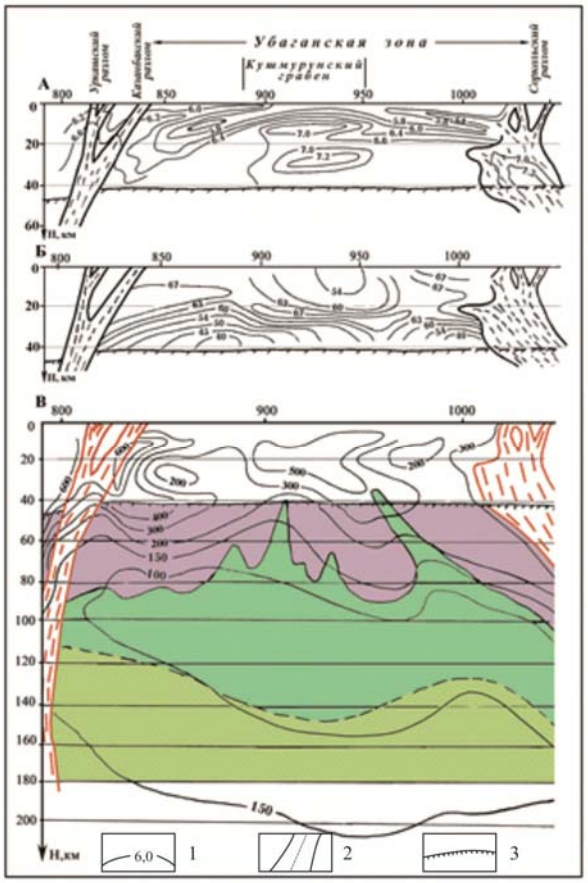


Рисунок 5 – Физические модели литосферы Кушмурунского палеорифта по геотраверсу "Батолит" (пк 800-1000)

Figure 5 – The physical model of the lithosphere Kushmurunskogo paleorift on Geotraverse "Batolit" (PC 800-1000)

Модели: структурно-скоростная – А, содержаний SiO_2 по корреляционному соотношению V_p/V_s – Б, геоэлектрическая – В. 1 – изолинии равных значений: скорости распространения сейсмических волн, км/с (А); содержаний SiO2, % (Б); продольного электрического сопротивления, Ом·м (В); 2 – глубинные разломы; 3 – поверхность Мохоровичича.

В структурном плане Убаганская зона представляет собой линейно-глыбовое поднятие сложного строения. Северо-Восточный мегаблок зоны раннемезозойским Кушмурунским грабеном разделен на два блока: Демьяновский (на севере) и Егенкульский (на юге). Строение палеозойского основания Центрального мегаблока Убаганской зоны наиболее проблематичное. Отвечающие ему аномальные гравитационное и магнитное поля не выразительные, "бесструктурные". На "Карте варисцийской структуры Казахстана и прилегающих территорий" (Абдулин, Зайцев и др., 1976), здесь выделен Центрально-Торгайский блок докаледонид. В южной части этого блока скважинами на глубине 1,5-2,0 км вскрыты отложения раннего протерозоя: амфиболиты, амфиболовые сланцы, гранат-биотитовые гнейсы бектурганской серии; гранито-гнейсы, двуслюдяные сланцы, порфироиды майтюбинской серии. Поэтому нами принята точка зрения авторов указанной карты. С определенной долей условности, в структурах основания нами выделяется коллизионный шов сочленения Центрально-Торгайского блока со структурами Байконурской пассивной окраины.

С юго-запада Центрально-Торгайский блок ограничен скрытой диагональной структурой, предположительно представляющей северо-западное продолжение палеозойского складчатого пояса Каратау. Возможно, что выдвижение структур Каратау в основание Торгайского прогиба произошло в процессе продольного правостороннего сдвигового перемещения.

В юго-восточном мегаблоке основания Торгайско-Сырдарьинского прогиба по геофизическим данным выделяются Присырдарьинские блоки докембрия, торцовопричленяющиеся к Чаткало-Кураминскому складчатому поясу. В осевой части мегаблока сформировался Сырдарьинский остаточный бассейн позднедевонско-раннекаменноугольного возраста. С северо-запада мегаблок ограничен складчатым поясом Каратау.

Для западной окраины Центрально-Торгайского и Юго-Восточного мегаблоков, так же как и для Северо-Восточного, характерны наложенные вулканические впадины девонского вулканического пояса. В Северо-Восточном мегаблоке вулканиты D_{1-2} вскрыты многочисленными скважинами, а в Центрально-Торгайском и Юго-Восточном – выделены по характерным магнитным аномалиям.

В конце венда-первой половине раннего кембрия Каратау-Байконырская часть палеоокеанического бассейна характеризовалась корой переходного типа. Бассейн разделял микроконтиненты: Улытау-Каратауский, Северо-Тяньшаньский, расположенные с восточной стороны, и Сырдарьинско-Каракумо-Таримский – с западной. Западным ограничением Улытау-Каратауского микроконтинента являлась Ишим-Сарыджазская пассивная континентальная окраина. Согласно данным М. А. Азербаева, в конце венда-раннем кембрии вдоль этой окраины формировалась трансгрессивная серия осадков внешнего шельфа и континентального склона в условиях одностороннего грабена [8, 9]. Последующие схемы реконструкции для конца раннего-начала среднего кембрия и раннего ордовика принципиально не отличаются от предыдущей: накапливаются отложения трансгрессивной серии континентального склона, континентального подножья, приконтинентальной абиссальной равнины и зоны перехода от приконтинентальной к пелагической области абиссальной равнины. По циклокомплексу Уилсона эти образования соответствуют стадии зрелости и отвечают батиальному и таласобатиальному комплексам, образовавшимся в условиях продолжающегося раскрытия палеобассейна [9].

Ширина Каратау-Байконурского бассейна сильно сократилась в позднемордовике, наступила стадия упадка, сформировался регрессивный ряд отложений континентального подножия и шельфового моря [9].

По данным А. М. Диденко и А. А. Моссаковского, поздний ордовик стал временем закрытия Палеоазиатского океана и начала образования океанических структур новой генерации (деструктивные океанические бассейны). Первые признаки этих бассейнов проявились в ордовике, но максимального развития они достигли в конце силура-начале девона. К этому времени относится формирование двух крупных океанических бассейнов – Туркестанского и Южно-Монгольского, принадлежащих единой системе (Палеотетис I) [10, 11]. Туркестанский палеоокеан в момент раскрытия имел меридиональную ориентировку и располагался между Катазией (Таримский, Афгано-Таджикский и Каракумский микроконтиненты) и каледонским континентом Казахстана. Раскрытие Каратау-Байконурского палеоокеанического бассейна рифтогенного типа не привело к формированию зоны спрединга и становлению океанической коры. Поэтому Ишим-Сарыджазская зона осталась пассивной континентальной окраиной.

Сейсмическими наблюдениями по профилю "Туркестан-Навои" в ЗК Сырдарьинской впадины установлена структура "задвигового" типа (рисунок 6). На глубине от 20 до 25 км она имеет ширину до 150 км, а на глубине 12 км – менее 25 км. Ядерная часть этой структуры сложена комплексом пород с низкой скоростью (до 5,6 км/с), а надвинутые юго-западное и северо-восточное крылья – с высокой (до 6,8 км/с). Гранулит-базитовый слой в ее основании имеет повышенную мощность (до 25 км). По-видимому, эта структура представляет собой современный реликт Ишим-Сарыджазского рифта в пределах Сырдарьинского микроконтинента.

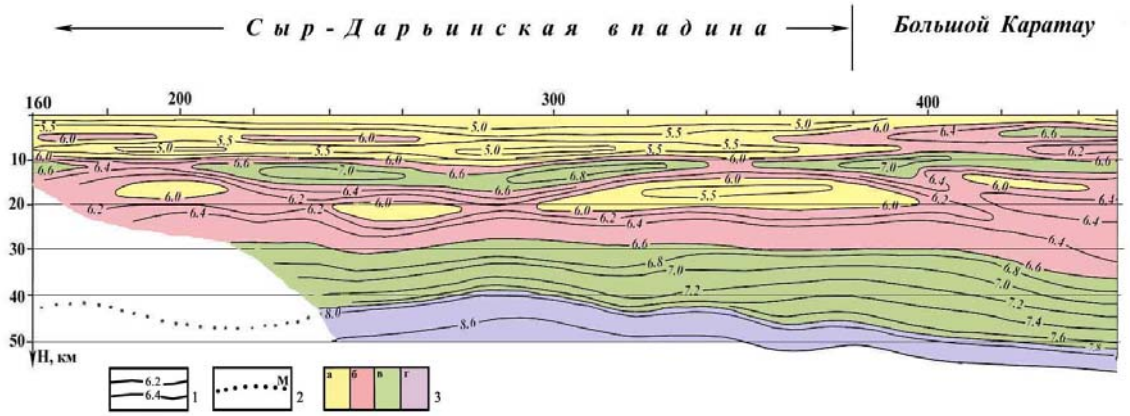


Рисунок 6 – Фрагмент структурно-скоростной модели разреза ЗК и ВМ
по профилю МОВЗ-ГСЗ "Туркестан-Навои" (по В. И. Шацилову, 1993)

Figure 6 – Detail of structural-velocity model cut ZC and VM
on the profile of MOVZ-GSZ "Turkestan-Navoi" (according to V. I. Shatsilov, 1993)

1 – линии равных значений скорости распространения сейсмических волн, км/с; 2 – поверхность М; 3 – вещественно-структурные комплексы ЗК и ВМ, характеризующиеся: Vp < 6,0 км/с – а, Vp = 6,0-6,6 км/с – б, Vp = 6,6-7,8 км/с – в, Vp > 7,8 км/с – г.

Улытауский и Сырдарьинский микроконтиненты были вновь спаяны в единый континентальный массив в конце раннего-начале среднего девона, образуя юго-восточный край Казахстанского девонского континента. В Туркестанском океане образовалась зона спрединга, торцово сопряженная с таковой Уральского океана. Под влиянием этих зон спрединга по южному и юго-восточному краям Казахстанского континента возникла активная континентальная окраина, сформировавшая Торгайский девонский краевой вулканический пояс.

Континентальная коллизия (смыкание Казахстана и Киргизии) произошла в среднем карбоне. Вместе с закрытием океанических бассейнов Палеотетиса I западнее, в пределах Катазии, в раннем карбоне формируется система океанических бассейнов Палеотетис aII (Внутренне-Монгольский, Южно-Гиссарский, Северо-Памирский). В конце раннего карбона вдоль северной периферии Палеотетиса II появляются островные дуги, а в среднем карбоне бассейны закрываются, в связи с коллизией Северной Евразии, Таримского и Афгано-Таджикского гондванских микроконтинентов. Внутренне-Монгольский палеоокеан просуществовал дольше, до поздней перми включительно. В результате коллизии Казахстанского и осколков Гондванского континентов, вдоль юго-восточной континентальной окраины сформировался Убаганско-Кураминский окраинно-континентальный вулканический пояс (C_3–P_1).

И уже в триасе континентальная коллизия завершила формирование Центрально-Азиатского складчатого пояса, который вместе с Южно-Китайским континентом и несколькими гондванскими микроконтинентами вошли в состав Евразиатского суперконтинента.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Щерба Г.Н., Попов А.А. Некоторые данные о мощности земной кры в южной части восточного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1962. – Вып. 3(48). – С. 18-27.

[2] Морозов М.Д., Бродовой В.В., Бекжанов Г.Р., Колмогоров Ю.А., Кузьмин Ю.И., Куминова М.В., Эйдлин Р.А., Гольдшмидт В.И. Основные геологические структуры Восточного Казахстана и Мугоджар по региональным геофизическим исследованиям // Изв. АН КазССР. Сер. геол. – 1963. – Вып. 2(53). – С. 3-13.

[3] Антоненко А.Н., Бикеев В.С., Аргынов Т.Х., Дубровин Г.К. Глубинное строение складчатых районов Казахстана по сейсмическим данным // Геология и металлогения Казахстана. – Алма-Ата, 1989. – С. 162-173.

[4] Любецкий В.Н., Любецкая Л.Д. Геологическая природа и металлогеническое значение поверхности Мохоровичича в Казахстане. – Глубинное строение и металлогения Казахстана. – Алматы, 1997. – С. 44-53.

[5] Любецкий В.Н., Любецкая Л.Д., Бикеев В.С., Шабалина Л.В. Изучение геологической природы поверхности Мохоровичича в Казахстане // Геофизика. – 2000. – № 5. – С. 55-59.

[6] Павленкова Н.И. Структура земной коры и верхней мантии и глобальная геотектоника // Тектоника неогея: общие и региональные аспекты. – Т. 2. – М.: ГЕОС, 2001. – С. 94-97.

[7] Любецкий В.Н., Бикеев В.С., Шабалина Л.В. Проблемы изучения глубинного строения Казахстана на основе данных взрывной сейсморазведки прошлых лет // Геология Казахстана. – 2002. – № 2(375). – С. 4-12.

[8] Азербаев Н.А. Осадочные фации венда и нижнего палеозоя каледонид западной части Центрального и Южного Казахстана: Автореф. дис. ... докт. г.-м. наук. – Алматы, 1997. – 51 с.

[9] Азербаев Н.А. Каледонский циклокомплекс в отложениях венда-раннего палеозоя Ишим-Каратауской структурно-формационной зоны (Казахстан) // Литология и полезные ископаемые. – 2001. – № 1. – С. 16-25.

[10] Диденко А.Н., Моссаковский А.А., Печерский Д.М. и др. Геодинамические реконструкции Палеоазиатского океана с использованием палеомагнитных и геологических данных // Геология и геофизика. – 1994. – № 7-8. – С. 59-75.

[11] Диденко А.Н., Моссаковский А.А., Печерский Д.М. и др. Геодинамика палеозойских океанов Центральной Азии // Геология и геофизика. – 1994. – № 7-8. – С. 59-75.

REFERENCES

1] Shcherba G.N., Popov A.A. Some data on the power of a terrestrial kra in the southern part of east Kazakhstan // News AN KazSSR. Ser. geol. 1962. Issue 3(48). P. 18-27.

[2] Morozov M.D., Brodovoi V.V., Bekzhanov G.R., Kolmogorov Yu.A., Kuzmin Yu.I., Kuminova M.V., Eydlin R.A., Goldshmidt V.I. The main geological structures of East Kazakhstan and the Mugodzhar Hills on regional geophysical surveys // News AN KazSSR. Ser. Geol. 1963. Issue 2(53). P. 3-13.

[3] Antonenko A.N., Bikeev V.S., Argynov T.H., Dubrovin G.K. A deep structure of the folded regions of Kazakhstan according to seismic data // Geology and the metalgenius of Kazakhstan. Alma-Ata, 1989. P. 162-173.

[4] Lyubetsky V.N., Lyubetskaya L.D. The geological nature and metallogenichesky value of a surface of Mokhorovichich in Kazakhstan. Deep structure and metalgenius of Kazakhstan. Almaty, 1997. P. 44-53.

[5] Lyubetsky V.N., Lyubetskaya L.D., Bikeev V.S., Shabalin L.V. Studying of the geological nature of a surface of Mokhorovichich in Kazakhstan // Geophysics. 2000. N 5. P. 55-59.

[6] Pavlenkova N.I. Structure of crust and top cloak and global geotectonics // Tectonics of the neogay: general and regional aspects. Vol. 2. M.: GEOS, 2001. P. 94-97.

[7] Lyubetsky V.N., Bikeev V.S., Shabalin L.V. Problems of studying of a deep structure of Kazakhstan on the basis of the last years given explosive seismic exploration. Geology of Kazakhstan. 2002. N 2(375). P. 4-12.

[8] Azerbayev N.A. Sedimentary facies of Venda and lower Paleozoic каледонид western part of the Central and Southern Kazakhstan: Avtoref. dis. ... doct. g.-m. of sciences. Almaty, 1997. 51 p.

[9] Azerbayev N.A. The Caledonian cyclocomplex in deposits of Venda – the early Paleozoic of the Ishim-Karatau structural and formational area (Kazakhstan) // The Lithology and minerals. 2001. N 1. P. 16-25.

[10] Didenko A.N., Mossakovsky A.A., Pechersky D.M., etc. Geodynamic reconstruction of the Paleoaziatsky ocean with use of thermomagnetic and geological data // Geology and geophysics. 1994. N 7-8. P. 59-75.

[11] Didenko A.N., Mossakovsky A.A., Pechersky D.M., etc. Geodynamics of Paleozoic oceans of Central Asia // Geology and geophysics. 1994. N 7-8. P. 59-75.

Л. В. Шабалина, Е. М. Фазылов, Э. С. Мусина, Д. Е. Приходько

ЖШС "Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты", Алматы, Қазақстан

СЫРДАРИЯ АЛҚАБЫНЫҢ ГЕОДИНАМИКАСЫ ЖӘНЕ ТЕРЕҢДІКТЕГІ ҚҰРЫЛЫМЫ

Аннотация. Гелогиялық орны сипатталған, жиналған мезозой-кайназой қабатындағы Сырдария алқабының негізгі құрылымының, фациалды, литологиялық, және бірінші геохимиялық аймағының жағдайы анықталған. Палеозой және мезозой-кайназой дамуындағы геодинамикалық деңгейлері қарастырылған, сонымен қатар Сырдария алқабының тереңдіктегі құрылымының негізгі келбеті, және оның ішінара жиектері де қарастырылған. Сырдария алқабы өз алдына күрделі, жер қыртысы аз зерттеліп бақыланған. Қазақстан астеносфера мантиясының белсенді қуаттылығының деректері, геофизикалық сараптама негізінде сипатталынған, және бақыланған аймақтың бөлігі, литосфера қабатының тереңдіктегі шекарасының негізгінде мәліметтер келтірілген, жер қыртысының құрамын бөлетін, және Мохоровичич беткейінің жоғарғы мантиясы болып табылады.

Жалпыланған геофизикалық мәлімдемелер, бізге геологиялық фактілердің мәліметінің жоқтығы, алқаптың фундаменті, және палеозойдың курделі құрылымды екенін түсіндіреді.

Түйін сөздер: Сырдария алабы, геодинамика, тереңдік құрылым, жер қыртысы, литосфеа шекарасы, астеносфера, мантия, сейсмика, даму.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 74 – 81

O. M. Beloslyudtsev, N. B. Uzbekov, L. T. Bahareva, E. M. Musaev

Institute of Seismology, Almaty, Kazakhstan

ANALYSIS OF LOW-FREQUENCY VARIATIONS OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD

Abstract. In work results of the analysis of temporary ranks with discretization of 1 minutes of regime geomagnetic supervision are given in the Almaty predictive ground during 1993–2015. Morphological features and existential characteristics of low-frequency geomagnetic variations are investigated. Calculations of function of mutual ranges, cross-correlation function, energy of oscillatory process of a magnetic field, shown in the form of change of "the schedule length" allow to allocate short-term anomalies with duration from the first days to less than one month before the earthquakes which have occurred in close proximity to magnetovariation stations. The separate program allowing to load counting on all MVS of the ground and to carry out the mathematical analysis for identification of the specific signals appearing at a final stage of preparation of earthquakes is developed for the analysis of the big array of one-minute data: local high-frequency signals; sporadic short-period statistically significant signals. Application of 1-minute these modular measurements of the electromagnetic field has allowed to apply also the analysis methods which weren't giving a positive effect when using data of bigger discretization. On the example of separate earthquakes process of realization of the offered technique as a result of which significant short-term anomalies before local seismic events, lasting no more than 1 month before the earthquakes which have occurred in close proximity to magnetovariation stations have been marked out is shown.

Keywords: Almaty prognostic ground, low-frequency geomagnetic variations, module of the geomagnetic field, magnetovariation stations, the relative ranges, cross-correlation function, software, seismic events, anomalies, harbingers of earthquakes.

УДК 550.34

О. М. Белослюдцев, Н. Б. Узбеков, Л. Т. Бахарева, Е. М. Мусаев

Институт сейсмологии, Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ВАРИАЦИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Аннотация. Приведены результаты анализа временных рядов с дискретностью 1 минут режимных геомагнитных наблюдений на Алматинском прогностическом полигоне за период 1993–2015 гг. Исследованы морфологические особенности и пространственно-временные характеристики низкочастотных геомагнитных вариаций. Расчеты функции взаимных спектров, взаимно-корреляционной функции, энергии колебательного процесса магнитного поля, проявляющаяся в виде изменения «длины графика» позволяют выделить краткосрочные аномалий с длительностью от первых суток до менее одного месяца перед землетрясениями, произошедшими в непосредственной близости от магнитовариационных станций.

Ключевые слова: Алматинский прогностический полигон, низкочастотные геомагнитные вариаций, модуль геомагнитного поля, магнитовариационные станций, взаимные спектры, взаимно-корреляционная функция, программные средства, сейсмические события, аномалий, предвестники землетрясений.

Исследование связи вариаций магнитного поля с сейсмотектоническими процессами (землетрясениями) проводятся во всех сейсмоопасных районах мира. Физической основой изменения геомагнитного поля (ГМП) являются процессы разрушения (дислокация) и физико-химические явления, протекающие во флюидопроводящих системах и прилегающих породах.

В настоящее время на АПП функционируют 14 модульных и 4 компонентных магнитовариационных станций (МВС) (рисунок 1).

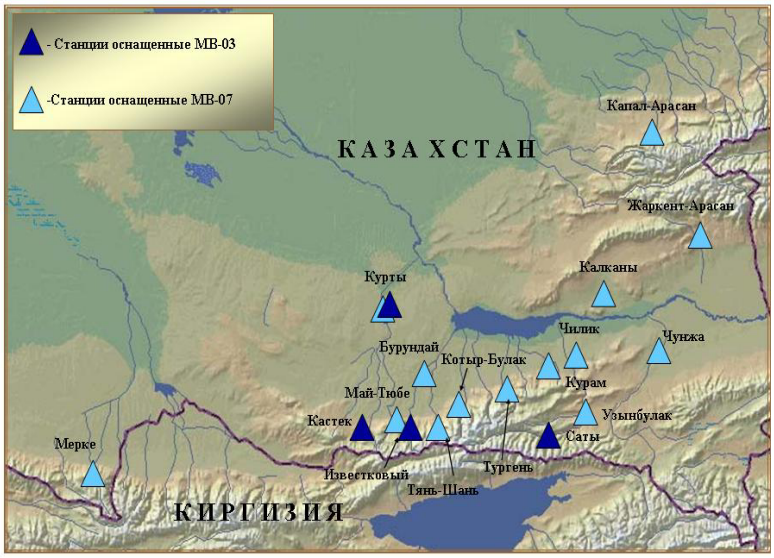


Рисунок 1 – Схема расположения магнитовариационных станций на Алматинском прогностическом полигоне

Figure 1 – The scheme of an arrangement of magnetovariation stations on the Almaty prognostic ground

Аппаратурный парк полигона оснащен прецизионными приборами МВ-07 (модульный) и МВ-03 (компонентные). Среднеквадратическая погрешность приборов составляет 0.1 нТл. Систематическая погрешность абсолютных измерений не более ±0.5 нТл. Дискретность измерения – 1 мин. (с 1998 года).

Исследование метрологических параметров и оценка аппаратурно-методических погрешностей приборов показало, что как при кратковременных, так и при долговременных наблюдениях может быть реализована точность измерений на уровне первых десятых долей измеряемых величин [1-4].

Ранее методика обработки геомагнитных данных была нацелена на обработку мгновенных часовых значений ГМП и формирования из них значения поля различной дискретности более низкого порядка (суточных, месячных и др.) для последующего анализа [5-7]. Такая методика, с одной стороны ограничивала возможности поиска полезного сигнала на более высокочастотном спектре поля, с другой стороны привела к определенному искажению амплитудно-частотных особенностей искомого сигнала.

Помимо этого ранними исследованиями связи вариаций ГМП с сейсмотектоническими процессами методами линейного и нелинейного анализа установлено, что на заключительной стадии подготовки землетрясений появляются: локальные высокочастотные сигналы; спорадические короткопериодные статистически значимые сигналы. При математическом анализе сигналов удается выделить аномалии – предвестники [8, 9]. Все эти факторы обуславливают актуальности анализа низкочастотных вариаций ГМП с целью поиска краткосрочных геомагнитных предвестников на АПП.

К настоящему времени накоплены ряды наблюдений с дискретностью 1 мин. длительностью более 20 лет (1993–2015 гг.). Это позволяет провести детальный анализ пространственно-временных и морфологических особенностей низкочастотных геомагнитных вариаций. Необходимость анализа 1 минутных ГМП данных без их осреднения в часовые и суточные, потребовала разработки алгоритмов и программных средств их коррекции с учетом характера наблюдаемых вариаций ГМП. Ранее разработанные алгоритмы и программы коррекции среднесуточных и часовых данных [2, 4, 10] не могут быть прямым образом адаптированы для коррекции 1-минутных данных. Прежде всего, это учет характера протекания природных вариаций ГМП, а также значительное увеличение физических объемов данных – количество 1 минутных измерений в год составляет более 500 000 значений по каждому из обрабатываемых каналов.

Коррекция реализована отдельной программой, которая позволяет загрузить полные сутки по всем МВС полигона.

Ранее разработанные нами [7-9], принципы выделения аномалий во временных рядах более низкой дискретности (мгновенно часовые, суточные и др.) были адаптированы применительно к временным рядам с 1 минутной дискретности.

В процессе выявления информативности геомагнитных данных производилась их обработка с подбором наиболее эффективными способами [8, 9] для каждого параметра и станции (локализация признаков-предвестников).

Расчеты функции взаимных спектров суточных значений модуля T позволяют выделить аномалии, не связанные, как правило, с сезонными явлениями и трендом магнитного поля. На графиках взаимно-корреляционной функции геомагнитных вариаций выделяются аномальные периоды, предваряющие сильные землетрясения Сев. Тянь-Шаня. На рисунке – 2 показаны примеры выделения краткосрочных аномалий во временных рядах геофизических параметров – в длине графика («энергия») E_{14} 14-суточной волны в скользящем окне длиной L = 21 сут. $E_{14} = \Sigma|x_i - x_{i-1}|$. В этом случае выделение аномалии становится возможным в реальном времени – превышение порога доверительного интервала, обозначающее начало аномалии, предваряет сильное землетрясение.

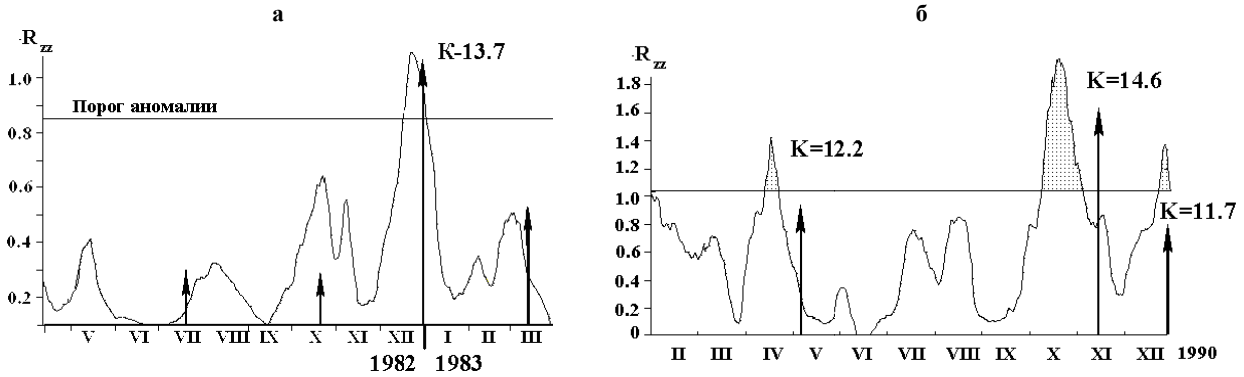
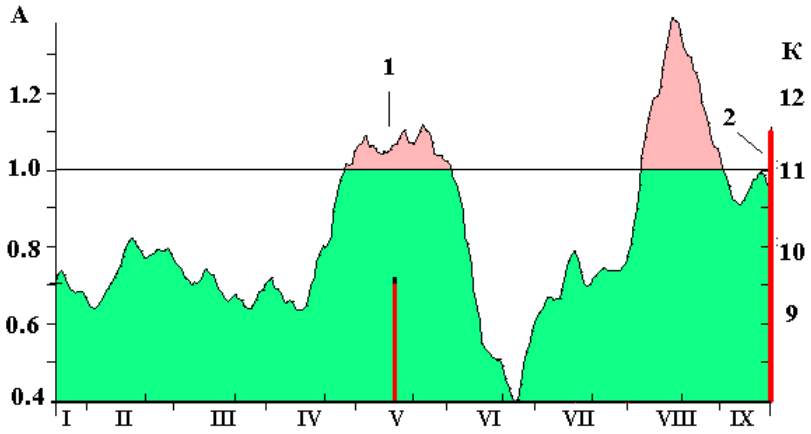


Рисунок 2 – Пример выделения аномалии в геомагнитном поле
перед землетрясениями 31.12.1982 г. с K = 13.7 (а) и 12.11.1990 г. с K = 14.6 (б) на МВС «Тургень»

Figure 2 – An example of selection of anomaly in the geomagnetic field
before earthquakes of 31.12.1982 with K = 13.7 (a) and 12.11.1990 with K = 14.6 (b) on MVS "Turgen"

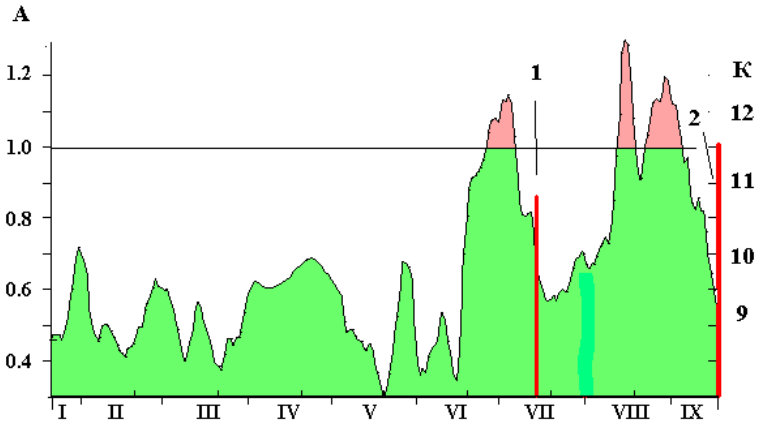
Энергия колебательного процесса магнитного поля, проявляющаяся в виде изменения «длины графика» (L графика – термин из нелинейных методов математического анализа), проявляется в виде краткосрочных аномалий накануне локальных сейсмических событий. Расчеты проводились относительно опорной МВС – «Курты», при этом берется отношение энергии колебательного процесса в вариациях геомагнитного поля между рядовыми МВС и опорной. Выделяются значимые краткосрочные аномалии перед локальными сейсмическими событиями, продолжительность аномалий – не более 1 месяца перед землетрясениями, произошедшими в непосредственной близости от МВС (рисунки 3 и 4).



Землетрясения: 1 – с К = 9.6 13.05.2008, 2 – с К = 11.5 14.09.2008
Earthquakes: 1 – with K = 9.6 13.05.2008, 2 – with K = 11.5 14.09.2008

Рисунок 3 – График аномальной компоненты геомагнитного поля,
выделенной в параметре L графика на МВС «Тургень» накануне землетрясения с К = 11,5 14.09.2008

Figure 3 – The schedule of the abnormal component of the geomagnetic field allocated
in the parameter L of the schedule for MVS "Turgen" on the eve of an earthquake with K = 11,5 14.09.2008



Землетрясения: 1 – с К = 10.8 14.07.2008, 2 – с К = 11.5 14.09.2008
Earthquakes: 1 – with K = 10.8 14.07.2008, 2 – with K = 11.5 14.09.2008

Рисунок 4 – График аномальной компоненты геомагнитного поля,
выделенной в параметре L графика на МВС «Курам» накануне землетрясения с К = 11.5 14.09.2008

Figure 4 – The schedule of the abnormal component of the geomagnetic field allocated
in the parameter L of the schedule for MVS to "Kuram" on the eve of an earthquake with K = 11.5 14.09.2008

Разработанные программные средства коррекции 1-минутных данных модульных геомагнитных наблюдений позволили проводить анализ тонкой структуры вариаций, и выделить новые параметры аномальной компоненты, перспективных к использованию при краткосрочном прогнозе. На примере землетрясения с К = 12.8, происшедшего 01.05.2011 г. на АПП, приведены основные результаты применения методов анализа 1-минутных модульных наблюдений. На рисунке 5 показан временной ход модуля полного вектора Т геомагнитного поля с 1-минутной дискретностью измерений по опорной станции Курты за период конец марта – начало апреля 2011 г. Рассчитанные разностные значения ΔТ между рядовыми МВС полигона и опорной – Курты, сглаженные графики которых приведены на рисунке 6. Из рисунка видно, что в период, предшествующий землетрясению, на графиках разностных значений на рядовых станциях Саты, Кастек и Курам изменения уровня поля не зафиксированы (кривые а, б и в).

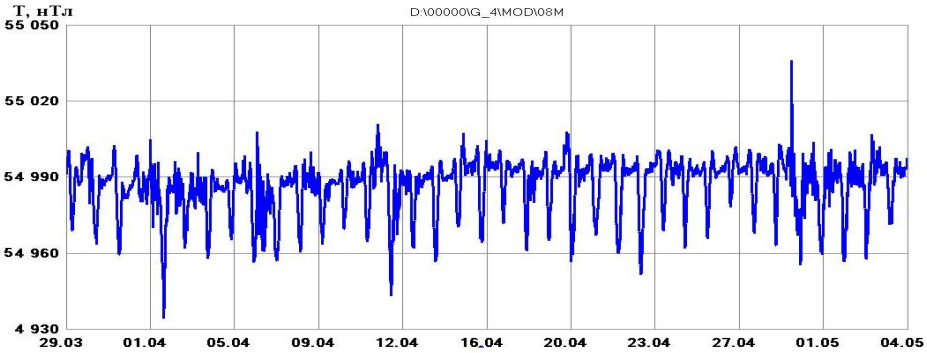


Рисунок 5 – График 1-минутных корректированных значений модуля полного вектора магнитного поля на МВС Курты в апреле 2011 г.

Figure 5 – The schedule of the 1-minute corrected values of the module of the complete vector of a magnetic field on Kurty MVS in April, 2011

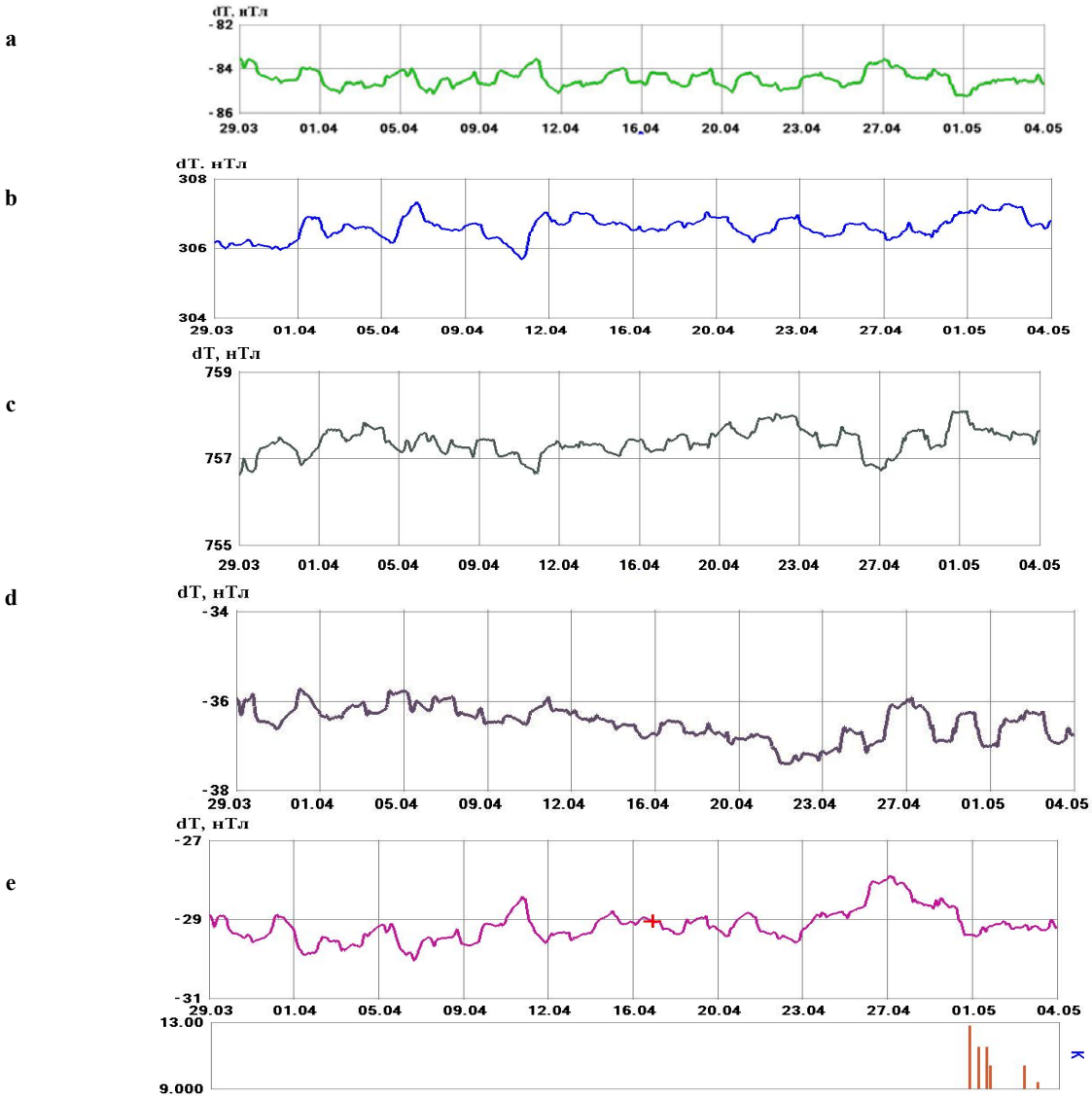


Рисунок 6 – Графики 1-минутных сглаженных значений разностного геомагнитного поля ΔT на станциях Саты (a), Кастек (b), Курам (c), Калкан (d) и Тургень (e) по отношению к опорной станции Курты в апреле 2011 г.

Figure 6 – Schedules of 1-minute rounded values of the difference geomagnetic field ΔT at Saty (a) stations, Kastek (b), to Kurty (c), Kalkan (d) and Turgen (e) in relation to basic station of Kurty in April, 2011

На МВС «Калкан», расположенной к северо-востоку от эпицентра, отмечено бухтообразное понижение уровня длительностью около 15 суток с максимальной амплитудой 0.8 нТл (кривоая г). На МВС «Тургень» перед землетрясением проявилась короткая положительная бухта амплитудой около 1 нТл длительностью 4 суток (кривая д). Следует отметить, что аномальные изменения разностного геомагнитного поля перед землетрясениями с K>14 ранее на АПП не отмечались, так как для анализа использовались среднесуточные и мгновенные значения часовых измерений. Использование 1-минутных измерений для выделения проявлений тектономагнитного эффекта является более перспективным, поскольку при качественной коррекции данных и большая статистика позволяют выделять аномалии длительностью от первых суток и амплитудой менее 1 нТл (подавление природных и аппаратурных шумов).

Использование 1-минутных данных модульных измерений, в связи с возможностью работать с большими массивами позволило применить методы анализа, не дававшие положительного эффекта при использовании данных большей дискретности. Так, на рисунке 7 показана аномалия в величине корреляционной функции R_{xy} модуля T магнитного поля, рассчитанной в окне 1 сутки с шагом в 1 минуту между МВС «Тургень» и «Курты». В результате выделена аномалия длительностью 3 суток перед землетрясением 01.05.2011 г. Пространственное распределение, рассчитанное Rxy на 29 апреля для МВС центральной части полигона, показано на рисунке – 8.

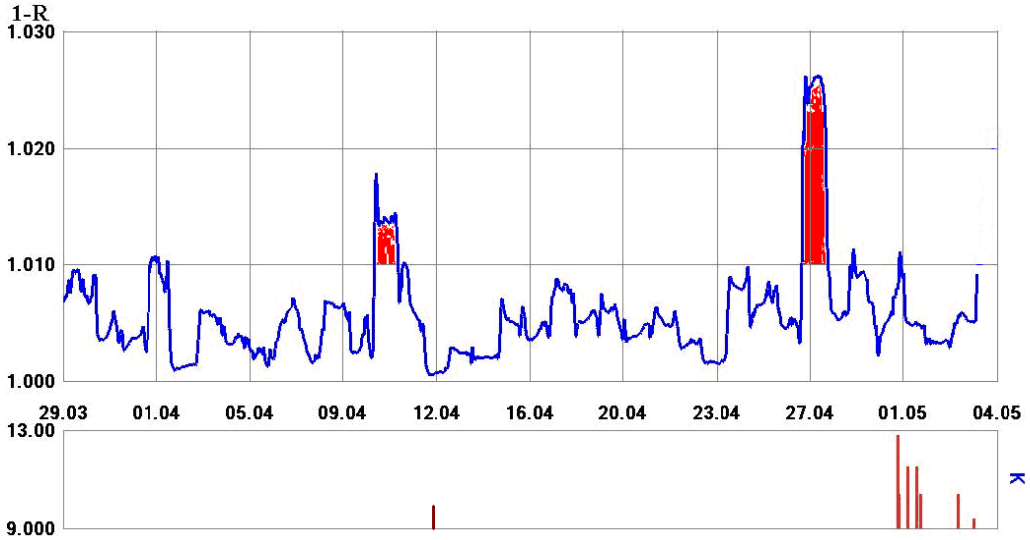


Рисунок 7 – График 1-минутных значений корреляционной функции модуля T геомагнитного поля между МВС «Тургень» и «Курты» в апреле 2011 г.

Figure 7 – The schedule of 1-minute values of correlative function of the module T of the geomagnetic field between MVS "Turgen" and "Kurty" in April, 2011

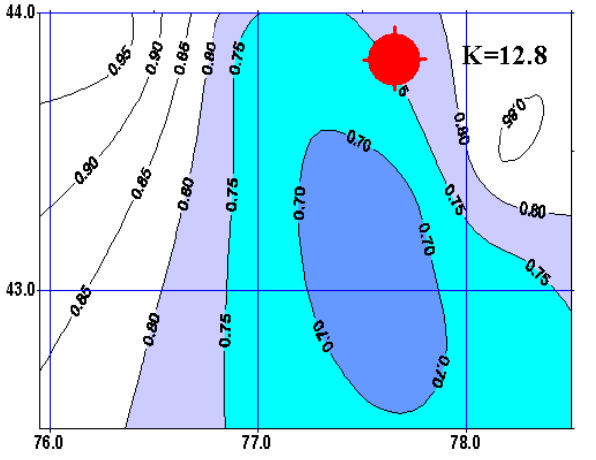


Рисунок 8 – Пространственное распределение Rxy в центральной части Алматинского полигона на 29 апреля 2011 г.относительно МВС «Мерке»

Figure 8 – The spatial distribution of Rxy in the central part of the Almaty ground for April 29, 2011 is relative MVS to "Merke"

Таким образом, в результате анализа тонкой структуры геомагнитного поля (его модуля) по 1-минутным данным, позволило получить новые и перспективные для краткосрочного прогноза, параметры и методики.

Работа выполнена в рамках гранта № 0215 РК 00461 КН МОН РК.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бушуев А.В. Исследование вариаций геомагнитного поля в связи с прогнозированием землетрясений в Юго-Восточном Казахстане: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 1982. – 21 с.

[2] Курскеев А.К., Бушуев А.В., Казаков В.В. Геомагнитные исследования в сейсмоактивных районах Казахстана. Сейсмичность и прогнозирование землетрясений в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1983. – С. 96-118.

[3] Белослюдцев О.М. Особенности тонкой структуры вариаций геофизических полей в связи с прогнозом землетрясений в Северном Тянь-Шане: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Алматы, 2004. – 34 с.

[4] Узбеков Н.Б. Вариации геомагнитного поля в связи с сейсмичность в Северном Тянь-Шане: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Алматы. 2001. – 21 с.

[5] Uzbekov N.B. Mathematical Models of Variations of Geophysical Fields // 99 International Symposium on Tianshan Earthquekes. Collection of Paper Abstracts. China. –Urumqi. Sept. 15-18, 1999. – P. 129-130.

[6] Узбеков Н.Б. Тонкая структура вариаций геомагнитного поля в сейсмоактивных районах Казахстана и Средней Азии. Геодинамика и геоэкология высокогорных регионов в XXI веке. Третий Международный симпозиум 30 октября – 6 ноября 2005 г. Тезисы докладов. – Бишкек, 2005. – С. 49-50.

[7] Узбеков Н.Б. Вариации геомагнитного поля и сейсмотектонические процессы. Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии // Сборник докладов 7-го Казахстанско-Китайского Международного Симпозиума, 2–4 июня 2010 г. – Алматы: Эверо. – С. 126-130.

[8] Узбеков Н.Б., Белослюдцев О.М. Выделение краткосрочных аномалий в вариациях геомагнитного поля // Уральский геофизический вестник РАН УрО ИГ. – 2005. – № 8. – Екатеринбург, 2005. – С. 63-67.

[9] Узбеков Н.Б., Белослюдцев О.М., Узбеков А.Н. Поиск локальных аномалий в геомагнитном поле на основе вейвлет-анализа и фрактальной размерности. Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения. // Материалы XII международной конференции (Научные доклады и сообщения), 18–23 сент. 2006 года. Россия. – Воронеж, 2006. – Т. II [Н-Я]. – С. 207-212.

[10] Мажкенов С.А., Белослюдцев О.М., Курскеева Г.А., Эйдлина И.М. Восстановление вариаций магнитного поля в режимных наблюдениях, полученных на станциях Алма-Атинского прогностического полигона // Изв. АН РК. – 1992. – № 2. – С. 67-71.

REFERENCES

[1] Bushuev A.V. Issledovanie variacij geomagnitnogo polja v svjazi s prognozirovaniem zemletrjasenij v Jugo-Vostochnom Kazahstane: Avtoref. dis. ... kand. fiz.-mat. nauk. M., 1982. 21 p.

[2] Kurskeev A.K., Bushuev A.V., Kazakov V.V. Geomagnitnye issledovanija v sejsmoaktivnyh rajonah Kazahstana // Sejsmichnost' i prognozirovanie zemletrjasenij v Kazahstane. Alma-Ata: Nauka, 1983. P. 96-118.

[3] Belosljudcev O.M. Osobennosti tonkoj struktury variacij geofizicheskih polej v svjazi s prognozom zemletrjasenij v Severnom Tjan'-Shane: Avtoref. dis. ... kand. fiz.-mat. nauk. Almaty, 2004. 34 p.

[4] Uzbekov N.B. Variacii geomagnitnogo polja v svjazi s sejsmichnost' v Severnom Tjan'-Shane: Avtoref. dis. ... kand. fiz.-mat. nauk. Almaty, 2001. 21 p.

[5] Uzbekov N.B. Mathematical Models of Variations of Geophysical Fields. // 99 International Symposium on Tianshan Earthquekes. Collection of Paper Abstracts. China. Urumqi. Sept. 15–18, 1999. P. 129-130.

[6] Uzbekov N.B. Tonkaja struktura variacij geomagnitnogo polja v sejsmoaktivnyh rajonah Kazahstana i Srednej Azii. Geodinamika i geojekologija vysokogornyh regionov v XXI veke // Tretij Mezhdunarodnyj simpozium 30 oktjabrja – 6 nojabrja 2005 g. Tezisy dokladov. Bishkek, 2005. P. 49-50.

[7] Uzbekov N.B. Variacii geomagnitnogo polja i sejsmotektonicheskie processy. Prognoz zemletrjasenij, ocenka sejsmicheskoj opasnosti i sejsmicheskogo riska Central'noj Azii, // Sbornik dokladov 7-go Kazahstansko-Kitajskogo Mezhdunarodnogo Simpoziuma, 2–4 ijunja 2010 g. Almaty: Jevero. P. 126-130.

[8] Uzbekov N.B., Belosljudcev O.M. Vydelenie kratkosrochnyh anomalij v variacijah geomagnitnogo polja // Ural'skij geofizicheskij vestnik RAN UrO IG. 2005. N 8. Ekaterinburg, 2005. P. 63-67.

[9] Uzbekov N.B., Belosljudcev O.M., Uzbekov A.N. Poisk lokal'nyh anomalij v geomagnitnom pole na osnove vejvlet-analiza i fraktal'noj razmernosti. Aktivnye geologicheskie i geofizicheskie processy v litosfere. Metody, sredstva i rezul'taty izuchenija // Materialy XII mezhdunarodnoj konferencii (Nauchnye doklady i soobshhenija), 18–23 sent. 2006 goda. Rossija. Voronezh: 2006. Vol. II [N-Ja]. P. 207-212.

[10] Mazhkenov S.A., Belosljudcev O.M., Kurskeeva G.A., Jejdlina I.M. Vosstanovlenie variacij magnitnogo polja v rezhimnyh nabljudenijah, poluchennyh na stancijah Alma-Atinskogo prognosticheskogo poligona // Izv. AN RK. 1992. N 2. P. 67-71.

О. М. Белослюдцев, Н. Б. Узбеков, Л. Т. Бахарева, Е. М. Мусаев

Сейсмология институты, Алматы, Қазақстан

ЭЛЕКТРМАГНИТ ӨРІСІНІҢ ТӨМЕН ЖИІЛІКТІ ВАРИАЦИЯЛАРЫН ТАЛДАУ

Аннотация. Мақалада 1993–2015 жылдар аралығындағы Алматы болжау полигонында дискреттілігі 1 минуттық режимдік геомагниттік бақылаулардың уақыттық қатарларын талдау нәтижелері көрсетілген. Төмен жиілікті геомагниттік вариациялардың морфологиялық ерекшеліктері мен кеңістікті-уақыттық сипаттамалары зерттелген. Өзара спектрлердің функцияларын, өзара корреляциялық функцияларын, магнит өрісінің тербелмелі процесінің энергиясын көрсететін «график ұзындығының» өзгерістерін есептеулер магнитвариациялық станцияларға тікелей жақын маңда болған жер сілкіністерінің аралығы бірінші тәуліктерден бір айдан аз уақытқа дейінгі қысқа мерзімді аномалияларын айқындауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Алматы болжау полигоны, төмен жиілікті геомагниттік вариациялар, геомагниттік өрістің модулі, магнитвариациялық станциялар, өзара спектрлер, өзара корреляциялық функция, бағдарламалық құралдар, сейсмикалық оқиғалар, аномалиялар, жер сілкіністерінің нышандары.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 82 – 89

UDC 626.81(574.5)

A. A. Tursunova, A. A. Saparova

Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan

TEMPORAL FLUCTUATIONS OF WATER RESOURCES OF SOUTH AND SOUTH-EAST KAZAKHSTAN

Abstract. Analysis of publications on a global scale forces us to admit that the world is undergoing global changes in climate, water resources, and also there are significant changes in geographic environment. Over the past 25–30 years, Kazakhstan has experienced the most severe changes in the main factors that determine the fluctuations of water resources and their changes in time and territory, which include the drastic alterations in socio-economic sphere and the observed climate change.

The present studies are devoted to urgent problems of the current state and the change in the patterns of formation and distribution of surface water resources of South and South-East Kazakhstan.

Water resources of the southern region of the country are considered in view of the changing factors in formation of water resources: the hydrological regime, economic activities in the catchment basins and the possible global and regional climate change.

In the long-term dynamics of the water resources of *South and South-East Kazakhstan*, there is some tendency to increase all over the place. As for total water resources of the region for the modern period, they are slightly higher than this characteristic for the long-term period. Analysis of data shows that there are no existing significant trends of water resources of the river basins under consideration. Though some increase in water content, substantiated by quantitative values of the runoff, takes place.

The conducted studies of the distribution of water resources over the territory and changes over time can provide a secure basis for long-term planning and development of large-scale activities for the integrated management and protection of water resources and for solving the complex problems of water supply in the southern regions of river basins of Kazakhstan.

Keywords: runoff, river basin, water resources, long-term fluctuations, dynamics of the water resources.

Introduction. The environmentally tense situation in all regions of Kazakhstan, formed nowadays, is aggravated due to problems of water supply for the areas and because water basins and major waterways are transboundary. Timely specification of the existing water resources in our country, as well as their use, is one of the first tasks in the modern hydrology of Kazakhstan. Problems of study of modern fluctuations and changes in the course of river runoff are becoming more urgent due to ongoing changes in the climatic system of the Earth and the strengthening of anthropogenic impact on water resources.

Distinguished in studies of long-term fluctuations of river runoff. Basins of rivers of South and South-East Kazakhstan were relatively well studied in hydrological aspect, this include the Aral-Syrdariya, Shu-Talas and Balkhash-Alakol water-economic basins (figure 1). First glimpse of the norm of river runoff of the south region of Kazakhstan were performed by Schultz V.L. (Schulz V.L., 1965) and Zaikov B.D. (Zaikov B.D., 1946), more detailed studies were conducted before 70-ies of the last century Sosedov

et al. (Sosedov I.S. et al. 1984; Surface water resources of the USSR. Central Asia. Basin of the Syrdariya river, 1969; Surface water resources of the USSR, 1973; Surface water resources of the USSR, 1970; Lavrentyev P.F. et al. 1963; Korovin V.I., 1966; Boldyrev V.M., 1965). The analysis of the hydrological study of rivers shows that while large and medium rivers are characterized by systematic and rather long-lasting observations, for small rivers there are only separate scattered data.

The study of temporal patterns of fluctuations of river runoff in time and space is one of the most complicated problems. The following main trends can be distinguished in studies of long-term fluctuations of river runoff:

1) the study of century-long and intra-century runoff fluctuations to identify groupings of low-water and high-water years, their duration and repeatability, as well as identification of areas with synchronous and asynchronous runoff fluctuations;

2) study of the links between runoff fluctuations, synoptical and heliophysical processes (types of atmospheric circulation, cycles of solar activity and others, etc.);

3) study of long-term runoff fluctuations in time and space with the help of differential integral curves;

4) study of long-term runoff fluctuations in time with the help of Markov's A.A. discrete chains.

The point of the first trend is modeling, i.e. artificial reconstruction of long runoff series through one of the variants of the Monte-Carlo method. The fundamentals and calculating techniques of that method with regard to hydrological and water-economic objectives were developed by Svanidze [30] and the idea and a principal scheme of modeling of the level of drainage basins on the basis of the Monte-Carlo method was suggested by Khomeriki (Khomeriki I.V., 1979). Monte-Carlo method allows to obtain information about the selective distribution in such cases when the common theory of selective distributions is helpless. But this method does not take into account the difference in a calendar sequence of members of sampling and the general population.

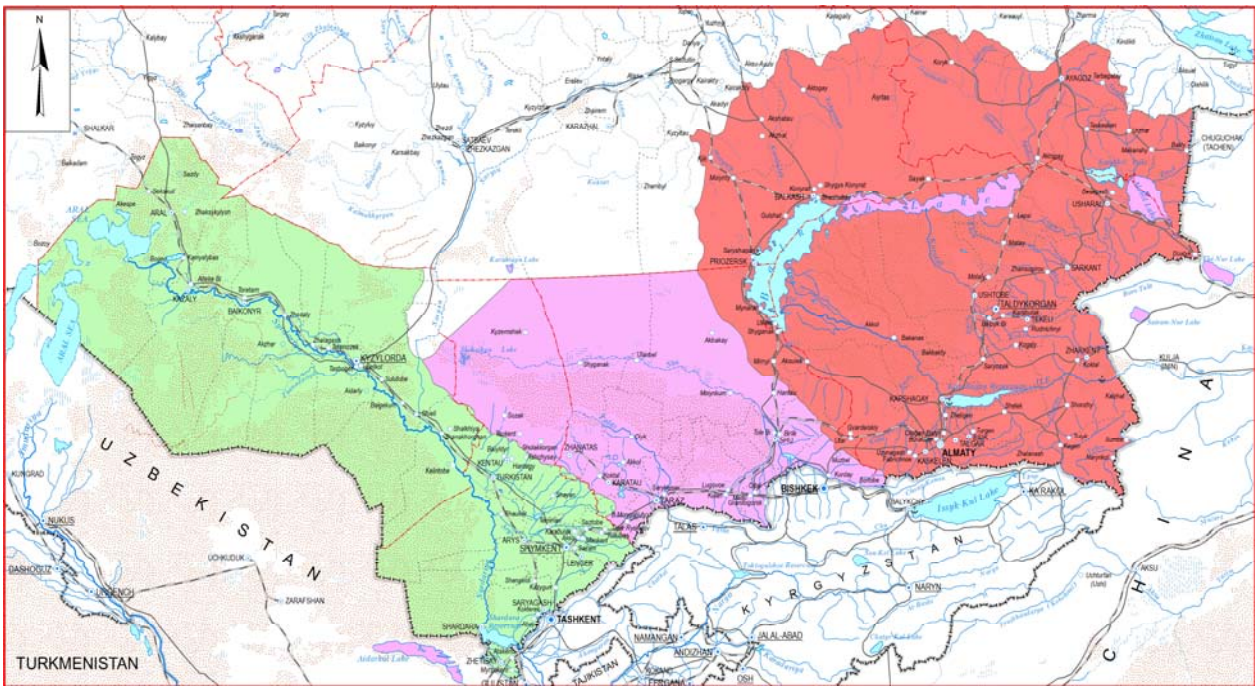


Figure 1 – Hydrographic scheme of river basins of South and South-East Kazakhstan

1. In the second trend, numerous studies on availability of links between runoff fluctuations, synoptic and heliophysical processes were conducted. In order to clarify physical reasons of formation of low-water and high-water periods on the territory of the northern hemisphere, many researches (Belinskiy N.A, Kalinin G.P., 1976; Smirnova K.I., 1974; Girs A.A., 1987; Afanasyev A.N., 1967; Shnitnikov A.V.,1950; Baidal M.Kh., 1964; Korovin V.I., 1964; Kurdin N.D., 1990; Andreyanov V. G., 1959; Aniksina N.A., 1970; Giorgio Z.V., 1957; Druzhinin I.P., 1966) tried to find a connection between fluctuations of annual

runoff and W, C, E (western, meridional, eastern) types (forms) of atmospheric circulation on Wangenheim, Girs or on B.L. Dzerdzeyevskiy (Girs A.A., 1987; To study the dynamics, 2005).

Despite the dependence of river runoff fluctuations on the types of atmospheric circulation and indices of solar activity, described in a number of studies, its definition is very difficult. Fluctuations in annual river runoff over long periods of time in some cases repeat changes of fluctuations of indices with the types of atmospheric circulation and solar activity, in others they are opposite and in the third case they have an independent character.

2. However, the researchers of the Institute of Geography of the RK made an attempt to find the interrelationship of hydrological characteristics and repeatability of ECM (elementary circulation mechanisms) on B.L. Dzerdzeyevskiy, measured by numbers of days, based on the direct accounting of the nature of atmospheric circulations; though this method has yet to be considered not as a forecast but rather an evaluation of influence and illustration of scenarios of synchronous development of natural processes in atmosphere and hydrosphere (Druzhinin I.P. et al, 1966).

3. The third trend – a way of differential integral curve to evaluate the cyclical fluctuations of many natural phenomena was for the first time proposed (Andreyanov V.G., 1959) for the first time started to make a comparative analysis of heterogeneous material on the basis of normalization of differential integral curves of modular coefficients. The differential integral curves are widely used to identify the phases of high and low water content of rivers, the points of change of phases. The comparison of the course of the study characteristic on different rivers is ideal only in case of the same composition of years of original series, which is not always possible in the practice of hydrological observations. In case of super-century course the marked inaccuracies will be exacerbated depending on the value of changeability of the element. Thus, the calculation of ordinates from the middle and the construction of differential integral curve on them does not always reflect the actual conditions of the full cyclic process.

4. The forth trend in the study of long-term fluctuations of river runoff with the use of Markov's discrete chains allows discovering the patterns of transition of runoff phases and their difference in various basins. Markov's chain with discrete time is a chain, changes in the states of which occur in the certain fixed points of time. First of all, the relative simplicity of the quantitative evaluation of the analyzed relationships should be attributed to the advantages of this method, as well as the possibility of practical use in water-economic calculations. However, it would be not correct to assert about unidirectional changes without the analysis of reliability of availability of trends. There is a number of methods to check the availability of linear unidirectional changes.

Methods to check the availability of linear unidirectional changes. Methods of averaging values with the further graphic representation of their course are also accepted in the statistics. Sliding averages are generally used with data of temporal series to smooth out short-term fluctuations and to distinguish key trends or cycles. Mathematically, the sliding average is one of types of verification, and can therefore be considered as a low-pass filter, used in signals processing.

Identification of linear trends was carried out for three periods: 1) for a long-term period; 2) for the period from the beginning of observations till 1972–1973; 3) for the current period (from 1973–1974 to 2007).

In the long-term dynamics of water resources everywhere there is some tendency to increasing (figure 2). Summary water resources of the region for the current period are slightly higher than this characteristics for a long-term period. The increase of runoff of winter and the beginning of spring periods is particularly noticeable.

In our case, the methodology, widely applicable in hydrology and meteorology (Research Report 2005; Polyak I.I., 1975), is used. According to this methodology, based on the check of statistical significance of parameters of the trend, the following equation of linear regression is calculated:

$$Y(t) = a_0 + a_1 t$$

where Y(t) – the values of the study water resources (river basin); t – the serial number of the observed value; a_0, a_1 – the regression coefficients.

To accept the hypothesis about the presence of a linear trend on the methodology of I.I. Polyak it is necessary to meet the following conditions:

$$\overline{\sigma} \le \sigma^2, \quad |a_1| \ge 2\sigma_{a_1}$$

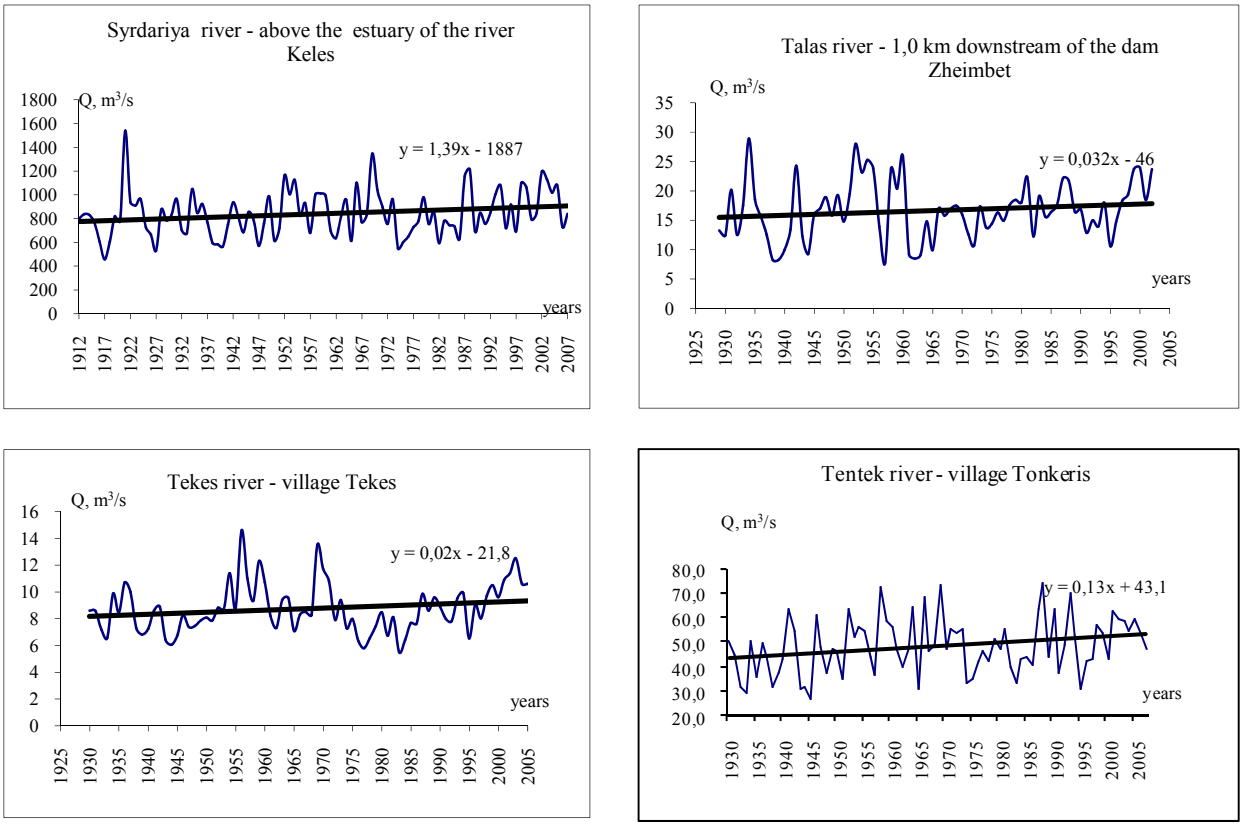


Figure 2 – Long-term fluctuations of runoff of the major rivers of South and South-East Kazakhstan

where $\overline{\sigma}^2$ – the dispersion of deviation of the observed values from the line of the trend, where the category is defined as follows:

$$\overline{\sigma}^2 = \sigma^2(1\text{-}R^2)$$

σ_{a_1} – the average quadratic deviation of the regression coefficient a_1, which is defined as follows:

$$\sigma_{a_1} = \sqrt{\frac{12}{n(n-1)}}\sigma$$

If the conditions (2) are not met, the linear trend is not significant with the probability of 5 % (Polyak I.I., 1975).

The considered method is effective with normally distributed sampling (of «white noise»). However, the runoff series usually do not meet that condition, so the evaluation of the linear trend, and hence, the output of stationarity of the original series, is justified to the extend when the initial information differs from the normal distribution.

The check of the presence of the linear trend, series of water resources of river basins of South and South-East Kazakhstan. Thus, the identification of linear trends by the given method was carried out for the three periods: 1) for a long-term period; 2) for the period from the beginning of the observations till 1972-1973; 3) for the current period (from 1973-1974 to 2007). The results of calculations of some of the stations are shown in Table.

In order to identify patterns of fluctuations of river runoff let us refer to the analysis of differential integral curves of the annual runoff: the course in the time of the accumulated difference $\Sigma(ki\text{-}1)/C_v$, at which the phase of rise of curve means high-water period (runoff of the sampling average), a recession - low-water (below average), and a point of inflection – the boundaries of those periods (Bronstein I.N., 1967; Davletgaliyev S.K, 2000; Rozhdestvenskiy A.V., 1974).

The course of the integral curves of the major rivers of South and South-East Kazakhstan is shown in figure 4. The long homogenous series were previously chosen for the major rivers of the region. It follows out of the calculations that on the major rivers of the basin of Syrdariya river two phases including small

The check of the presence of the linear trend, series of water resources of river basins of South and South-East Kazakhstan

№	River-settlement	Period	Dispersions		a_1	$2\sigma_{a_1}$	Significance of the trend
			$\overline{\sigma}^2$	σ^2			
1	Syrdariya river – above the mouth of the Keles river	1912-2007	34641	36685	1,39	13,9	–
		1912-1972	36225	38202	2,34	22,4	–
		1973-2007	32311	34539	8,21	37,3	–
2	Arys river – Zhaskeshu village	1912-2007	1,39	1,46	0,004	0,088	–
		1912-1972	1,70	1,80	0,018	0,15	–
		1973-2007	0,86	0,89	0,036	0,19	–
		1973-2002	77,2	100	0,41	2,01	–
3	Talas river – in 1,0 km lower then Zheimbet dam*	1929-2002	21,2	24,2	0,032	0,36	–
		1929-1972	28,1	32,2	-0,014	0,65	–
		1973-2002	10,9	12,1	-0,12	0,70	–
4	Assa river – r-w.st. Maimak*	1929-2002	6,34	7,85	0,025	0,20	–
		1929-1972	8,64	11,0	0,035	0,38	–
		1973-2002	2,85	3,16	0,063	0,36	–
5	Sharyn river – Sarytogai hole	1930-2006	73,1	53,3	0,14	0,77	–
		1930-1973	56,4	51,2	0,2	1,17	–
		1974-2006	93,6	50,7	0,68	2,13	–
6	Turgen river – Tauturgen village	1930-2006	1,17	1,11	0,007	0,10	–
		1930-1973	1,08	1,07	0,008	0,16	–
		1974-2006	1,31	1,14	0,056	0,25	–
7	Tekeli –Tekeli	1930-2006	0,46	0,45	0,003	0,06	–
		1930-1973	0,45	0,45	0,006	0,10	–
		1974-2006	0,49	0,41	0,034	0,15	–
8	Eginsu river – Blagodatnoye village	1930-2006	0,63	0,65	0,006	0,06	–
		1930-1973	0,83	0,84	0,011	0,10	–
		1974-2006	0,32	0,42	0,037	0,13	–
		1930-1973	6,49	6,49	0,049	0,29	–
		1974-2006	2,40	3,65	0,11	0,38	–
9	Tentek river – Tonkeris village	1930-2006	127	128	0,13	0,82	–
		1930-1973	140	140	0,38	1,36	–
		1974-2006	109	115	0,43	2,15	–

cycles are distinguished in the course of runoff: high-water from 1912 to 1972 and low-water 1973, some increase in runoff in the end of 80-ies and in the beginning of 90-ies was observed.

The year of 1969 was the high-water year for the Syrdariya river, after that a sharp decrease of river runoff till 90-ies is observed, in the last decades (1991-2007) an increase in runoff is traced. There is a synchrony in the course of runoff of all river basins of the Syrdariya river with slight differences in fluctuations in 1-2 years.

On the rivers of the basin of rivers Shu and Talas (figure 4) from 1936 to 2009 there are 3 periods of different water content in the region. 1 cycle – from 1936 to 1950 a decrease of runoff was observed. The second low-water cycle was from 1960 to 1975-ies and the third cycle was from 1989 to 1996. Each time the duration of each cycle decreased from 15 to 7 years.

On the rivers of the study region high-water years were from 1951 to 1959 and from 1975 to 1989, as well as after 1996 there is an increase of river runoff. The duration of high-water periods is 9 and 15 years.

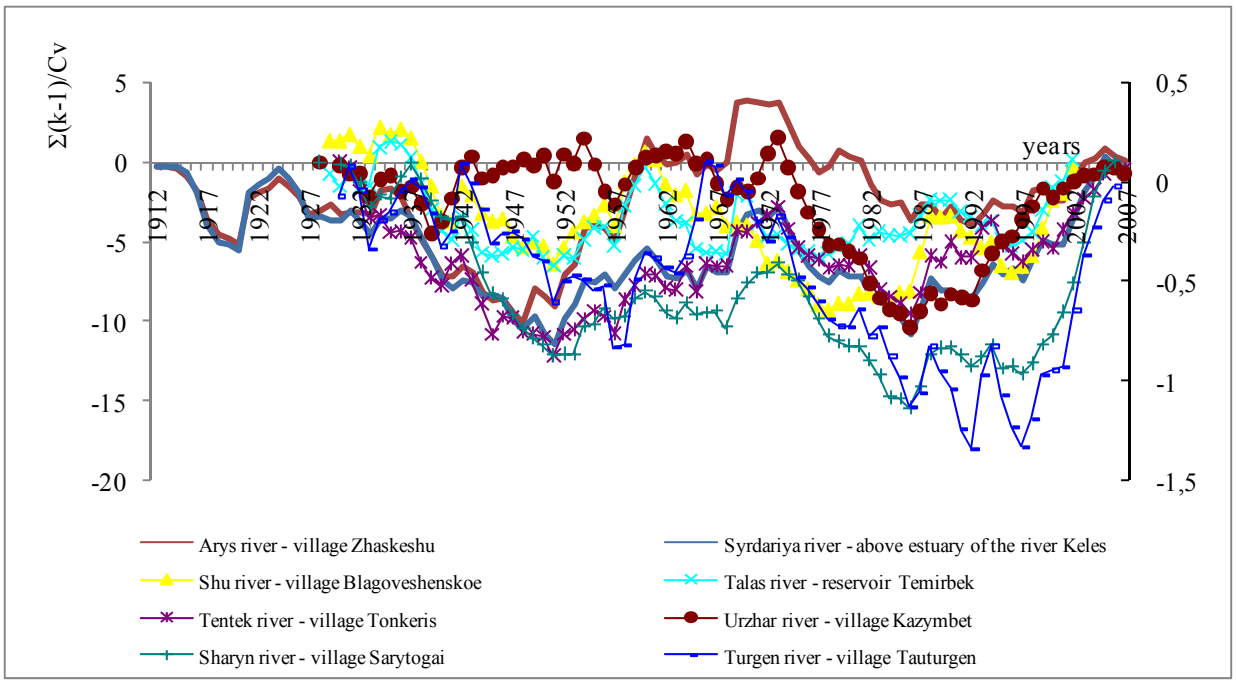


Figure 4 – The superposed integral curves of modular coefficients of major rivers of South and South-East Kazakhstan

The following two main elements are distinguished on the majority of integral curves of the Balkhash river basin: peak (transition from high-water to low-water phase) – from the middle of 50-ies till the end of 70-ies, minimum from 40-ies till the middle of 50-ies. On some curves there is a minor third element – a small peak in the end of 30-ies. Even a tendency to alternation of anomalies sign is typical for the Ile river. The cyclicality of runoff with a duration of 11-12, 5-6 and 3 years is observed. Here, the earlier made findings on the absence of a clear territorial localization of the long-term course of annual runoff neither within the Ile nor Zhetysu Alatau are confirmed. Some asymmetry is observed in the course of runoff of the Ile and Zhetysu Alatau, which is associated with the difference in the conditions of feeding of rivers (Galperin R.I., 1986; Sosedov et al. 1984.). To the analysis conducted before by other authors it can only be added (Galperin R.I., 1986; Galperin R.I., 1990; Research Report 1987; Sosedov I.S., 1976; Coll. of scientific proceedings 1993; Water resources Coll. of scientific proceedings 1993) that a significant change of the course of differential integral curve at all stations of the catchment basin of the Ile river is observed since 1970, that cannot be explained only by the influence of anthropogenic factor on runoff, possibly the ongoing climate changes increase the runoff of glacier-fed rivers in recent decades.

In the basin of the Alakol lake, in general, fluctuations of water content of rivers of the study region are synchronous. The certain features are caused by orographical features and geographical location.

In the basin of the Tentek river in 50-ies and in 1974-1986 low water periods, and in 1951-1973 and in 1987-2007 high-water periods were observed. There are some features in fluctuations of water content of rivers of northern basins of the study area, for example, such as in the Tentek river. Thus, while the Tentek river in 1962-1968 was characterized by high-water, other rivers of the study area were characterized by low-water during the same period.

2 main phases can be distinguished on the most part of integral curves: from 1912 (1928-30) to 1972-73 - the high-water phase and from 1973-74 to the mid 80-ies - the low-water phase. Later, starting from 1984-86, the beginning of rise of the curve is observed, i.e. high-water phase, which is continuing till present. This period (1986-2007) differs with minor fluctuations of runoff during 2-3 years and the change of rise and fall of the curve.

Conclusion. The differential integral curves are widely used to identify the phases of high and low water content of rivers, the point of change of phases. But it is necessary to take into consideration that they illustrate the course of the accumulated anomaly only relatively to the sampling average. The comparison of the course of the study characteristic on different rivers is ideal only in case of the same composition of years of the original series, which is not always possible in practice of hydrological observations.

In the long-term dynamics of water resources of *South and South-East Kazakhstan* everywhere there is some tendency to increasing. As for the summary water resources of the region for the current period, they are slightly higher than this characteristic for the long-term period. The data analysis shows that there are no existing significant trends of water resources of the study river basins. Though some increase in water content, which is justified with quantitative values of runoff, takes place.

REFERENCES

[1] Afanasyev A.N. Fluctuations of hydrometeorological regime on the territory of the USSR. Moskva: Nauka, 1967. P. 25-75 (in Russian).

[2] Andreyanov V.G. Cyclical fluctuations of annual runoff, their changes within the territory and accounting in calculating runoff. Proceedings of the III All-USSR Hydrol. Congress. Vol. 2. Leningrad, 1959. P. 326-335 (in Russian).

[3] Aniksina N.A. Study of the dependence of annual runoff of rivers of the USSR from the atmospheric circulation. Proceedings of SHI, 1970. Issue 179. P. 63-98 (in Russian).

[4] Baidal M.Kh. Macrocirculation analysis and long-term weather forecasting, seasonal phenomena and climate variability in Kazakhstan, p I and II. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1964. P. 8-25 (in Russian).

[5] Belinskiy N.A., Kalinin G.P. On the forecasts of fluctuations of the levels of the Caspian Sea. Proceedings of NRU SDGMS. Ser. 4, 1976. Issue 37. P. 3-21 (in Russian).

[6] Boldyrev V.M. Regime of rivers and temporary waterways of the Alakol depression// Problems of Geography of Kazakhstan: Collection of scientific proceedings. Alma-Ata: Nauka, 1965. Issue 12. P. 52-61 (in Russian).

[7] Bronstein I.N., Semendyayev K.A. Reference book on mathematics. Moskva: Nauka, 1967. 608 p. (in Russian).

[8] Davletgaliyev S.K. Analysis of homogeneity of hydrological data. Almaty: The Kazakh University, 2000. 103 p. (in Russian).

[9] Galperin R.I. Some data on the long-term fluctuations of hydrometeorological parameters in the basins of lakes of Balkhash-Alakol. Problems of hydrology of irrigated lands of Kazakhstan.: Coll. of scient. art., KazSU, Alma-Ata, 1986. P. 25-31 (in Russian).

[10] Galperin R.I., Davletgaliyev S.K. Water resources of the Lake Balkhash basin in the zone of runoff formation. // Natural resources of the Ili. Balkhash region: coll. of scient. art. Science of the KazSSR, Alma-Ata, 1990. P. 57-67 (in Russian).

[11] Geographical problems of the Ili-Balkhash basin. Coll. of scientific proceedings. Edited by A.A. Tursunov. Almaty: Gylym, 1993. 211 p. (in Russian).

[12] Giorgio Z.V. Experience in long-term forecasting of runoff of rivers of Central Asia. - Proceedings of SASU, new series. 1957. Vol. 1. 129 p. (in Russian).

[13] Girs A.A. Fluctuations of atmospheric circulation of many years and long-term hydrometeorological forecasts. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987. 319 p. (in Russian).

[14] I.P.Druzhinin, Z.P. Kovalenko, V.P. Kukushkina, N.V. Khamyanova. River runoff and geographic processes. Moskva: Nauka, 1966. 293 p. (in Russian).

[15] Khomeriki I.V. On the numerical modeling of the water balance of the Caspian Sea. Water resources. 1979. N 4. P.100-108 (in Russian).

[16] Korovin V.I. The influence of hydrometeorological conditions on rivers runoff and the level of lake basins of the Upper Irtysh and Balkhash-Alakol depression. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1964 P. 8-25 (in Russian).

[17] Korovin V.I. The influence of hydro-meteorological conditions on river runoff and lake levels. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1966. 377 p. (in Russian).

[18] Kurdin R.D. On the methodology of accounting of the climatic factor in calculations of the future regime of drainless water bodies. Proceedings of the Vth All-USSR Hydrol. Congress. 1990, Vol. 8. P.61-65 (in Russian).

[19] Lavrentyev P.F., Golubtsov V.V., Yurina Ye. G. The average runoff and its fluctuations in the basin of the Balkhash lake – Alakol depression. Almaty: KazSRHMI, 1963. Issue.18. P. 3-28 (in Russian).

[20] Polyak I.I. Evaluation of the linear trend of temporal meteorological series. Proceedings of the MGO. 1975. Issue 364. P.51-58 (in Russian).

[21] Rozhdestvenskiy A.V., Chebotaryov A.I. Statistical methods in hydrology. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974. 424 p.

[22] Schulz V.L. The rivers of Central Asia. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1965. 691 p. (in Russian).

[23] Shnitnikov A.V. Intra-century fluctuations of the level of steppe lakes of Western Siberia and Northern Kazakhstan and their dependence on climate variability. Proceedings of the Laboratory of Limnology. AS of the USSR. Vol. I. 1950. P. 25-38 (in Russian).

[24] Smirnova K.I. Regime of the present and future level of the Caspian Sea. Meteorology and hydrology, 1974. N 1. P. 3-21 (in Russian).

[25] Sosedov I.S. Methodology of territorial water-balance generalizations in mountains. Alma-Ata: Science of the KazSSR, 1976. 154 p. (in Russian).

[26] Sosedov I.S. et al. The water balance and water resources of northern slope of Dzhungar Alatau. Alma-Ata: Nauka, 1984. 150 p. (in Russian).

[27] Surface water resources of the USSR. – Basins of the Issyk-Kul lake, rivers of Chu, Talas and Tarim. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973. Vol. 14, issue. 2. 308 p. (in Russian).

[28] Surface water resources of the USSR. Central and South Kazakhstan. Basin of the Balkhash lake. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970. Vol. 13, issue 2. 646 p. (in Russian).

[29] Surface water resources of the USSR. Central Asia. Basin of the Syrdariya river. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1969. Vol. 14, issue 1. 512 p. (in Russian).

[30] Svanidze G.G. Mathematical modeling of hydrological series. L.: Gydrometeoizdat, 1977. 294 p. (in Russian).

[31] To study the dynamics of change of surface water resources in consideration of the anthropogenic and climatic factors as the basis of hydro-ecological security of the Republic of Kazakhstan and "typification of circulation processes in the atmosphere on B. L. Dzerdzeyevskiy and their use in hydrological calculations". IG MES RK Almaty, 2005. 108 p. (in Russian).

[32] Zaikov B.D. The average runoff and its distribution within a year on the territory of the USSR. Leningrad: Gydrometeoizdat, 1946 (in Russian).

А. А. Турсунова, А. А. Сапарова

География институты, Алматы, Казақстан

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІГІ ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫ СУ РЕСУРСТАРЫНЫҢ УАҚЫТША ТЕРБЕЛІСІ

Аннотация. Әлемдік ауқымдағы жарияланымдарды талдау жер шарында климат, су ресурстарының өзгерісі, сонымен қатар географиялық ортада да өзгерістер туындап жатқандығын көрсетеді. Соңғы 25–30 жылда Қазақстан аумағында су ресурстары тербелісін және олардың кеңістік және уақыт бойынша өзгерістерін айқындайтын негізгі факторлары елеулі өзгерістерге ұшырады. Мақала Қазақстанның Оңтүстігі және Оңтүстік-Шығысы беттік су ресурстарының қазіргі жағдайына, қалыптасу және таралу заңдылықтары туралы маңызды мәселелеріне арналған.

Түін сөздер: ағынды, өзен алабы, су ресурстары,көпжылдық тербеліс, су ресурстарының динамикасы.

А. А. Турсунова, А. А. Сапарова

Институт географии, Алматы, Казахстан

ВРЕМЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮГО И ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация. Анализ публикаций в мировом масштабе вынуждает нас признать, что во всем мире происходят глобальные изменения климата, водных ресурсов, также в географической среде происходят значительные изменения. За последние 25–30 лет в Казахстане произошли наиболее серьезные изменения основных факторов, определяющих колебания водных ресурсов и их изменение во времени и по территории, к которым относятся кардинальные преобразования в социально-экономической сфере и наблюдающиеся изменения климата. Настоящие исследования посвящены актуальным вопросам современного состояния и изменения в закономерностях формирования и распространения ресурсов поверхностных вод Юга и Юго-Востока Казахстана.

Ключевые слова: сток, речной бассейн, водные ресурсы, многолетние колебания, динамика водных ресурсов.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 90 – 94

M. Khusnitdinova

Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: germironame@gmail.com

ENVIRONMENTAL PROTECTION MEASURES FOR RATIONAL NATURE MANAGEMENT IN THE BORDER AREA OF THE KAZAKH-KYRGYZ SECTOR

Abstract. In the article have studied the main environmental problems of the border area of the kazakh-kyrgyz sector which have been identified in the course of the field survey. Has been offered the system of environmental protection measures that are aimed at regulating the sustainable development of the landscape-ecological state of the environment of the border area: measures to improve the condition of irrigated and non-irrigated arable lands, measures to improve the condition of pastures, measures to prevent the degradation of bottom lands and forest landscapes, measures to prevent pollution of ground and surface water, measures of water use in transboundary basins Shu and Talas rivers to ensure the integrated management of water resources, measures to prevent and eliminate pollution of soils, measures to restore the mode of operation of reserves and the creation of cross-border nature-reserve framework, measures to preserve landscape and biological diversity, measures to minimize manifestations of degradation processes in natural complexes of agricultural purposes.

Keywords: cenvironmental protection measures, rational nature management, border area, kazakh-kyrgyz sector.

УДК 911+502.5:502.6:502.7+504.03+504.05+504.06

М. А. Хуснитдинова

ТОО «Институт географии», Алматы, Казахстан

ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНСКО-КЫРГЫЗСКОГО СЕКТОРА

Аннотация. Рассмотрены основные природоохранные проблемы приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора, которые были выявлены в ходе проведенного полевого обследования. Предложен комплекс природоохранных мероприятий, направленный на регулирование устойчивого развития ландшафтно-экологического состояния приграничной территории.

Ключевые слова: природоохранные мероприятия, рациональное природопользование, приграничная территория, казахстанско-кыргызский сектор.

Устойчивое природопользование приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора, должно базироваться на совместных решениях вопросов в области охраны и рационального использования окружающей среды с учетом разработки единых критериев оценки, общих нормативных и методических документов по использованию природных ресурсов и интересов соседствующих субъектов. Необходимость правового урегулирования приграничных проблем, в том числе и в области охраны и рационального использования трансграничных ресурсов неоднократно рассматривалась на встречах различного уровня между представителями Казахстана и Кыргызстана, нашло свое отражение в ряде подписанных соглашений и нормативных актах [1, 2].

Установлено, что одной из главных природоохранных проблем, носящих трансграничный характер, является проблема разработки согласованных механизмов комплексного управления трансграничными водными ресурсами и разработки мер по снижению их загрязнения [3]. Основными трансграничными водными ресурсами на территории приграничного казахстанско-кыргызского сектора являются реки Талас, Шу с их притоками. Разработка согласованных механизмов управления данными речными системамизаключается, прежде всего, в решение вопросов их вододеления. Проведенный анализ величин водоподачи из бассейна р. Шу на территорию Казахстана за последние 15 лет [4] показывает, что отмечаются трудности пообеспечению орошаемых земель поливной водой, закрепленных за Большим Шуйским каналом, особенно в маловодные годы. Трудности в доставке воды вызваны в первую очередь следующими факторами: недостатком воды, неудовлетворительным состоянием ирригационных каналов (КПД-0,5), несанкционированным водозабором со стороны Кыргызстана.

Основной проблемой в водопользовании трансграничной реки Талас и ее притоков, является несоблюдение экологического стока (санитарных попусков воды), который должен составлять 4% от величины водных ресурсов, а предельно допустимый порог коэффициента использования водных ресурсов должен быть не более 65%, на данный момент он достигает около 99–100% в маловодные годы [4]. Немаловажный вопросом в водообеспечении приграничных территорий является соблюдение долевого участия в содержании и эксплуатации водохозяйственных объектов в бассейнах рек Шу и Талас, в частности Кировского водохранилища.

Следует особо отметить, что бассейны рек Шу и Талас являются густо заселенными районами, где сконцентрирована сельскохозяйственная и промышленная деятельность, что сказывается на экологическом состоянии поверхностных и подземных вод. Перед Казахстаном и Кыргызстаном стоит большая природоохранная задача по сохранению качественного состояния трансграничных поверхностных вод.

Разработка комплекса мероприятий, направленных на экологически безопасное функционирование промышленных объектов и минимизацию воздействия промышленных отходов (особенно радиоактивных), является важной природоохранной проблемой на данной приграничной территории. Значительную экологическую опасность здесь представляет «Таразский металлургический завод», где существует проблема исторического загрязнения фосфорсодержащими шламами, которая усугубляется тем, что права собственности на данные отходы не установлены и не проводятся мониторинговые наблюдения за их состоянием, также отсутствуют данные по химическому составу отходов. Проблема захоронения пришедших в негодность пестицидов и ядохимикатов решается крайне слабо. На приграничной территории Кыргызстана сосредоточено значительное количество хвостохранилищ (остатки наследия Советского Союза), содержащие большие объемы высокотоксичных отходов производства урана и других крайне вредных технологических отходов, находятся в критическом состоянии, вызывая опасность загрязнения и радиационного облучения. Наибольшую опасность для сопредельной территории Казахстана представляют хвостохранилища Кара-Балтинское, Ак-Тюзское, Буурдинское (горно-металлургического и химико-металлургического комбинатов) сосредоточенных в поселках Кара-Балта, Ак-Тюз и Боорду Чуйской области, где было накоплено свыше 126 млн м^3 отходов, которые складировались в семи горных отвалах (82 млн м^3) и 7 хвостохранилищах (43,95 млн м^3) [5].

В пределах исследуемой приграничной территории поиски путей минимизации воздействия производства, промышленных и бытовых отходов на окружающую среду решаются согласно утвержденным региональнымпрограммам по улучшению экологической ситуации и нуждаются:

– в выработке рекомендаций по созданию эффективного финансового механизма функционирования системы управления отходами;

– в предупреждении и ликвидации загрязнения почвенного покрова, путем создания единой системы регионального экологического мониторинга и контроляза загрязнением почв на территории промышленных предприятий, месторождений и состоянием санкционированных свалок муниципальных отходов.

Улучшение системы и качества питьевого водоснабжения и снижение загрязнения подземных и поверхностных вод является еще одной значимой природоохранной проблемой. 28 населенных пунктов, расположенных в пределах приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора (особенно в пределах приграничной территории Кыргызстана), нуждаются в качественной питьевой воде. За последние пять лет наблюдается увеличение загрязнения поверхностных вод по различным микроэлементам. Все это требует экстренной разработки природоохранных мероприятий по улучшению качества воды в озере Биликоль, реках Аксу, Карабалта, Шу, Талас, Аксу, Берикара и создания единой базы данных по мониторингу экологического состояния подземных и поверхностных вод в приграничных районах Казахстана и Кыргызстана.

Проведенные полевые исследования сельскохозяйственных угодий напригранич ной территории казахстанско-кыргызского сектора, показали, что по всей приграничной территории наблюдается масштабное развитие процессов дефляции, водной эрозии, дегумификации и вторичного засоления почв, что дает основания рассматривать проблему приостановления деградации почвенно-растительного покрова и восстановления природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных угодий и древесно-кустарниковых экосистем как трансграничную. Природоохранные мероприятия для решения данной проблемы должны быть направленывпервую очередь на:

– *улучшение состояния орошаемой и богарной пашни* путем вывода из севооборота нерентабельных земель, рекультивации нарушенных земель, внедрения водосберегающих технологий;

– *улучшение состояния ландшафтов пастбищного использования*, включающих соблюдение системы пастбищеоборотов, закрепление песчаных массивов (в частности пески Мойынкум), обводнение пастбищ и расширение сети искусственных мест водопоя скота;

– *предотвращение деградации пойменных и лесных ландшафтов* путем восстановления пустынных лесов способом посева семян саксаула (в Меркенском, Шуском приграничных районах Жамбылской области и Жамбылском районе Алматинской области), запрета на сенокошение в ландшафтах с очагами деградации и вырубку древесно-кустарниковой растительности.

К сожалению, в настоящее время на совместных встречах по трансграничному природопользованию, Казахстаном и Кыргызстаномне рассматривается на должном уровне вопросы устойчивого функционирования сельскохозяйственных угодий и сохранение их ландшафтно-ресурсного потенциала.

Создание международной сети трансграничных ООПТ и сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, является еще одной изактуальных природоохранныхпроблем. Для решения данной проблемы требуется разработка единого ландшафтно-экологического каркаса в рамках приграничных территорий Казахстана и Кыргызстана для создания устойчивого развития природно-хозяйственных систем.

Созданная нами карта природоохранных мероприятий приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора в масштабе 1 : 1 000 000, разработана на основе ландшафтно-экологической оценки и выявленных ландшафтно-экологических проблем природопользования, установленных в ходе проведенного нами полевого обследования, позволяет решить существующие ландшафтно-экологические проблемы природопользования и стабилизировать экологическое напряжение на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора (рисунок, таблица).

Разработка системы природоохранных мероприятий для данной приграничной территории осуществлялась в границах доминирующих классов ландшафтас учетом видов их современного использования, экологического состояния и степени развития процессов деградации. В процессе выработки комплекса природоохранных мероприятий были использованы государственные и региональные программы развития приграничных территорий Казахстана и Кыргызстана, касающиеся природоохранной политики и устойчивого природопользования.

Фрагмент карты природоохранных мероприятий на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора

Fragment of the map of environmental protection measures in the border area of the Kazakh-Kyrgyz sector

Фрагмент развернутой легенды к карте природоохранных мероприятий
на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора

Fragment of the detailed legend of the map of environmental protection measures in the border area of the Kazakh-Kyrgyz sector

Мероприятия по улучшению состояния орошаемой и богарной пашни	
П 1	Произвести инвентаризацию орошаемой и богарной пашни, вывод из севооборота нерентабельных земель и организационно-хозяйственные мероприятияпо рекультивации пахотных земель.
П 2	Расширить площади внедрения влаго-ресурсосберегающих технологий. Совершенствовать культуры орошения, соблюдать поливной режим.

В результате проведенного исследования установлено, чтоосновными направлениями устойчивого трансграничного природопользования казахстанско-кыргызского сектора должны стать: разработка мер по совместной охране трансграничных рек и снижению их загрязнения; разработка и реализация совместных действий по восстановлению лесных экосистем; экологически безопасное регулирование промышленных объектов и управление воздействием опасных веществ, промышленных и бытовых отходов; создание трансграничных ООПТ и сохранение биологического и ландшафтного разнообразия; разработка совместных действий по приостановлению деградации почвенно-растительного покрова;улучшение системы и управление качеством питьевого водоснабжения.

Основным принципом природоохранной деятельности на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора должны стать совместные решения вопросов в области охраны и рационального использования природно-территориальных комплексов на основе единых критериев оценки природной среды, общих нормативных и методических документов, при учете интересов соседствующих государств в области стабилизации ландшафтно-экологического состояния приграничных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Соглашение между Правительствами стран-участниц СНГ о взаимодействии в области экологии и охраны окружающей природной среды, а также Протокол о внесении изменений в Соглашение о взаимодействии в области экологии и охраны окружающей природной среды. – Москва, 8 февраля 1992 г.

[2] Рациональное использование водных и энергетических ресурсов Центральной Азии на период до 2020 г. – Бишкек: СПЕКА (Специальная программа для экономик государств Центральной Азии ЕЭК ООН), 2001.

[3] Касымова В.М. Энергоэффективность и устойчивое развитие Кыргызской Республики. – Бишкек, 2005. – 268 с.

[4] Развитие сотрудничества по адаптации к изменению климата в бассейнах рек Чу и Талас (Казахстан и Кыргызстан): основной отчет. – 2014. – 102 с.

[5] Урановые хвостохранилища в Центральной Азии: национальные проблемы, региональные последствия, глобальное решение // Информационные материалы к Бишкекской региональной конференции 21–24 апреля 2009 г. – Бишкек, 2009. – 81 с.

REFERENCES

[1] Soglashenie mezhdu Pravitel'stvami stran-uchastnic SNG o vzaimodejstvii v oblasti jekologii i ohrany okruzhajushhej prirodnoj sredy, a takzhe Protokol o vnesenii izmenenij v Soglashenie o vzaimodejstvii v oblasti jekologii i ohrany okruzhajushhej prirodnoj sredy. Moskva, 8 fevralja 1992 g.

[2] Racional'noe ispol'zovanie vodnyh i jenergeticheskih resursov Central'noj Azii na period do 2020 g. Bishkek: SPEKA (Special'naja programma dlja jekonomik gosudarstv Central'noj Azii EJeK OON), 2001.

[3] Kasymova V.M. Jenergojeffektivnost' i ustojchivoe razvitie Kyrgyzskoj Respubliki. Bishkek, 2005. 268 p.

[4] Razvitie sotrudnichestva po adaptacii k izmeneniju klimata v bassejnah rek Chu i Talas (Kazahstan i Kyrgyzstan): osnovnoj otchet. 2014. 102 p.

[5] Uranovye hvostohranilishha v Central'noj Azii: nacional'nye problemy, regional'nye posledstvija, global'noe reshenie // Informacionnye materialy k Bishkekskoj regional'noj konferencii 21–24 aprelja 2009 g. Bishkek, 2009. 81 p.

М. А. Хуснитдинова

ЖШС «География институты», Алматы, Қазақстан

ҚАЗАҚСТАН-ҚЫРҒЫЗСТАН ШЕКАРА АРАЛЫҚ СЕКТОРЫ АУМАҒЫНДА ТАБИҒАТТЫ ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ ҮШІН ТАБИҒАТ ҚОРҒАУ ІС-ШАРАЛАРЫ

Аннотация. Мақалада қазақстан-қырғызстан шекара маңы секторының негізгі табиғатты қорғау мәселелері қарастырылған, олар өткізілген далалық зерттеулер барысында анықталған. Шекара шектес аумақтағы табиғи ортаның ландшафттық-экологиялық жағдайын тұрақты дамытуды реттеуге арналған табиғатты қорғау іс-шаралар кешені ұсынылған.

Түйін сөздер: табиғатты қорғау іс-шаралары, табиғатты тиімді пайдалану, шекара аралық аумақ, қазақстан-қырғызстан шекара аралық секторы.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 95 – 101

UDK 665.6/7+ 691.322 + 625.7

N. A. Bektenov, E. E. Ergozhin, K. A. Sadykov, A. K. Baydullayeva

A. B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: bekten_1954@list.ru

HIGH POTENTIAL CONSTRUCTION MATERIALS BASED ON PETROLEUM WASTES

Abstract. This article presents the description of production processes of soil-concrete mixtures using petroleum wastes (petroleum-contaminated soils). Physicochemical and mechanical properties of petroleum-contaminated soils and soil-concrete samples have been researched. These products can be used for construction of bottom and top beds of highway and airport foundations as well as for ground stabilization.

Key words: soil-concrete, petroleum wastes, petroleum-contaminated soils (PCS), road construction.

1. Introduction. The problem of disposal of petroleum wastes accumulated as a result of activities of oil and gas enterprises has become very important these days first of all because of increased production volumes of petroleum industry. Development of effective ways of utilization will make possible conversion of hazardous wastes into valuable and safe products. It is a known fact that the drilling of oil wells leads to a severe contamination of soil and ground water with drill cuttings containing hydrocarbons, heavy metals and polymers, and that spilling of oil during production is associated with negative occurrences leading to devastation of soil and petroleum contamination of massive land areas. Oil wastes and petroleum-contaminated soils cause significant damage to environment [1, 2].

The most promising way to solve these problems is development of new technologies able to reclaim environment by using wastes to enhance quality of construction products. The wastes contain water and components that can increase the quality or partially replace expensive bitumen in asphalt concrete. Petroleum-contaminated soil may be considered as non-expensive road construction material that can be used for construction of frost blankets of roads and sidewalks as well as soil stabilizer in oil pipeline construction.

Research literature these days pays considerable attention to the issue of the use of local raw materials in production of new versions of concrete and soil-concrete. It is a known fact that cheap material leads to a cheaper end product. In our research, according to the present requirements, use of local Kazakhstani raw materials and wastes in production of soil-concrete and cement concrete is very important matter. The research utilized petroleum-contaminated soil obtained from Zhanauzen oilfields, marble cuttings from Mangistau region, different slags, brick pieces, asbestos wastes, pieces of glass and industrial wastes from Khromtau in Aktobe region[3-5].

The purpose of the research is development of technology of production of soil-concrete mixtures based on available and affordable raw materials – petroleum industry wastes, examination of physicochemical properties to define the most promising areas of their practical use.

2. Materials and Methods. Soil-concrete was prepared in the following way: petroleum-contaminated soil 30-55% by mass was mixed with Portland cement (15% by mass), sand 25% by mass, lime 5% by mass, industrial-construction wastes 30% by mass (tiles, shells, bricks, marble) in a mixer. Then water was added and the mixture was mixed to make homogenous grout.

Then mixture was poured into a mould and compacted with a metal stick or vibrator, which can be used when the mixture had a liquid or semi-liquid consistency.

Q-1000/D MOM (Budapest) derivatograph designed by F. Paulik, J. Paulik and L. Erdey was used for thermal analysis of the tested sample. The data was collected in air environment at 20-1000°C, with dynamic heating mode (dT/dt = 10 degrees/min), calibration standard sample – heat-treatedAl_2O_3,weight of the sample – 100 mg, balance sensitivity – 500 μV. Measuring sensitivity of the instrument systems: DTA = 250 μV, DTG = 500 μV, T = 500 μV.

3. Results and Discussion. We researched the composition and structure of raw material (petroleum-contaminated soil) to be used for production of soil-concrete.

Physicochemical properties of petroleum-contaminated soil obtained from Zhanauzen were determined by the way of IR spectroscopy (Figure 1). 1250 cm^{-1} shows the presence of organic-silicon compounds $Si(CH_3)_3$.

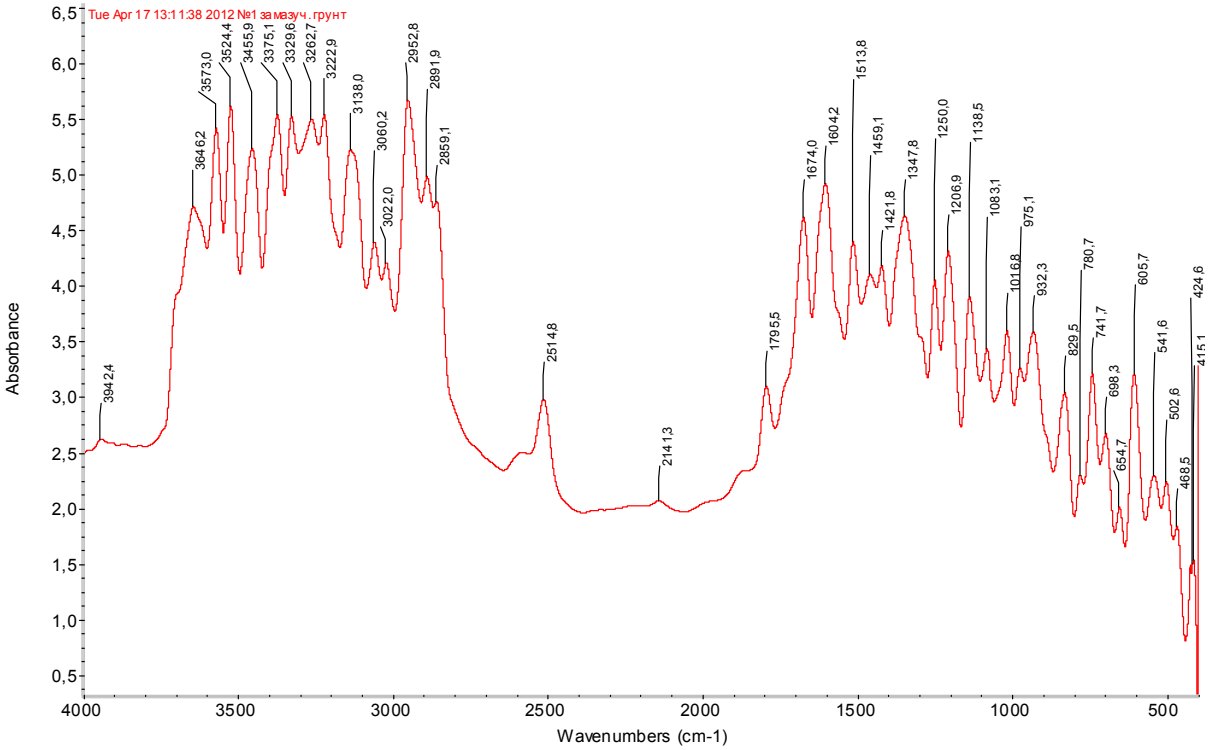


Figure 1 – IR spectrum, Zhanauzen petroleum-contaminated soil

There are also absorption bands at 2952, 2891, 2859, 1459cm^{-1}, associated with alkyl substituent's and CH_3, CH_2groups. Frequencies in the range of 3000 and3022 $cm^{-1}$are typical for rich amines and amine salts ($-NH_4^+$). The bands at 3646.2 3573.0 cm^{-1}, are associated with free hydroxyl groups. Absorption spectrum at 1674 $cm^{-1}$is the same for α, β–unsaturated ketones.

There is absorption band spectrum at 1083.1 cm^{-1}, typical for sulphates (asymmetric valence vibrations). At the frequency of 1604 cm^{-1}there is a presence of $–COO^-$ carboxylates (asymmetric and symmetric valence vibrations C-O), at 1459 cm^{-1}– carbonates, at 1250 cm^{-1}– nitrites (NO_2), at 975 cm^{-1} – silicates and at 1016, 1083 cm^{-1}– phosphates and sulphates. In the range of 2859 $cm^{-1}$and 3060 cm^{-1} is typical for unsaturated alkenes and aromatic compounds (valence vibrations of methyl group). The bands in the range of 541, 605 cm^{-1},relevant to the valence vibration of C-Slink, which can point to the presence of sulfoxides and mercaptans and respective derivatives.

X-ray diffraction analysis of Zhanauzen petroleum-contaminated soil showed different minerals besides organic substances. Interpretation of X-ray diffraction analysis with the use of international reference materials showed such basic minerals as feldspars, serpentines, calcites.

Figure 2 shows that Zhanauzen petroleum-contaminated soil contains 30% of carbon atoms, 65% of oxygen atoms, mineral substance include 0.25-1.51% of magnesium, calcium, aluminum, silicon as salts and oxides.

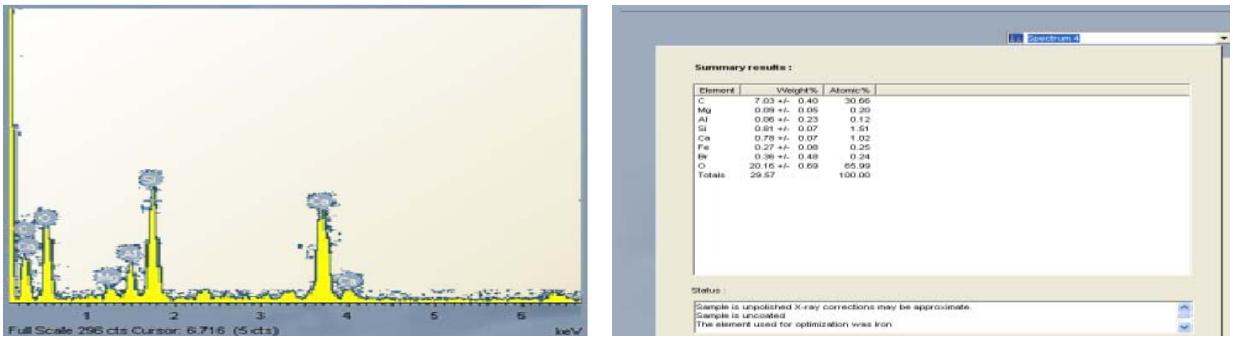


Figure 2 – X-ray diffraction analysis and chemical composition
of Zhanauzen petroleum-contaminated soil

Several samples of soil-concrete were prepared with the use of different construction wastes. Zhanauzen petroleum-contaminated soil was used along with construction wastes such as tiles, slags, bricks, shells, asbestos and glass pieces. Use of these materials in concrete production reduces the costs and helps in saving natural resources. The use and utilization of these wastes helps environmental protection.These concrete products can be used in road construction (sidewalks, highway beds) and in civil engineering.

Electron-microscopic analysis of the samples of soil-concrete was done with a scanning electron microscope (JEOL JSM – 6390 LV, JED 2300) and structural image was received at 10, 100 и 500 μm.

Figure 3 shows microstructure of the soil-concrete received with a scanning electronic microscope. It is possible to track the morphology of the soil-concrete surface using these pictures with different magnification of concrete particles.

Processing of the data defines the following:

1. Size of the particles from 20 to 400 μm
2. Particle structure – porous
3. Chemical composition, % by mass: carbon - 7.55; oxygen - 29.64; calcium-43.56; sodium - 0.33, aluminum - 2.15, magnesium - 0.70, sulphur - 2.99, silicon - 13.09 and small amount of phosphorous.

In the sample, in which the shells were used, the isolated isometric, sometimes oval pores were found (Figure 3). There are also few oval-shaped big pores (up to 40 μm) and isometric pores of "channel" type. It would seem that these pores are responsible for water adsorption.

Like all of tested soil-concrete samples, the sample with added glass pieces (Figure 4) has porous uneven structure with scarce inclusions of filler particles. Virtually ideal spherical shape of glass particles can be seen, which has a positive impact on physical and mechanical properties of composites. Glass pieces and fragments of big spheres can be also seen. Amorphous nature of glass bound by cement grout with mineral material provides strong structure resulting in better mechanical properties of soil-concrete.

In the samples with added ash and slag wastes, narrow slot-like pores as well as groups of connected irregular pores were found (Figure 5). There is also small quantity of isometric closed pores but they are relatively insignificant for the general structure porosity. Slot-like pores normally are bent, crescent-shaped but some straight pores can also be seen. Availability of small cells in the structure provides good insulating properties of concrete.

X-ray diffraction analysis of soil-concrete sample (Table 1) was done on D8 Advance (Bruker), α-Cu, 40 kv tube voltage, 40 mA current. EVA software was used for processing of diffraction patterns and calculation of planar spacing. Search/match software was used for interpretation and phase searching based on PDF-2 powder diffractometric Database. The following minerals were defined.

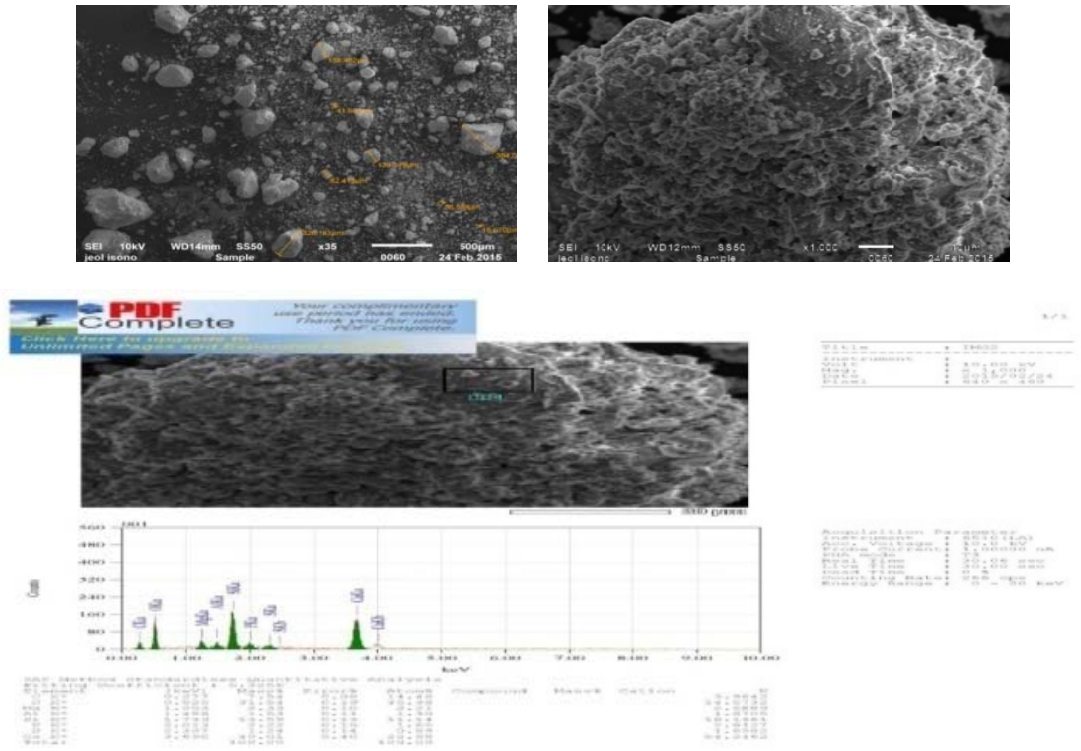


Figure 3 – Electronic image and elemental composition of soil-concrete with added shells

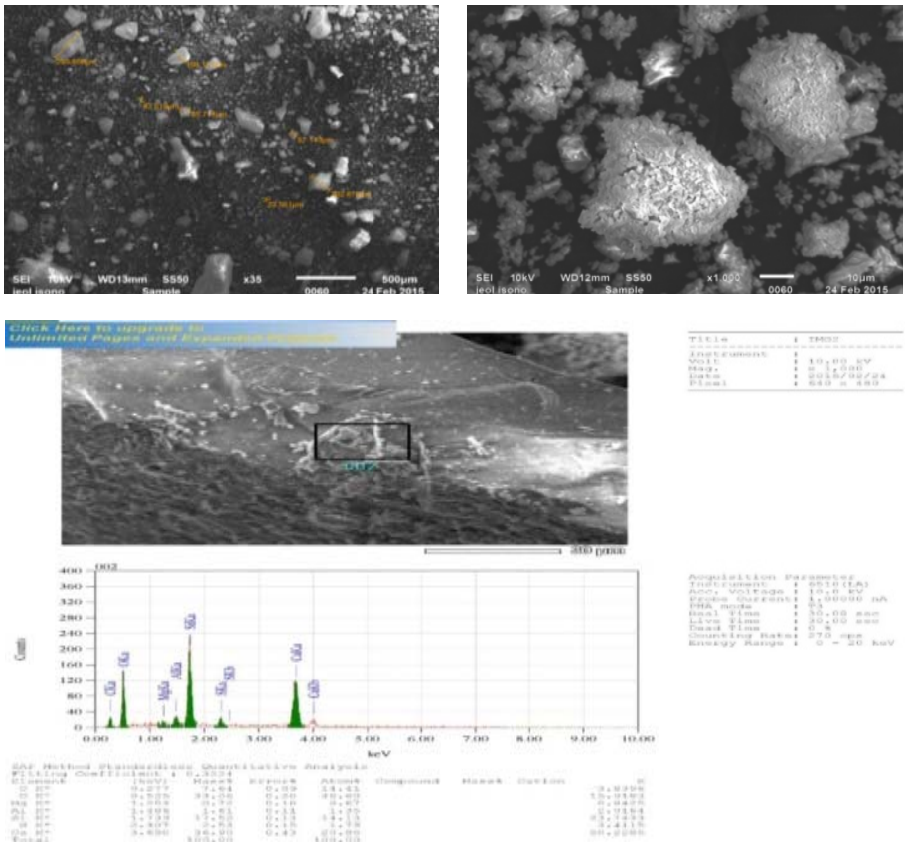


Figure 4 – Electronic image and elemental composition of soil-concrete with added glass pieces

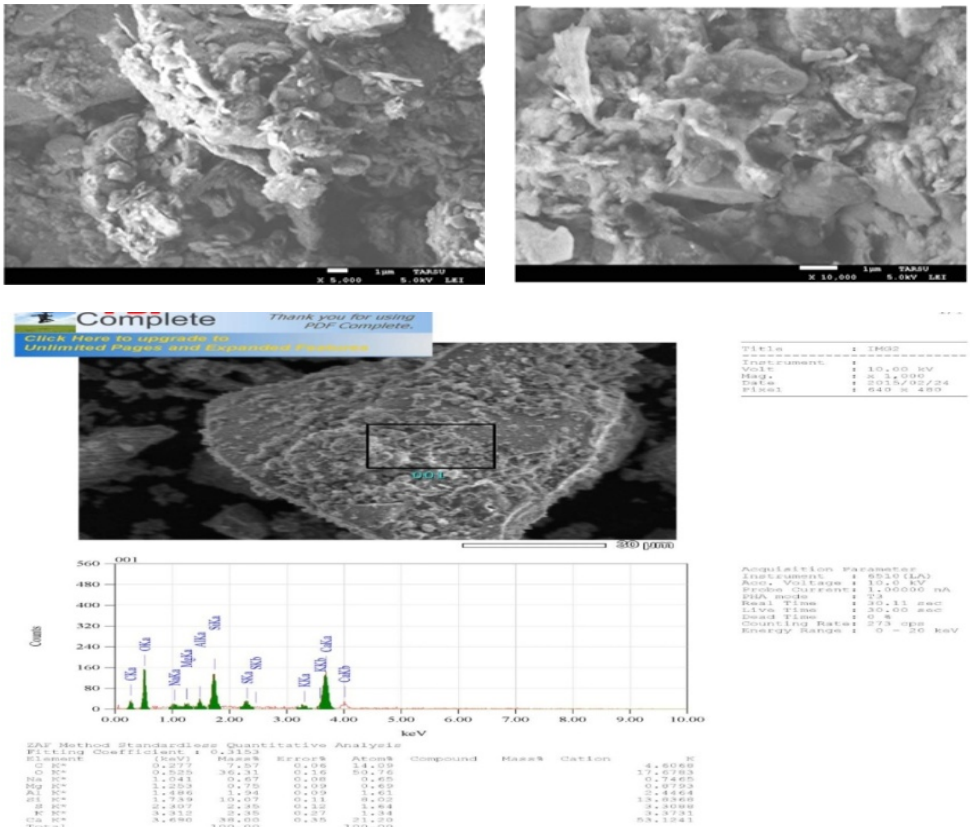


Figure 5 – Electronic image and elemental composition of soil-concrete with added ashes and slag wastes from Almaty Heat Power Plant

Table 1 – X-ray analysis of soil-concrete with petroleum-contaminated soil

№	Compound Name	Chemical formula	S-Q
1	Calcite	$CaCO_3$	31.6
2	Microcline	$KAlSi_3O_8$	20.2
3	Quartz, syn	SiO_2	13
4	Albite, ordered	$NaAlSi_3O_8$	12.7
5	Calcium Silicate	Ca_3SiO_5	12.1
6	Anhydrite	$CaSO_4$	4.7
7	Ettringite	$Ca_6(Al(OH)_6)_2(SO_4)_3(H_2O)_{26}$	1.7
8	Portlandite, syn	$Ca(OH)_2$	1.7
9	Akermanite, magnesian, syn	$Ca_2(Mg_{0,75}Al_{0,25})(Si_{1,75}Al_{0,25}O_7)$	1.3
10	Lizardite-1M	$Mg_3(Si_2O_5(OH)_4)$	1

Differential thermal and thermal gravimetric analysis resulted in definition of sample thermal behavior and it's elemental composition (Figure 6). Thermal chemistry parameters of the tested sample showed approximate resemblance to the composition and thermal chemical properties of standard concretes.

Interpretation of differential thermal and thermal gravimetric curves of tested sample showed (directly and indirectly) presence of siliceous rocks (quartz, feldspar, potassium feldspar), carbonate minerals (as calcite (14.7%) and magnesite (<1%)with the traces of iron oxides and calcite. Several links of molecular (H_2O) and hydroxyl (OH) water were found among above formations. As well as carbon dioxide in gaseous state resulting from dissociation of $CaCO_3$.

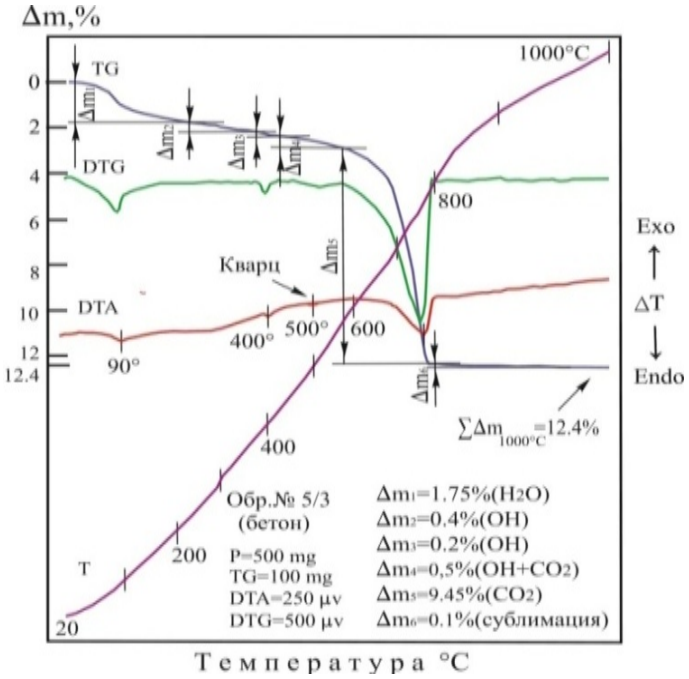


Figure 6 – Thermogram ofsoil-concrete sample

Most of molecular and hydroxyl water (~90%) was added during the mixing of soil-concrete, and only a little portion of hydrates (<10%) was the part of the components structure. The most illustrative fact proving water presence in the sample body would be prominent endothermic peaks on DTA and DTG curves found at 90 and 400°C, related to the discharge of Δm_1=1.75(H_2O) and Δm_3=0.2(OH) %, respectively.

Same curves in other temperature ranges donot provide adequate data on the presence of water in the system. Only thermal gravimetric curve (TG) at 220-375and 430-575°Crecorded slight weight loss associated with the change of massbyΔm_2=0.4(OH) andΔm_4=1/2·0.5 (OH) %.

The most intensive thermal reactions out of all registered during the test is the one in high temperature range. It was a result of calcium carbonate dissociation into CaO andCO_2.At the range of 675-800°C the system has the weight loss of Δm_4=9.45% in the form of CO_2, leaving prominent peaks on DTA and DTG curves at 780°C. In accordance with stoichiometry of $CaCO_3$and amount of lost carbon dioxide, the content of calcite in the sample is 14.7%.

There is also some (0.5%) magnesite found due to slight dip of DTG curve at 430-575°C. In this temperature range, the weight loss is 0.5%, 0.25% of which is due to CO_2.

Presence of quartz and Si, Ca, Mg, Feoxides was defined by blurred peak of polymorphic transformationα-SiO_2 into β-version and by residual principle of decomposition products.

The test date (Table 2) showed good compressive strength of water saturated samples aged for 28 days equal to 5,52-3,05 MPa, tensile bending strength of 2,25-3,05 MPa.

Table 2 – Specification of soil-concrete based onpetroleum-contaminated soil (PCS)

Composition, %									Compressive strength of water saturated samples aged for 28 days, MPa	Tensile bending strength of water saturated samples aged for 28 days, MPa
PCS	Cement	Sand	Lime	Shells	Slag	Bricks	Glass	Tiles		
55	15	25	5	–	–	–	–	–	5.52	2.65
30	15	25	–	30	–	–	–	–	7.45	3.02
30	15	25	–	–	30	–	–	–	7.43	2.98
30	15	25	–	–	–	30	–	–	6.66	2.36
30	15	25	–	–	–	–	30	–	7.12	2.25
30	15	25	–	–	–	–	–	30	7.83	3.05

4. Conclusion. Based on the above figures, one can conclude that soil-concrete mixtures have wide potential use. They can be used for bottom and top layers of highway and airport pavements, soil reinforcement during the construction of pipelines. Stabilization of industrial wastes with the help of cementing material increases opportunities of the use of soil-concrete, allowing vast stocks of widespread environment-threatening wastes to be utilized.

The work was designed by the Committee of Science of Kazakhstan.

The work was done by The Ministry of education and science of the Republic Kazakhstan project No. 1447/ГФ4 "Development of technology for dirt - asphalt mix for road construction" for the 2015–2016 year.

REFERENCES

[1] Zhubandykova Zh.U. Development of the method of remediation of petroleum-contaminated soils using solar energy. Almaty, 2009. 150 p. (in Russ.).

[2] Mansurov Z.A., Ongarbaev E.K., Tuleutaev B.K. Contamination of soil by crude oil and drilling muds. Use of wastes by production of road construction materials. Chemistry and technology of fuels and oils. 2001.Vol. 37, N 6. P. 441-443 (in Eng.).

[3] Brekhman A.I., Khabibullina E.N., Ilyina O.N., Fomin A.Y. Trifonov A.A. Use of oil sludge in road construction in the Republic of Tatarstan. Collection of research papers "Today's scientific and technical problems in the field of civil engineering". Kazan: KazGASU, 2007. P. 161-162 (in Russ.).

[4] Ahmet Tuncan, Mustafa Tuncan, Hakan Koyuncu. Use of petroleum-contaminated drilling wastes as sub-base material for road construction. Waste Management and Research. 2000. Vol. 18. P. 489-505 (in Eng.).

[5] Mogawer W.S., Stuart K.D. Effects of fillers on properties of stone matrix asphalt mixtures. TRB. 1996. N 1530. P. 86-94 (in Eng.).

Н. А. Бектенов, Е. Е. Ергожин, К. А. Садыков, А. К. Байдуллаева

АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», Алматы, Казахстан

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ БЕТОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕФТЯНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация. Описаны способы получения грунтобетонной смеси из нефтяных (замазученный грунт) и строительных отходов. Изучены физико-химические и механические свойства грунтобетонных образцов. Найден оптимальный состав грунтобетонной смеси и возможность применения ее в дорожном строительстве.

Ключевые слова: грунтобетон, нефтяные отходы, замазученный грунт (ЗМ), дорожное строительство.

Работа выполнена по проекту МОН РК №1447/ГФ4 «Разработка технологии получения грунто-асфальтобетонной смеси для дорожного строительства» за 2015–2016 г.

Н. А. Бектенов, Е. Е. Ергожин, К. А. Садыков, А. К. Байдуллаева

«Ә. Б. Бектуров атындағы химия ғылымдары институты АҚ», Алматы, Қазақстан

МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ПЕРСПЕКТИВТІ БЕТОНДЫ МАТЕРИАЛДАР АЛУ ӘДІСТЕРІ

Аннотация. Мақалада құрылыс және мұнай қалдықтарынан топырақбетонды қоспалар алу әдістері қарастырылды. Топырақбетонды үдгілердің физика-химилық және механикалық қасиеттері зерттелді. Топырақбетонды қоспалардың оптималды құрамы және оның жол құрылысында қолданылу мүмкіндіктері табылды.

Тірек сөздер: топырақбетон, мұнай қалдықтары, ластанған топырақ, жол құрылысы.

Сведения об авторах:

Бектенов Несипхан Абжапарович – д.х.н., профессор, Главный научный сотрудник лабораторий ионообменных смол и мембран АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», e-mail: bekten_1954@mail.ru

Ергожин Едил Ергожаевич – д.х.н., профессор, академик НАН РК, Генеральный директор АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», e-mail: ics@nas.kz

Садыков Канат Амиркулович – магистр химии, младший научный сотрудник лабораторий ионообменных смол и мембран, АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», e-mail: kanat_sadykov_80@mail.ru

Байдуллаева Айнаш Кайратовна – магистр химии, инженер лабораторий ионообменных смол и мембран, АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», e-mail: ainasha.kz@list.ru

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 102 – 108

A. A. Genbach, K. S. Olzhabaeva

Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: Olzhabaeva.k@mail.ru

STUDIES OF INTERNAL BOILING CHARACTERISTICS OF THE CAPILLARY-POROUS STRUCTURES OF POWER PLANTS BY HIGH-SPEED CINEMATOGRAPHY AND HOLOGRAPHY

Key words: heat flow; heat transfer; porous structure; thermal power stations.

Abstract. We give stands for investigation of internal (thermal-hydraulic) fluid boiling characteristics in capillary-porous structures. As the optical methods used by high-speed camera filming SCS - 1M and holographic interferometry. The estimation of heat transfer coefficients and the list of heat exchangers with capillary-porous coatings. Described engineering calculation of workers and limiting characteristics of porous systems. We give a split-second process heat- and mass transfer for various wicks, specific heat flow and cooling costs. Fragments of the split-second illustrate the ejection of droplets from the wick, excess droplets, vapor bubbles in the structure of cells.

УДК 536.421.1

А. А. Генбач, К. С. Олжабаева

Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ХАРАКТЕРИСТИК КИПЕНИЯ В КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ СТРУКТУРАХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК МЕТОДОМ СКОРОСТНОЙ КИНОСЪЕМКИ И ГОЛОГРАФИИ

Аннотация. Приводятся стенды для исследования внутренних (термогидравлических) характеристик кипения жидкости в капиллярно-пористых структурах. В качестве оптических методов использовались скоростная киносъемка камерой СКС – 1М и голографическая интерферометрия. Дана оценка коэффициентов теплопередачи и перечень теплообменников с капиллярно-пористыми покрытиями. Описан инженерный расчет рабочих и предельных характеристик пористых систем. Приводятся кинограммы процессов тепло- и массопереноса для различных фитилей, удельных тепловых потоков и расходов охладителя. Фрагменты из кинограммы иллюстрируют выброс капель из фитиля, избыточные капли, паровые пузыри в ячейках структуры.

Ключевые слова: тепловой поток; теплопередача; пористая структура; тепловые электрические станций.

Разработка методов управления быстропротекающими процессами [1] позволяет моделировать внутренние (термогидравлические) характеристики процесса кипения жидкости в капиллярно-пористых структурах, например, взрывообразное «рождение» («гибель») паровых пузырей и капель, распространение тепловых волн и легкой фазы (пара).

Происходит интенсификация процессов тепло- и массопереноса в капиллярно-пористых структурах, работающих при совместном действии капиллярных и массовых сил [2].

Для расчета тепловых потоков и коэффициентов теплопередачи требуется знания внутренних характеристик кипения, таких как плотность центров парообразования, выброс капель жидкости из структур, [3] отрывной диаметр и частоту отрыва пузырей, время их «жизни» и «молчания» [4].

Механизм кипения изучается для начальной [5], развитой [6] и критической [7, 8] областей (режимов) и обобщается в виде критериальных уравнений теплообмена и гидродинамики [9].

Ориентировочные значения коэффициентов теплопередачи К, Вт/м²·К, в теплообменных устройствах энергоустановок можно представить в общем виде:

1. При нагревании и охлаждении воздуха = 1…50;
2. При нагревании и охлаждении перегретого пара = 20…100;
3. При нагревании и охлаждении масел = 50…1500;
4. При нагревании и охлаждении воды = 200…10000;
5. При кипении = 500…45000;
6. При пленочной конденсации водяных паров = 4000…15000;
7. При капельной конденсации водяных паров = 40000…120000;
8. При теплопередаче от газа к газу 25;
9. При теплопередаче от газа к воде 50;
10. При теплопередаче от воды к воде 1000;
11. При теплопередаче от конденсирующихся паров к воде 3500.

Для повышения надежности и эффективности стационарных теплообменников ТЭУ ТЭС с учетом экологии полезны следующие устройства [1. 6-9]:

1) Конденсаторы турбин на пористых структурах;
2) Интенсификаторы деаэрации в конденсата-сборниках;
3) Утилизация сбросной теплоты путём применения «триады»: тепловые трубы, вихревые трубы, тепловые насосы, создание ТЭС без градирен и без дымовых труб;
4) Градирни с пористыми элементами;
5) Пористые вставки для борьбы с кавитацией в конденсатных и питательных насосах;
6) Интенсификаторы теплообмена в ПВД и в ПНД с пористыми элементами;
7) Пористые структуры в деаэраторах, повышающие эффективность дегазации;
8) Пористые структуры для повышения эффективности сепарации пара и теплообмена в сепараторах-пароперегревателях (ССП);
9) Маслоохладители на тепловых трубок, исключающие попадание масла в воду и наоборот;
10) Пористые маслоохладители;
11) Барботеры в пористых деаэраторах;
12) Пористые испарители;
13) Тепловые трубы в тепличном хозяйстве ТЭС (управление фенофазами цветения, пористый полив, хранение плодов);
14) Волнистые пористые двухфазные теплообменники;
15) Пористые сетевые подогреватели;
16) Пористые отопители;
17) Пористые теплообменники на эффекте Коанда;
18) Пористые теплообменники в виде пенетратора;
19) Пористые теплообменники, использующие эффект разделения, концентрации, транспорта, стока и управления энергиями волны и газов;
20) Теплообменники на основе управляемых гибких пористых структур.

Инженерный расчет рабочих и предельных характеристик капиллярно-пористой системы охлаждения может быть выполнен с использованием номограммного метода [2].

Для построения характеристик предварительно определяют геометрические параметры охлаждающей системы пористой структуры.

Расчет производится на основе соотношения для тепловой мощности

$$Q = \frac{T_{ст}^{и} - T_{ст}^{к}}{\frac{1}{\alpha_{и} \cdot F_{и}} + \frac{1}{\alpha_{к} \cdot F}}, \text{ Вт.}$$

Величина коэффициента теплообмена испарителя $\alpha_{и}$ определяется по критериальному уравнению, либо по расчетным зависимостям [2, 6-9].

Задаваясь температурой стенки в конденсаторе $T_{ст}^{к} = const$ для ряда значений температуры пара $T_{п}$, определяют необходимые физические параметры жидкости в конденсаторе и строится график $\alpha_{к} = f(T_{п})$. Из формулы

$$Q = \alpha_{к} \cdot F_{к}(T_{п} - T_{ж}^{к}),\ \text{Вт},$$

где $T_{ж}^{к} = 0,5(T_{п} + T_{ж}^{к})$, находятся для ряда значений $T_{п}$ соответствующие значения Q; $\alpha_{к}$ – коэффициент теплоотдачи в конденсаторе; $F_{к}$ – поверхность конденсатора.

Задаваясь несколькими $T_{ст}^{и}$, определяют параметры жидкости в испарителе при выбранной температуре пара и строят графики для $\alpha_{к} = f(T_{ст}^{и})$ по упомянутым формулам и по формуле

$$\alpha_{и} = \frac{Q}{(T_{ст}^{и} - T_{п})F_{и}},\ \text{Вт/м}^2\text{К}.$$

Точка пересечения кривых дает искомую температуру $T_{ст}^{и}$.

Таким образом, может быть нанесена сетка эквидистантных линий в плоскости $Q = f(T_{ст}^{и})$ для различных значений $T_{ст}^{и}$, причем следует учитывать теплопередающие возможности, ограниченные кризисными явлениями [8].

Для построения номограммы необходимо также знать закономерности теплообмена охлаждающей системы с окружающей средой $\alpha_{к}^{В} = const$. Для этого, например, задаются коэффициенты теплообмена с внешней средой, либо принимают условия построения температуры окружающей среды $(t_{о.с.} = const)$

Величина Q определяется по формуле, характеризующей теплообмен наружной стенки конденсатора с окружающей средой

$$Q = \alpha_{к}^{В} \cdot F_{к}(T_{с.т}^{к} - T_{о.с.}),\ \text{Вт}.$$

Тогда каждой величине Q (или $T_{с.т}^{к}$) соответствует определенное значение $T_{с.т}^{к}$ (или Q). Следовательно, изменением внешних условий теплообмена с окружающей средой можно регулировать $T_{с.т}^{и}$ при заданном тепловыделении.

В случае, если задается температура стенки охлаждаемого элемента, необходимо рядом значений критерия Рейнольдса Re, которому вычисляют ряд значений чисел Стантона и, определив величину $\alpha_{и}$, уточняют $T_{с.т}^{и}$ [9].

Если температура стенки будет превышать заданное значение, необходимо уменьшить величину Re и, следовательно, отводимую тепловую нагрузку.

Для исследования процессов парообразования использовались оптические методы (скоростная киносъемка и голографическая интерферометрия «на просвет» и «на отражение») (рисунки 1–3). Применялся лазер ЛГ-38 и кинокамера СКС – 1М. Охлаждающими элементом служил трубчатый пористый теплообменник (рисунок 4).

Результаты экспериментов обрабатывались в виде кинограмм процессов тепло- и массопереноса для различных фитилей, тепловых нагрузок и расходов охлаждающей жидкости (рисунки 5-7).

На рисунке 8 показана схема голографической регистрации «на просвет» процессов тепло- и массопереноса в отдельных ячейках пористых структур. Наблюдение и регистрация восстановленного с голограммы изображения производилось согласно схеме рисунка 9.

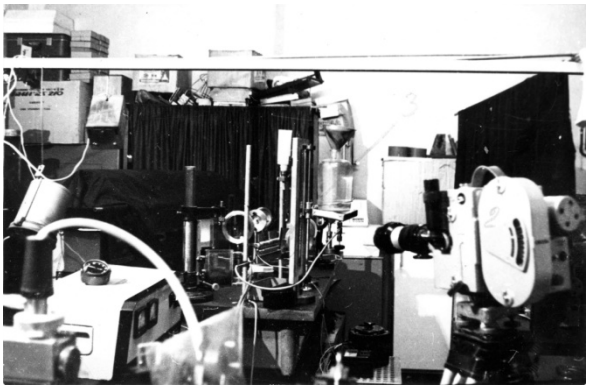


Рисунок 1 – Стенд для исследования процессов парообразования оптическими методами: 1 – лазер; 2 – кинофотокамера; 3 – пористый охлаждающий элемент

Figure 1 – Stand for the study of the evaporation processes by optical methods: 1 - laser; 2 - cinematograph; 3 - porous cooling element

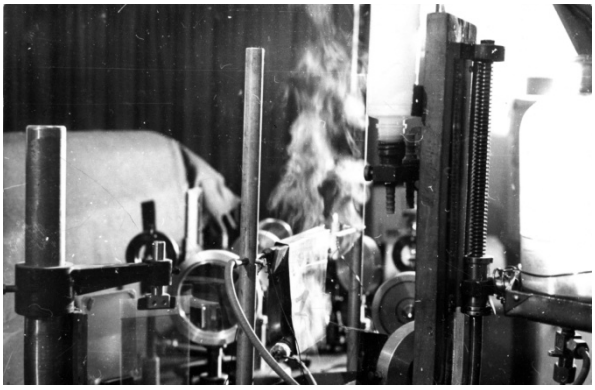


Рисунок 2 – Трубчатый пористый охлаждающий элемент в работе (подвод жидкости – по направлению действия гравитационных сил): 1 – питающая артерия; 2 – лучистый нагреватель; 3 – голограмма

Figure 2 – Tubular porous cooling element in work (liquid supply - in the direction of gravitational force): 1 - feeding artery; 2 - radiant heater; 3 - hologram

Рисунок 3 – Схема стенда для киносъемки: 1 – камера; 2 – плита; 3 – капиллярно-пористая структура; 4 – алундовая трубка; 5 – лампа кг – 220–1000–3; 6 – артерия; 7 – бак; 8 – прожектор

Figure 3 – Stand for filming: 1 - camera; 2 - plate; 3 - capillary-porous structure; 4 - alundum tube; 5 - 220-1000-3-kg lamp; 6 - artery; 7 - tank; 8 - spotlight

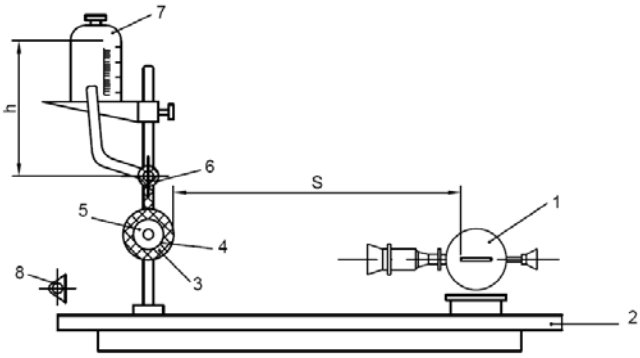
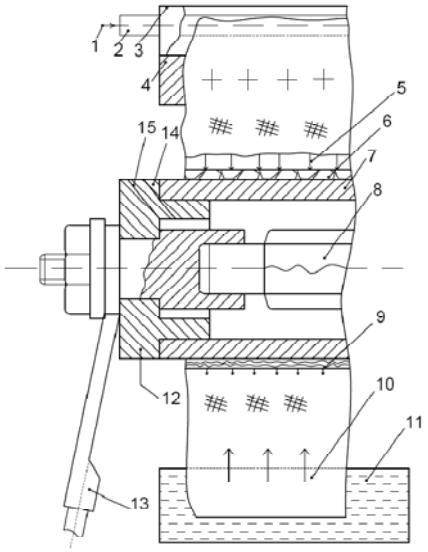


Рисунок 4 – Экспериментальная установка для визуализации процессов парообразования: 1 – подвод жидкости; 2 – трубка; 3 – питающая артерия; 4 – прижим; 5 – фильтрация охлаждающей жидкости; 6 – капиллярно-пористая структура; 7 – фарфоровая трубка; 8 – йодная кварцевая лампа; 9 – избыток жидкости; 10 – нижний (капиллярный) подвод жидкости; 11 – сборник; 12 – фиксирующий шрифт; 13 – электропровод; 14 – контакт; 15 – канал для охлаждения лампы

Figure 4 – Experimental setup for visualization of vaporization process: 1 - liquid supply; 2 - tube; 3 - feeding artery; 4 - clamp; 5 - filtration of coolant; 6 - capillary-porous structure; 7 - porcelain tube; 8 - iodine quartz lamp; 9 - surplus liquid; 10 - low (capillary) liquid supply; 11 - collection; 12 - registering pin; 13 - electric conduit; 14 - contact; 15 - channel for cooling the lamp



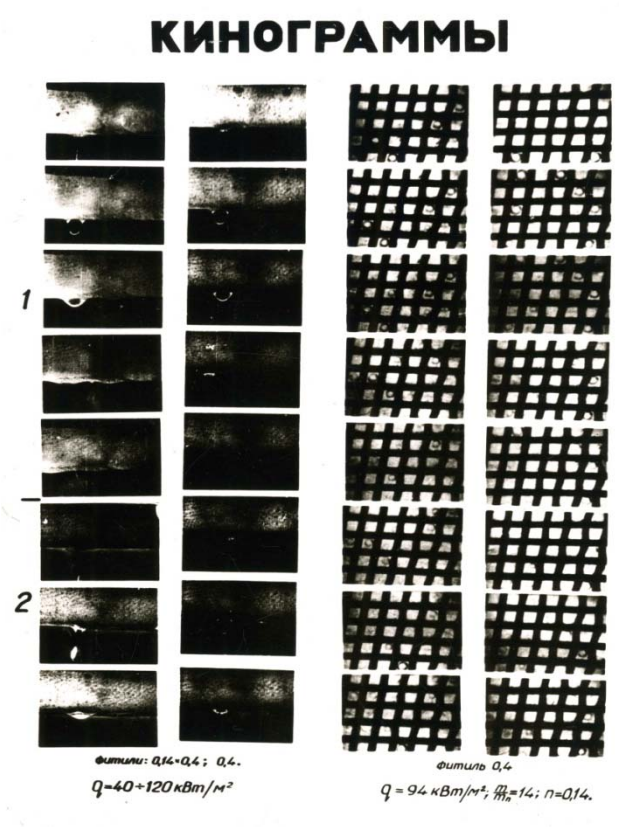


Рисунок 5 – Кинограмма процессов тепло- и массопереноса: а – фитиль 0,14·0,4; б – фитиль 0,4; q = 40÷120 кВт/м^2; в, г – фитиль 0,4 в увеличенном виде; q = 94 кВт/м^2; $m_ж/m_п$ = 14; n = 0,14; q – удельный тепловой поток; $m_ж$, $m_п$ – расход жидкости и пара; n – плотность центров парообразования, пузырей/количество ячеек

Figure 5 – Gramophone record of the heat- and mass transfer processes: a – wick 0,14·0,4; б – wick 0,4; q = 40÷120 кВт/м^2; в, г – wick 0,4, enlarged q = 94 кВт/м^2; $m_ж/m_п$ = 14; n = 0,14. q – heat flux density; $m_ж$, $m_п$ – liquid and vapor flow; n – vaporization, bubbles/number of cells centers density

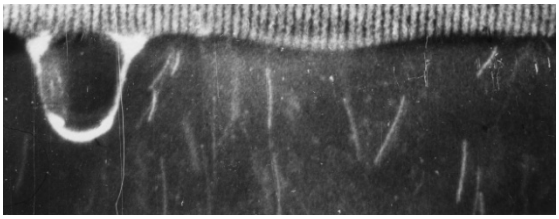


Рисунок 6 – Фрагмент из кинограммы (столбец «а» рисунок 5) в увеличенном виде

Figure 6 – A fragment of gramophone record (column "a" in Figure 5) in the enlarged view

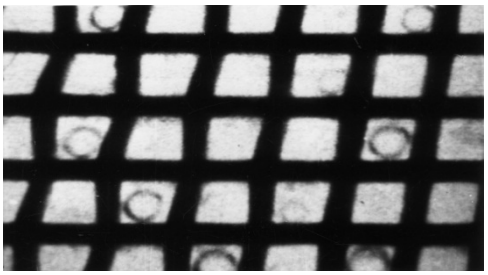


Рисунок 7 – Фрагмент из кинограммы (столбец «г» рисунок 5) в увеличенном виде

Figure 7 – A fragment of gramophone record (column "г" in Figure 5) in the enlarged view

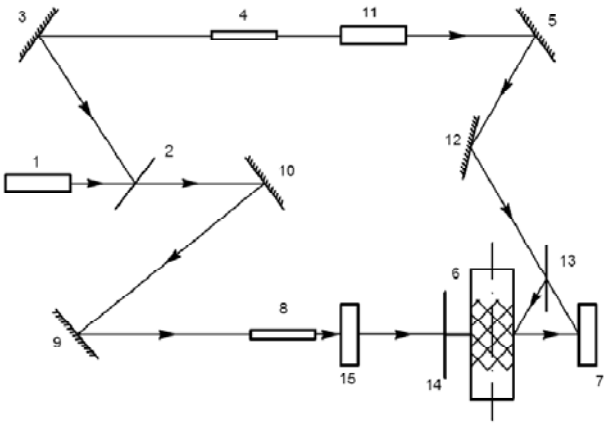


Рисунок 8 – Схема голографической регистрации «на просвет» процессов тепломассопереноса в ячейках пористых структур: 1 – лазер; 2 – полупрозрачное зеркало (светоделитель); 3, 5, 9, 10, 12 – зеркала; 4, 8 – сферические коллиматоры; 6 – пористая система; 7 – фотопластинка (голограмма); 11 – цилиндрический коллиматор; 13 – полупрозрачное зеркало; 14 – рассеиватель; 15 – цилиндрическая линза

Figure 8 – Scheme of the holographic recording "peek-a-boo" of the heat and mass transfer processes in the porous structures cells: 1 - laser; 2 - semitransparent mirror (beam splitter); 3,5,9,10,12 - mirrors; 4, 8 - spherical collimators; 6 - porous system; 7 - photographic plate (hologram); 11 - cylindrical collimator; 13 - half-transmitting mirror; 14 - diffuser; 15 - cylindrical lens

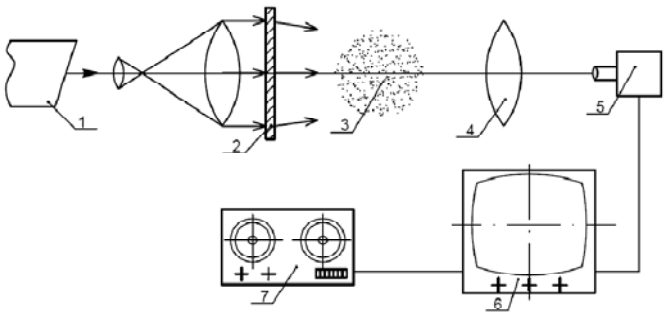


Рисунок 9 – Наблюдение и регистрация восстановленного с голограммы изображения: 1 – лазер; 2 – голограмма; 3 – действительное изображение двухфазного потока; 4 – линза; 5 – телевизионная камера; 6 – телевизионный экран; 7 – видиомагнитафон

Figure 9 – Monitoring and registration of the image restored by hologram: 1 - laser; 2 - hologram; 3 - real image of the two-phase flow; 4 - lens; 5 - TV camera; 6 - television screen; 7 - videocassette recorder

Таким образом, на основе проведенных фундаментальных исследований на моделях и натуре теплогидравлических характеристик теплопередачи получена требуемая информация для разработки, проектирования, инженерного расчета и эксплуатации капиллярно-пористых систем в различных тепловых энергетических установках электростанций.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Polyaev V., Genbach A.N., Genbach A.A. Methods of Monitoring Energy Processes, Experimental thermal and fluid science, International of Thermodynamics // Experimental Heat Transfer, and Fluid Mechanics, avenue of the Americas. – New York, 1995. – Vol. 10, April. – P. 273-286.

[2] Генбач А.А., Федоров В.Н., Шелгинский А.Я. Интенсивность теплообмена при кипении жидкости в капиллярно-пористой структуре в поле массовых сил // Тепломассообменные процессы и установки: Сб. трудов МЭИ. – Вып. 448. – М., 1980. – С. 27-32.

[3] Поляев В.М., Генбач А.А. Плотность центров парообразования и выброс капель из пористой структуры // Известия вузов. Машиностроение. – 1990. – № 9. – С. 50-55.

[4] Поляев В.М., Генбач А.А. Отрывной диаметр и частота отрыва паровых пузырей в пористых структурах // Вестник МГТУ. Серия Машиностроение. – 1990. – № 1. – С. 69-72.

[5] Поляев В.М., Генбач А.А. Начальная область парообразования в пористых структурах, работающих с избытком жидкости // Известия вузов. Энергетика. – 1991. – № 2. – С. 84-87.

[6] Поляев В.М., Генбач А.А. Механизм процессов парообразования в пористой системе охлаждения // Теория рабочих процессов в узлах и трактах энергетических установок. Сб. трудов МАИ. – М., 1991. – С. 81-90.

[7] Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Визуализация процессов в пористом эллиптическом теплообменнике // Известия вузов. Машиностроение. – 1991. – № 10-12. – С. 75-80.

[8] Поляев В.М., Генбач А.А. Пористое охлаждение камер сгорания и сверхзвуковых сопел // Тяжелое машиностроение. – 1991. – № 7. – С. 8-10.

[9] Polyaev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineing. – M., 1993. – Vol. 40, N 7. – P. 551-554.

REFERENCES

[1] Polyaev V., Genbach A.N., Genbach A.A. Methods of Monitoring Energy Processes. Experimental thermal and fluid science, International of Thermodynamics, Experimental Heat Transfer, and Fluid Mechanics, avenue of the Americas. New York, **1995**. Vol. 10, April. P. 273-286 (in Eng.).

[2] Genbach A.A., Fedorov V.N., Sheglinski A.Y. The intensity of heat exchange with boiling liquid in a capillary-porous structure in the field of mass forces // Heat and mass transfer processes and plants: Sb. trudov MEI. Issue 448. M., **1980**. P. 27-32 (in Russ.).

[3] Polyaev V.M., Genbach A.A. The density of the centers of vaporization and ejection of droplets from the porous structure // Proceedings of the universities. Mechanical Engineering. **1990**. N 9. P. 50-55 (in Russ.).

[4] Polyaev V.M., Genbach A.A. Tear-off diameter and a frequency separation of vapor bubbles in porous structures // Vestnik MSTU, a series of Engineering. **1990**, N 1. P. 69-72 (in Russ.).

[5] Polyaev V.M., Genbach A.A. The initial area of vaporization in the porous structures, working with excess fluid // Proceedings of the universities. Energy. **1991**. N 2. P. 84-87 (in Russ.).

[6] Polyaev V.M., Genbach A.A. The mechanism of evaporation processes in the porous system of cooling // The theory of working processes in the nodes and paths of power plants. Sb.trudov MAI. Moscow, **1991**. P. 81-90 (in Russ.).

[7] Polyaev V.M., Genbach A.A., Minashkin D.V. Visualization of processes in porous elliptic heat exchanger // Proceedings of the universities. engineering. **1991**. N 10-12. P. 75-80 (in Russ.).

[8] Polyaev V.M., Genbach A.A. Transpiration cooling of the combustion chambers and supersonic nozzles // Heavy Engineering. **1991**. N 7. P. 8-10 (in Russ.).

[9] Polyaev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineing. M., **1993**. Vol. 40, N 7. P. 551-554 (in Eng.).

А. А. Генбач, К. С. Олжабаева

Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

ЖОҒАРЫ ЖЫЛДАМДЫҚТЫ КИНОСЪЕМКА ЖӘНЕ ГОЛОГРАФИЯ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ КАПИЛЛЯРЛЫҚ-КЕУЕКТІ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫҢ ІШКІ ҚАЙНАУ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Сұйықтықтың капиллярлы-кеуекті құрылымда қайнауының ішкі сипаттамасын зерттеу үшін стендтер жүргізіледі. Оптикалық әдіс ретінде СКС-1М камерамен жылдам кино түсірілім және голографиялық интерферометр пайдаланылды. Жылу беру коэффициентінің бағасы мен капиллярлы-кеуекті жабындары бар жылуалмастырғыштардың тізімі берілген. Кеуекті жүйенің жұмыстық және шекті сипаттамаларының инженерлік есебі сипатталған. Әртүрлі білтелер, меншікті жылу ағындары және салқындату шығындары үшін жылу- және масса тасымалдау құбылысының кинограммасы орындалады. Киногрaмманың үзіндісі фитильден шыққан тамшы қалдығын, артық тамшы, құрылым ұяшығындағы бу көпіршіктерін бейнелейді.

Түйін сөздер: жылуағын; жылуберу; кеуектік құрылым; жылу электр станция.

Сведения об авторах:

Alexander Genbach – Professor Dr. Sc., Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Kazakhstan. E-mail: katerina-1@rambler.ru;

Olzhabayeva Karlygash – Ph.D. Student, Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Kazakhstan. E-mail: karla210784@mail.ru

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 109 – 115

M. B. Nurpeisova, O. S. Kurmanbaev

Kazakh National Technical University after K. I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru, olzhas_ak@list.ru

LAWS OF DEVOLOPMENT OF GEOMECHANICAL PROCESSES IN THE ROCK MASS MAYKAIN MINE

Annotation. The paper deals with the study and establishment of the laws of development of geomechanical processes at the combined way of development of mineral deposits.In domestic and foreign practice, development of mineral deposits increasing use is combined (open-underground) development technology. One of these deposits in Kazakhstan is a gold mine Maykain, which requires individual technical solutions and reliable completion of geomechanical studies podkarernyh stocks taking into account protection of mineral resources, the environment and industrial safety.The results of research obtained by the authors in the implementation of scientific research in accordance with the complex target program "Geomehanicheksoe study parameters podkarernyh mining reserves of the mine" Maykain "with today's surveyor-geodetic instruments that provide high accuracy and performance of surveying.

Keywords: geomechanical processes, rocks, monitoring, techniques, patterns; modern appliances.

ӘОЖ 552.1(574)

М. Б. Нұрпейісова, О. С. Курманбаев

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

МАЙҚАЙЫН КЕН ОРНЫНДАҒЫ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІҢ ДАМУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Аннотация. Мақалада пайдалы қазындыларды құрама тәсілмен игерудегі геомеханикалық процестерді зерделеу және олардың даму заңдылықтарын анықтау қарастырылған. Отандық және шетелдердегі тәжірибеде құрама тәсілмен кен игеру технологиясы кеңінен таралған. Қазақстандағы осындай кен орындарының бірі – арнайы техникалық шешімдер мен карьер астындағы кен қорын қазып алуда жер қойнауын қорғауды, қоршаған орта мен өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етуді ескеретін сенімді геомеханикалық негіздеме жасап, жүзеге асыруды қажет ететін «Майқайын» алтын кенорны. Кешенді мақсаттағы «Майқайын кенішіндегі карьерасты алтын қорын қазып алу параметрлерін геомеханикалық негіздеу» бағдарламасына сәйкес, заманауи маркшейдерлік-геодезиялық аспаптарды қолдана отыра жүргізген және түсіріс жұмыстарының дәлдігі мен еңбек өнімділігін жоғарылатқан, авторлардың ғылыми-зерттеулерінің нәтижелері келтірілген.

Түйінді сөздер: геомеханикалық процестер, тау жыныстары, мониторинг, әдістер, заңдылықтар, заманауи аспаптар.

Кіріспе. Қазіргікезде Қазақстанның алтын өндіру саласы, жер қойнауындағы геологиялық-экономикалық жағынан қолайлы жағдайдағы қордың үлкен бөлігі игеріліп, қалған 45%-дайы терең қабаттарда орнасқандықтан, бірқатар қиыншылықтарды бастан кешіруде. Ондай кенорындарына Майқайың, Ақбақай, Васильков және т.б. жатады.

Игерілуге жаңадан кірісіп жатқан кен орындары алтын өндірудің төмендеп бара жатқан деңгейінің орнын толтыра алмайды, өйткені олардағы қор нашар сапалық көрсеткіштерімен сипатталады. Осыған байланысты алтынөндіру өндірісін тұрақты және тиімділігі жоғары жұмыстармен қамтамасыз ету үшін кен игерудің ашық әдісінен жерасты әдісіне көшу қажеттілгі туындайды.

Осы күнгі тау-кен өндірісінің өнеркәсіптік қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі талаптарын қанағаттандырудағы, маңызды мәселе – сейсмикалық қауіпті аймақтарда тау жыныстары массивінің жай-күйі туралы сенімді мәліметтер алу. Күрделі геомеханикалық мәселелер саласындағы зерттеулерге жасалған талдау, техногендік апаттардың тәуекелін төмендетуге, жалпы кен орындарын игерудің экономикалық тиімділігін жоғарылатуға бағытталған, геомеханикалық мониторинг жүргізудің, тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған күйін(КДК) модельдеудің, тау-кен-металлургия кешендерінің (ТМК) қалдықтарын іске асырудың жаңа әдістемесін даярлауға негіз болды.

Геомеханикалық процестерді алдын-ала болжау тау-кен өндіру өндіріс дамыған барлық елдер үшін маңызды мәселе екендігіне, 2005 жылы Австралияда өткен тау-кен соққылары мен шахталық сеймика жайындағы 6-Халықаралық симпозиумның материалдары дәлел [1]. Геомеханикалық процестерді басқаруға барлық жерде көп көңіл аударылуда, оның дәлелі бұл тақрыпқа арналған жариялымдардың күннен-күнге өсуі [2].

Сонымен қатар, маркшейдерлік-геодезиялық тәжрибеде тау жыныстары массивінің жай-күйін, заманауи аспаптарды қалдану арқылы, геомониторингтеудің біріңғай әдістемесінің жоқтығы. Сондқтан да, массивтің жай-күйін бағалау және болжауда геомониторинг жүргіудің заманауи геодезиялық әдістерін енгізу – тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен кен орындарын игерудің экономикалық тиімділігін жоғарылатудың негізі болмақ.

Тау жыныстарының жылжуы мен кен қысымы және карьер беткейлерінің орнықтылығы сияқты мәселелерді шешу – массивтің жай-күйін заманауи геодезиялық әдістер негізінде жүргізілетін геомеханикалық мониторингсіз шешуге болматындығын, тау-кен өндірісінің мамандары жақы біледі.

Осы айтылғандардың барлығының Майқайын кенішінде тән сипаттары бар. Майқайын кенорнында карьер астын кеулеп қазудың әсерінен тау жынстары массиві мен жербетінің жылжуын (терең орлар) ҚазҰЗТУ-дың «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының ғылыми-қызметкерлері заманауи аспаптардың көмегімен зерттеді.

Зерттеу жұмыстарының мақсаты, Майқайын алтын кен орнын құрама тәсілмен игерудегі геомеханикалық процестердің даму заңдылықтарын анықтау үшін, таужыныстары массивінің жай-күйін қадағалауда жоғары дәлдікті және түсіріс жұмыстарының өнімділігін қамтамасыз ететін, заманауи геодезиялық әдістерді өндіріске енгізу.

Зерттеулерге зертханалық және шахталық жағдайдағы зерттеу, аналитикалық есептеулер, бақылау нәтижелерін математикалық статистика және компьютерлік модельдеу әдістері кірді.

Кендерді құрама тәсілмен игеруде тау жыныстары массивінің тек бір ғана учаскесіне ашық және жерасты тау-кен жұмыстарының әсерінен бір мезілде немесе бірінен кейін бірі, бірнеше есе жүктеме түсуіне байланысты, күрделі геомеханикалық процестер туындайды. Мұндай жағдайда, яғни массивке әсер ететін факторлардың көптігінен және олардың кеңістік пен уақыт аралығында өзгерісе ұшырап отыратындықтан, геомеханикалық жай-күйді бағалау өте қиын.

Сонымен қатар, құрама тәсілмен кен игеру кезіндегі геомеханикалық жағдайдың күрделілігінен жерасты қазбаларын су басып кету қаупы және оның салдарынан, кәсіпорны өте қиын кері жағдайларға ұшырайды. 2009 жылы «Майқайын» кенішінің 3-қабаттағы жерасты қазбаларын су басып кетуі оған дәлел. Бұл тек Қазақстан үшін ғана маңызды мәселе емес. Мәселен, 2006 жылы Қытайдың Хунбэй провинциясындағы шахтаның забойын, 2010 ж. «Северокузбауголь» АҚ қарасты «Северная» шахтасында, 2013 жылдың наурыз айында Украинадағы «Крепенская» шахтасын су басып кетіп, қаншама адам қаза тапқан.

Осының барлығы күрделімасштабты тау-кен жұмсытарын жүргізудің әсерінен, геологиялық ортаның геодинамикалық және гидрогеологиялық тәртібінің бұзылуына әкеліп соғуы «Майқайың» кенішінде жүргізілген ғылыми жұмыстардың нәтижелері айқын дәлел [4].

Зерттеу жұмсытары жүргізілген «Майқайың» табтиғи-техникалық жүйесі: 1 жерасты кенішінен және карьерлерден, қалдықтар сақтағыштары бар байыту фабрикасы және осыларға лайықталған инфрақрылымнан тұратын геологиялық орта болып есептеледі.

Майқайың кенорнын игерудің бір ерекшелігі жоғарыда қарастырылғандай, яғни кен жер бетіне шығып жатқандықтан, оны 60–80 м тереңдікке дейін ашық әдіспен, ал қазір жерасты кенішімен, яғни құрама әдіспен игерілуде. Кенді құрама тәсілмен тигеру жағдайында, әсіресе кенді жекелеген

блоктарға бөліп, қоймалау жүйесімен игеріп, соным ен қатар блокаралық және төбелік кентіртектерді де қазып алған кезде, тау-кен жұмыстары тереңдеген сайын, таужыныстары бүкіл созылымы және тереңдігі бойынша тірегін жоғалтып, беріктігі бұзылады да, опырылып бос қуыстарға қарай құлай бастауы тікелей әсер етеді.

Мұндай жағдайда жерасты тау-кен жұмыстарының әсер ету шекарасын анықтау – терең карьер беткейінің сырғу бетін айқындаумен шектеледі.

Сондықтан да, бірқатар тау-кен мәселелерін шешудегі есептеу әдістерін, табиғи және кен-техникалық факторларды, сонымен қатар олардың тапу жыныстары беріктік қасиеттерінің кеңістікте және уақыт аралығында өзгеріп отыратындығын ескере отыра нақтылы жағдайға сәйкес жетілдіру қажет.

Осы саладағы көптеген зерттеу жұмыстарынақарамастан, кен орындарының кен-геологиялық жағдайларының күрделілігі мен әрқилылығынан, техногендік апаттардың тәуекелін болжау және басқару мәселесі әлі күнге дейін өз шешімін толық тапқан жоқ.

Табиғи-техникалық жүйе аймағында геодезиялық бақылаулар жүргізу әдістемесіне және оның нәтижелерін геомеханикалық және гидрогеологиялық факторлармен байланыстырып маркшейдерлік талдау жасау, жер бетінің шөгуін (ЖБШ) анықтаудың тиімді тәсілдерінің жоқтығынан туындаған. Бұл өз кезегінде, тау жыныстарының деформация-лануын зерделеуде ЖБШ параметрлерін анықтаудың сенімділігін, жылдамдығын жоғарылататын заманауи электрондық аспаптарды қолдану арқылы бақылауды және де бақылаудың маркшейдерлік-геодезиялық әдістерін жетілдіруді талап етеді.

Деформациялану үдерісінің уақыт аралығындағы толық сипатын, геодинамикалық мониторингке негізделген, табиғи-техникалық жүйені (ТТЖ) зерттеудің кешенді әдістемесімен ғана қолданып жүзеге асыруға болады. Ұсынылып отырған кешенді әдістеме (1-сурет) де ТТЖ-ні зерттеудің және ондағы қауіпті жағдайды болжаудың геофизикалық, геордезиялық және т.б. өлшеулерден және де олардың нәтижелерін өңдеуден тұрады [3].

Кен ауданының геологиясы мен тектоникасын зерделеу, кернеулі күйін эксперименттік бағалау арқылы және модельдеу егізінде массивтегі «энергияғақанықкан» зоналар іріктеледі, олар өз кезегінде геомеханикалық мониторингтің шекарасын анықтайды. Содан кейін, деформациялар мен геофизикалық өрістердің параметрлерін анықтаудан тұратын, қауіпті зонаны мониторингтеу басталады.

Әрі қарай жылжу процесінің заңдылықтары мәлімет және оның аумалы жағдайының параметрлері эксперттік жүйеге түседі, және де ол жердегі деректер қорын ғылыми түрде талдау негізде ТТЖ-ге баға беріледі,ТТЖ-нің жай-күйіне баға беріледі дн жер қойнауы мен жер бетін қорғаудың қажетті шешімдері негізделеді.

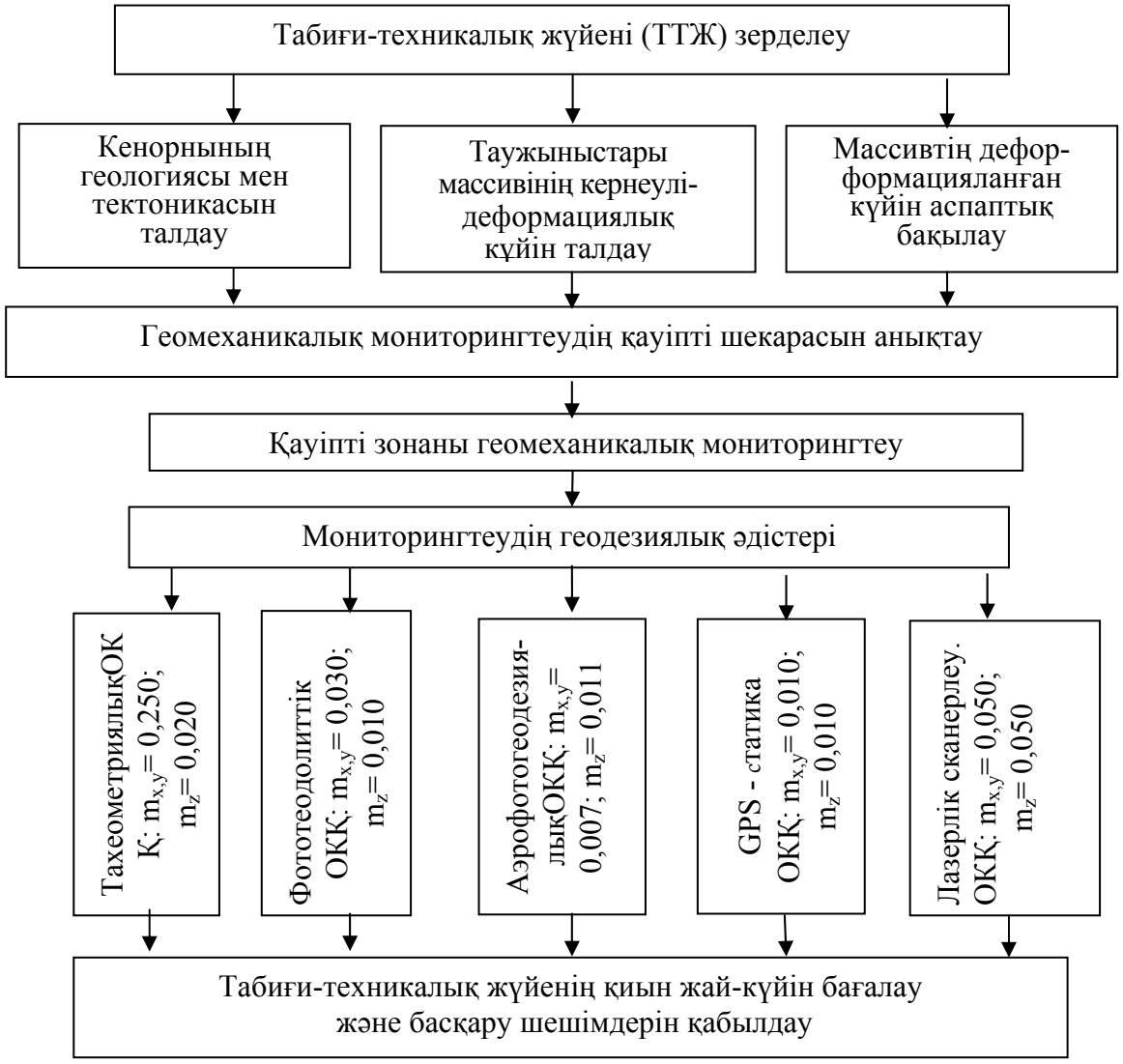
Әрі қарай, табиғи-техникалық жүйедегі жылжу үдерісі заңдылықтары мен аумалы жағдайы жайлы барлық мәлімет эксперттік бөлімге түседі. Ол жердегі мәліметтер қоры мен ғылыми түрде талдау негізде ТТЖ-ге баға беріледі және де қажетті шешімдер қабылданады. Мұндай шешімдердің мақсаты – ТТЖ-нің әрі қарай жұмыс жүргізуін қамтамасыз ету немесе оны аумалы жағдайдан шығару.

Майқайың кен орнын игерудің қоршаған ортаға, бірінші кезеңде тау жыныстарының кернеулідеформацияланған күйіне тигізетін кері әсерінің көлемі, карьерлерде ірі жылжымалар, опырылулар, ал кеніштердің төменгі қабаттарында қысым мен кен соққылары сияқты күшті апаттарды туындататын, жер қойнауындағы техногендік бұзылыстар қатарына жатады.

Рудалық алаңының геологиялық құрылымына төменгікембрий жасындағы вулканданғаншөгінді тау жыныстары кіреді (2-сурет). Майқайың кенорны күрт құлама алтынды желілерден тұрады, ол желілердің қалыңдығы 0,2–4,0 м. Рудалық денелердің бойлық ұзындықтары 100–680 метрлік аралықта. Алтын желілерін қоршаған тау жыныстарына беріктік коэффициенті f = 14-16 тең гранодиориттер, березиттер (f = 11-14), кварциттер (f = 16-18) жатады.

Рудалық алаңның құрылымында ажырау бұзылыстары үлкен роль атқарады, олар орталық синклиналь маңында кеңінен таралған.

Әрі қарай, табиғи-техникалық жүйедегі жылжу үдерісі заңдылықтары мен аумалы жағдайы жайлы барлық мәлімет эксперттік бөлімге түседі. Ол жердегі мәліметтер қоры мен ғылыми түрде талдау негізде ТТЖ-ге баға беріледі және де қажетті шешімдер қабылданады. Мұндай шешімдердің мақсаты – ТТЖ-нің әрі қарай жұмыс жүргізуін қамтамасыз ету немесе оны аумалы жағдайдан шығару.



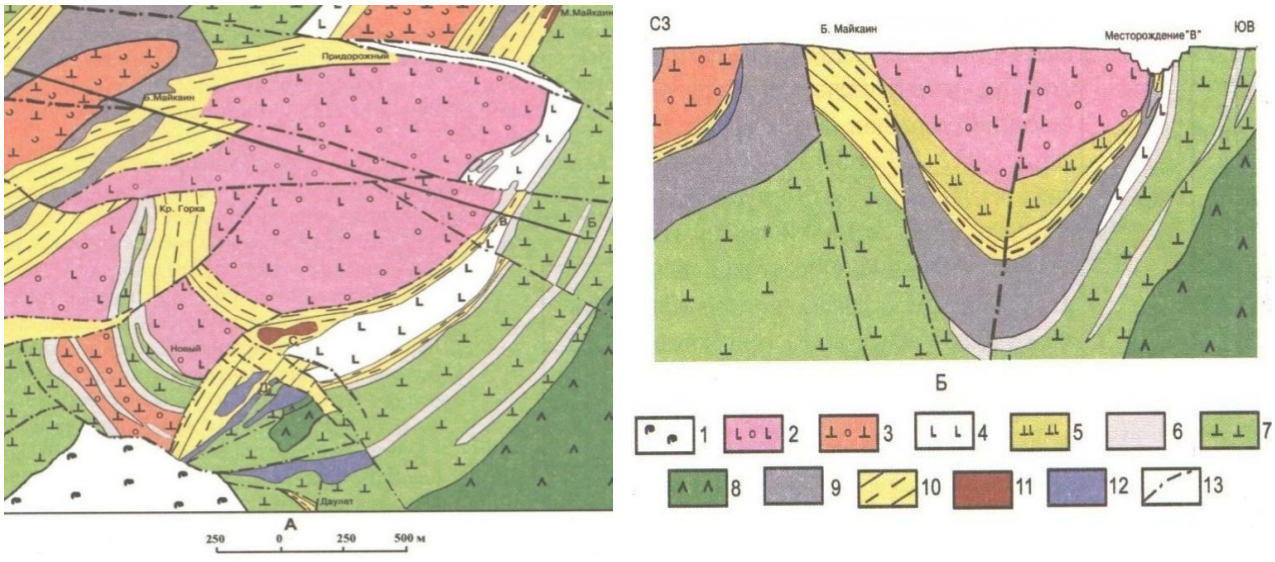
1-сурет – ТТЖ-дегі қауіпті жағдайларды зерделеу әдістемесінің сұлбасы

Карьерлер мен олардың үйінділерінің, қалдықтарсақтағыш, жерасты кен өндірудің бір-бірімен қабаттасқан әсер-ықпалдарының көлемі екінші қатардағы кернеулер алаңының күрделі заңдылықтарын туындатады. Бұл құбылыстың бір түрі – вертикаль ығысулар. Сондықтан, мұндай аудандардағы өндірістің әсер етудінің көлемі, геомеханикалық процестердің шектен шығып кететін апаттарынан сақтану үшін жан-жақты зерттеулер жүргізіліп қадағалап отырады.

Мұндай жағдайда тау жыныстары массивінде тундайтын геомеханикалық процестердің кеңістік-уақыттық өзгерістерін тек жүйелі бақылаулардан; олардың нәтижелерін математикалық өңдеулерден; массивтің жағдайына талдау жасаудан және болжаудан, кері әсерлерді басқарудың шешімдерін жасаудан тұратын геомеханикалық мониторинг ұйымдастыру қажет.

2013 жылы кен орнының кен-геологиялық жағдайын зерделеудің нәтижелері негізінде жербеті және жерасты бақылау станцияларының жобасы жасалынды. Жобада электронды тахеометрлер мен жерсеріктік позициялау жүйесінің GPS қабылдағыштарын пайдалану арқылы аспаптық маркшейдерлік-геодезиялық бақылауларға негізделген геомеханикалық мониторинг жүйесін құру қарастылды.

Маркшейдерлік-геордезиялық жұмыстарда электронды тахеометрлер мен GPS аспаптарын кеңінен қолдану таужыныстары массивінің жылжу параметрлерін уақыт аралығында дәл және тез анықтауға мүмкіндік туғызады.



2-сурет – Кен орнының құрылымдық-геологиялық картасы:
1 – ірі кесекті орташа құрамды туфтар; 2 – орта кесекті орташа құрамды туфтар, лавобрекчиялар;
3 – майда кесекті орташа құрамды туфтар, андезит порфириттері; 4 – негізгі құрамды туфтар; 5 – андезитті-базальттық порфириттер; 6 – шөгінді жыныстардың қабаттары; 7 – базальттық порфириттер, бадамтастық афир лавалары;
8 – габбро-диабаздар; 9 – гидротемальды-метасоматиялық кварциттер; 10 – кварц-серицит-хлоритты тақтатастар;
11, 12 – кен сілемдері: 11 – алтын-барит-полиметаллды, 12 – күкіртті-колчеданды; 13 – айырылымды бұзылыстар

2014 жылы барлық рудалық желілерді қамтитын, бес профильдік сызықтардың тұратын бақылау станциясы салынды. 2014–2016 жж. аралығында карьер беткейлері мен жерасты қазбаларының орнықтылығын қадағалау үшін Швейцарияның Leica Geosistems фирмасының роботталған электрондық TC1201 тахеометрін қолданып 16 сериялы бақылаулар жүргізілді. Электронды тахеометрді қолдану өлшеу процесін автоматтандырады және аспаптың шағылдырғыш призмаларына көздеудегі қателікті жояды**,** және далалық жұмыстарға жұмсалатын уақытты, сонымен қатар, өлшеу деректерінің электронды түрде қалыптасуынан, өлшеу нәтижелерін камералдық өңдеу әжептәуір жеңілдейді.

Кеніштерді таужыныстары массивінің деформациялануын көпжылдық маркшейдерлік аспаптық бақылаулар тәжрибесі мониторинг жүргізуде GPS құрылғыларын қолданудың әдістемесін енгізуге мүмкіндік туғызды.

Электронды тахеометрмен биіктік белгісін берудің дәлдігі тригонометрниялық нивчелирлеуде биікайырымды есептеудің қателігімен анықталады

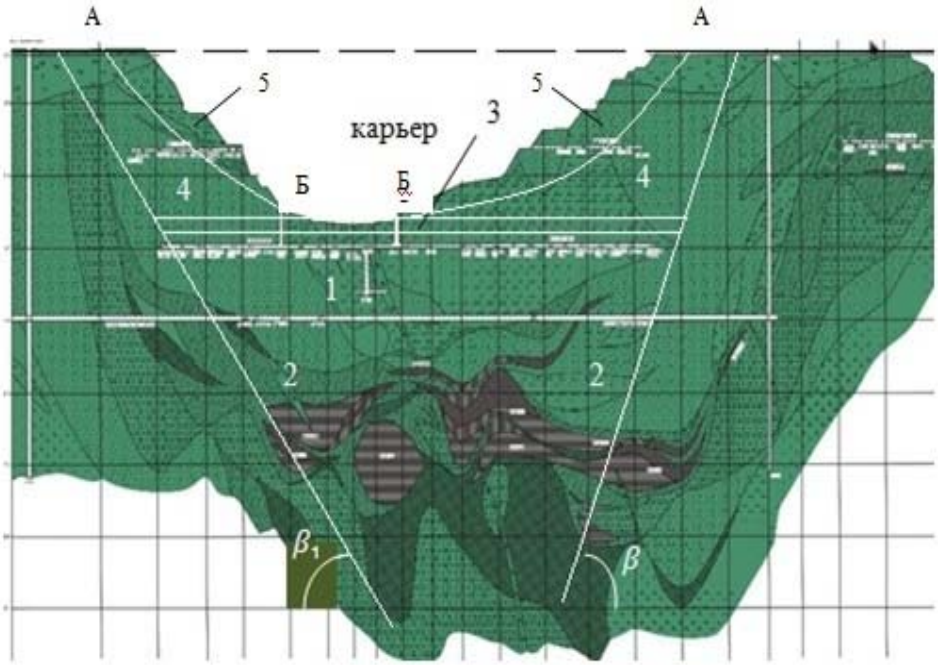
$$m_h^2 = L^2 \cos^2 \delta \frac{m_\delta^2}{\rho^2} + m_L^2 \sin^2 \delta + 2m_v^2, \text{ мм},$$

мұнда m_δ, m_L, m_v – вертикаль бұрыштың, арақашықтық және аспап пен шағылдырғыш биіктіктерінің орташа квадраттық қателіктері.

Leica TC1201 электронды тахеометрі бойынша осы шамалардың орташа квадраттық қателіктері $m_\delta = 1''$; $m_L = 2$ мм±0,5L мм/км; $m_V = m_i = 1$мм тең.

Сөйтіп, Майқайын кен оьрнында көпжылдық кешенді геомеханикалық мониторинг жүргізу (2014-2016 жж) негізінде тау жынстарының жылжу сұлбасы алынды (3-сурет). Мұнда кен қысымы: *жеңілденген* және *жоғарылаған* екі аймақтан, және де бір-бірінен айырмашылығы бар қасиеттерімен ерекшелінгетін 5 зоналар бар.

Жеңілденген аймақ, массивтің әртүрлі дәрежедегі бұзылыстарымен сипатталатын опырылу, жарып өтетін және жергілікті жарықшақтар сияқты зоналарға бөлінеді. Зоналардың сипаттамасы мен сандық параметрлері кен игеру кезіндегі тау жыныстарының геомеханикалық және гидрогеологиялық жай-күйін бағалауда пайдаланылады.



3-сурет – Құрама тәсілмен кен игерудегі тау жыныстары жылжуының сұлбасы.
Зоналар: 1 – опырылу; 2 – жай иілу; 3 – шекті кернеулі күй (карьер түбі қабатындағы созылу және сығылулар);
4 – сырғу призмасы; 5 – карьер жағдауы массиві; 4 және 5 – зоналарды бөліп тұратын А-Б – сызығы(сырғу бет)

Кен орнының табиғи гидрогеологиялық жүйенің түбегейлі өзгеруі су нысандарының опырылу зоналарына түсіп қалған немесе бірнеше жарып өтетін жарықшақтары, немесе техногендік жарықшақтары бар иілу зоналарына кезіп қалған жағдайда болуы мүмкін [5].

Сонымен қатар, карьер түбінің (1-қабаттың төбелік кентірегінің) және этажаралық кентіректердің салмақ түсетін қабілетін зерттеуге баса көңіл аударылды.

Майқайың кен орнын игерудің жай-күйіне талдау жасау екі ұстанымда жасалынды. Біріншіден, массивтегі судан қорғайтын қабатта (СҚҚ), кеніштің бос қустардына (кен қазбаларына) су өтіп кететін каналдар болу мүмкіншілігі бар, қауыпты вертикаль жарықшақтардың дамуын бағалау.

Екіншіден, тау-кен жұмыстарының әсерінен қабаттың жоғарғы жағында әлсіз зоналардың пайда болу жағдайы қарастырылды, себебі ол зоналар жер бетіндегі нысандар мен инженерлік имараттарға шын мәнінде қауіп төндіруі ықтимал.

Сөйтіп, тау жыныстары массивінің жай-күйін кешенді бағалаудың, кен орнының, оның ішінде кеулеп қазылатын қабаттың геологиялық құрылымы ескерілетін және тау-кен жұмыстарын геомеханикалық қамтамасыз етудің сапасын жоғарылататын әдістемесі (1-сурет) жасалынды.

Өз кезегінде, геомеханикалық болжаудың нәтижелері техногендік бұзылыстар шоғырланған зоналарды айқындап және бөле зерттеу үшін геофизикалық және геодезиялық-маркшейдерлік бақылаулар жүргізілетін ең қауіпті учаскелерді айқындауда үлкен роль атқарады.

Жүргізілген зерттеулерден алынған іс-тәжрибелік және теориялық нәтижелердің өндірске енгізілуі тек құрылыстарды қорғап қана қойған жоқ, сондай-ақ сақтандыру кентіректеріндегі қалтырылған пайдалы қорды толық игеруге мүмкіндік туғызды.

ӘДЕБИЕТ

[1] Rockburst and seismicity in mines proceedings. – Australia: Australion Centre for Geomechanics, 2005.

[2] Owen M.L. Calibrating a semi-guantitative seismic risk model using rockburst case studies from underground metallifrous mines // Controlling seismic risk. – Australia: Australion Centre for Geomechanics, 2005. – P. 191-204.

[3] Нурпеисова М.Б., Менаяков К.Т., Кыргизбаева Г.М. Оценка геомеханическогосостояния массива горных пород при открыто-подземной раз-работке месторождении // Труды междун. научно-практ конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030». – Караганда, 2010. – С. 90-94.

[4] Курманбаев О.С., Нурпеисова М.Б. Мониторинг состояния прибортовых массивов и инженерных сооружений // Материалы XXVI международной научной школы. – Симферополь: Крымский федеральный университет, 2016. – С. 51-55.

[5] Nurpeisova M.B., Sarybaev O.A., Kurmanbaev O.S. Study of regularity of geomechanical processes developmentby the combined way of field operating // Scientific bulletin of Natiomal Mining University «Scientific and technical journal». – 2016. – N 4(154). – P. 30-36.

REFERENCES

[1] Rockburst and seismicity in mines proceedings. Australia: Australion Centre for Geomechanics, 2005.

[2] Owen M.L. Calibrating a semi-guantitative seismic risk model using rockburst case studies from underground metallifrous mines // Controlling seismic risk. Australia: Australion Centre for Geomechanics, 2005. P. 191-204.

[3] Nurpeisova M.B., Menajakov K.T., Kyrgizbaeva G.M. Ocenka geomehanicheskogososotojanija massiva gornyh porod pri otkryto-podzemnoj raz-rabotke mestorozhdenii // Trudy mezhdun. nauchno-prakt konf. «Nauka i obrazovanie – vedushhij faktor strategii «Kazahstan-2030». Karaganda, 2010. S. 90-94.

[4] Kurmanbaev O.S., Nurpeisova M.B. Monitoring sostojanija pribortovyh massivov i inzhenernyh sooruzhenij // Materialy HHVI mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly. Simferopol': Krymskij federal'nyj universitet, 2016. S. 51-55.

[5] Nurpeisova M.B., Sarybaev O.A., Kurmanbaev O.S. Study of regularity of geomechanical processes developmentby the combined way of field operating // Scientific bulletin of Natiomal Mining University «Scientific and technical journal». 2016. N 4(154). R. 30-36.

М. Б. Нурпеисова, О. С. Курманбаев.

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Қазақстан

ЗАКОНАМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАССИВАХ ГОРНЫХ ПОРОД РУДНИКА МАЙКАЙН

Аннотация. Рассмотрены вопросы изучения и установления закономерностей развития геомеханических процессов при комбинированном способе разработки месторождений. В отечественной и зарубежной практике разработки месторождений полезных ископаемых все большее применение находит комбинированная технология разработки. Одним из таких месторождений в Казахстана является золоторудное месторождение «Майкаин», которое требует индивидуальных технических решений и надежных геомеханических обоснований доработки подкарьерных запасов с учетом охраны недр, окружающей среды и промышленной безопасности.

Приведены результаты исследований, полученных авторами в процессе выполнения научно-исследовательских работ в соответствии с Комплексной целевой программой «Геомеханичексое обоснование параметров отработки подкарьерных запасов рудника «Майкаин» при помощи современных маркшейдерско-геодезических приборов, которые обеспечили высокую точность и производительность съемочных работ.

Ключевые слова: геомеханические процессы, горные породы, мониторинг, методы, закономерности; современные приборы.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 116 – 122

K. Kopzhassaruly

Kazakh National Technical University after K. I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: koskanat_kopzhassar@mail.ru

LAWS OF DEVELOPMENT OF GEOMECHANICAL PROCESSES AT THE MINE AKBAKAI

Abstract. One of the current problems in the conduct of mining activities, especially in arrays of rock is a man-made seismicity, entailing not only disastrous techno-economic and environmental impacts of (man-made earthquakes, rock bursts, landslides, etc.). All this is a direct consequence of the change of the geodynamic regime of the geological environment under the influence of large-scale mining operations that clearly supported by the results of research on the example of Akbakai field and presents a great opportunity to study a wide range of geomechanical processes and reduce their risk. To ensure industrial and environmental safety development of mineral resources, the actual problem is obtaining reliable information about the state of the rock mass in the bowels. Without them it is impossible to identify the dominant factors which have a significant impact on geomechanical processes in the specific geological conditions.In this regard, the article presents the results of research on the study and management of geomechanical processes in aAkbakai mine using modern surveying instruments.

Keywords: Location minerals, rocks, mining, geomechanical processes, patterns, monitoring, advanced equipment, management.

ӘОЖ 552.1(574)

Қ. Көпжасарұлы

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

АҚБАҚАЙ КЕНІШІНДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ДАМУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Аннотация. Тау-кен жұмысытарын, әсіресе жарықшақты таужыныстары массивіндегі техногендік сейсмикалылық жағдайда жүргізу, қауіпті(техногендік жерсілкіністер, тау-кен соққылары, жылжымалар және т.б.) техникалық-экономикалық және экологиялық зардамтарға әкеліп соғады. Мұның барлығы үлкен масштабта жүргізіліп жатқан тау-кен жұмыстарының әсерінен геологиялық ортаның геодинамикалық тәртібінің өгеруіне байланысты болып келеді және ол жер қойнауындағы геомеханикалық процестерді кеңінен зерттеу мен олардың тәуекелін төмендетуге мүмкіндік туғызады. Жер қойнауын игерудің өндірістік және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін, ең маңызды мәселе – ол тау жыныстары массивінің жай-күйі туралы дұрыс ақпараттар алу болып табылады. Оларсыз, нақтылы геологиялық жағдайларда геомеханикалық процестердің туындауынам айтарлықтай әсер ететін басты факторларды анықтау мүмкін емес. Осыған байланысты, мақалада заманауи геодезиялық аспаптарды пайдаланып Акбақай кенішінде геомеханикалық процестерді зерттеу және басқарудағы зерттеулердің нәтижелерін келтірілген.

Түйін сөздер: кенорны, тау жыныстары, тау-кен жұмыстары,геомехеникалық процестер, заңдылықтар, мониторинг, заманауи аспаптар, басқару.

Техногендік жүйе дегеніміз – өзара қарым-қатынаста, байланыста болатын және белгілі бір-тұтастық, бірлік құрайтын антропогендік нысандардың (карьер, кеніш, үйінділер, құрылыстар, көлік жүйелері және т.б.) жиынтығы. Өндірісі дамыған және әрі қарай қарқынды дами беретін

Қазақстан аумағында мұндай техногендік жүйелер жетіп артылады, осыған байланысты техногендік апаттар мәселесі де бірдей көтеріледі. Оның дәлелі, тау-кен өндірісі дамыған елдердің барлығында техногендік апаттардың тәуекелін басқаруға көп көңіл бөлінуінде [1, 2].

Қазақстан Республикасының президенті Н. А. Назарбаевтің «Қазақстан жолы - 2050» атты халыққа жолдауындағы үдемелі индустриялық-инновациялық даму бағдарламасы кенорындарын тиімді игеруге баса көңіл аударылған. Мұның өзі елбасымыздың көрегендігін, еліміздің болашағын дамытудағы тау-кен саласының алар орнын ерекше көрсетеді.

Жаңа кенорындарын игеруде және ескі кеніштерді қайта құруда тау-кен өндірісінің табиғатқа тигізіп жатқан әсер ықпалының күннен-күнге өсуі, жер қойнауында әртүрлі механикалық өзгеріс күйлерінің пайда болуына әкеліп соғады. Массивтегі таужыныстарының, одан кейін жер бетінің жылжу заңдылықтарын анықтау, геомеханикалық үдерістердің кен қазбалары мен жер беті құрылыстарына, айналадағы ортаға тигізетін зиянды әсерлерін қадағалап, олардың алдын алу жолдарын іздестіріп, тау-кен жұмыстарын жүргізудің қауіпсіздігін қамтамасыз ету – тау-кен ғылымы мен өнеркәсібінің негізгі міндеттерінің бірі. Жылжу үдерісін жүйелі түрде зерттеу – қысқа мерзімдік науқан емес. Ол кеніштегі тау-кен жұмыстары тоқталмайынша күн тәртібінен түспейтін тұрақты мәселе.

Жоғарыдағы қарастырылып отырған техногендік жүйелердің бірі, осы зерттеу жұмыстарына арқау болып отырған Ақбақай техногендік жүйесі. Құрамында 2 карьер, 1 кеніш, тау-тау болып жатқан үйінділер, байыту фабрикасы және өзіндік инфроқұрылымы бар Ақбақай жүйесі қоршаған орта мен жер қойнауына күшті антропогендік әсерін тигізіп отыр және жан-жақты зерттеуді қажет ететін бірден бір аймаққа айналып отырғаны сөзсіз [3].

Алтынкенді Ақбақай кеніші Қазақстан Республикасының Жамбыл облысы, Мойынқұм ауданында орналасқан. Кенорны аудан орталығы Мойынқұмнан 90 шақырымсолтүстікке қарай және Тараздан 260 шақырым жерде солтүстік шығысқа қарай кететін жерде орналасқан.

Рудалық желілердің ұзындығы 100–680 метр аралығында. Жартасты таужыныстарынан түзілген кенорны бір-біріне жақын орналасқан 5 күртқұлама желілерден тұрады (кесте).

Желілердің параметрлері

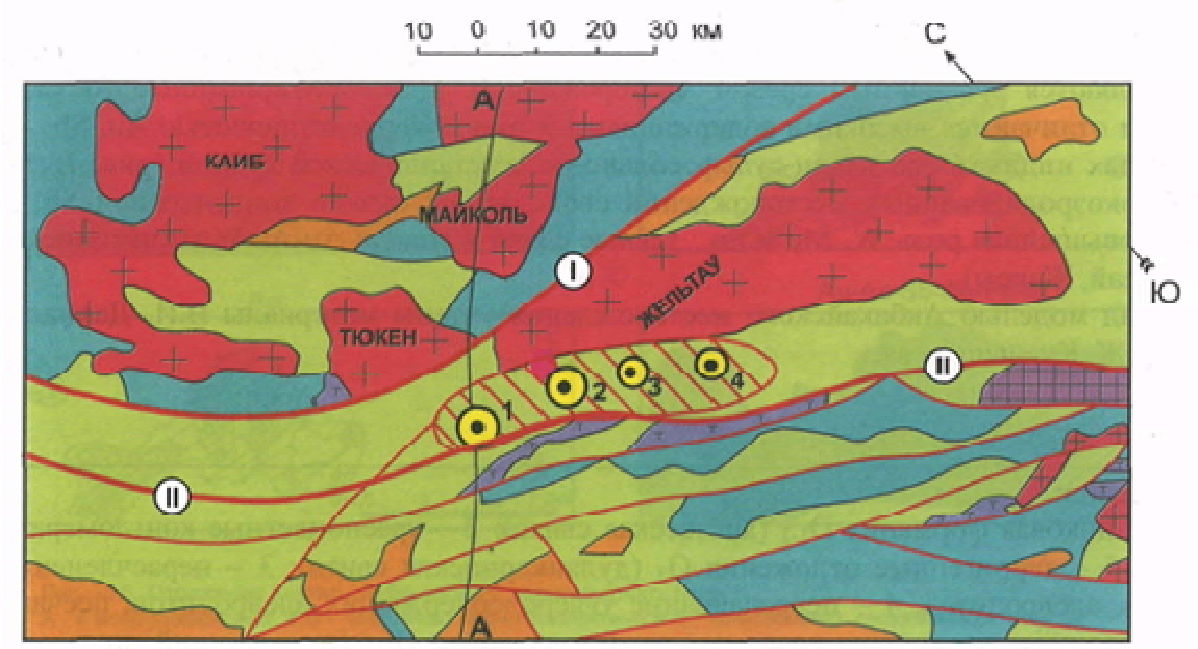
Желілердің аттары	Құлама бұрыш	Орташа қалыңдығы, м	Бойлық бойынша ұзындығы, м	Орналасу тереңдігі, м
Главная	70–85˚	1,33	680	460
Төкен	60–65˚	1,61	365	340
Октябрь	40–45˚	1,51	520	580
Фролов	70–85˚	1,43	275	580
Пологая	45–50˚	1,92	630	460

Кенорнындағы руда кварцты, арсеннолитериммен, алтынмен, жартылай металдан құралған. Рудадағы бағалы металл болып есептелетен алтын және күміс. Қоршаған таужыныстары: гранодиориттердің Протодъяконов шкаласы бойынша беріктік коэффициенттері f=14-16, оның ішінде: березиттер – (f=11-14), кварциттер – (f=16-18) тең.

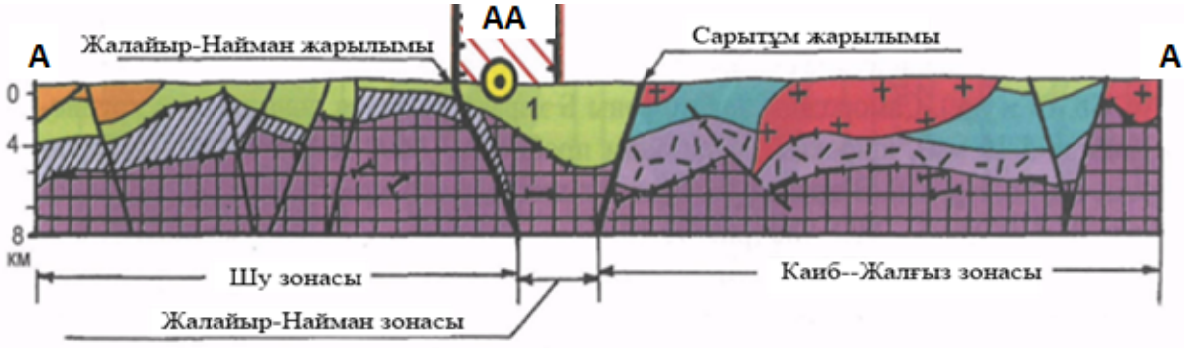
Алтын желілердің ұзындығы 250 метрден 600 метрге дейін қалыңдығы 1,5 сантиметрен 2 метрге жетеді. Кенорны 380–450 метр тереңдікке дейін барланған. Кен түзілу үдерісі габбропорфирит және ашафит жыныстарды жарып шыққаннан кейін, алтын сүрмелі минералданумен аяқталған. Ақбақай кенорнының геологиялық картасы 1-суретте көрсетілген.

Кен сілемінде аралары бір метрге дейінгі жерлерде орналасқан көлденең жарылысты бұзылымдар геологиялық картаның А-А қимасы бойынша көрсетілген (2-сурет).

Жалпы кенорнындағы инженерлік-геологиялық ізденістер бұл – болашақ құрылыс салынатын ауданның табиғи және экономикалық жағдайларын, құрылыс нысандарының оны қоршаған ортамен өзіндік байланысын, оларды қорғаудың инженерлік жолдары және адам өміріне қауіпсіз болуын қамтамасыз ететін далалық, зертханалық және камералдық жұмыстардан құралатын кешенді жұмыс.



1-сурет – Ақбақай кенорнының геологиялық картасы



2-сурет – Геологиялық картаның А-А сызығы бойынша қимасы

Ақбақай кенорнын игерудің бір ерекшелігі жоғарыда қарастырылған, яғни кен жер бетіне шығып жатқандықтан, оны 60–80 м тереңдікке дейін ашық әдіспен, ал қазір жерасты кенішімен, яғни құрама әдіспен игерілуде.

Таңдап алынған ашу тәсілінің тиімді түрі қауіпсіздікпен қазбаларды желдетуді, өндірілетін кеннің жоғарғы тиімділігін, жұмсалатын күрделі қаржы мен эксплуатациялық шығынды үнемдеуді, ашу мерзімін қысқартып, тазалау жұмысын тездетіп жоспарлы кеніш қуатын орындауды қамтамасыз етуі шарт.

Ашу тәсілін таңдауға негізінен ықпал ететін факторлар: кеніштің жаралымы, кен-геологиялық жағдайы, техникалық даму деңгейі және экономикалық көрсеткіштер. Мұндай жағдай таужыныстарының және жер бетінің жылжуы, яғни геомеханикалық үдерістердің дамуына – тау-кен жұмыстары тереңдеген сайын, таужыныстары бүкіл созылымы және тереңдігі бойынша тірегін жоғалтып, беріктігі бұзылады да, опырылып бос қуыстарға қарай құлай бастауы тікелей әсер етеді [4].

Мінекей осындай, құрама әдіспен (алғаш ашық, кейін жерасты) кен игеріп жатқан Ақбақай кенорнында жылжу үдерісін зерттеу, яғни геомеханикалық мониторинг жүргізу 1995 жылдан бастау алған.

Кенорындарында таужыныстарының жылжуын зерттеу үшін әртүрлі әдістемелерді пайдалана отырып кешенді (жергілікті жерде табиғи бақылау, лабораториялық және теориялық әдістер) зерттеулер жүргізілуі қажет, яғни геомеханикалық мониторинг жүргізуге баса көңіл аударылады.

Бүгінгі таңда геодезиялық, геологиялық, маркшейдерлік, тау-кен, метро құрлысы, жерге орналастыру сияқты жұмыстар оптикалық-механикалық, электрондық аспаптарынсыз өз шешімін таба алмайды. Геомеханикалық мониторинг жүргізу-қазіргі заманғы геодезиялық аспаптар саласында жоғары деңгейдегі біліктілік пен білімділікті қажет етеді.

Геодезия ғылымы мен техниканың соңғы он жыл ішінде қарқынды дамуы, көптеген электронды аспаптарды әкелумен сипатталады. Қазір геодезиялық бақылауларда және камералдық өңдеу жұмыстарында атқаратын міндеттері мен құрамына қарай әр түрлі аспаптар қолданылады. Олардың көпшілігі өлшеу мен есептеудің күрделі үдерістерін автоматтандыратын есептеу механизмдері электрондық, радио-техникалық құрылғылары бар дәл және дәлдігі жоғары оптикалық аспаптар [5].

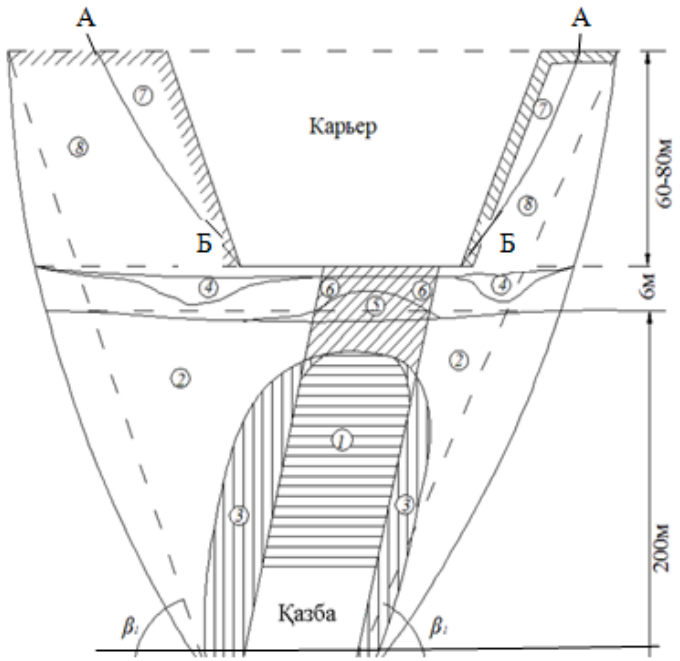
Қазіргі геодезиялық-маркшейдерлік жұмыстарда бірнеше инновациялық бағыттар бар, яғни электронды және лазерлік аспаптарды кеңінен өндіріске енгізу түсіру жұмыстарының өнімділігін және сапасын, оперативтілігін арттыру, мәліметтерді өңдеу үдерістерін автоматтандыру, нәтижелерді сандық түрде алу және т.б.

Дәстүрлі қолданылып жүрген аспаптық бақылаулардың біршама кемшіліктері бар. Біріншіден, олар таужыныстары массивінде жүріп жатқан нақтылы геомеханикалық үдерістерді дәл бейнелеп көрсете алмайды, сондықтан да дәстүрлі аспаптық бақылауларға негізделген болжаулық бағаларды сенімді деу жеткіліксіз. Екіншіден, оларды жүргізу өте көп еңбек сіңіруді қажет ететіндіктен, жер бетінің деформациялануы туралы деректерді қажетті мезгілде алуға мүмкіндік болмайды. Осы айтылған кемшіліктерді заманауи аспаптарды қолдану арқылы жоюға болады.

Геомеханикалық мониторингтауда қолданылатын бұрынғы дәстүрлі және осы күнгі геодезиялық аспаптар туралы мәлімет 3-суретте келтірілген.

Геодезиялық аспаптық бақылаулар карьер кемерлерінің деформациялары туралы деректер алудың негізі және олардың орнықтылығын болжаудың ең сенімді әдісі болып саналады. Ақбақай кенорнында, 1992–2015 жылдар аралығында жүргізілген геомеханикалық мониторинг нәтижесінде,

3-сурет – Геомониторингтеудың заманауи геодезиялық әдістері



4-сурет – Ақбақай кен орнындағы жылжу зоналарының схемасы.
Зоналар: 1 – опырыла құлау; 2 – бір қалыпты иілу; 3 – шекті кернеулі күй;
4, 5, 6 – карьер астындағы қабатың созылу және сығылу деформациялары; 7 – сырғу призмасы;
8 – беткей жағдауы массивы; 7 және 8 сырғу беттер зоналарын бөліп тұратын А-Б сызықтары

деформацияланған тау жыныстары массивінде екі аймақ және бір-бірінен өзіндік айырмашылықтары бар 8 зона пайда болатындығы анықталды (4-сурет).

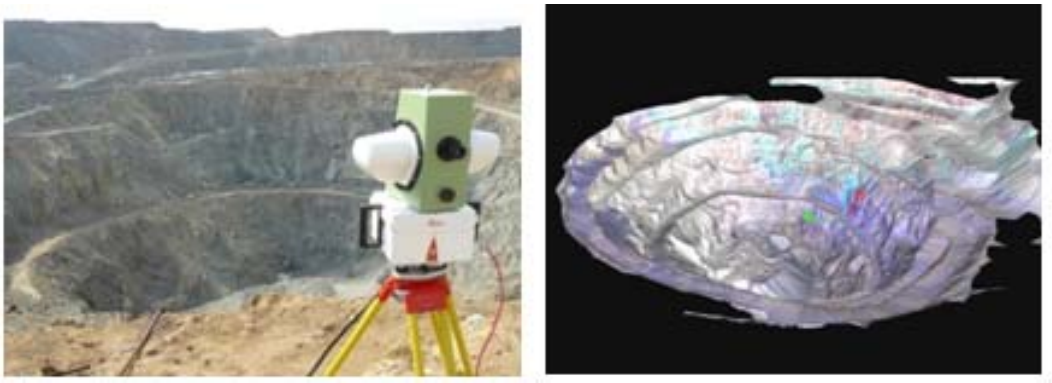
Бұл схемада: *жүгі түсірілген* және жоғары *тау-кен қысымы* депаталатын екі аймақ ерекшеленеді. Жүгі түсірілген аймақтың өзі екі зонаға бөлінген, олар: опырыла құлау және тік тесіп өткен жарықшақтар зоналары.

Жүргізілген GPS-анықтауларының нәтижесінде кәсіпорындардың «Маркшейдерлік қызметі» координаталары жоғары дәлдікпен анықталған тірек пункттерімен (бұрынғылары және жаңадан салынғандары) қамтамасыз етілді. ҚазҰТЗУ-дың «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасындағы Leica Geosistems фирмасының лазерлік сканері арқылы карьер қиябеттерінің құрылымдық ерекшеліктерін зерделеуде және үшөлшемдік модельдер құрастыруда бірқатар нәтижелерге қол жеткізді (5-сурет).

а *ә*

5-сурет – *а* – Ақбақай зонасына кіретін «Карьерное» кенорнының жалпы көрінісі;
ә – электронды тахеометрмен карьер қиябеттерін түсіру

Жербетілік HDS3000 лазерлік сканері арқылыАқбақай рудалық зонасына кіретін «Карьерное» ашық кеніші түсіріліп, оның 3D моделі жасалынды (6-сурет).



6-сурет – «Карьерное» ашық кенішінің үш өлшемдік моделі

Сөйтіп, карьер қиябеттерін лазерлік сканерлеуден алынған электрондық деректердің көлемі камералдық жағдайдағы барлық құрылымдық элементтерді: жарықшақтарды, бұзылыстарды, литологиялық айырымдардың шекараларын, деформацияларды және т.б. алуға, сандық түрде массивтің моделін құруға және оны геомеханикалық есептерге енгізуге мүмкіндік туғызады [6].

ӘДЕБИЕТ

[1] Нурпеисова М.Б. Геомеханика рудных месторождений Казахстана (монография). – Алматы: КазНТУ, 2012. – 324 с.

[2] Нурпеисова М.Б. Геомеханическое обеспечение промышленной безопасности горных предприятий // Материалы XXV междун. научной школы им. академика С. А. Христиановича. – Крым: Алушта, 2015. – С. 133-138.

[3] Нұрпейісова М.Б., Копжасарулы К. Қазақстанның алтыны – ел игілігі Труды Междун. форума маркшейдеров «Инновационные технологии в маркшейдерии и геодезии». – Алматы: КазНТУ, 2015. – С. 91-94.

[4] Внедрение современных приборов в производство Акбакайской ГОК: Отчет НИР. №735. – Алматы: КазНТУ, 2014. – 85 с.

[5] Нурпеисова М.Б. Копжасарулы К. Прогноз и управление рисками геомеханических явлений // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2015. – № 12. – С. 24-28.

[6] Указания по охране зданий и окружающей среды от вредного влияния горных разработок месторождения Акбакай». – Алматы: КазНТУ, 1994. – 35 с.

REFERENCES

[1] Nurpeisova M.B. Geomehanika rudnyh mestorozhdenij Kazahstana (monografija). Almaty: KazNTU, 2012. 324 p.

[2] Nurpeisova M.B. Geomehanicheskoe obespechenie promyshlennoj bezopasnosti gornyh predprijatij // Materialy HHV mezhdun. nauchnoj shkoly im. akademika S. A. Hristianovicha. Krym: Alushta, 2015. P. 133-138.

[3] Nұrpejisova M.B., Kopzhasaruly K. Қazaқstannyң altyny – el igiligi Trudy Mezhdun. foruma markshejderov «Innovacionnye tehnologii v markshejderii i geodezii». Almaty: KazNTU, 2015. P. 91-94.

[4] Vnedrenie sovremennyh priborov v proizvodstvo Akbakajskoj GOK: Otchet NIR. №735. Almaty: KazNTU, 2014. 85 p.

[5] Nurpeisova M.B. Kopzhasaruly K.Prognoz i upravlenie riskami geomehanicheskih javlenij // Gornyj zhurnal Kazahstana. Almaty, 2015. N 12. P. 24-28.

[6] Ukazanija po ohrane zdanij i okruzhajushhej sredy ot vrednogo vlijanija gornyh razrabotok mestorozhdenija Akbakaj». Almaty: KazNTU, 1994. 35 p.

К. Копжасарулы

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА РУДНИКАЕ АКБАКАЙ

Аннотация. Одной из актуальных проблем при ведении горных работ, особенно, в массивах скальных пород является техногенная сейсмичность, влекущая за собой не только катастрофические технико-экономические и экологические последствия (техногенные землетрясения, горные удары, оползни и др.). Все это является прямым следствием изменения геодинамического режима геологической среды под влиянием крупномасштабных горных работ, что убедительно подтверждается результатами научных исследований на примере месторождения Акбакай и представляющих большие возможности для исследования широкого спектра геомеханических процессов и снижения их риска. Для обеспечения промышленной и экологической безопасности освоения недр, основной проблемой является получение достоверной информации о состоянии массива горных пород в недрах. Без них невозможно выделить доминирующие факторы, оказывающие существенное влияние на геомеханические процессы в конкретных горно-геологических условиях. В связи с этим в статье приведены результаты исследований по изучению и управлению геомеханических процессов в условиях рудника Акбакай с использованием современных маркшейдерских приборов.

Ключевые слова: месторождение, горные породы, горные работы, геомеханические процессы, закономерности, мониторинг, современные приборы, управление.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 123 – 135

**O. V. Zhirnova, A. Zh. Toigozhinova, B. Imanbek, S. Zhumabek,
A. Zhakhanov, N. A. Sommer, E. A. Kulakova, B. A. Suleimenov**

Kazakh National Research Technical University after named K. I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: oxana_fedoseyeva@mail.ru

DIAGNOSIS OF COMBUSTION PROCESS BIOGAS AND GAS POWER PLANTS TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSIONS

Keywords: the bioreactor, biogas, bacteria, adjusting, mathematical model, distributed system, optimal control, integration, aggregation.

Abstract. This paper shows the environmental and economic efficiency of biogas. An analysis of the prospects for world energy development shows a marked shift of priority issues in a comprehensive assessment of the possible side effects of the impact of major sectors of energy on the environment, the life and health of the population. Energy conservation measures and environmental security are aimed at increasing the use of CHP and renewable energy sources. The main advantages of CHP are: low cost of energy, low return on investment, the ability to quickly build, reducing environmental pollution. The main advantage of renewable energy sources is the use of the inexhaustible source of energy, such as solar, wind and biofuels. The paper discusses the various sources of energy capacity of 1 MW mini-thermal power station with diesel, gas piston and turbine engines, as well as renewable energy-generation plant with a gas-piston engines running on biogas, solar and wind power. Found that all sources participating in the emission of greenhouse gases. Gas turbine engines emit more greenhouse gases than other motors. The most environmentally friendly way to produce electricity is solar panels. This paper shows the environmental and economic efficiency of biogas in the brewery. The article used the standard method for determination of greenhouse gas emissions through the levels. Calculations for natural gas and biogas. The results of the calculations showed that the amount of greenhouse gas emissions from the combustion of natural gas and biogas in the boilers reduced. The efficiency of co-combustion of these fuels. It is shown that co-combustion of natural gas and biogas will reduce the emission of emission gases by 10%.

УДК 658.52.011

**О. В. Жирнова, А. Ж. Тойгожинова, Б. Иманбек, С. Жумабек,
А. Жаханов, Н. А. Соммер, Е. А. Кулакова, Б. А. Сулейменов**

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан

ДИАГНОСТИКА ПРОЦЕССА СОВМЕСТНОГО СЖИГАНИЯ БИОГАЗА И ГАЗА НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Аннотация. В работе показана экологическая и экономическая эффективность использования биогаза. Анализ перспектив развития мировой энергетики свидетельствует о заметном смещении приоритетных проблем в сторону всесторонней оценки возможных последствий влияния основных отраслей энергетики на окружающую среду, жизнь и здоровье населения. Мероприятия по энергосбережению и экологической безопасности направлены на увеличение использования мини-ТЭЦ и возобновляемых источников энергии.

Основными достоинствами мини-ТЭЦ являются: низкая стоимость вырабатываемой энергии, низкая окупаемость, возможность быстрого строительства, снижение уровня загрязнения окружающей среды. Основным преимуществом возобновляемых источников энергии является использование неисчерпаемых источником энергии, таких как солнечная энергия, ветер и биотопливо. В работе рассмотрены различные источники энергии мощностью 1 МВт: мини-ТЭЦ с дизельными, газопоршневыми и газотурбинными двигателями, а также возобновляемые источники энергии мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями, работающими на биогазе, солнечные и ветровые электростанции. Установлено, что все источники принимают участие в эмиссии парниковых газов. Газотурбинные двигатели выбрасывают парниковых газов больше, чем остальные двигатели. Самым экологичным способом производства электроэнергии являются солнечные батареи. В работе показана экологическая и экономическая эффективность использования биогаза на пивоваренном предприятии. В статье использована стандартная методика определения эмиссии парниковых газов по уровням. Выполнены расчеты для природного газа и биогаза. Полученные результаты показали, что количество выбросов парниковых газов от сжигания природного газа и биогаза на котлах уменьшаются. Доказана эффективность совместного сжигания данных видов топлива. Показано, что совместное сжигание природного газа и биогаза позволит снизить выбросы эмиссионных газов на 10%.

Ключевые слова: биореактор, биогаз, бактерии, регулирование, математическая модель, распределенная система, оптимальное управление, интеграция, агрегирование.

Введение. В сегодняшних условиях истощения традиционных энергетических ресурсов и напряженной экологической обстановки крайне важно использовать возобновляемые источники энергии. Непрерывный рост потребностей современного общества в энергии приводит к увеличению потребления ископаемых топливно-энергетических ресурсов и, соответственно, к увеличению выброса в атмосферу продуктов сгорания, в том числе, парниковых газов, повышение концентрации которых в атмосфере является одной из вероятных причин безвозвратного изменения климата [1]. Одним из основных путей снижения объема выбросов парниковых газов и экономии традиционных видов топлива является замена ископаемого топлива на возобновляемые источники энергии. Одним из таких источников может быть биогаз [2]. Основными критериями при выборе технологии энергетического использования биогаза являются экономические показатели и величина снижения эмиссии парниковых газов при допустимой величине выбросов загрязняющих веществ. Если экономические критерии известны и достаточно эффективно используются на практике, то существующие экологические критерии не позволяют объективно сравнивать различные технологии и оборудование, использующие различные виды биотоплива, а также полностью учесть влияние вида и качества заменяемого топлива [3]. Альтернативные виды газа – это все виды газов, кроме природного (пропан, биогаз, древесный газ, газ мусорных свалок и многие другие). Эти газы довольно часто обладают практически противоположными характеристиками. Это могут быть как газы с низкой теплотворной способностью (газы химической промышленности от 0,5 кВт·ч/Нм^3), малым содержанием метана и низкой степенью детонации, так и газы с очень большой теплотворной способностью (бутан – до 34 кВт·ч/Нм^3). Энергия, получаемая из биомассы, может внести значительный вклад в экологически чистое энергоснабжение. На данный момент биогаз отличается наибольшей эффективностью использования и обеспечивает наиболее полную реализацию энергетического потенциала биомассы. Самое слабое место в биогазовом процессе – низкая скорость переработки биомассы и качество получаемого биогаза. Процесс на самом деле неустойчивый и капризный. Из-за низкой скорости переработки требуются огромные ферментеры. Это приводит к существенным капитальным затратам на строительство станций по переработке отходов и, как следствие, такие проекты долго окупаются и требуют государственных дотаций. По пути господдержки производителей биогаза пошли все ведущие страны этой отрасли, такие, как Германия и большинство европейских стран. Форма такой поддержки реализована в «зеленом» тарифе – т.е. покупке электрической и тепловой энергии по завышенным ценам. Этот важный механизм государственной поддержки стимулировал производителей на первоначальном этапе, но позднее привел к стагнации отрасли с технической точки зрения, так как фирмы производители биогазового оборудования не особо заботились о качестве и новых технологиях. И так все покупали. Но времена меняются. Кризис отрасли будет огромен, как только меры господдержки будут свернуты, о чем уже заявили многие европейские страны, что привело к появлению множества судебных исков инвесторов [2]. Поэтому в ближайшее время ожидается бум предложений по продаже устаревших биогазовых технологий в Казахстане, где эта отрасль развита слабо, а госу-

дарственные дотации будут в нее огромны. Это очень опасная тенденция, которую нельзя допустить. Рынок биогаза в Казахстане может остаться за национальными компаниями, но эти компании должны поддержать научные разработки с целью получить опережающий технический задел в биогазовой технологии. И это, в первую очередь, связано со значительным ускорением биогазового процесса. Также в Казахстане должна быть климатически адаптированная технология, которую можно использовать по всей территории республики.

Методы исследования. Биогаз образуется в ходе анаэробного сбраживания органических материалов в ферментере биогазовой установки. Биогаз, состоящий преимущественно из метана и углекислого газа, образуется при анаэробном разложении органических отходов. Содержание метана (CH_4) в этом газе составляет от 45 до 70 процентов. При его горении выделяется столько CO_2, сколько было поглощено растением во время роста. Блочно-модульные энергоблоки, работающие на биогазе, позволяют экономить выбросы, которые образовались бы при сжигании невозобновляемых энергоносителей. Вместо неконтролируемого разложения этих отходов и высвобождения газов в атмосферу отходы помещаются в среду с пониженным содержанием кислорода, например в закрытый отстойник или надземный стальной резервуар. Метан, отбираемый оттуда, используется для производства электроэнергии или тепла. В связи с наличием загрязнений и неоднородностью биогаза, как правило, требуется предварительная подготовка. Однако использование газового двигателя, созданного специально для работы на биогазе, позволяет снизить затраты на предварительную подготовку. В подавляющем числе случаев, наиболее эффективным вариантом первичного двигателя, работающего на спецгазах, являются газопоршневые двигатели с зажиганием от искры. Биогаз (альтернативный газ) – это газ, получаемый метановым брожением биомассы. Биогаз представляет собой смесь метана и углекислого газа, образующаяся в процессе анаэробного (происходящего без доступа воздуха) сбраживания в специальных реакторах, устроенных таким образом, чтобы обеспечить максимальное возможное выделение метана. Теплотворная способность биогаза порядка 5,5 кВт·ч/м^3, что является хорошей альтернативой традиционным видам топлива (рисунок 1).

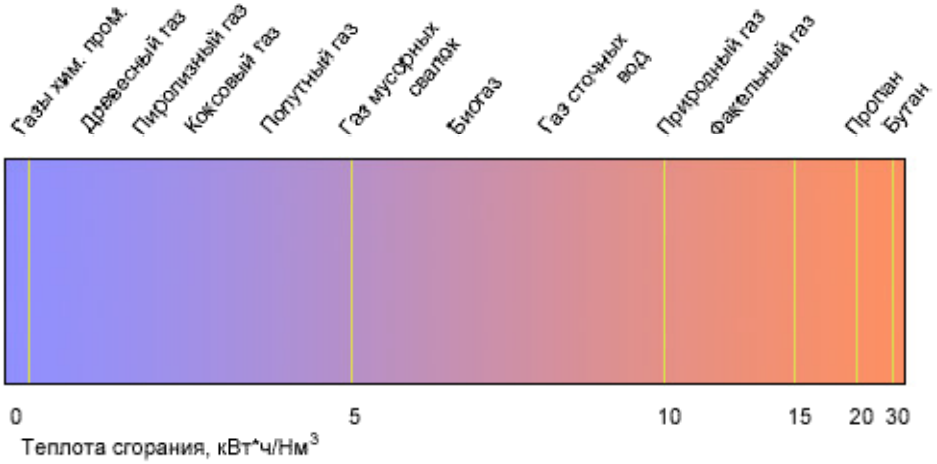


Рисунок 1 – Распределение теплоты сгорания от вида газа
Figure 1 – Distribution of combustion heat from a type of gas

Энергия, получаемая в процессе сжигания биогаза, может быть использована для подогрева воды, выработки тепла для технологических нужд и отопления, для обеспечения автономного электроснабжения. Переработанная биомасса может быть использована в качестве экологически чистого удобрения (рисунок 2).

Когенерационные установки вырабатывают электроэнергию, тепловую энергию, снижают выбросы парниковых газов в окружающую среду. Благодаря использованию прогрессивных технологий по выработке биогаза из отходов органического происхождения возможно минимизировать затраты по утилизации данных отходов. В зависимости от полноты информации возможна оценка выбросов парниковых газов на трех уровнях. Чем больше информации о применяемой технологии

Рисунок 2 – Система получения и сжигания биогаза
Figure 2 – System of receiving and combustion of biogas

сжигания топлива, тем выше может быть уровень оценки. Так, если известны только данные о количестве сожженного топлива в год, то расчеты возможны только на уровне 1 [4]. Если же есть национальные данные об удельных коэффициентах выбросов для этих источников выбросов и типа топлива и, кроме того, известен содержание углерода в используемых видах топлива, то расчеты можно выполнить на уровне 2.

В простейшем случае при расчетах на уровне 1 выбросы любого парникового газа $M_{ПГ}$ в первую очередь CO_2 определяются формулой (1)

$$M_{пг} = \sum m*k*k_{пг}*Ф\ , \qquad (1)$$

где m – количество сожженного топлива этого типа, в т; k – коэффициент для пересчета топлива из тыс. т в терраДжоули, $k_{пг}$ – удельный коэффициент эмиссии углерода. для CO_2 $k_{пг} = V_{CO2}*44/15$ Ф – фракция окисления. Принимается, что Ф = 1. Этот коэффициент необходим для лучшего согласования с теорией и понимания физической сути вычислений; n – число видов топлива, которые были использованы.

Для каждого вида расчеты выполняются не зависимо, а суммы той или иной парниковых газов затем складываются [5].

По вышеуказанной методике была проведена оценка выбросов парниковых газов на предприятии ТЭЦ (г. Люблин, Польша). В 2009–2010 годах компанией была проведена реконструкция парового котла с модернизацией горелок для работы как на природном газе, так и на смеси из биогаза. От очистных сооружений в котельную был проведен газопровод для транспортировки биогаза и последующего его сжигания в котельной. В котельной за год сжигается около 3 606 000 $м^3$ природного газа и 470 000 $м^3$биогаза.

Рассмотрим выбросы парниковых газов CO_2, CH_4 и N_2O. Поскольку никаких данных о режиме сжигания топлива нет кроме его количества, то расчеты придется выполнять для CO_2 на уровне 2, а для CH_4 и N_2O на уровне 1. Оценим сначала выбросы CO_2 от сжигания природного газа, на основе формулы 1.

Предполагается что для технологических нужд сжигается только природный газ. Результаты расчетов, по выбросам CO_2 размещены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов выбросов CO_2 от сжигания природного газа
Table 1 – Results of calculations of bursts of CO_2 from combustion of natural gas

Топливо	Количество, тыс.$нм^3$/год	Коэффициент пересчета, ТДж	Количество, ТДж	Удельный коэффициент выбросов, т/ТДж	Выбросы CO_2, т
Природный газ	4 076 000	34,08	138 910,0		7 726 641,6

Таким образом, выбросы CO_2 от сжигания природного газа составили 7 726 641,68 тонн в год. Оценим выбросы CO_2 в случае, когда часть природного газа замещается биогаза. Результаты показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов выбросов CO_2 от сжигания биогаза
Table 2 – Results of calculations of bursts of CO_2 from combustion of biogas

Топливо	Количество, тыс. $нм^3$/год	Коэффициент пересчета, ТДж	Количество, ТДж	Удельный коэффициент выбросов, т/ТДж	Выбросы CO_2, т
Природный газ	3 606 000	34,08	122 892,48		6 835 689,4
Биогаз	470 000	5,61	2636,7		90 008,2

Суммарные выбросы CO_2 котельной при сжигании природного газа и биогаза составили 6 925 697,53 т в год. Выбросы CH_4 и N_2O рассчитываются от того же количества природного газа, и для CO_2. Результаты расчетов выбросов CH_4 и N_2O показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Величина выбросов CH_4 и N_2O от сжигания природного газа
Table 3 – Value of bursts of CH_4 and N_2O from combustion of natural gas

Топливо	Количество, тыс. $нм^3$/год	Удельный коэффициент выбросов CH_4 , т/ТДж	Выбросы CH_4, т	Удельный коэффициент выбросов N_2O, т/ТДж	Выбросы N_2O, т
Природный газ	138910,09	0,001	138,91	0,001	138,91

Коэффициенты выбросов CH_4, данные в таблице 3 в кг/ТДж, представленные нами для удобства в тонах/ТерраДжоуль. Для коэффициента N_2O расчеты выполнены аналогично.

Общие выбросы по котельной при сжигании природного газа составили:

а) CO_2 – 7 726 641,68 т;

б) CH_4 – 138,91 т;

в) N_2O – 138,1 т.

Для получения результата в CO_2-эквиваленте умножаем выбросы метана потенциал глобального потепления метана – 21, а выбросы закиси азота на потенциал глобального потепления 310. Таким образом, получено суммарные выбросы в количестве 7 772 621 т CO_2-эквивалента.

При сжигании природного газа и биогаза величины выбросов CH_4 и N_2O показаны в таблице 4.

Таблиця 4 – Величина выбросов CH_4 и N_2O от сжигания совместно природного газа и биогаза
Table 4 – Value of bursts of CH_4 and N_2O from burning jointly natural gas and biogas

Топливо	Количество, тыс. $нм^3$/год	Удельный коэффициент выбросов CH_4 , т/ТДж	Выбросы CH_4, т	Удельный коэффициент выбросов N_2O, т/ТДж	Выбросы N_2O, т
Природный газ	122892,48	0,001	122,9	0,001	122,9
Биогаз	2636,7	0,06	158,2	0,015	39,55

Общие выбросы по котельной одновременном сжигании природного газа и биогаза составили:

а) CO_2 – 6 925 697,53 т;

б) CH_4 – 281,1 т;

в) N_2O – 162,45 т.

Получены суммарные выбросы в количестве 6 981 960 т CO_2-эквивалента.

Уменьшение выбросов при одновременном сжигания природного газа и биогаза на котельной составляет 79 0661 т CO_2-эквивалента в год.

В статье показана эффективность использования биогаза. Это обеспечит очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности, сократит потерю площадей, занимаемых стоками предприятия. Расчеты показали, что сжигание совместно природного газа и биогаза позволит снизить выбросы эмиссионных газов на 790 661 т CO_2-эквивалента в год, что улучшит экологическую ситуацию в регионе. Существенное снижение выбросов в атмосферу парниковых газов позволит привлечь дополнительные средства.

Чтобы действительно иметь существенные конкурентные преимущества над существующими европейскими технологиями в Казахстане необходимо создать биогазовую технологию, которая:

1. На 50% увеличит скорость переработки биомассы в биогаз.

2. Минимум на 15% увеличит концентрацию метана в биогазе непосредственно в ферментере вне зависимости от вида и качества сырья по сравнению с классическими технологиями.

3. Как минимум не приведет к увеличению стоимости, а как максимум сократит капитальные затраты при масштабировании технологии до промышленного масштаба.

4. Технология должна быть устойчива к климатическим особенностям по всему региону.

Это те минимальные требования, которые позволят снизить риски инвесторов и повысить конкурентоспособность и экономическую эффективность промышленных биогазовых объектов. При этом эффективную биогазовую технологию должны сопровождать технологии:

1. Пробоподготовки сырья (системы перемещивания, ультразвукового обеззараживания, стерилизации и т.п.).

2. Контролинга процесса (промышленные контроллеры, адаптированные к таким задачам, СКАДА системы и т.п.).

3. Системам и технологиям контроля состава биогаза (современные газоанализаторы, сенсоры, датчики).

4. Системы и технологии утилизации низкокалорийного биогаза (эффективные газовые котлы, бойлеры, генераторы электричества).

5. Системы экологического мониторинга.

6. Системы очистки биогаза до биометана.

7. Исследования и технологии использования биогазового удобрения для сельского хозяйства.

В течение четырех последних лет ведутся исследования биогазовых технологий с целью получения скоростной технологии переработки биомассы в биогаз. При этом неожиданно быстро были получены результаты, которые были высоко оценены польскими экспертами из научного сообщества. Не смотря на кажущуюся простоту установок в польской лаборатории ЛПУ 9г. Люблин, Польша), которые сделаны своими руками, на них были сделаны сотни экспериментов по исследованию биогазовых процессов. Фактические же данные по концентрации газов, контролингу, логгированию были получены на самом современном оборудовании, к примеру, с использованием СКР-газоанализа.

Результаты исследования. С целью исследования производимого биогаза в качестве топлива для производства электрической энергии использовался лабораторный стенд, закупленный нашим Вузом партнером – Институт электроники и информационных технологий, Люблинский технический университет г. Люблин, Польша (рисунки 3, 4).

Рисунок 3 – Внешний вид установки метантенка
Figure 3 – Appearance of metantenka

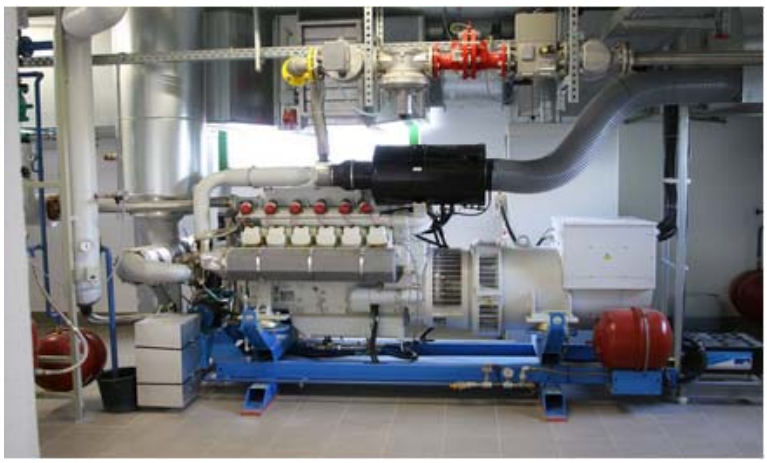


Рисунок 4 – Когенерационная установка
Figure 4 – The Cogeneration equipment

В любом случае рассмотрение общей технологической цепочки и оптимального взаимодействия между всеми ее элементами следует проводить, начиная с этапа проектирования биогазовой установки. Это связано с тем, что эффективная работа биогазовой установки является следствием слаженной работы всего оборудования, составляющего технологическую цепочку. Поэтому одно должно полностью подходить по заданным рабочим параметрам, а не представлять собой случайный набор элементов, исполняющих определенные рабочие функции. Для того, чтобы оптимизировать работу биогазовой установки, необходимо также проследить течение ее материальных потоков для того, чтобы определить ту стадию ее работы, которая тормозит течение всего технологического процесса.

С помощью термоселективного метода утилизируются самые разнообразные отходы, такие, как бытовой и промышленный мусор, легкие фракции, получающиеся при дроблении материалов, крупногабаритный мусор, шламовые массы, получающиеся при очистке сточных вод, зараженная земля, а также вновь поступающий на свалку мусор (рисунок 5).

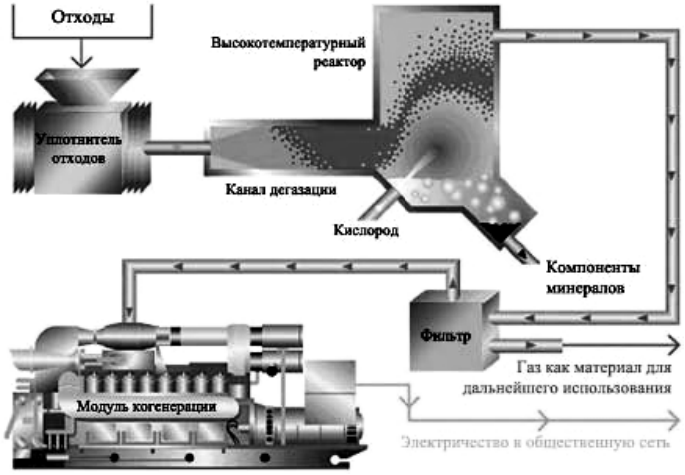


Рисунок 5 – Схема термоселективного метода
Figure 5 – Diagram of a thermoselective method

С помощью уплотнения мусора, удаления воздуха, гомогенизации и дегазации при температуре в канале удаления газов более 600 °С, добавления чистого кислорода, а также расплавления минеральных и металлических включений эта технология представляет собой замкнутую систему утилизации отходов.

Установка работает по независимой схеме энергоснабжения. Вырабатываемый в высокотемпературном реакторе синтетический газ, который подвергается шоковому охлаждению и многоступенчатой очистке, снабжает, с одной стороны, установку необходимой энергией, с другой стороны, газ с помощью газового двигателя преобразуется непосредственно в электрическую энергию.

Система сконструирована таким образом, что в целом достигается высокий коэффициент полезного действия. Реализованное в ней сочетание электроэнергии, тепла и холода обеспечивает высокий выход электрической энергии в то время, как остаточное тепло используется для всего технологического процесса. Тепловая энергия отработанных газов двигателя используется для получения перегретой воды, а отходящее тепло двигателя – для получения горячей воды. Энергия отработанных газов из системы обогрева канала удаления газов отбирается через теплообменник и используется для предварительного подогрева воздуха, участвующего в процессе горения. Отводимое тепло, кроме этого, в зависимости от места расположения установки, может использоваться и другими потребителями.

В настоящее время в развитых зарубежных странах большой популярностью пользуется идея когенерации – одновременной (комбинированной) генерации электричества и тепла на основе биотоплива и/или биомассы, – находящая все большее практическое применение. В отличие от традиционных электростанций (ТЭЦ), где побочно производимое тепло теряется, выбрасываясь в окружающую среду, в тепловых электростанциях с использованием когенерационных технологий

происходит отбор образуемого тепла и его применение в различных целях (технологические процессы, отопление и т.д.). При этом на 100 кВт электрической мощности потребитель в среднем получает 150 кВт тепловой мощности в виде горячей воды для отопления и горячего водоснабжения. КПД когенераторов достигает 90%, что на 30–40% эффективнее раздельного производства электрической энергии и тепла. К принципиальным преимуществам данного подхода, помимо высокой топливной эффективности, относится неограниченная ресурсная база, высокая мобильность, широкий диапазон мощностей (от нескольких единиц до нескольких сотен кВт, быстрый выход на номинальную мощность (несколько минут), адаптивность к изменению нагрузок, компактность, бесшумность. В качестве топлива для установок используются возобновляемые или вторичные энергетические ресурсы, такие как попутный газ, биогаз, свалочный газ, газ, получаемый в процессе газификации биомассы, специальные технологические газы, выделяемые на нефтехимических и металлургических производствах. Мини-ТЭЦ выгодно отличаются по экологическим характеристикам: выхлопные газы двигателей содержат меньше выбросов, чем при работе на природном газе, побочные продукты представляют собой древесный уголь (используется как топливо) и древесную золу (используется как удобрение почвы). В контексте идеи ресурсосбережения и снижения экологической нагрузки применение генераторного газа, как и биогаза, считается наиболее оптимальным. Промышленная газогенераторная мини-ТЭЦ представляет собой комплекс оборудования, полностью обеспечивающий газификацию твердой биомассы с использованием полученного генераторного газа в электрогенераторных установках (т.е. газогенератор с очистительной установкой для получения силового генераторного газа энергетического применения). Когенераторные установки (мини-ТЭЦ) – используются в качестве основного или резервного источника электроэнергии на предприятиях промышленности и сельского хозяйства, в административных и медицинских учреждениях, в жилых комплексах как в автономном режиме, так и совместно с централизованными системами электро- и теплоснабжения. Расширенным вариантом когенерации является тригенерация – комбинированное производство электрической энергии, тепла и холода. Это наиболее современное и эффективное решение, базирующееся на совместном производстве и обеспечении объекта всеми тремя видами энергетических ресурсов: электрической, тепловой энергией, а также холодом для систем кондиционирования воздуха или технологических нужд. Холод вырабатывается в абсорбционной холодильной машине, потребляющей не электрическую, а тепловую энергию, произведенную когенераторной установкой.

Математическая модель на основании уравнений вида для газообразного топлива позволяет определить количественный состав его условной формулы, энтальпию топлива, состав продуктов сгорания при использовании в качестве исходных данных величин замеренных технологических параметров (расходов компонентов топлива, соответствующих им температур в камере сгорания), известного элементного (качественного) состава топлива ([C], [H], [O]) (рисунок 6).

Математическая точность модели позволяет использовать полученные на ее основе данные для оценки чувствительности результатов расчетов с учетом погрешностей измерительных каналов: температуры продуктов сгорания и расходов горючего и окислителя.

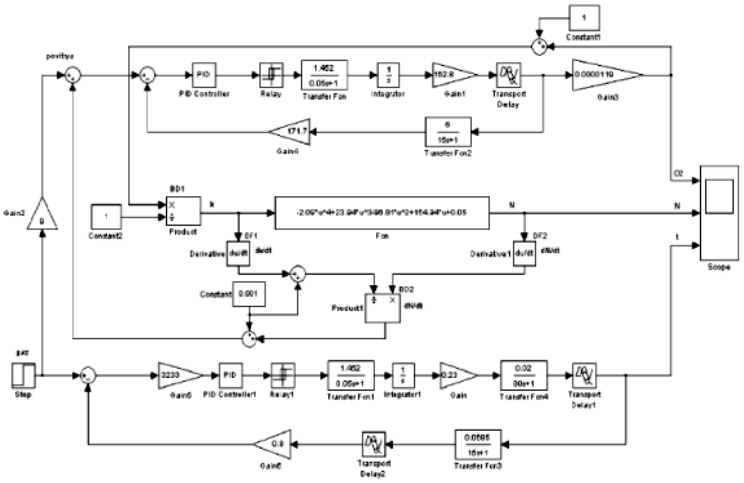


Рисунок 6 – Структурная схема системы управления в программе MatLAB
Figure 6 – Block diagram of system of control in the computer program MatLAB

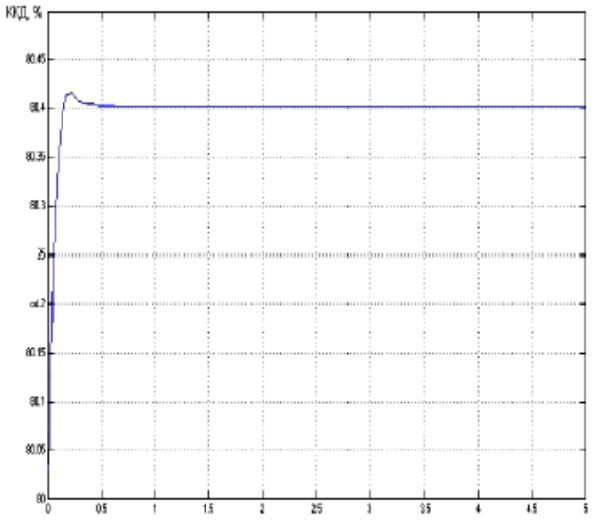


Рисунок 7 – Переходной процесс системы при экстремальном регулировании КПД
Figure 7 –Transition process of system in case of extremal regulation of efficiency

Результаты моделирования системы автоматического регулирования работы агрегата подтвердили работоспособность разработанной модели. Полученная модель экстремального регулирования процесса горения в топке позволяет улучшить энергетические показатели работы путем поддержания оптимального значения КПД (рисунок 7). Доказано работоспособность разработанной имитационной модели экстремального регулирования при изменении сигнала задания, то есть поддержание КПД котла на одном уровне с заданной точностью. Современная технология очистки городских сточных вод связана с потреблением значительных количеств электрической и тепловой энергии. В условиях острого энергетического кризиса проблема снижения указанных энергозатрат за счет использования нетрадиционных источников энергии, имеющихся на самих очистных сооружениях и постоянно возобновляющихся, является остро актуальной. В статье как объект управления рассматривалась установка по совместному сжиганию биогаза и природного газа. Предложены математическая модель и метод, позволяющие в процессе сжигания такого топлива определить его состав и обеспечить оптимальные параметры процесса горения. Разработаны математические модели процесса адсорбции биогаза и природного газа.

Обсуждение результатов. Ключевыми для решения проблемы автономного энергоснабжения являются технологии получения биогаза путем анаэробной биохимической конверсии влажной/жидкой биомассы с одновременным решением проблемы утилизации отходов животноводства, птицеводства, растениеводства и др., наносящих значительный ущерб экологии и требующих финансовых ресурсов для уничтожения. При переработке отходов выход биогаза составляет около 0,3 $м^3$ на 1 кг сухого вещества. Теплота сгорания 1 $м^3$ биогаза составляет 22 МДж, что эквивалентно сжиганию 0,6 л бензина, или 0,85 л этанола, или 1,75 кг древесины. Биогазовые технологии основаны на анаэробном сбраживании органических отходов (с влажностью выше 75%) с получением горючего газа, содержащего до 60% метана и калорийностью 5–6 тыс. ккал/$м^3$. При анаэробном сбраживании органические вещества разлагаются в три стадии с участием двух различных групп бактерий. На 1-й стадии сложные органические соединения (протеины, углеводы, жирные кислоты) превращаются в более простые соединения в результате ферментационного гидролиза. На 2-й стадии они подвергаются воздействию группы анаэробных (кислотообразующих) бактерий, что приводит к образованию летучих жирных кислот, которые на 3-й стадии под действием строго анаэробных (метанообразующих) бактерий превращаются в диоксид углерода и метан. Метановое брожение проходит в специальных реакторах-метантенках, конструкция которых обеспечивает максимальное выделение метана. Метантенки эксплуатируют как в периодическом, так и в непрерывном режимах. Особенно важным в процессе анаэробного сбраживания является создание оптимальных технологических условий в метантенке: температуры, доступа кислорода, достаточной концентрации питательных веществ, требуемого значения pH, отсутствия или низкой концентрации токсичных веществ. В метантенках поддерживают температурный режим 0–25 °С (психофильное брожение), 25–40 °С (мезофильное брожение) или 40–60 °С (термофильное брожение) (рисунок 8).

Рисунок 7 – Виды биогазовых технологий
Figure 8 – Types of biogas technologies

Потери тепла при ферментации лимитируют степень эффективности всего процесса, КПД которого составляет 50–60%. Наибольшее практическое применение нашли два температурных режима, при которых обычно осуществляется процесс сбраживания: мезофильный и термофильный. За рубежом, в основном, применяется менее энергоемкий мезофильный режим, хотя термофильный выглядит предпочтительнее с точки зрения скорости прохождения процесса и гигиенических свойств сброженного остатка – эффлюента (отсутствия контаминирующих и токсичных веществ), который может использоваться для получения фосфорных и азотных биоудобрений. В настоящее время находят все более широкое применение специально разработанные биореакторы для вторичной переработки метанобразующими бактериями отработанных технологических растворов и сточных вод (так называемые “биореакторы для анаэробной биологической очистки сточных вод”). Разработка технологии стала возможной после открытия «эффекта Леттинга» – способности метанобразующих бактерий к самогрануляции – образованию плотных, легко оседающих гранул размером 1–3 мм. Биореакторы данного вида имеют исключительно высокую производительность – время прохождения среды через них сокращается с 192–240 часов (традиционные метантенки) до 2–3 часов (UASB – реакторы с восходящим потоком жидкости через слой гранул), 1–2 часов (EGSB – реакторы с расширенным и взвешенным слоем гранулированного ила) и даже до 0,5 часа (реакторы с псевдоожиженным слоем). Чтобы исключить потери тепловой энергии современные биогазовые энергоустановки часто выполняются в когенерационном варианте. Большая доля тепла используется на технологические процессы (главным образом, подогрев подаваемой биомассы и самих метантенков). В зимний период – часть тепла идёт на отопление близлежащих производств и жилья. При очистке биогаза от углекислого газа и других примесей получают биометан, который в сжатом или сжиженном виде может успешно использоваться вместо бензина как экологически более чистое топливо с большей теплотой сгорания и октановым числом. Заправка автотранспорта биометаном может производиться на действующих газозаправочных станциях. В большинстве стран мира производство биогаза поставлено на промышленную основу. Наиболее активно промышленные биогазовые технологии используются в Европе для выработки электроэнергии из аграрных и животноводческих отходов, отходов пищевой промышленности, отсортированных бытовых отходов, из энергетических травянистых растений (кукуруза, разнотравье и т.д.). В силу неотработанности системы устойчивого обеспечения производства биогаза сырьем, оптимальными для использования считаются установки малого и среднего масштаба, в отличие от получения синтез-газа термохимической конверсией, сориентировнного в основном на крупномасштабное производство в связи с широкой и разнообразной ресурсной базой. Как показывают результаты опубликованных исследований в области разработки биогазовых технологий, подходы, применяемые для снижения себестоимости энергии, получаемой на основе биогаза (использование современных утеплителей для сокращения тепловых потерь, сбросной теплоты когенерационных установок и т.д.), не обеспечивают в должной мере требуемой энергоэффективности, а применяемые в установках газо- поршневые генераторы имеют низкий ресурс и КПД, требуют постоянного обслуживания и загрязняют воздух оксидами азота и серы. Известно, что по показателю эффективности среди энергогенерирующих установок (различные двигатели, турбогенераторы и т.д.) наиболее высоким КПД обладают топливные элементы. На сегодняшний день уже существует целый

класс подобных устройств – твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), которые генерируют электроэнергию на основе использования метана и кислорода вместо водорода и кислорода (применяемых в классических топливных элементах). Сравнение электрического КПД различных энергоустановок в зависимости от их установленной мощности Замена традиционных газопоршневых двигателей на ТОТЭ в качестве генератора, работающего на биогазе может обеспечить повышение тепло- и электрогенерации биогазовой электростанции как минимум в полтора-два раза. Продуктами окисления топлива в ТОТЭ являются углекислый газ и водяной пар, тепло которых возможно частично использовать в технологической схеме, а излишки направлять потребителям. При этом все технологические решения могут быть разработаны с учетом климатических и географических условий и адаптированы под особенности эксплуатации оборудования в удаленных поселениях и предприятиях АПК. В качестве одной из мировых тенденции технологического развития биогазового направления можно отметить разработку технологий выращивания и использования в метантенках водной растительной биомассы для получения биогаза. Одним из наиболее продуктивных источников биомассы является бурая водоросль макроцистис, которая распространена в прибрежной зоне морей и океанов, ее урожайность составляет 450–1200 т сырой массы с 1 га. При культивировании широко известной хлореллы с каждой тонны можно получить 22 млн кДж энергии. Высокой урожайностью характеризуются также морские водоросли дуналиэла, водяной гиацинт, красная водоросль и др. Выводы: Биогазовые технологии имеют особое значение для автономного энергообеспечения и находятся на стадии широкого коммерческого использования. Важнейшим аспектом их применения является высокий экологический и экономический эффект для сельхозпроизводителей (полезная утилизация отходов), а также возможность получения качественных биоудобрений. Дальнейшее совершенствование технологий идут по пути расширения возможностей ресурсной базы и повышения эффективности конверсии. Важнейшим направлением разработок является совершенствование оборудования для применения современных конверсионных технологий.

Создана мобильная лаборатория с комплектом оборудования по технологическому, техническому обслуживанию и диагностике биогазовых установок, которая предназначена для проведения комплекса организационно-технических мероприятий по поддержанию биогазовых установок в работоспособном состоянии на основе периодичного контроля параметров технического и технологического состояния и прогнозирования остаточного ресурса и упреждающего выполнения профилактических и ремонтно-восстановительных работ.

В стаье предложен новый тип высокоэффективных экологически чистых энергоустановок небольшой мощности, использующих в качестве топлива сочетание таких возобновляемых видов энергоносителей, как биогаз и природный газ. Этот подход базируется на эффективном методе сжигания биогаза с использованием технологии «быстрого реактора», а также новой технологии экологически чистого сжигания низкокалорийных видов топлива в объемных матричных горелочных устройствах.

Окисление в суспензии происходит в волне горения в высокотемпературном реакторе при давлениях до 100 атм и температурах 2500–3000 °С с раздельной генерацией водорода и энергетического пара. На первой стадии происходит горение суспензии стехиометрического состава с образованием водорода. На второй стадии после отбора водорода в реактор подается дополнительное количество воды, превращающейся при взаимодействии с газом в высокопотенциальный пар. После удаления оксида газа процесс может быть повторен. При этом удается избежать попадания мелкодисперсных частиц в энергоустановку. В качестве устройства для сжигания низкокалорийного биотоплива используется объемная матричная горелка. Возможность устойчивого горения низкокалорийного биогаза в такой гибридной энергоустановке обеспечивается как особенностями горелочного устройства на основе объемной матрицы, так и подачей в него водорода, генерируемого при горении суспензии. Таким образом, данная комбинированная энергоустановка позволяет совместить процессы горения двух различных типов возобновляемых энергоносителей в единый энергетический процесс, в котором образующийся при окислении водород поддерживает устойчивое горение в матричном горелочном устройстве низкокалорийного биогаза, обеспечивая тем самым экологически чистое производство энергии из возобновляемых энергоносителей для распределенной энергетики.

Выводы. Современная технология связана с потреблением значительных количеств электрической и тепловой энергии. В условиях острого энергетического кризиса проблема снижения указанных энергозатрат за счет использования нетрадиционных источников энергии, имеющихся на самих очистных сооружениях и постоянно возобновляющихся, является остро актуальной. В статье как объект управления рассматривалась установка по совместному сжиганию биогаза и природного газа. Предложены математическая модель и метод, позволяющие в процессе сжигания такого топлива определить его состав и обеспечить оптимальные параметры процесса горения. Разработаны математические модели процесса адсорбции биогаза и природного газа.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Большаков Н.Ю. Оптимизация технологического процесса в системе аэротенк – отстойник для минимизации сброса органических и биогенных элементов: Автореф. дис. ... к.т.н. – СПб., 2005.

[2] Николаев А.Н., Большаков Н.Ю.,Фетюлина И.А. Исследование влияния возраста активного ила на эффективность биологической дефосфотации в системе аэротенк – вторичный отстойник // Вода и экология: проблемы и решения. – 2002. – № 2.

[3] Губинский М.В., Усенко А.Ю., Шевченко Г.Л., Шишко Ю.В. Оценка эмиссии парниковых газов при использовании топлив и биомассы // Щоквартальний науково-практичний журнал. – 2007. – № 2.

[4] Національна металургійна академія України / Усенко А. Ю. Удосконалення процесу окислювального піролізу біомаси з метою зниження емісії парникових газів: Автореф. дис. ... кандидата технічних наук. – Дніпропетровськ, 2006.

[5] A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 8.3.2011 COM (2011) 112 final) // Official website of the European Union. [Electronic resource] / Mode of access: http://ec.europa.eu /clima/documentation /roadmap /docs/com_2011_112_en.pdf. – Date of access: 09.03.2011.

[6] Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Лакомкин В.Ю. Энергосбережение и выбросы парниковых газов (CO_2): Учебное пособие. – СПб., 2014.

[7] Методические указания. По расчету выбросов парниковых газов. – Астана, 2010.

[8] Moskvina S.M., Yukhymchuk M.S., Zhirnova O., Gromaszek K. (2015, December). Evaluation of the impact of uncontrolled parametric perturbations on stability of automatic systems with logical control units. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161X-98161X). International Society for Optics and Photonics.

[9] Kvyetnyy R.N., Sofina O.Y., Lozun A.V., Smolarz A., Zhirnova O. (2015, December). Modification of fractal coding algorithm by a combination of modern technologies and parallel computations. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161R-98161R). International Society for Optics and Photonics.

REFERENCES

[1] Bolshakov N.Y. Process optimization in the aeration tank – septic tank to minimize the discharge of organic and nutrient: Author. Dis. Ph.D. SPb., 2005.

[2] Nikolaev A.N., Bolshakov N.Y., Fetyulina I.A. Investigation of the effect of age on the efficacy of activated sludge biological defosfotatsii in the aeration tank – secondary settling tank // Water and Environment: Challenges and resheniya. 2002. N 2.

[3] Guba M.V., Usenko A., Shevchenko G.L., Szyszko Y. Estimation of greenhouse gas emissions by using fuels and biomass // Schokvartalny NAUKOVO-practicality magazine. 2007. N 2.

[4] Natsionalna metalurgiyna akademiya Ukraine / Usenko A. Yu Udoskonalennya processes okislyuvalnogo pirolizu biomasi s metoyu znizhennya emisiї greenhouse gaziv: Abst. dis. candidate tehnichnih Sciences Dnipropetrovs'k, 2006.

[5] A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 8.3.2011 COM (2011) 112 final). // Official website of the European Union. [Electronic resource] / Mode of access: http://ec.europa.eu / clima / documentation / roadmap /docs/com_2011_112_en.pdf. - Date of access: 09.03.2011.

[6] Belousov VN Smorodin SN, Lakomkin VY, energy saving and greenhouse gas emissions (CO_2). Tutorial. St. Petersburg, 2014.

[7] Guidelines. In the calculation of greenhouse gas emissions. Astana, 2010.

[8] Moskvina S.M., Yukhymchuk M.S., Zhirnova O., Gromaszek K. (2015, December). Evaluation of the impact of uncontrolled parametric perturbations on stability of automatic systems with logical control units. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161X-98161X). International Society for Optics and Photonics.

[9] Kvyetnyy R.N., Sofina O.Y., Lozun A.V., Smolarz A., Zhirnova O. (2015, December). Modification of fractal coding algorithm by a combination of modern technologies and parallel computations. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161R-98161R). International Society for Optics and Photonics.

**О. В. Жирнова, А. Ж. Тойгожинова, Б. Иманбек, С. Жумабек,
А. Жаханов, Н. А. Соммер, Е. А. Кулакова, Б. А. Сулейменов**

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің, Алматы, Қазақстан

ПАРНИКТІК ГАЗДАР ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫН АЗАЙТУ БИОГАЗДЫ ЖАҒУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙ ДИАГНОЗ

Түйін сөздер: биореактор, биогаз, бактериялар, реттеу, математикалық модель, таратылған жүйесі, оңтайлы басқару, интеграция, біріктіру.

Аннотация. Қағаз биогаз экологиялық және экономикалық тиімділігін көрсетеді. Әлемдік энергетиканы дамыту перспективалары талдау басымдық бағытта айтарлықтай ауысым халықтың қоршаған ортаға ірі энергетикалық саласының әсер, өмірі мен денсаулығына ықтимал салдарын жан-жақты бағалауды шығарады көрсетеді. Энергия үнемдеу және экологиялық қауіпсіздік қызметі жылу электр станциялары және жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды арттыру үшін бағытталған. Жылу электр станциялары негізгі артықшылықтары: өндірілген энергия құны төмен, төмен қайтару, тез салу мүмкіндігі, қоршаған ортаны ластау деңгейін төмендету. Жаңартылатын энергия көздерін басты артықшылығы, мысалы, күн, жел және биоотын ретінде энергия көзі сарқылмас пайдалану болып табылады. Қағаз 1 МВт жылу электр станциялары дизель, газ поршенді және турбиналық қозғалтқыштар мен биогаз жұмыс істейтін газ қозғалтқышы, күн және жел электр қуатымен жаңартылатын энергия жылу электр станциялары энергетикалық қуаты әртүрлі көздерін талқылайды. Ол барлық көздері Парниктік газдардың шығарындыларын тартылған деп табылды. Парниктік газ турбиналық қозғағыштар басқа қозғалтқыштар астам шығаратын. Электр энергиясын өндіру үшін ең экологиялық таза жолы күн батареялары бар. Қағаз зауытында биогаз пайдалану экологиялық және экономикалық тиімділігін көрсетеді. Мақала деңгейдегі арқылы парниктік газдар шығарындыларының анықтау үшін стандартты әдісі пайдаланылады. Табиғи газ және биогаз бойынша есептеу. Нәтижелері табиғи газды жағу және биогаз өндіру бастап парниктік газдар шығарындыларының көлемі қазандықға төмендеді, деп көрсетті. Осы отынның тең жану тиімділігі. Ол табиғи газ және биогаз тең жану 10%-ға газдар шығарындыларының шығарылуын азайтуға болады деп көрсетілген.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 136 – 145

Sh. Bahtaev[1], A. Zh. Toigozhinova[1], A. M. Seytimbetov[2], O. V. Zhirnova[3], A. A. Tileubaeva[3]

[1]Almaty university of energy and svyazi1, Almaty, Kazakhstan,
[2]Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan,
[3]Kazahsky national research technical university after named K. I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: oxana_fedoseyeva@mail.ru

DEVELOPMENT OF AUTOMATED INSTALLATION FOR AIR OZONIZATION IN THE WORKING VOLUME

Abstract. Presented automated installation for air ozonation indoor agriculture. A description of the executable functions and processes, component parts and system components. In the technical description of the automatic frequency control unit shows the electronic and controls. An automated installation for air ozonation indoor agriculture. Shown and described structure and flowchart automatic control unit ozone concentration in the working volume. Shown is a real possibility of automation control and monitoring of ozone concentrations in the application ozonometers installed around the perimeter of the working volume.Development of high-tech ozone and ozonated devices is of great importance and requires the study of theoretical positions and analysis of experimental data, the totality of which would allow to develop scientifically sound methodological design of these systems device with reference to the requirements of food industry. The present work is the first attempt to study the theory and methodology of research of physical and chemical processes in the negative ozonation crown with the MP in the air. The results of the mechanism and kinetics of ozone electrosynthesis research in this type of discharge allowed to create preconditions for the development of new guidelines on ozone corona discharge with a high energy efficiency and ozone productivity. Systematization of data on the applications of ozone in different sectors of industry, medicine and agriculture, significantly expand the scope of application of ozone technology in general.

Keywords: air ozonation, ozone concentration, frequency control, automatic installation for air ozonation.

УДК 537. 523.3:541.13

Ш. А. Бахтаев[1], А. Ж. Тойгожинова[1], А. М. Сейтимбетов[2], О. В. Жирнова[3], А. А. Тилеубаева[3]

[1]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан,
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,
[3]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЗОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА В РАБОЧЕМ ОБЪЕМЕ

Аннотация. Представлена автоматизированная установка для озонирования воздуха в помещениях агропромышленного комплекса. Дано описание исполняемых функций и процессов, комплектующих частей и компонентов установки. В техническом описании блока автоматического регулирования частоты приведены электронные и управляющие элементы. Разработка высокоэффективных озонных технологий и озонирующих устройств имеет большое значение и требует исследования теоретических положений и анализа экспериментальных данных, совокупность которых позволила бы развить научно-обоснованный методический аппарат проектирования данных систем с учетом требований, предъявляемых пищевой промышленностью. Настоящая работа является первой попыткой изучения теории и методики исследований физико-химических процессов озонирования в отрицательной короне с МП в атмосферном воздухе. Полученные результаты

исследований механизма и кинетики электросинтеза озона в этом виде разряда позволили создать предпосылки для разработки новых принципов озонаторов на коронном разряде с более высокими энергетическими выходами озона и производительностью. Систематизация данных по применениям озона в различных отраслях промышленности, медицине и сельском хозяйстве, существенно расширяют область применения озонной технологии в целом.

Ключевые слова: озонирование воздуха, концентрация озона, регулировка частоты, автоматизированная установка для озонирования воздуха.

Введение. Развитие сельского хозяйства – проблема экономической и продовольственной безопасности страны. На современном этапе эту проблему наиболее целесообразно решать за счет интенсивных факторов развития производства, внедрения новейших достижений науки, техники и передовой практики на основе радикальных изменений производственно-экономических отношений в обществе. Перед специалистами и учеными стоит важнейшая задача – повышение конкурентоспособности отечественной пищевой промышленности, сельскохозяйственной продукции в том числе растениеводства. В настоящее время сельскохозяйственное производство Казахстана в полном объеме может обеспечить население страны продовольственной продукцией, используя научные достижения в области растениеводства и животноводства. Развитие пищевой промышленности в настоящее время определяется не только количеством изготовленной продукций, но и тем сколько ее сохранено. Поэтому важно снижение потерь пищевого сырья на всех этапах его перевозки, хранения и переработки. Одним из способов повышения эффективности ряда технологических процессов в пищевой промышленности является использование озоновоздушной смеси. Это обусловлено участием озона во многих биохимических процессах, являющихся основой обмена веществ и энергий в сельскохозяйственных биологических объектах. Итогом такого применения озоновоздушной смеси является повышение производительности, снижение энергоемкости, снижение бактериологического и вирусного угнетения, повышение урожайности, продуктивности и сохранности сельскохозяйственной продукции. Одним из новых направлений хранения плодов, овощей, зерна и технических культур является применение озона. Озонированный воздух с успехом применяется как средство для стерилизации, обеспечения сохранности пищевых продуктов и для устранения запаха (дезодорация) в холодильниках и овощехранилищах. Озон разрушает поверхностную плесень, очаги гниения и убивает бактерии на поверхности мяса, рыбы, овощей, фруктов, яиц, сыров, что приводит к удлинению срока сохранности и свежести. В силу своих бактерицидных и дезодорирующих свойств озонированный воздух может использоваться для очистки камер – хранилищ пищевых продуктов, овощехранилищ и других объектов с устойчивыми неприятными запахами. Озон позволяет хранить в одной камере несовместимые продукты без риска испортить их из-за передачи запахов. Окисляя этилен, озон задерживает перезревание фруктов, уничтожает окись углерода и резко снижает содержание вредных, токсичных, дурно пахнущих веществ в воздухе [1].

Методы исследования. При применении озона в пищевой промышленности большое внимание должно быть обращено на концентрацию выделяемого озона для обработки продукций. Также необходимо учитывать особенности технологического процесса, видовой состав микрофлоры, температуру, влажность и другие параметры, которые могут оказать влияние на действие озона.

В связи с этим, вопросы разработки устройства для озонирования воздуха с автоматизацией контроля и регулирования концентраций озона в помещениях агропромышленного комплекса является актуальным.

Для оптимального подбора и регулирования концентраций озона в рабочем объеме для различных пищевых продуктов разработан генератор для выработки высоковольтных импульсов, подаваемых на озонаторные ячейки коронно-барьерного разряда и схема автоматического регулирования концентраций озона в рабочем объеме.

Структурная технологическая схема установки показана на рисунке 1. Автоматизированная установка для озонирования воздуха в производственных помещениях состоит из шести основных частей:

1. Генератор высоковольтных импульсов напряжения;
2. Коронноразрядные ячейки, вырабатывающие озон;

3. Компрессор для выдува озона из озонаторных ячеек;
4. Озонометры (ОМ);
5. Блок автоматического управления концентрацией озона (БАУКО);
6. Рабочий объем (РО).

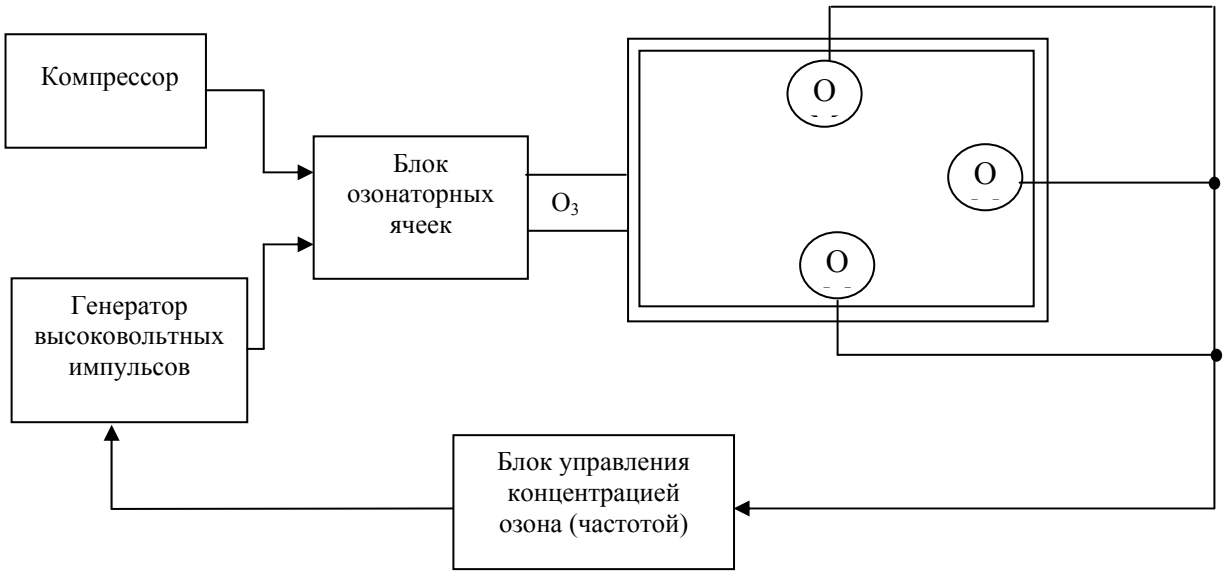


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизированной установки для озонирования воздуха

Генератор высоковольтных импульсов представляет собой источник, построенный на основе управляемого тиристорного высоковольтного электронного ключа с нагрузкой в виде силового трансформатора. Импульсы высокого напряжения подаются на озонаторные ячейки, где возникает и развивается коронный разряд, что спобствует образованию озона в разрядном промежутке. Концентрация озона измеряется озонометром, постоянный ток на выходе которого измеряется микроамперметром с нулевой точкой, т.е. микроамперметр показывает, как положительные, так и отрицательные изменения тока на выходе озонометра [2].

Идея автоматического регулирования содержимого озона в озонаторных ячейках основано на том факте, что при требуемом содержании озона ток через микроамперметр озонометра равен «0», а любое его изменение (как положительное, так и отрицательное) должно компенсироваться соответствующим изменением частоты импульсов высокого напряжения в озонаторных ячейках. В свою очередь высокое напряжение определяется частотой подачи импульсов поджига тиристорного ключа, поэтому реально блок автоматического регулирования напряжения представляет собой блок автоматической регулировки частоты (АРЧ). Изначально устанавливается частота f_0 управляемого генератора импульсов поджига тиристора, которая соответствует заданному значению содержимого озона. Блок АРЧ сконструирован так, что любое отклонение тока в микроамперметре компенсируется соответствующим изменением значения вырабатываемого генератором озонатора высоким напряжением [3].

Для реализаций идеи служит блок автоматического управления концентрацией озона в рабочем объеме (БАУКО), входным сигналом которого служит меняющийся во времени ток измеряемый микроамперметром озонометра, а выходным сигналом является меняющаяся обратно пропорционально измеряемому току выходная частота импульсов, подающиеся на управляющий электрод тиристора емкостного накопителя энергии.

БАУКО предназначен для исследования разных режимов работы генератора высоковольтных напряжений и озонометра, конструктивно выполненных в модульном варианте и состоит из 5 различных модулей (рисунок 2):

1. Предусилитель после микроамперметра в качестве входного каскада БАУКО.
2. Основной регулируемый усилитель, сопряженный с генератором импульсов, управляемый напряжением (ГУН).

3. Модуль микроконтроллера с электронным обрамлением и соединенный с аналого-цифровым преобразователем усиленного входного сигнала медленно меняющегося во времени в соответствующий цифровой код с ТТЛ-уровнями (диапазон 0 ÷ +5В).

4. Модуль цифро-аналогового преобразователя, преобразующий цифровой код в соответствующее аналоговое постоянное напряжение, подаваемое на вход управляемое частотой ГУН.

5. Подвешенный независимый источник вторичных напряжений (+5В, ±15В), применяемый для питания интегральных схем и полупроводниковых приборов БАУКО, необходимость изготовления которого вызвана разницей между «землями» собственно озонометра, БАУКО и генератора высоковольтных напряжений.

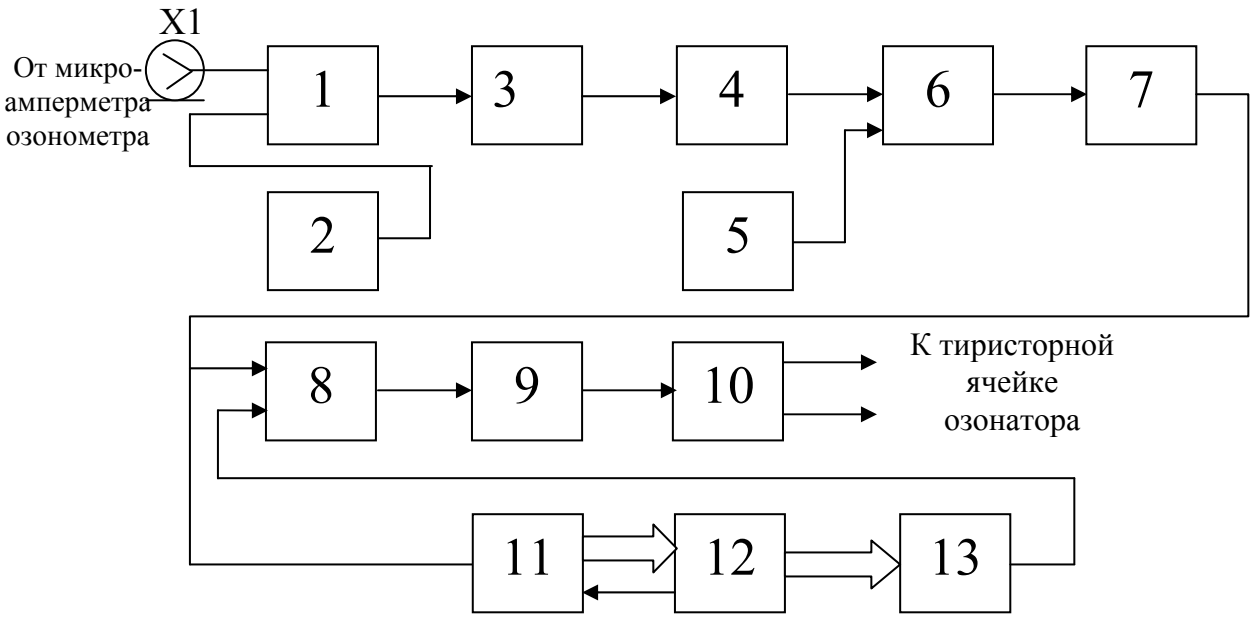


Рисунок 2 – Структурная схема БАУКО

В таблице 1 приведены наименования основных узлов и элементов структурной схемы БАУКО.

Таблица 1 – Указание элементов структурной схемы БАУКО

№	Наименование		№	Наименование
X1	Входной разъем СР-50-I		7	Эмиттерный повторитель
1	Двухпозиционный переключатель		8	Двухпозиционный переключатель
2	Ручной задатчик постоянного напряжения		9	Генератор, управляемый напряжением
3	Предварительный усилитель МДМ		10	Импульсный усилитель-формирователь
4	Основной усилитель на ОУ		11	Аналого-цифровой преобразователь
5	Схема сдвига уровня напряжения		12	Микроконтроллер PIC16F84A
6	Сумматор		13	Цифро-аналоговый преобразователь

Наиболее подробно принцип работы всего комплекса БАУКО представлен в виде расширенной блок-схемы на рисунке 3.

В данной схеме двунаправленный порт В является основным связующим звеном между МК и внешним миром, через него происходит процесс обмена данных, байты порта А являются при этом управляющими.

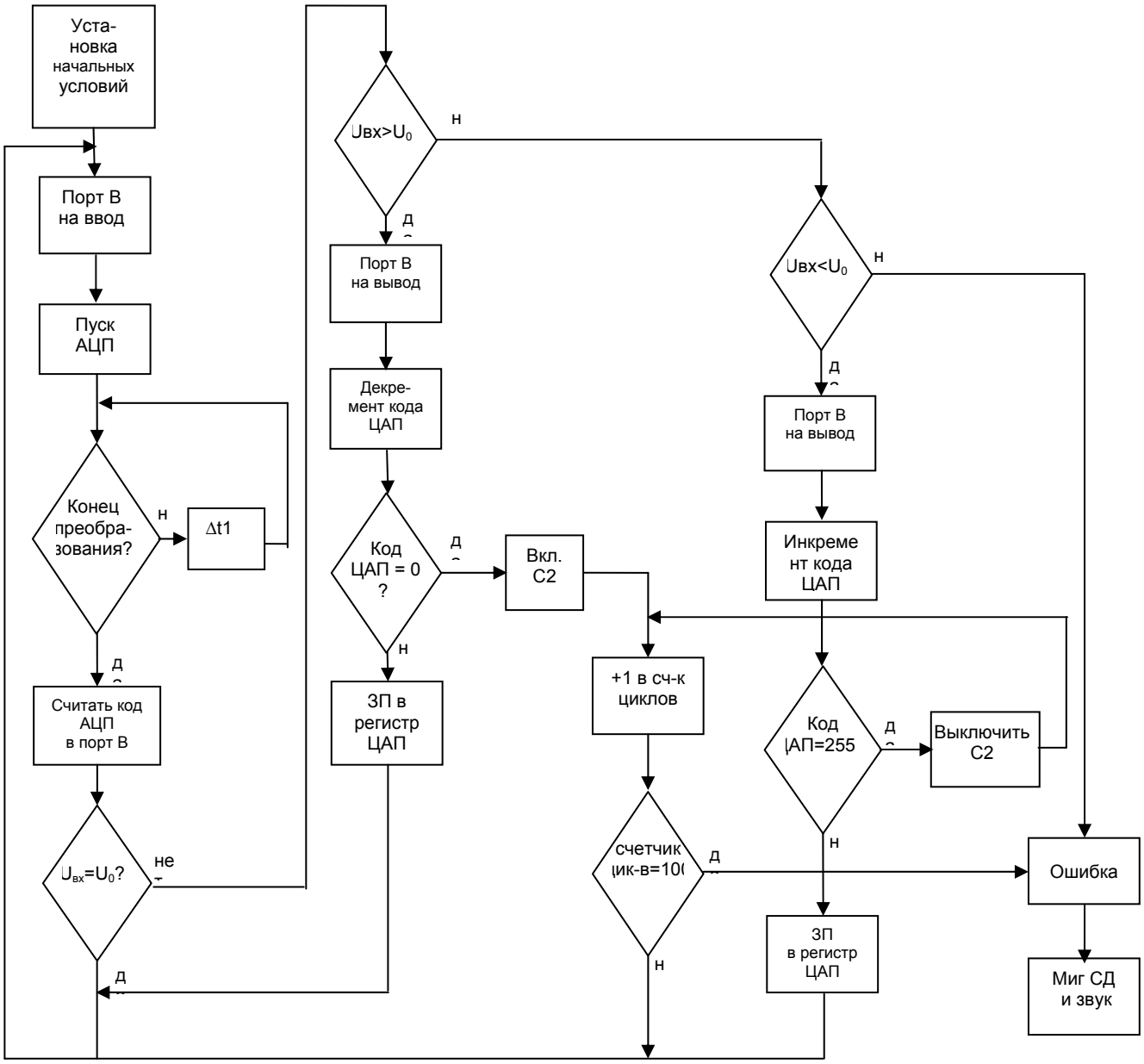


Рисунок 3 – Блок схема работы блока автоматического управления концентрацией озона

После установки начальных данных условий порт В переводится в режим ввода и производится пуск АЦП установкой 0 разряда порта А в логическую «1» с последующим сбросом через несколько микросекунд в 0, тем самым получается положительный импульс который воздействует на БИС АЦП. В это время на входе АЦП уже должно присутствовать аналоговое медленно меняющейся напряжение с усилителя озонатора. После этого МК ожидает конца преобразования, периодический проверяя установку триггера «Готовность АЦП» в 1.

После установки триггера «Готовность АЦП» В «1» происходит считывание кода на выход АЦП в порт В. После этого процессор МК производит сравнение принятого напряжения с заданным U0, и если они равны, то происходит возврат в начало программы.

Если принятое напряжение больше заданного U0 тогда порт В переводится в режим вывода, через него код выходного ЦАП уменьшается на «-1» и проверяется не дошел ли этот код до «0»? Если код ЦАП еще не «0», тогда этот код записывается в регистр ЦАП, тем самым изменяя выходное аналоговое напряжение, что соответственно влияет на частоту генератора ГУН и программа возвращает в стартовую часть.

Если код ЦАП дошел до «0», но не достиг равенства реального и заданного напряжения, значит надо менять диапазон частот, и МК подключает к ГУН дополнительную емкость С2. После проверяется количество циклов подключения (максимально может быть 100) и в случае, когда циклов меньше 100, возвращается в начало, иначе происходит переход к подпрограмме «Ошибка», что сопровождается миганием светодиода и звуковым сигналом.

В случае если напряжение с озонометра меньше заданного, тогда порт В тоже переводится в режим ввода и через него происходит увеличение на 1 кода ЦАП, после чего происходит проверка кода ЦАП на максимум, и если этот код меньше 255 (максимум байта АЦП) тогда производится запись в регистр ЦАП и возврат в начало. Если код ЦАП достиг максимума, тогда МК отключает дополнительную емкость путем сброса RA4 в «0», проверяется количество циклов и происходит возврат в начало, если количество циклов меньше 100.

Если количество циклов равно 100, происходит переход к программе «Ошибка». Из блок-схемы алгоритма наглядно видно все процессы происходяшие внутри МК управления. Начальными константами служит: а) задание fcp для определенного вида концентрации озона и соответствующее ему Ucp, подаваемого на регистр ЦАП; б) сброс в «0» всех внешних регистров БАУКО.

Результаты исследования. Для разработки программы управления необходимо использовать MPLAB – это работающая на платформе Windows интегрированная среда разработки (IDE). MPLAB является свободно распространяемой программой и её можно загрузить с сайта www.microchip.com. Для создания исходного теста программы управления используется язык ассемблера MPASM, входящий в состав MPLAB. В MPLAB также есть средства отладки и компоновки программ, стандартная библиотека файлов.

Пути снижения потерь сочного растительного сырья от микробиологической порчи приобретают при хранении в неохлаждаемых условиях особое значение. Учитывая поставленные задачи, первым шагом в этом направлении служат исследования влияния озонной среды на условия развития чистых культур микроорганизмов. Полученные результаты помогают выработать стратегию воздействия рассматриваемой среды на процесс хранения плодоовощной продукции. Однако необходимо отметить, что условия эволюции микроорганизмов на питательных средах и в естественных условиях различны. В этой связи для обоснования и выбора режима обработки изучено влияние озонной среды на лежкость картофеля.

Для испытания и определения влияния озоновоздушной смеси на лежкость картофеля проводились экспериментальные работы в овощехранилище продовольственного рынка «Арзан» г. Кызылорда. Результаты проведенной работы показали, что обработка клубней озоновоздушной смесью снижает потери (таблица 2) при экспозиции 36 часов на 5 %.

Таблица 2

Режим	Конц., мг/м^3	Выход станд. картофеля,%	Потери всего, %	В том числе, %			
				сухая гниль	мокрая гниль	ростки	естественная убыль
Контроль	–	91,0	10,0	1,5	0,5	2,0	6,0
Экспозиция 36 часов	3,5	95,0	5,0	0,5	0,1	1,0	3,4

Обработке клубней озоновоздушной смесью с концентрацией 3,5 мг/м^3 проводились ежемесячно с экспозицией 36 часов. При температуре хранения 2–4 °С ростков не наблюдалось (0,1%).

Указанные режимы обеспечивала автоматизированная установка для озонирования воздуха в рабочем помещений. С помощью блока автоматического регулирования подбиралась, концентрация озона и поддерживалась согласно режиму обработки картофеля на одном уровне в длительное время.

Отсюда следует, что потери, в том числе естественная убыль массы, от обработки клубней озоновоздушной смесью снижаются, и увеличивается срок хранения на 1–1,5 месяца.

В ходе эксперимента был произведен отбор и анализ воздуха (в закрытом помещений) до и после озонирования. Результаты химического анализа содержания вредных веществ в помещениях показали следующее: содержание CO и NO_2 в воздухе до обработки озоном было 1,5 и 0,7 мг/м^3

соответственно, а после обработки они не были обнаружены; содержание пыли после обработки озоном уменьшилось почти в пять раз (от 0,5 до 0,1 мг/м^3).

Обсуждение результатов. Озон как средство для обеззараживания от патогенной микрофлоры был предложен А. П. Доброславиным в 1874 г. [1]. Сейчас он широко применяется для дезинфекции питьевой воды. В рассматриваемом в настоящей работе прикладном аспекте интерес представляет бактерицидная обработка поверхностной микрофлоры и бактериальных аэрозолей. По мнению исследователей [2-4], озон обладает сугубо поверхностным действием и может быть использован для уничтожения инфицирующих их микроорганизмов. Установлено [5, 6], что при температуре 288–293 К и относительной влажности воздуха 80–95 % концентрация озона менее 1 мг/м^3 не влияет на патогенную микрофлору. При концентрации более 1 мг/м^3 рост плесени на поверхности ингибируется. Общественное использование озона для очистки воздуха сооружений большего объема и удаления запахов и вредных испарений. В воздухе озон уничтожает бактерии, вызывающие гниение продуктов, препятствует образованию плесени и слизистых отложений [7]. Для уничтожения гнилостных бактерий и спор при 277 К и относительной влажности воздуха 60–90% достаточно озона концентрацией 0,08–0,2 мг/м^3. Эта же концентрация озона при 273 К ингибирует развитие плесневых грибков на упаковке для хранения фруктов. Исследовано [8] воздействие озона на чистые культуры фитопатогенных грибов Fusarium solani, Phytophthora infestans, Rhizoctonia solani, высеянных на твердые питательные среды, при следующих режимах: концентрация озона С = 12–15 мг/м^3, температура t = 291 К, относительная влажность воздуха ϕ = 80–90%, продолжительность озонирования τ=20 мин., 3 ч, 24 ч; С = 12–15 мг/м^3, t=277 К, ϕ = 85–90%, τ=20 мин., 3 ч, 24 ч; С = 30 мг/м^3, t=291 К, ϕ=80–90%, τ= 48 ч.

Результаты показали, что концентрация озона 12–15 мг/м^3 при температуре 291 К оказывает угнетающее воздействие на рост гриба Fusarium solani (рисунок 1, кривые 1–3, D – диаметр колоний). Озонирование в течение 3 ч уменьшает интенсивность роста гриба в 2 раза по сравнению с контролем, а при 24-часовой выдержке – в 5 раз. Увеличение продолжительности до 48 ч и концентрации до 30 мг/м^3 не оказывает существенного влияния на замедление их роста. Зависимость скорости роста гриба от продолжительности озонирования при температуре 277 К представлена на том же рисунке (кривые 4–6). Озонирование в течение 3 ч при концентрации 12–15 мг/м^3 уменьшает скорость роста гриба в 1,1 раза, а в течение 48 ч – в 4,4 раза.

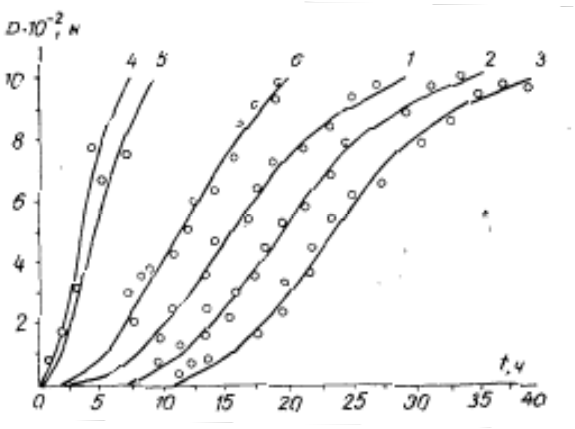


Рисунок 3 – Зависимость скорости роста гриба Fusarium solani от продолжительности озонирования

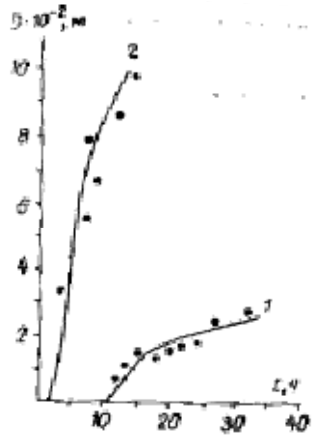


Рисунок 4 – Концентрация озона

Воздействие озоном на культуру грибов Fusarium solani при изученных режимах не приводит к гибели, а оказывает бактериостатическое действие на их рост, лаг-фаза увеличивается в 1,5–3 раза. Зависимость скорости роста гриба Rhizoctonia solani от продолжительности озонирования при температуре 277 К показана на рисунке 2 (D – диаметр колоний). Обработка озонированным воздухом (С=12–15 мг/м^3) в течение 24 ч уменьшает скорость роста гриба в 7 раз, лагфаза увеличивается в 4,5 раза. Установлено также, что рост гриба Phytophthora infestans подавляется полностью при озонировании в течение 20 минут.

По данным [7], концентрация озона 4 – 22 мг/м^3 обеспечивает уничтожение поверхностной микрофлоры. Согласно [9, 10], для подавления фитопатогенных микроорганизмов концентрация озона составляет 30–40 мг/м^3, продолжительность обработки 2–9 ч. В то же время установлено, что плесневые грибы наиболее чувствительны к озону в период лаг-фазы (концентрация озона 10–20 мг/м^3). Бактерицидный эффект при воздействии озоном на фитопатогенную микрофлору подтвержден исследованиями [11, 12], хотя рекомендуемые режимы озонирования существенно различаются. Озонирование успешно используется для подавления патогенной микрофлоры в холодильных камерах [3, 13, 10], режимы обработки и в этом случае сильно различаются (таблица 1).

Исследования [14] показали, что озонирование холодильных камер при концентрации озона 12–14 мг/м^3 и продолжительности обработки 10 часов обеспечивает 93%-й микоцидный эффект по отношению к плесневым грибам родов Penicillium, Aspergillus, Cladosporium и Mucor. Из зависимости микоцидного эффекта озонирования воздуха камер от времени при максимальной концентрации озона 14 мг/м^3 следует (рисунок 3), что при продолжительности озонирования 10 ч (рисунок 3,а, штриховая линия) количество погибших микробных клеток N_n при температуре в камере 273,8 К (1) и 268 К (2) составляет соответственно 92,8 и 94,5%. Основные ионизационные процессы в коронном разряде протекают в области повышенной напряженности поля (в коронирующем слое), которая лежит вблизи поверхности электрода с малым радиусом кривизны (провод, острие и т.д.). [1-3] При некотором напряжении между электродами начинают возникать отдельные электронные лавины или группы лавин. С повышением напряжения и достижением начальной напряженности поля короны (E_0) эти лавины вызывают появление достаточного числа свободных электронов, дающих начало новым лавинам. Ток разряда резко возрастает, устанавливается режим самостоятельного разряда. Для расчета параметров отдельных лавин, а также для установления критерия самостоятельности разряда обычно используются ионизационные коэффициенты Таунсенда α и ɣ. Для образования озона наиболее благоприятные условия создаются в отрицательной короне, протекающей в атмосферном воздухе, кислороде и их смесях с другими газами. При этом электроны имеют высокие энергии в ионизационной области, тогда как молекулы газа во внешней области короны находятся в состоянии тепловой энергии. В связи с пространственно-временной дискретностью электронных лавин в чехле короны механизм образования озона в отрицательной короне можно условно разделить на три стадии:

1) Возникновение, развитие и окончание электронной лавины в области коронирующего слоя ($\sim 0,3\sqrt{r_0}$, см); время существования лавины – 50–100 нс. В этой стадии происходят: появление, размножение и, частично, исчезновение электронов, диссоциация, ионизация и возбуждение молекул кислорода.

2) Процессы прилипания электронов и появление отрицательных ионов кислорода; реакции атомов и возбужденных молекул кислорода с другими молекулами; образование озона и его релаксация в основное состояние. Процессы протекают в коронирующем слое; время второй стадии ~ 5–10 мкс.

3) «Расплывание» нейтральных молекул озона в окружающее пространство за счет диффузии или уход из-за продувки газа; окончание медленных реакций; «рассасывание» отрицательных ионов кислорода и озона во внешнюю область разряда. Время стадии ~1–10 мс. Результаты теоретических и экспериментальных работ последних лет показали, что отрицательный коронный разряд с микроэлектродов (микропроволока, игла (острие), острые кромки и тонкая спираль с радиусами кривизны не более 25–50 мкм) по сравнению с другими видами коронного разряда обеспечивает более высокий удельный ток разряда и большую плотность тока на коронирующем электроде [32, 41]. На основе полученных данных разработаны новые озонаторы на коронном разряде (ОКР), которые существенно не отличаются по своему энергетическому выходу озона (до 50 г/кВт·ч) от известных озонаторов со средней производительностью озона (10–100 г/ч) и в то же время имеют следующие преимущества: простота конструкции и малые габариты, слабое виляние давления и скорости протекающего воздуха на их характеристики, экологическая безопасность и отсутствие воздухоподготовки, малая металлоемкость и малый вес [4].

При всех преимуществах в своем классе (малогабаритность, удобство и простата обращения и обслуживания, не требующая высокой квалификации обслуживающего персонала) озонаторы типа

ОКР обладают рядом недостатков, не позволяющее использовать их в качестве озонирующих элементов при разработке промышленных озонаторов для получения большого объема озона (5–10 кг/ч), причем не считая отдельных модификаций, озонаторы на коронном разряде в большинстве случаев имеют низкие энергетические выходы озона (г/кВт·ч). В отдельных модификациях озонаторов типа ОКР обеспечение существенного увеличения энергетического выхода озона (до 50 г/кВт·ч) по сравнению с классическими способами получения озона на коронном разряде [4] достигается различными ухищрениями усовершенствованиями, конструкции коронирующих электродов, комбинированным питанием или продувкой в оптимальном режиме разрядного промежутка [3, 4].

Производительность по озону (г/ч) озонатора или озонирующего элемента определялась по градировочной кривой, снятая с помощью озонометра типа ЛЭК разработки Санкт-Петербургского технического университета. На рисунке 5 приведена зависимость производительности трубчатого озонатора от значения разрядного тока ($P_п$) и расчетные значения удельного энергетического выхода по озону ($P_у$).

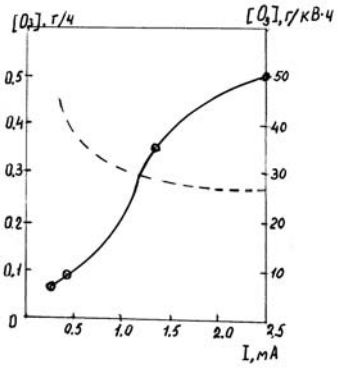


Рисунок 5 – Производительность и энергетический выход озонирующего элемента.
Сплошные линии – производительности (г/ч), штриховая – энергетический выход озона (г/кВт·ч)

Озонатор имел следующие параметры: L=150 мм, D=100+26 микрон (спиральная). Расход продуваемого воздуха через озонатор составил 20 л/мин. Как следует из этого рисунка, с ростом величины разрядного тока производительность озонатора по озону также растет, в то время как энергетический выход его монотонно падает, подтверждает ранее известные данные по росту энергетического выхода озона при малых токах коронного разряда [82].

Таким образом, производительность по озону озонирующего элемента (г/ч) измерением на его выходе концентраций озона известным стандартным озонометром или определяется по градировочной кривой (рисунок 4), тогда как эго энергетический выход находится расчетным путем через количество выработанного озона (г) на единицу затрачиваемой электроэнергии (кВт·ч). Отсюда следует, что снижение удельных энергозатрат (г/кВт·ч) необходимо при многозвенных и многомодульных соединениях озонирующих элементов с целью повышения суммарной производительности озона озонатором.

Выводы. Разработана автоматизированная установка для озонирования воздуха в помещениях агропромышленного комплекса. Приведены и описаны структурная и блок-схема блока автоматического управления концентрацией озона в рабочем объеме. Показана реальная возможность автоматизации контроля и управления концентраций озона при применении озонометров, установленных по всему периметру рабочего объема.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бахтаев Ш. А., Боканова А.А., Бочкарева Г.В., Сыдыкова Г.К. Физика и техника коронноразрядных приборов. – Алматы, 2007. – 279 с.

[2] Бахтаев Ш.А., Сыдыкова Г.К., Ордабаев Б.Б., Коджабергенова А.К. Озонометр. Инновационный патент № 20581. 15.12.2008. Бюл. №12.

[3] Инновационный патент KZ 20581. Устройство для автоматического контроля и регулирования концентраций озона в закрытом объеме // Бахтаев Ш.А., Тойгожинова А.Ж. и др. Опубл бюл. №6, 15.06.2015.

[4] Алексеев А.Г., Войшвило Г.В. Операционные усилители и их применение. – М.: Радио и связь, 1989. – 120 с.

[5] Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы. Справочник. – М.: Радио и связь, 1987. – 352 с.

[6] Яценков В.С. Микроконтроллеры Microchip. Практическое руководство. – 2-е изд. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 280 с.

[7] Интернет сайт – agro.tatar.ru/rus/file/pub/pub-37537.doc

[8] Moskvina S.M., Yukhymchuk M.S., Zhirnova O., Gromaszek K. (2015, December). Evaluation of the impact of uncontrolled parametric perturbations on stability of automatic systems with logical control units. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161X-98161X). International Society for Optics and Photonics.

[9] Kvyetnyy R.N., Sofina O.Y., Lozun A.V., Smolarz A., Zhirnova O. (2015, December). Modification of fractal coding algorithm by a combination of modern technologies and parallel computations. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161R-98161R). International Society for Optics and Photonics.

REFRENCES

[1] Bahtaev S.A., Bokanova A.A., Bochkareva G.V., Sydykov G.K. Physics and Technology koronnorazryadnyh devices. Almaty, 2007. 279 p.

[2] Bahtaev Sh., Sydykov G.K., Ordabaev B.B., Kodzhabergenova A.K. Ozonometer. Innovative patent № 20581. 15.12.2008. Bull. № 12.

[3] The innovative patent KZ 20581. The device for the automatic control and regulation of ozone concentration in the enclosed space. // Bahtaev Sh.A., Toygozhinova A.Zh. et al. Publ Bull. №6, 15.06.2015.

[4] Alekseev A.G., Voyshvilo G.V. Operational amplifiers and their application. M.: Radio and Communications, 1989. 120 p.

[5] Shiloh V.L. Popular digital circuits. Directory. M.: Radio and Communications, 1987. 352 p.

[6] Yatsenko V.S. Microcontrollers Microchip. Practical rukovodstvo. 2nd izd. M.: Hotline Telecom, 2005. 280 p.

[7] Internet site - agro.tatar.ru/rus/file/pub/pub-37537.doc

[8] Moskvina S.M., Yukhymchuk M.S., Zhirnova O., Gromaszek K. (2015, December). Evaluation of the impact of uncontrolled parametric perturbations on stability of automatic systems with logical control units. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161X-98161X). International Society for Optics and Photonics.

[9] Kvyetnyy R.N., Sofina O.Y., Lozun A.V., Smolarz A., Zhirnova O. (2015, December). Modification of fractal coding algorithm by a combination of modern technologies and parallel computations. In 16th Conference on Optical Fibers and Their Applications (pp. 98161R-98161R). International Society for Optics and Photonics.

Ш. А. Бахтаев[1], А. Ж. Тойгожинова[1], А. М. Сейтимбетов[2], О. В. Жирнова[3], А. А. Тилеубаева[3]

[1]Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан,
[2]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан,
[3]Қ. И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің, Алматы, Қазақстан

ЖҰМЫС ЖАСАУ АЙМАҒЫНДА АУАНЫ ОЗОНДАУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫНЫ АВТОМАТТАНДЫРУДЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

Аннотация. Агроөнеркәсіптік кешенінің жайларында ауаны озондауға арналған автоматтандырылған құрылғы ұсынылып отыр. Құрылғының құрамдас бөлшектеріне, атқаратын қызметтеріне және оның процестеріне сипаттама берілген. Жиілікті автоматты реттеу блогының техникалық сипаттамасында электронды және басқарушы элементтер келтірілген. Осы жұмыс ауада МП теріс озонирование тәжіндегі физикалық және химиялық процестерді зерттеудің теориясы мен әдіснамасын оқуға бірінші талпыныс болып табылады. Жоғары энергия тиімділігі және озон өнімділігі озон Корона разрядты жаңа нұсқаулардың дамыту үшін алғы-шарттар жасауға мүмкіндік берді разряд осы түріне механизмі және озон электросинтез зерттеудің кинетика нәтижелері. өнеркәсіп, медицина және ауыл шаруашылығы түрлі секторларында озонды қолдану туралы мәліметтерді жүйелеу, айтарлықтай жалпы озон технологиясы қолдану аясын кеңейту.

Түйін сөздер: ауаны озондау, озон концентрациясы, жиілікті реттеу, ауаны озондауға арналған автоматтандырылған құрылғы.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 146 – 153

A. Zh. Seitmuratov[1], I. U. Makhambayeva[1], N. K. Medeubaev[2]

[1]The Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda, Kazakhstan,
[2]The E. A. Buketov Karaganda State University, Karaganda, Kazakhstan.
E-mail: angisin_@mail.ru

ANALYSIS OF TENSELY OF THE DEFORMED STATE OF PEDIGREE ARRAY NEAR-BY MAKING

Abstract. To the real work the conducted analysis and review of literary, experimental data are driven that allowed to set that near-by the open making at working mine of useful fossil there is a difficult picture of the tensely-deformed state of pedigree array, resulting in unresilient deformation, destruction and redistribution of tensions. In this connection the aim of work are development and ground of methodology and mathematical model of estimation of the tensely-deformed state of pedigree array near-by making in the conditions of the combined development of deposits, taking into account heterogeneity and unresilient deformations of mountain breeds.

Keywords: matrix of inflexibility, border tensions, array, model.

УДК 622.267(053.3)

А. Ж. Сейтмуратов[1], И. У. Махамбаева[1], Н. К. Медеубаев[2]

[1]Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан,
[2]Карагандинский государственный университет им. Букетова, Караганда, Казахстан

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОДНОГО МАССИВА ВБЛИЗИ ВЫРАБОТОК

Аннотация. Приводится анализ и обзор литературных, экспериментальных данных который позволил установить что вблизи открытых выработок при разработке месторождения полезного ископаемого возникает сложная картина напряженно-деформированного состояния породного массива, приводящая к неупругому деформированию, разрушению и перераспределению напряжений. В связи с этим целью работы является разработка и обоснование методики и математической модели оценки напряженно-деформированного состояния породного массива вблизи выработок в условиях комбинированной разработки месторождений, с учетом неоднородности и неупругих деформаций горных пород.

Ключевые слова: матрица жесткости, граничные напряжения, массив, модель.

Сложность конкретных задач горного производства при использовании комбинированного способа разработки месторождений полезных ископаемых, приводит к необходимости применения численных методов и компьютерных технологий. Еще недавно считалось, что процессы происходящие в массиве горных пород при проведении выработок случайны, и проектирование выработок осуществлялось на основе интуиции исполнителя и опыта прошлого строительства. Успехи геомеханики и вычислительной техники изменили представление о проектировании открытых и подземных горных выработок.

Появление качественно новой электронно-вычислительной техники с большими быстродействиями и объемами памяти привели к интенсивному развитию и применению численных методов к решению нужных практических задач геомеханики. Одними из передовых и широко распростра-

ненными численными методами решения линейных задач геомеханики являются метод конечных элементов, а также последнее время интенсивно развивающийся метод граничных элементов.

Метод конечных элементов (МКЭ) представляет собой синтез новейших достижений механики сплошных сред и численных методов математики. Он получил исключительно широкое применение в различных областях физики и техники, главным образом, при анализе напряженно-деформированного состояния. Принципиально новые возможности МКЭ открывает в механике горных пород и грунтов.

Основная идея метода конечных элементов заключается в следующем:

1. Рассматриваемая область разделяется линиями или поверхностями на определенное число конечных элементов;

2. Предполагается, что эти элементы взаимосвязанными в дискретном числе узловых точек, расположенных на их границах, неизвестными являются перемещения узловых точек;

3. В пределах каждого элемента выбираются функции перемещения, однозначно определяющие перемещения внутренних точек каждого элемента через перемещения узловых точек;

4. Функции перемещения однозначно определяют состояние деформации внутри элемента. Эти деформации вместе с упругими свойствами области будут определять напряженное состояние во всем элементе и, следовательно, на его границах;

5. Определяется система сил, сосредоточенных в узлах и уравновешивающих граничные напряжения.

Основной операцией МКЭ является формирование матрицы жесткости элемента и полной матрицы жесткости системы. С математической точки зрения МКЭ является одним из вариантов вариационных методов и часто практикуется как метод Релея-Ритца Галеркина. Математический аппарат МКЭ достаточно хорошо разработан для различных форм элементов.

Идея аппроксимации сплошной среды при помощи дискретных элементов принадлежит М. Д. Тернеру с соавторами [24], Р. В. Клафу [17], Д. А. Аргирису [3] . В их работах впервые используется термин “ конечные элементы”, дается матричная формулировка и доказательство основных свойств конечных элементов. Большой вклад в развитие МКЭ применительно к геотехническим проблемам внесли авторы [1, 10, 11, 13, 14, 20] и другие. Современная литература по МКЭ чрезвычайно обширна и буквально каждое ежемесячное поступление литературы в научно-технические библиотеки приносит новые сведения в этой области. Приблизительно каждая третья статья в геотехнических журналах связана с МКЭ, издается специальный международный журнал по численным методам в геомеханике, в последние годы вышли ряд монографий. В публикациях обычно излагается теоретическая сторона метода, мало приводится новые разработки и решения конкретных задач.

МКЭ используется в геомеханике уже более тридцати лет. Разработаны методы решения линейных и нелинейных задач, при этом большой интерес представляют реализация нелинейных моделей сред. В литературе известны модели “No Tension” среды и “слоистой среды” предложенные О. К. Зенкевичем и соавторами [25, 26], модель хрупкой среды “ Brittle rock” описанная в работе С. Барла [15], модель “ Bi- linear” среды Р. В. Клафа [17], модель “Идеально- упругой пластической” среды С. Ф. Рейса, Д. У. Дира [22] , “Функционально- заданная” модель среды, С. У. Ченга, Г. М. Данкана [16] и модель “ контакт- элементы” Р. Е. Гудмана, Р. Л. Тейлора, Т. Л. Брейка [20].

В работе А. Б. Фадеева [13] обобщены работы в области решения нелинейных задач механики сыпучих тел, грунтов и горных пород. Приведены основные решения нелинейных задач методом конечных элементов, а также даны описания моделей сред “Cap-models”, дискретных элементов “Cundalla” и другие.

Для получения решений нелинейных задач в МКЭ используются следующие процедуры: нелинейная упругость с секущей матрицей, нелинейная упругость с касательной матрицей, метод начальных напряжений и метод начальных деформаций.

В работе [17] рассматривается модель билинейной среды. Предполагается, что после достижения напряжениями критического значения, связь между приращениями напряжений и деформаций определяются пониженным модулем упругости и коэффициентом Пуассона.

В работе [18] с использованием билинейной среды рассматривается процесс выхода откоса уступа недренированных глин в предельное состояние. Задача решалась с использованием инкрементной процедуры и показано развитие зоны предельного состояния. Отмечаются, что зоны могут зарождаться даже тогда, когда коэффициент запаса 4 или 5.

Описание функционально заданной модели имеются в работе [16]. Зависимости между напряжениями и деформациями аппроксимируются функциями гиперболического вида. При этом касательные модули функций выражаются как функции характеристик массива и действующих напряжений. В каждом шаге решения модули элементов уточняются в соответствии с полученными напряжениями. В качестве примера рассматривается напряженно-деформированное состояние бортов и дна карьера.

В работе [26] предложена модель слоистой среды. Решение задачи выполняется итерационной процедурой начальных напряжений. Среда рассматривается как упругая до тех пор, пока касательные – напряжение τ_c в плоскости контакта меньше критической величины / τ/ т. е. $\tau_c < / \tau /$, где $|\tau| = C_c + \sigma_c tg\varphi_c$; C_C - сцепление, φ_c - угол внутреннего трения; σ_c- нормальное напряжение на контакте слоев. Если после очередного шага итерации $\tau_c > /\tau/$, то перед шагом итерации к элементу, где выполняется это условие, прикладываются начальные, снижающие величину τ_c до значения /τ/.

Эффективно используемая для решения задачи геомеханики в слоистой и блочной среде модель контакт- элементы описаны в работе [20]. Решается задача " о нагружении вертикальным давлением массива блочной структуры с выработкой трапециевидной формы", в работе [23].

Модель среды, не терпящая растягивающих напряжений, рассматривается в работе [25]. Модель реализуется с использованием процедуры начальных напряжений [26]. По упругому решению находятся главные напряжения σ_1 и σ_2, если они растягивающие, то в виде начальных напряжений они прикладываются к элементу перед следующим шагом итерации. В работе [27] решается задача о распределении напряжений вблизи подземной электростанции. Результаты показывают, что под действием растягивающих напряжений появляются зоны разрывных трещин.

Процедура решения задач в идеальной упруго-пластической Кулоновской среде на основе ассоциированного закона течения разработана в работе [22]. В качестве условия текучести использовано условие Друкера- Прагера [19] :

$$\alpha J_1 + \sqrt{J_2} - k = 0, \quad (1)$$

где J_1 и J_2 - первый и второй инвариант тензора напряжений; α и K- постоянные.

В качестве примера исследовалось напряженное состояние массива вокруг горизонтальной цилиндрической выработки.

Решение задачи о пластических зонах вокруг туннеля, возникающих за счет концентрации напряжений в результате выемки грунта исследована в работе [11].

Модель хрупкой среды дана в работе [15]. В модели предполагается, что при увеличении напряжений после упругого этапа деформирования начинается процесс образования микро и макротрещин, которые приводят к полному разрушению элемента. Для определения начала разрушения применяется теория Гриффитса.

В последнее время число работ по МКЭ стремительно увеличивается и исследования ведутся по таким направлениям, как переход к вариантам повышенной точности и надежности, введение специальных элементов и приемов для особых точек, решения сложных нелинейных задач, распространение на все новые и смежные области приложений, а также комбинирование с другими методами.

Существенное влияние на проявление горного давления при отработке полезных ископаемых оказывают элементы геомеханической структуры:

1) глубина залегания месторождения; 2) морфология тел; 3) угол падения залежи; 4) механические свойства полезного ископаемого и вмещающих пород; 5) мощность полезного ископаемого; 6) трещиноватость и тектоническая нарушенность массива; 7) наличие различных магматических тел; 8) естественное напряженное состояние породного массива.

В связи с многообразием проявлений перечисленных элементов геомеханической структуры их трудно связать между собой в единую модель. Поэтому целесообразно выделить некоторые условия отдельно и попытаться найти между ними количественные и и качественные связи, чтобы использовать их для обобщенной геомеханической оценки месторождения. Это позволит создать обобщенную геомеханическую модель породного массива.

Важнейшей геомеханической характеристикой породного массива является его естественное напряженное состояние. Этому вопросу за последние 30 лет уделяется большое внимание. Первые соображения о существовании в массивах пород на больших глубинах естественных напряжений высказывались еще давным-давно. В работе Ф. Райха [28] и А. Гейма [21] утверждалось, что горизонтальные напряжения в массивах должны иметь тот же порядок, что и вертикальные, а вертикальные в свою очередь являются функцией глубины залегания горных пород:

$$\sigma_y = \gamma H; \tag{2}$$

$$\sigma_x = \sigma_z = \sigma_y,$$

где σ_y - нормальное вертикальное напряжение; σ_x, σ_z - нормальные горизонтальные напряжения; γ- объемный вес пород: Н- глубина дневной поверхности.

Затем Ф. Ю. Левинсон- Лессинг в 1915 году в работе [12] утверждал, что на больших глубинах горизонтальные напряжения могут быть и выше вертикальных. Однако, они начали получать признание в широких кругах недавно.

В двадцатых годах текущего столетия А. М. Динник [9] выдвинул гипотезу о том, что в общем случае массив может быть представлен однородной упругой изотропной средой, тогда между вертикальными и горизонтальными напряжениями есть соотношение

$$\sigma_y = \gamma H$$

$$\sigma_x = \sigma_z = \mu \sigma_y \tag{3}$$

$$\mu = \frac{\nu}{1-\nu}$$

где ν - коэффициент Пуассона; μ- коэффициент бокового распора.

В формуле (3) если принять $\nu = 0.5$, то гипотезы Гейма-Райха и Динника совпадут.

Главные недостатки рассматриваемых моделей по нашему мнению состоят в том, что они не учитывают следующих принципиальных важных факторов: существенной структурной и геомеханической неоднородности реальных массивов; определяющего влияния геомеханических следствий тектоно-магматической истории массива и действия тектонических сил; времени формирования поля напряжений в массиве.

Для определения напряжений в массивах горных пород на рудниках Средней Азии и Казахстана методом разгрузки были проведены измерения [2]. Анализируя полученные результаты, отметим следующие особенности распределения горизонтальных напряжений в породных массивах горноскладчатых областей. Во-первых, горизонтальные напряжения по своим значениям превосходят вертикальные, во-вторых, на равных глубинах от дневной поверхности в крепких породах горизонтальные напряжения имеют более высокие значения, чем в относительно слабых, в- третьих, вертикальные напряжения в среднем близки к значению γ Н независимо от прочности горной породы т. е.

$$\sigma_y = \int_o^H \gamma_n(y) dy \tag{4}$$

Нельзя также не заметить, что σ_x и σ_z в породных массивах месторождений, расположенных друг от друга на больших расстояниях (сотни и тысячи километров) в пределах Средней Азии и Юго-Восточного Казахстана, на равных глубинах и в породах, близких по прочности, лишь незначительно отличаются.

По уровню естественной напряженности горных пород в зависимости от их деформационных и прочностных свойств можно выделить две группы пород: 1) крепкие с модулем упругости

E > (6÷7) 10^4 МПа и прочностью образцов на одноосное сжатие $\sigma_{сж}$ > (1 ÷1.2) 10^2 МПа, 2) средней прочности E< (3÷6) 10^4 МПа, $\sigma_{сж}$ = (0.5 ÷ 1)10^2 МПа.

Статистическая обработка данных [2] позволила получить уравнения регрессии в виде:

$$\sigma = a\gamma H + b\,, \tag{5}$$

где a и b – постоянные.

Формула (5) в общем виде характеризует изменение средних значений главных нормальных напряжений с глубиной.

В явном виде формула $f(t) = \dfrac{1}{2\pi i}\int\limits_{\alpha-i\infty}^{\alpha+i\infty} F(p)\exp(pt)dp$; для нашего случая имеет следующий вид (напряжения, МПа):

для крепких пород (I группа)

$$\begin{aligned} \sigma_x &= 5.0 + 1.86\ \gamma H \\ \sigma_z &= 4.5 + 1.12\ \gamma H \\ \sigma_x + \sigma_z &= 9.5 + 2.98\ \gamma H; \end{aligned} \tag{6}$$

для массивов средней прочности (II группа)

$$\begin{aligned} \sigma_x &= 3.0 + 1.14\ \gamma H; \\ \sigma_z &= 2.0 + \gamma H; \\ \sigma_x + \sigma_z &= 5.0 + 2.14\ \gamma H; \end{aligned} \tag{7}$$

где $\gamma = 27$ кN/m^3 – объемный вес.

Сопоставление расчетных данных полученных по формулам (6), (7) и данными собранных по отечественным и зарубежным литературным источникам [2], позволяет сделать вывод о достаточно высокой надежности приведенных уравнений (коэффициент корреляции r = 0.92, надежность r равно 9.3). Массив горных пород до ведения в нем горных работ содержит в себе все 8- элементов геомеханической структуры перечисленные выше. В этом случае общая зависимости исходного поля напряжений и деформаций определяются соотношениями:

$$\begin{aligned} \sigma^{\theta}_{ij} &= G_{ij}(X, Y, Z, P, T, \Gamma, \Phi) \\ \varepsilon^{\theta}_{ij} &= F_{ij}(X, Y, Z, P, T, \Gamma, \Phi) \end{aligned} \tag{8}$$

где $\sigma^{\theta}_{ij}, \varepsilon^{\theta}_{ij}$ - компоненты тензоров напряжений и деформаций; индексы i, j принимают в трехмерной системе координат значения X, Y, Z или 1, 2, 3 во всех возможных их комбинациях; X, Y, Z-пространственные координаты точек массива; P и T гравитационные и тектонические силы; Г-геолого-структурные факторы и Ф-физико-механические свойства пород. В процессе образования в массиве открытых или подземных горных выработок исходное напряженно-деформированное состояние нарушается, при этом компоненты тензора новых напряжений и деформаций в любой точке массива можно представить в виде:

$$\begin{aligned} \sigma_{ij} &= \sigma^{\theta}_{ij} + \sigma^{\partial}_{ij} \\ \varepsilon_{ij} &= \varepsilon^{\theta}_{ij} + \varepsilon^{\partial}_{ij} \end{aligned} \tag{9}$$

где σ^{∂}_{ij}, $\varepsilon^{\partial}_{ij}$ - дополнительные компоненты тензоров обусловленные проведением выработки.

Для определения компонент тензоров используются общие соотношения:

$$\begin{aligned} \tau &= Q(\sigma_{ij}) \\ \sigma_{ij} &= M(\varepsilon_{ij}) \end{aligned} \tag{10}$$

где Q – функция текучести; M – функция описывающая связь между σ_{ij} и ε_{ij} на запредельных участках.

Формулой (10) подразумевается математическое описание породного массива в виде соответствующих физических уравнений, включающих в себя деформационные и прочностные свойства массива.

Проведенный анализ и обзор литературных, экспериментальных данных позволил установить что вблизи открытых выработок при разработке месторождения полезного ископаемого возникает сложная картина напряженно-деформированного состояния породного массива, приводящая к неупругому деформированию, разрушению и перераспределению напряжений. В связи с этим целью работы является разработка и обосновании методики и математической модели оценки напряженно-деформированного состояния породного массива вблизи выработок в условиях комбинированной разработки месторождений, с учетом неоднородности и неупругих деформаций горных пород.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие основные задачи:

1. Анализ особенностей экспериментальных диаграмм неупругого деформирования горных пород, обобщение результатов научных и практических исследований по оценке напряженно-деформированного состояние горного массива при комбинированном способе разработки месторождения полезных ископаемых;

2. Разработка расчетной математической модели среди методики, позволяющей учитывать в процессе ведения горных работ многократное возмущение напряженно-деформированного состояния пород одних и тех же участков массива, открытыми и подземными выработками;

3. Разработка численных процедур, алгоритмов и программ, реализующих расчетные модели на основе метода конечных элементов;

4. Получения решения практических задач геомеханики при разработке месторождений полезных ископаемых комбинированным способом. Выявление основных закономерностей взаимодействия открытых и подземных горных выработок – предельных зон влияния карьера и подземных камер, минимальных потолочин при которой образуется провал и др. Анализ результатов и выводы.

Последовательное решение поставленных задач определяет структуру этой работы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абдылдаев Э.К. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород вблизи выработок. – Фрунзе: Илим, 1990. – 164 с.

[2] Айтматов И.Т. Геомеханика рудных месторождений Средний Азии. – Фрунзе: Илим, 1987. – 246 с.

[3] Аргирис Дж. Современые достижения в методах расчета конструкций с применением матриц. – М.: Госстройиздат, 1968. – 240 с.

[4] Баклашов И.В. Деформирование и разрушение породных массивов. – М.: Недра, 1988. 271 с.

[5] Варюжский Ю.В. Применение метода потенциала для решения задач теории упругости. – Киев: Киевского инж.-строит. инст., 1975.

[6] Вовк А.А.. Черный Г.И. Разработка – месторождений полезный ископаемых комбинированным способом. – Киев: Наукова думка, 1965.

[7] Галустьян Э.Л. Управление геомеханическими процессами в карьерах. – М.: Недра,1980. – 237 с.

[8] Глушко В.Т., Широков А.З. Механика горных пород и охрана выработок. – Киев: Наукова думка, 1967. 154 с.

[9] Динник А.Н. О давлении горных пород и расчет крепи круглой шахты // Инженерный работник. – 1925. – № 7. – С. 1-10.

[10] Ержанов Ж.С., Каримбаев Т.Д. Метод конечных элементов в задачах механики горных пород. – Алма-Ата: Наука, 1957. 238 с.

[11] Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 542 с.

[12] Сейтмуратов А.Ж. Метод декомпозиции в теории колебания двухслойной пластинки в строительных конструкциях // ПГС. – М., 2006. – № 3. – С. 31-32.

[13] Сейтмуратов А.Ж. Определение частоты собственных колебаний пластинки // Вестник КазНУ. Серия математика, механика, информатика. – 2010. – № 4(67).

[14] Сейтмуратов А.Ж., Умбетов У.У. С28. Моделирование и прогнозирование динамики многокомпонентной деформируемой среды. Монография. – Кызылорда-Тараз: КГУ им. Коркыт-ата, ТарГУ им. Дулати, 2014. – 232 с.

[15] Barla G. A method for the analysis of stress in brittle rock // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. – 1969. – Vol. 9, N 1. – P. 87-102.

[16] Ghang G.Y., Duncan J.M. Analysis of soil movement around a deep excavation // Proc. ASCE. – 1970. – Vol. 96, N 5. P. 1655-1681.

[17] Glough P.W. The finite element mtthod in structural mechanics. – Ch. 7 in: Stress Analysis. Ed. O.C. Zienkiewicz and G.S. – Holister. wiley, 1965. – 420 p.

[18] Dunlop P., Duncan J.M. Development of failure around excavated slopes // Pros ASCE. – 1970. – Vol. 96, N SM2. – P. 471-493.

[19] Drucker D.C., Pragger W. Soil mechanics and plastic analysis of limit desing // Quart. of Appl. Math. – 1952. – Vol. 10, N 2. – P. 157-165.

[20] Goodman R.E., Toylor R.L., Brekke T.L. A Model for the mechanics of jointed rock // Proc ASCE. – 1968. – Vol. 94, N SM3. – P. 32. 637-659.

[21] Heim A. Mechanismus der ctebirgsbildung. – Bale, 1878.

[22] Reyes S.F., Deere D.U. Elastic-Plastic analysis of underground openings by the finite element method // Proc, lst Congr. Int. Soc. Rock Mech. – Lisboa, 1966. – Vol. 2. – P. 477-481.

[23] Trollope D.H. The stability of trapezoidal openings in rock masses // Felsmechanik und Ingenieurgeologie. – 1966. – Vol. 4, N 3.

[24] Turner M.J., Clough R.W., Martun H.C., Topp L.J. Stiffness and deflection analysis of complex structures // J. Aero. Sci. – 1965. – Vol. 23. – P. 805-823.

[25] Сейтмуратов А.Ж., Махамбаева И.У. Определение зоны взаимодействия карьера с подземными камерами в условиях плоской деформации // Вестник Академии наук РК. Серия физико-математический. 2014. – № 1. – С. 111-109.

[26] Сейтмуратов А.Ж., Махамбаева И.У. Методика расчета напряженно-деформированного состояния горного массива вокруг открытых и подземных выработок // НАУКА И МИР Международный научный журнал. – 2014. – № 3(7). – Т. 1. – ISSN 2308-4804, ИФ-0.325. – С. 200-208.

[27] Сейтмуратов А.Ж., Умбетов У.У., Махамбаева И.У. MASS Stress-Strain State with the Workings Interaction // World Applied Sciences Journal 32 (1): 116-122, 2014. ISSN 1818-4952. IDOSI Publications, 2014. DOI: 10.5829/idosi. wasj.2014.32.01.14510.

[28] Сейтмуратов А.Ж., Махамбаева И.У. Определения зоны взаимодействия карьера с подземными камерами // Материалы IV междунар. научной конф. «Актуальные проблемы механики и машиностроения» 19–20 июня Алматы 2014 г. – Т. II. – С. 83-90.

[29] http://www.korkyt.kz/

REFERENCES

[1] Abdyldaev E.K. Tensely-deformed state of array of mountain breeds near-by making. Frunze: Ilim, 1990. 164 p.

[2] Aitmatov I.T. Geomechanics of ore deposits Middle Asia. Frunze: Ilim, 1987. 246 p.

[3] Argiris Dj. Modern of achievement in the methods of calculation of constructions with the use of matrices. M.: State publishing house, 1968. 240 p.

[4] Baklashov I.B. Deformation and destruction of pedigree arrays. M.: Bowels of the earth, 1988. 271 p.

[5] Barujzcki U.B. Application of method of potential for the decision of tasks of theory of resiliency. Kyiv: of Kyiv engineer-building Institute, 1975.

[6] Vovk A.A., Black G.I. Development - deposits useful minerals combined by a method. Kyiv: Naykova dumka, 1965.

[7] Galustian E.L. Management by geomechanical processes in careers. M.: Bowels of the earth, 1980. 237 p.

[8] Glyhko B.T., Shirokov A.Z. Mechanics of mountain breeds and guard of making. Kyiv: Naykova dumka, 1967. 154 p.

[9] Dinnik A.N. About pressure of mountain breeds and calculation of round mine // Engineer worker. 1925. N 7. P. 1-10.

[10] Erjanov Dj.S., Karimbaev T.D. Method of eventual elements in the tasks of mechanics mountain breeds. Alma-Ата: Science, 1957. 238 p.

[11] Zenkevith O. Method of eventual elements in the technique.-M.: World, 1975.- 542 with.

[12] Seitmuratov A.Zh. Method of decouplig in the theory of oscillation of double-layer plate in the building constructions. M., 2006. N 3. P. 31-32.

[13] Seitmuratov A.Zh. Determination of frequency of eigentones of plate Announcer Treasury, series of mathematician, mechanic, informatics. 2010. N 4(67).

[14] Seitmuratov A.Zh., Umbetov U.U. C28. Design and prognostication of dynamics of the multicomponent deformed environment. Monografia: The Korkyt Ata Kyzylorda State University, Taraz State University Named After M. Kh. Dulaty, Taraz, 2014. 232 p.

[15] Barla G. A method for the analysis of stress in brittle rock // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 1969. Vol. 9, N 1. P. 87-102.

[16] Ghang G.Y., Duncan J.M. Analysis of soil movement around a deep excavation // Proc. ASCE. 1970. Vol. 96, N 5. P. 1655-1681.

[17] Glough P.W. The finite element mtthod in structural mechanics. Ch. 7 in: Stress Analysis. Ed. O.C. Zienkiewicz and G.S. Holister. wiley, 1965. 420 p.

[18] Dunlop P., Duncan J.M. Development of failure around excavated slopes Pros ASCE. 1970. Vol. 96, N SM2. P. 471-493.

[19] Drucker D.C., Pragger W. Soil mechanics and plastic analysis of limit desing. Quart. of Appl. Math. 1952. Vol. 10, N 2. P. 157-165.

[20] Goodman R.E., Toylor R.L., Brekke T.L. A Model for the mechanics of jointed rock. Proc ASCE. 1968. Vol. 94, N SM3. P. 32. 637-659.

[21] Heim A. Mechanismus der ctebirgsbildung. Bale, 1878.

[22] Reyes S.F., Deere D.U. Elastic-Plastic analysis of underground openings by the finite element method. Proc, lst Congr. Int. Soc. Rock Mech. Lisboa, 1966. Vol. 2. P. 477-481.

[23] Trollope D.H. The stability of trapezoidal openings in rock masses // Felsmechanik und Ingenieurgeologie. 1966. Vol. 4, N 3.

[24] Turner M.J., Clough R.W., Martun H.C., Topp L.J. Stiffness and deflection analysis of complex structures // J. Aero. Sci. 1965. Vol. 23. P. 805-823.

[25] Seitmuratov A.Zh., Makhambayeva I.U. Determination of zone of cooperation of quarry with underground chambers in the conditions of flat deformation // Announcer of Academy of sciences of RK Series of physics- mathematical. 2014. N 1. P. 111-109.

[26] Seitmuratov A.Zh., Makhambayeva I.U. Methodology of calculation of the tensely-deformed state of mountain range round the open and underground making // SCIENCE And WORLD the International scientific magazine. 2014. № 3(7). Vol. 1. ISSN 2308-4804, IF- 0.325. P. 200-208.

[27] Seitmuratov A.Zh., Umbetov U.U., Makhambayeva I.U. MASS Stress - Strain State with the Workings Interaction // World Applied Sciences Journal. 2014. N 32(1). P. 116-122. ISSN 1818-4952. IDOSI Publications, 2014. DOI: 10.5829/idosi. wasj.2014.32.01.14510.

[28] Seitmuratov A.Zh., Makhambayeva I.U. Determinations of zone of cooperation of quarry with underground chambers // Materials of IV of international scientific conference "issues of the day of mechanics and engineer" of June, 19-20 Almaty 2014. Vol. II. P. 83-90.

[29] http://www.korkyt.kz/

А. Ж. Сейтмұратов[1], И. Ө. Махамбаева[1], Н. К. Медеубаев[2]

[1]Қорқыт ата атындығы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда, Қазақстан,
[2]Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды, Қазақстан

МАССИВТІҢ ҚАЗБА МАҢЫНДАҒЫ КЕРНЕУЛІ-ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙІН ТАЛДАУ

Аннотация. Жұмыста пайдалы қазбалардың кен орнын игеру кезіндегі туындайтын массивтің кернеулі-деформацияланған күйі иілмейтін, бұзылмайтын және қайта бөлістірілмейтін кернеуге әкеліп соғатын күрделі көріністің эксперименнттік деректер арқылы талдауы және әдеби шолуы келтіріледі.Осыған байланысты жұмыстың мақсаты массивтің кернеулі-деформацияланған күйін жақын қазбалар жағдайында аралас кен орындарының өңделуі кезінде біртекті емес және иілмейтін тау жыныстарының деформациясын математикалық модель арқылы бағалау және әдістемесін негіздеу болып табылады.

Түйін сөздер: матрица қаттылығы, шекаралық кернеу, массив, модель.

Сведения об авторах:

Сейтмуратов Ангысын Жасаралович – д. ф.-м. н., профессор кафедры «Физика и математика».

Махамбаева Индира Утепбергеновна – к. ф.-м. н., старший преподаватель кафедры «Вычислительная техника и информационные системы» КГУ им. Коркыт Ата.

Медеубаев Нурболат Куттымуратович – старший преподаватель кафедры «Алгебра, мат. логика и геометрия» КарГУ им. Букетова.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 154 – 161

A. A. Genbach, N. O. Jamankulova

Almaty University of Power Engineering & Telecommunications, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: dnellya@mail.ru

THE LIMITING CONDITION OF CAPILLARY-POROUS STRUCTURE UNDER THE SINGLE STEAM BUBBLE

Abstract. On the basis of the solution of non-stationary heat conduction equations for different boundary conditions the analogy of three different heat transfer processes are presented: the microprocesses of heat transfer and dynamics of steam bubbles growing in the cells of the capillary-porous structure (the first analogy), the macro-processes of damage of heat exchange surface with a porous fragile low thermal conductivity coating (the second analogy) and the cooling depth of the steam generating surface with the tear-off particles at thermal stresses of compression for the limiting condition surface of the metal and fragile porous coating (the third analogy). The characteristics of heat exchange checked by an integral and cinema method are given. Law of bubbles growth in the cells of structure is determined experimentally, taking into account the excess fluid and thermal storage capacity of the walls. The porous coating promotes the larger and more uniform thickness of a boundary layer and slight size of temperature fluctuations in a wall. Researches allow to prevent and expand the crisis limits of heat exchange and emergence of the limiting condition of a surface and to optimize a selection of fragile porous coating.

Key words: single (individual) steam bubble; capillary-porous structure; fluid excess; heat exchange crisis.

УДК 536.483

А. А. Генбач, Н. О. Джаманкулова

Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан

ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПОД ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПАРОВЫМ ПУЗЫРЕМ

Аннотация. На основе решения уравнения нестационарной теплопроводности для различных граничных условий представлена аналогия трех различных процессов теплопередачи: микропроцессов теплопередачи и динамики паровых пузырей, растущих в ячейках капиллярно-пористой структуры (первая аналогия), макропроцессов разрушения поверхности теплообмена с пористым плохотеплопроводным хрупким покрытием (вторая аналогия) и глубины захолаживания парогенерирующей поверхности с величиной отрывающихся частиц от термонапряжений сжатия в случае предельного состояния поверхности металла и хрупкого пористого покрытия (третья аналогия). Даны характеристики теплообмена, проверенные интегральным и кинематографическим методом. Закон роста пузырей в ячейках структуры определен экспериментально с учетом избытка жидкости и теплоаккумулирующей способности стенки. Пористое покрытие способствует большей и более равномерной толщине погранслоя и незначительной величине пульсаций температуры в стенке. Исследования позволяют предотвращать и расширять пределы кризис теплообмена и возникновение предельного состояния поверхности и оптимизировать подбор хрупких пористых покрытий.

Ключевые слова: одиночный (индивидуальный) паровой пузырь; капиллярно-пористая структура; избыток жидкости; кризис теплообмена.

Введение. Современные промышленные огнетехнические установки и агрегаты широко эксплуатируются в металлургии и энергетике. Для увеличения удельной технологической производительности агрегатов, снижения капитальных и эксплуатационных расходов имеют место высокие плотности тепловыделений, однако при этом сокращается длительность их эксплуатации. Проведение высокотемпературных и высокотеплонапряженных процессов связано с возникновением предельного состояния обогреваемой поверхности.

Разработка и исследование капиллярно-пористых систем охлаждения, работающих при совместном действии массовых и капиллярных сил, создающих недогрев и скорость потока в сечении и на поверхности структуры, позволили расширить отвод тепловых потоков, увеличив форсировку теплообмена и интенсифицировать процессы теплопередачи. В одном случае производится целенаправленное разрушение материала, например, с помощью огнеструйных горелок ракетного типа, из сопел которых истекают сверхзвуковые высокотемпературные потоки, а в другом – требуется создание охлаждающей системы самих сопел и камер сгорания для исключения кризиса теплообмена и разрушения парогенерирующей поверхности, покрытой пористой структурой.

Задача об испарении пленки жидкости с поверхности твердого тела для различных условий рассматривалась ранее в работах [1, 2]. Рассмотрим нестационарный теплообмен при микрослоевом испарении пленки жидкости, находящейся под паровым пузырем, растущим в ячейках капиллярно-пористой структуры, путем подвода теплоты из аккумулирующего объема парогенерирующей поверхности, которая принимается как бесконечная пластина толщиной $\delta_{пл}$ (рисунок 1). На рисунке 1 представлена модель соприкосновения паровых пузырей с парогенерирующей поверхностью в ячейках генерации пара пористой структуры.

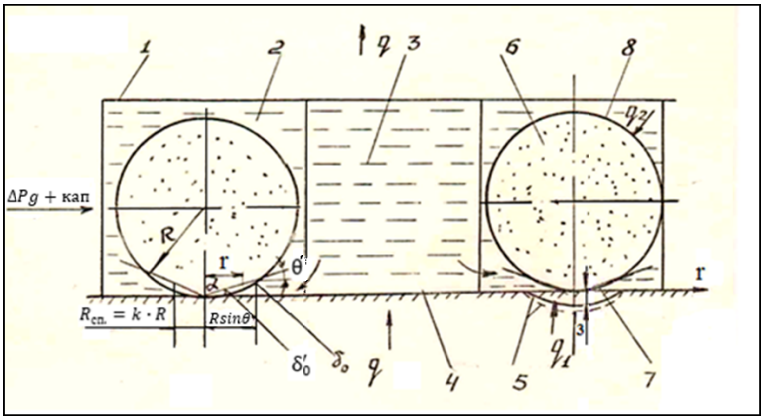


Рисунок 1 – Модель соприкосновения паровых пузырей с парогенерирующей поверхностью в ячейках генерации пара пористой структуры: 1 – пористая структура; 2 – ячейка генерации пара; 3 – ячейка питания жидкостью; 4 – парогенерирующая поверхность; 5 – фронт распространения температурной волны h в объеме теплогенерирующей поверхности, выполненной из нержавеющей стали и меди (пунктирная линия) (глубина захолаживания); 6 – пар; 7 – «сухое» пятно; 8 – фронт распространения легкой (паровой) фазы

Используем решение задачи об испарении пленки жидкости с поверхности твердого тела, принимаемого полуограниченным ($\delta \to \infty$), полагая, что пленка толщиной δ_0 находится в ячейке капиллярно-пористой структуры.

Температурное поле в пластине, покрытой пористой структурой, может быть описано одномерным уравнением теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}. \qquad (1)$$

Радиус «сухого» пятна в основании парового пузыря, согласно рассматриваемой модели, можно определить по формуле:

$$R_{cn} = \frac{\delta_0}{tg\alpha} = \frac{\sqrt{3}}{2tg\alpha}\frac{\lambda'}{\sqrt{\rho c\lambda}}\frac{p\sqrt{\tau_0}}{\sqrt{f'(p)}}, \tag{2}$$

где α – угол между поверхностью нагрева и клиновидным микрослоем, находящимся под пузырем с радиусом $R_{сп}$; P – перегрев жидкости (тепловой параметр) и $f'(p)$ определяются по соотношениям (3) и (4).

$$P = \frac{4c\rho(T_0 - T_S)\lambda}{3r'\rho'\lambda'}, \tag{3}$$

$$f'(p) = \frac{2p+1}{2} + 0.393\frac{(2p)^2}{(2p-1)^{3/2}} + 0{,}5 - \frac{(2p)^{1,5}}{4(2p-1)} \times$$
$$\times\left[\sqrt{\frac{1}{2p}} + \sqrt{\frac{2p}{2p-1}}arctg\frac{1}{\sqrt{2p-1}}\right] = \frac{3}{4}p^2\frac{a\tau_0}{\delta_0^2}(\frac{\lambda'}{\lambda})^2 = \frac{3}{4}p^2\widetilde{\tau}_0. \tag{4}$$

Принятые обозначения: r – координата парогенерирующей поверхности, покрытой пористой структурой; $R_{сп}$ – радиус «сухого пятна» вдоль координаты r; δ_0 – толщина жидкостной пленки; τ_0 – время полного испарения микрослоя толщиной δ_0; $T_0 = T(x,0)$ – температура жидкости при $\tau=0$ (начальная температура жидкости на стенке); T_S – температура насыщения; λ, λ' - теплопроводность стенки и жидкости; c, ρ, ρ' – теплоемкость стенки, плотность стенки и жидкости; a – коэффициент температуропроводности; r' – теплота парообразования.

Вопросы влияния режимных и конструктивных факторов на процесс кипения жидкости в ячейках пористой структуры ранее исследовались в работах [3-12].

Для капиллярно-пористой системы, работающей в поле массовых сил, нами определен закон роста паровых пузырей [3] как

$$R_d = 2\sqrt{54{,}1a'Ja}\tau_0\left[1 + (\frac{m_{ж}}{m_n})^{0,1}\right]^{-1}.$$

Тогда уравнение для $R_{сп}$ преобразуется к виду:

$$R_{cn} = \frac{\sqrt{3}}{2tg\alpha}\frac{\lambda'}{\sqrt{\rho c\lambda}}\frac{p}{\sqrt{f'(p)}}\frac{R_d\left[1 + (m_{ж}/m_n)\right]^{0,1}}{2\sqrt{54{,}1a'Ja}}, \tag{5}$$

где отношение $\frac{R_{cn}}{R_d} = K$ представляет собой коэффициент «сухого» пятна.

В общем случае в исследованной капиллярно-пористой системе охлаждения влияние недогрева, скорости жидкости и теплофизических свойств жидкости и поверхности нагрева аппроксимируется осредненным выражением вида:

$$\overline{R} = \frac{\overline{R}_d}{\overline{R}_0} = 2{,}42\left[k_{ж}k_{CT}\right]^{-1},$$

где $\widetilde{m}$ =1 … 14; W_0 = (1,1×10^{-3}…0,1) м/с; $W_0 = \frac{m_{ж}lq}{m_n\varepsilon\delta_{\varphi}r\rho'}$; l – высота теплообменной поверхности; ε - пористость структуры; δ_{φ} – толщина пористой структуры; $k_{ж} = 1 + \widetilde{m}^{0,1}$;

$k_{CT} = 1 + \left[\frac{(\rho c \lambda)'}{(\rho c \lambda)} \right]^{0,5}$ – коэффициенты, учитывающие избыток жидкости и теплоаккумулирующую способность стенки; $\widetilde{m} = \frac{m_{ж}}{m_{п}}$ – параметр, учитывающий избыток жидкости.

Избыток жидкости $\widetilde{m}$ в сечении пористой структуры создает течение с малым недогревом и незначительной скоростью W_0, что снижает осредненную величину отрывного радиуса пузыря $\overline{R}_0$ до величины $\overline{R}_d$. Это связано с уменьшением среднемассовой температуры, которое приводит к падению перегрева пленки жидкости, окружающей пузырь, и может вызвать его частичную конденсацию [7].

Динамический угол смачивания в исследованиях получен θ' = 80 град. (см. рис.1); угол $\alpha = 5^{o}\,30'$; K = 0,5.

Закон роста паровых пузырей R_d учитывает искажение формы и очертание пузырей за счет избытка жидкости $m_ж$ по отношению к расходу генерируемого пара $m_п$. Число Якоба $Ja = \frac{c'_p \Delta T}{r} \frac{\rho'}{\rho''}$; ΔT = температурный напор; ρ" – плотность пара; $\widetilde{m} = \frac{m_{ж}}{m_{п}}$ – избыток жидкости.

Время τ_0 время полного испарения микрослоя толщиной δ_0, при котором под пузырем устанавливается «сухое» пятно ($r = R_{сп}$), определяется из выражения (4).

Модель процессов. Предельное состояние поверхности нагрева. Для описания предельного состояния парогенерирующей поверхности, покрытой капиллярно-пористой структурой, при наступлении кризиса кипения воспользуемся уравнением теплопроводности (1) для граничных условий второго рода:

$$T = 0, \quad \tau < 0; \quad \lambda \frac{\partial T}{\partial x} = q, \quad x = +\,\delta_{пл}; \quad \lambda \frac{\partial T}{\partial x} = q, \quad x = -\delta_{пл}.$$

Пластина толщиной $2\delta_{пл}$, когда к поверхности $x = +\,\delta_{пл}$, начиная с момента τ = 0, подводится постоянный удельный тепловой поток. Нижняя поверхность $x = -\delta_{пл}$ и боковые края пластины теплоизолированы [4].

Результаты и их анализ по предельному состоянию. Для пластин, выполненных из меди и нержавеющей стали, имеющих кварцевое и гранитное капиллярно-пористое покрытие, на рисунках 2–4 приведены результаты расчетов функциональных зависимостей q_1, q_2, q_3, отвечающих соответственно плавлению поверхности, созданию предельных напряжений сжатия и растяжения.

Тепловые потоки подсчитаны для широкого интервала времени τ – (10^{-8} … 10^{3}) с. Интервал времени (10^{-8} … 10^{-3}) с соответствует микропроцессам динамики паровой фазы в ячейках капиллярно-пористых покрытий: от взрывообразного рождения парового зародыша $R_{кр}$ до момента гибели парового пузыря $R_d = R_0$ и соответствующим (сопутствующим) им процессам испарения микрослоя δ в пузырь и развитию «сухого» пятна $R_{сп}$ в основании пузыря. Проводя аналогию с процессами разрушения металла и пористого покрытия, т.е. с макропроцессами, примем протекающими их за время τ (5×10^{-3}... 10^{3}) с. Величины удельных тепловых потоков q получаются одного порядка как и для индивидуальных паровых пузырей (см. рисунки 2–4), что в (10-100) раз может превышать их среднеинтегральные значения (первая аналогия).

На рисунках 2–4 нанесены кривые для парогенерирующих поверхностей нагрева, когда в результате смены режима кипения установился пленочный режим и резко возросла температура поверхности до величины $T_{пл}$ плавления.

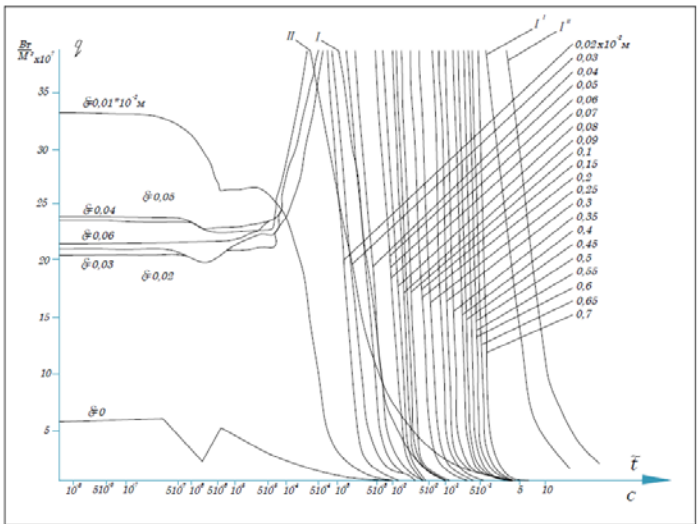


Рисунок 2 – Зависимость тепловых потоков, вызывающих напряжения сжатия кварцевого пористого покрытия, в зависимости от времени действия **τ** для различной толщины отрывающихся частиц $\delta_ч$: I – напряжении растяжения, достаточные для разрушения; I', I" – медь и нержавеющая сталь; $\delta_{пл} = 0{,}1\times10^{-3}$ м; II – кривая оплавления поверхности. Кривые II', II" – для меди и стали почти совпадают с кривой I в области τ = (0,01...0,1) с

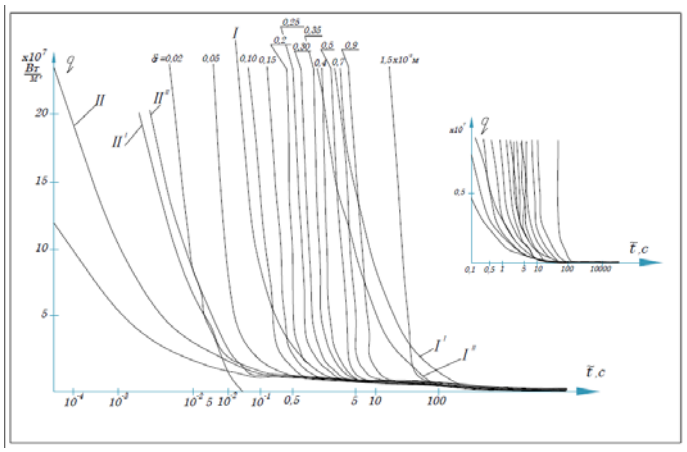
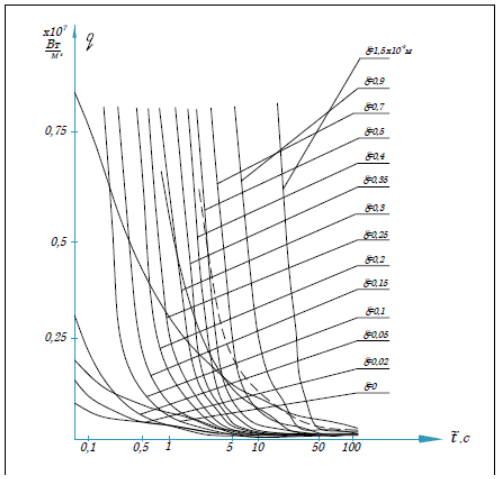


Рисунок 3 – Зависимость тепловых потоков, вызывающих напряжения сжатия пористого гранитного покрытия в зависимости от времени действия для различной толщины отрывающихся частиц:
I – напряжения растяжения, достаточные для разрушения (I', I" – медь и нержавеющая сталь, $\delta_{пл} = 0{,}1\cdot10^{-3}$ м);
II – кривая оплавления поверхности (II', II" – медь и нержавеющая сталь, $\delta_{пл} = 0{,}1\cdot10^{-3}$ м)

Рисунок 4 – Зависимость $q = f(\tilde{\tau})$, представленная на рисунке 3, дана в диапазоне $q = (0{,}25\ldots0{,}75)10^7$ Вт/м^2



Для металлов процесс разрушения кристаллов состоит из стадии зарождения трещин и их развития в области концентраторов напряжений. Высокие внутренние напряжения могут появляться вследствие неоднородного протекания пластической деформации, после чего наступает хрупкое разрушение, аналогичное разрушению хрупких малотеплопроводных капиллярно-пористых покрытий.

Механизм разрушения металлических парогенерирующих поверхностей отличается от механизма разрушения плохотеплопроводных вязких и хрупких капиллярно-пористых покрытий. Несмотря на это, на основе решения уравнения нестационарной теплопроводности при граничных условиях второго рода и физической модели теплообмена видна аналогия в динамике паровых пузырей в ячейках структуры (10^{-8} … 10^{-3}) с и в кинетике термического напряжения хрупких пористых покрытий, в том числе в порядке величин тепловых нагрузок, поглощаемых одиночными паровыми пузырями и кластерами хрупких естественных минеральных сред. Далее во времени происходит разрушение (схлопывание) паровых пузырей, достигших отрывных диаметров $2R_{d,\ и}$ полное высыхание клиновидного слоя жидкости δ_0 под пузырями и разрушение пористых покрытий термическими напряжениями сжатия, растяжения и сдвига в зависимости от величины тепловой нагрузки q и времени ее подачи τ.

Третья временная аналогия в процессе теплопередачи заключается в глубине проникновения фронта тепловой волны в металлическую парогенерирующую поверхность $\overline{h}$ и величине отрывающихся частиц $\delta_ч$ при терморазрушении хрупких пористых покрытий (см. рисунок 1, позиция 5 и рисунки 2–4).

Описанные три аналогии процессов теплопередачи позволяют предсказывать и предотвращать возникновение кризиса кипения, предельного состояния (плавления) теплоотдающей поверхности и подбирать оптимальные хрупкие капиллярно-пористые покрытия для исключения их шелушения и плавления.

Расчеты произведены для удельных тепловых потоков, напряжений сжатия и растяжения в зависимости от времени их подачи, толщины пластины (фракции), глубины проникновения температурных возмущений и теплофизических свойств упругой среды.

Результаты расчета подтверждены интегральными измерениями и кинематографически в работах [3-12].

Для пористых структур, работающих в области давлений (0,1…200) бар, покрывающих подложку из меди и нержавеющей стали, величина перегрева жидкости P > 0,5, время полного испарения пленки жидкости $\tau<\tau_к$, при котором фронт температурного возмущения, распространяясь в твердом теле, не достигает толщины пластины, т.е. глубина захолаживания $h < \delta_{пл}$, а пластина является полуограниченным телом ($\delta_{пл} \rightarrow \infty$), и толщина пластины $\delta_{пл}$ не входит в расчетные зависимости. Наличие пористой структуры способствует большей и более равномерной толщине δ пограничного слоя, меньшей глубине захолаживания h поверхности нагрева и незначительной величине пульсаций температуры в стенке.

Заключение. Предельное состояние теплообменной поверхности с пористым покрытием исследовано с использованием уравнения теплопроводности для граничных условий второго рода. Результаты расчета тепловых потоков, отвечающих плавлению, сжатию и растяжению, позволили провести аналогию процессов теплопередачи в пограничном пористом слое, с соответствующими микропроцессами динамики паровой фазы (от зарождения до гибели парового пузыря) (первая аналогия) до макропроцессов разрушения металлической поверхности теплообмена и пористого плохотеплопроводного хрупкого покрытия, выполненного из естественных минеральных сред (кварц и гранит). Тепловые нагрузки для микропроцессов одиночных пузырей и макропроцессов разрушения покрытий могут быть одного порядка и превышать среднеинтегральные величины в (10÷100) раз (вторая аналогия). Также представлена третья аналогия в процессах теплопередачи, по глубине проникновения фронта тепловой волны в поверхность нагрева, толщине погранслоя и по величине отрывающихся частиц при терморазрушении хрупких пористых покрытий, что предотвращает кризис кипения и возникновение предельного состояния поверхности и оптимизирует подбор хрупких покрытий.

Расчеты произведены для удельных тепловых потоков, напряжений сжатия и растяжения в зависимости от времени их подачи, толщины пластины (фракции), глубины проникновения температурных возмущений и теплофизических свойств упругой среды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Григорьев В.А. , Павлов Ю.М., Аметистов Е.В. Кипение криогенных жидкостей. –М.: Энергия, 1977. – 288 с.

[2] Купер М.Г., Мерри Д.М, Испарение микрослоя при пузырьковом кипении // В кн.: Тепло- и массоперенос. – Минск: Наука и техника, 1972. – Т. 9, ч. 1. – С. 233-257.

[3] Поляев В.М., Генбач А.А. Скорость роста паровых пузырей в пористых структурах // Известия вузов. Машиностроение. – 1990. – № 10. – С. 61-65.

[4] Генбач А.А., Бурмистров А.В. Исследование теплового состояния цилиндров паровых турбин // Промышленность Казахстана. – 2011. – № 2(65). – С. 91-93.

[5] Генбач А.А., Федоров В.Н., Шелгинский А.Я. Интенсивность теплообмена при кипении жидкости в капиллярно-пористых структурах в поле массовых сил // Тепломассообменные процессы и установки: Сб. трудов МЭИ. – М., 1980. – Вып. 448. – С. 27-32.

[6] Поляев В.М., Генбач А.А. Плотность центров парообразования и выброс капель из пористой структуры // Известия вузов. Машиностроение. – 1990. – № 9. – С. 50-55.

[7] Поляев В.М., Генбач А.А. Отрывной диаметр и частота отрыва паровых пузырей в пористых структурах // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. – 1990. – № 1. – С. 69-72.

[8] Поляев В.М., Генбач А.А. Начальная область парообразования в пористых структурах, работающих с избытком жидкости // Известия вузов. Энергетика. – 1991. – № 2. – С. 84-87.

[9] Поляев В.М., Генбач А.А. Механизм процессов парообразования в пористой системе охлаждения // Теория рабочих процессов в узлах и трактах энергетических установок: Сборник трудов МАИ. – М., 1991. – С. 81-90.

[10] Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Визуализация процессов в пористом эллиптическом теплообменнике // Известия вузов. Машиностроение. – М., 1991. – № 10–12. – С. 75-80.

[11] Поляев В.М., Генбач А.А. Пористое охлаждение камер сгорания и сверхзвуковых сопел // Тяжелое машиностроение. – М., 1991. – № 7. – С. 8-10.

[12] Polyaev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineering. – M., 1993. – Vol. 40, N 7. P. 551-554.

[13] Experimental and theoretical studies on subcooled flow boiling of pure liquids and multicomponent mixtures / M. Jamialahmadi, H. Muller-Steinbagen and et. // Intern. Journal of Heat and Mass Transfer. – 2008. – Vol. 51. – P. 2482-2493.

[14] Ose Y., Kunugi T. Numerical study on subcooled pool boiling // Progr. In Nucl. Sci. and Technology. – 2011. – Vol. 2. – P. 125-129.

[15] Pioro I.L., Rolsenow W., Doeffler S.S. Nucleate pool boiling heat transfer. II: assessment of prediction methods // Intern. Journal of Heat and Mass Transfer. – 2004. – Vol. 47. – P. 5045-5057.

[16] Xing H., Kennig D.B.R. Identification of bubble nucleation sites // Proc. Of 8th National of Heat Transfer conf., 9-10 th Set. 2003, Oxford.

REFERENCES

[1] Grigoriev V.A., Pavlov U.M., Amestitov E.V. Kipenie kriogennyh zhidkostey. M.: Energiya, **1977**, 288 p. (in Russ.).

[2] Cuper M.G., Merry D.M. Ispareniye mikrosloya pri puzyrkovom cipenii. V kn.: Teplo-massoperenos. Minsk: Nauka I tekhnika, **1972**, Vol. 9, part 1, pp. 233-257. (in Russ.).

[3] Polyaev V.M., Genbach A.A. Skorost rosta parovyh puzyrey v poristyh structurah. Isvestiya vuzov. Mashinostroyenie, **1990**, N 10, pp. 61-65. (in Russ.).

[4] Genbach A.A., Burmistrov A.V. Issledovaniye teplovogo sostoyaniya tcilindrov parovyh turbin. Promyshlennost Kazakhstana, **2011**, N 2 (65), pp. 91-93. (in Russ.).

[5] Genbach A.A., Fedorov V.N., Shelginsky A.Y. The intensity of the boiling heat transfer fluid in the capillary-porous structure in the field of mass forces. Heat and mass exchange processes and plants: Proceedings of MPEI, Moscow, **1980,** Issue 448, pp. 27-32. (in Russ.).

[6] Polyaev V.M., Genbach A.A. The density of nucleation sites and the release of droplets from the porous structure. Proceedings of the universities. Mechanical Engineering, **1990**, N 9, pp. 50-55. (in Russ.).

[7] Polyaev V.M., Genbach A.A. The density of nucleation sites and the release of droplets from the porous structure. Proceedings of the universities. Mechanical Engineering, **1990**, N 9, pp. 50-55. (in Russ.).

[8] Polyaev V.M., Genbach A.A. The initial area of evaporation in porous structures, working with excess fluid. Proceedings of the universities. Energy, **1991**, N 2, pp. 84-87. (in Russ.).

[9] Polyaev V.M., Genbach A.A. Mechanism prosessov paroobrazovaniya v poristyh sisteme okhlazhdeniya. Teoriya rabochih processov v uzlah i traktah energeticheskih ustanovok:Sbornik trudov MAI, M., **1991**, pp. 81-90. (in Russ.).

[10] Polyaev V.M., Genbach A.A., Minashkin D.V. Processy v poristom ellipticheskom teploobmennike. Isvestiya vuzov. Mashinostroyenie, **1991**, N 4-6, pp.73-77. (in Russ.).

[11] Polyaev V.M., Genbach A.A., Poristoye okhlazhdeniye camer sgoraniya i sverhzvukovyh sopel. Tyazholoe Mashinostroyenie, **1991**, N 7, pp. 8-10. (in Russ.).

[12] Polyaev V., Genbach A. Heat Transfer in a Porous System in the Presence of Both Capillary and Gravity Forces. M.: Thermal Engineering, **1993,** Vol. 40, N 7, pp. 551-554. (in Eng.).

[13] Polyaev V., Genbach A. Experimental and theoretical studies on subcooled flow boiling of pure liquids and multicomponent mixtures / M. Jamialahmadi, H. Muller-Steinbagen and et., Intern. Journal of Heat and Mass Transfer, **2008,** Vol. 51, pp. 2482-2493. (in Eng.).

[14] Ose Y., Kunugi T. Numerical study on subcooled pool boiling. Progr. In Nucl.Sci. and Technology, **2011**, Vol. 2, pp. 125-129. (in Eng.).

[15] Pioro I.L., Rolsenow W., Doeffler S.S. Nucleate pool boiling heat transfer. II: assessment of prediction methods, Intern. Journal of Heat and Mass Transfer, **2004**, Vol. 47, pp. 5045-5057. (in Eng.).

[16] Xing H., Kennig D.B.R. Identification of bubble nucleation sites, Proc. Of 8th National of Heat Transfer conf., 9-10 th Set. **2003**, Oxford. (in Eng.).

А. А. Генбач, Н. О. Джаманкулова

Алматы энергетика және байланыс университеты, Алматы, Қазақстан

ЖЕКЕ БУ КӨПІРШІКТЕРІ АСТЫНДАҒЫ КАПИЛЛЯРЛЫҚ-КЕУЕКТІК ҚҰРЫЛЫМНЫҢ ШЕКТІК КҮЙІ

Аннотация. Әртүрлі шектік шарттар үшін тұрақсыз жылу өткізгіштік теңдеуін шешу негізінде жылу берілу процесінің үш түрінің баламасы келтірілген: капиллярлық-кеуектік құрылымның жәшігінде өсетін бу көпіршіктерінің динамикасы мен жылу берілудің микропроцестері (бірінші балама); жылуды нашар өткізетін кеуектік морт сынғыш жабыны бар жылуалмасу бетінің күйреуінің макропроцестері (екінші балама); металл бетінің және морт сынғыш жабынның шектік күйлері кезінде жылулық сығу кернеуі әсерінен үзіліп бөлінетін бөлшектердің үлкендігінен болатын бу өндіруші беттің салқындату тереңдігі (үшінші балама). Жылу алмасудың интегралдық және кинематографтық әдістермен тексерілген сипаттамалары келтірілген. Зерттеулер жылу алмасу дағдарысын болдырмауға және дағдарыс шектерін кеңейтуге, беттердің шектік күйін тудырмауға мүмкіндік береді, кеуектік морт сынғыш жабындарды таңдауды тиімдендіреді.

Түйін сөздер: жеке бу көпіршігі; капиллярлық-кеуектік құрылым; артық сұйықтық; жылу алмасу дағдарысы.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 162 – 172

B. B. Teltayev, Y. D. Amirbayev

Kazakhstan Highway Research Institute, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: bagdatbt@yahoo.com, erik_neo@mail.ru

EVALUATION OF RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS FOR BITUMEN BINDERS AT DIFFERENT LONGIVITIES OF THERMAL CONDITION

Abstract. This paper investigates rheological characteristics (complex shear modulus, phase angle, stiffness, relaxation rate) of pure bitumen and polymer bitumens with the use of dynamic shear rheometer (DSR) and bending beam rheometer (BBR). Pure bitumen of grade BND 100/130 was produced by Pavlodar Oil Chemical Plant, and polymer bitumens were prepared by adding of polymers Elvaloy 4170 (1.4% of bitumen mass), Butonal NS 198 (3.0%) and Calprene 501 (4.0%) to pure bitumen in laboratory conditions. Before testing the binders were thermostated at testing temperatures for 10, 20, 30 and 40 hours. It was determined that at high temperatures (52, 58, 64°C) the additive of polymers increases essentially the complex shear modulus and decreases the phase angle of binders. In addition, polymer Calprene 501 showed maximum effect. For all testing temperatures the longevity of thermal condition does not practically affect on phase angle of bitumen binders. At negative temperatures (-24, -30, -36°C) the stiffness of binders is increased with temperature reduction and longevity of thermal conditions increase. Addition of polymer reduces essentially the stiffness of binders with longevity of thermal conditions up to 10 hours, and effect of modification with polymer disappears during longer-lasting thermal condition. The effect of modification of binders with polymer cannot be also found in relaxation rate at all testing temperatures and longevities of thermal condition.

Key words*:* bitumen, polymers, thermal condition, dynamic shear rheometer, bending beam rheometer, complex shear modulus, phase angle, stiffness, relaxation rate.

УДК 625.7/.8:691.163

Б. Б. Телтаев, Е. Д. Амирбаев

Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт, Алматы, Казахстан

ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ ПРИ РАЗНЫХ ДЛИТЕЛЬНОСТЯХ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ

Аннотация. В работе с применением динамического сдвигового реометра (DSR) и реометра с изгибаемой балкой (BBR) исследованы реологические характеристики (комплексный модуль сдвига, фазовый угол, жесткость, скорость релаксации) чистого битума и полимербитумов. Чистый битум марки БНД 100/130 произведен Павлодарским нефтехимическим заводом, а полимербитумы приготовлены путем добавления в чистый битум полимеров Elvaloy 4170 (1,4 % по массе битума), Butonal NS 198 (3,0 %) и Calprene 501 (4,0 %) в лабораторных условиях. Вяжущие перед испытанием термостатированы при температурах испытания 10, 20, 30 и 40 часов. Установлено, что при высоких температурах (52, 58, 64 °С) добавка полимеров существенно повышает комплексный модуль сдвига и уменьшает фазовый угол вяжущих. При этом наибольший эффект показал полимер Calprene 501. При всех температурах испытания длительность термостатирования практически не оказывает влияние на фазовый угол битумных вяжущих. При отрицательных температурах (-24, -30, -36 °С) с понижением температуры и увеличением продолжительности термостатирования жесткость вяжущих

повышается. Добавка полимера существенно уменьшает жесткость вяжущих при продолжительности термостатирования до 10 часов, а при более продолжительном термостатировании эффект модификации полимером исчезает. Эффект модификации вяжущих полимером также не обнаружен в скорости релаксации при всех температурах испытания и продолжительностях термостатирования.

Ключевые слова: битум, полимеры, термостатирование, динамический сдвиговый реометр, реометр с изгибаемой балкой, комплексный модуль сдвига, фазовый угол, жесткость, скорость релаксации.

Введение. Общеизвестно, что основными видами разрушения асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог являются колея, усталостные и низкотемпературные трещины.

Колея на поверхности асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги (рисунок 1) может образовываться вследствие недостаточной сдвигоустойчивости самих асфальтобетонных слоев дорожной одежды под действием многократных повторных нагрузок от тяжелых автомобилей при высоких положительных температурах. Поэтому в настоящее время технические требования предъявляются не только самим асфальтобетонам, но и их компонентам, прежде всего, битумам, механические свойства которых сильно зависят от температуры и длительности действия нагрузки [1].

Рисунок 1 – Колея на асфальтобетонном покрытии автомобильной дороги

Температурные трещины на асфальтобетонном покрытии автомобильных дорог на территории Казахстана встречаются повсеместно. Частое их появление отмечено особенно в северных регионах республики, то есть там, где имеют место существенные низкие температуры. В качестве примера температурная трещина на асфальтобетонном покрытии показана на рисунке 2.

Рисунок 2 – Температурная трещина на асфальтобетонном покрытии автомобильной дороги

Считается, что низкотемпературная устойчивость асфальтобетона определяется, главным образом, свойствами битума в нем и при правильном выборе вяжущего можно существенно уменьшить количество температурных трещин.

Методы исследования. В Казахстанском дорожном научно-исследовательском институте (КаздорНИИ) в 2009 году были приобретены приборы, разработанные в США по Технической

системе Superpave - реометр динамического сдвига (DSR) (рисунок 3) и «Bending-Beam Rheometer» (BBR) - реометр с изгибаемой балкой (рисунки 4 и 5). С тех пор в институте изучаются реологические свойства битумных вяжущих, применяемых на автомобильных дорогах республики.

Рисунок 3 – Общий вид реометра динамического сдвига (DSR)

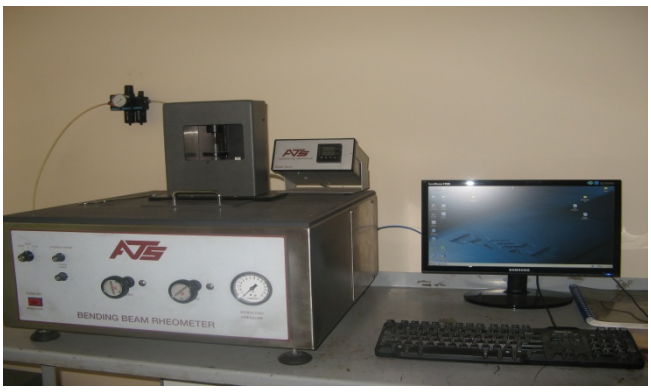


Рисунок 4 – Общий вид реометра с изгибаемой балкой (BBR)

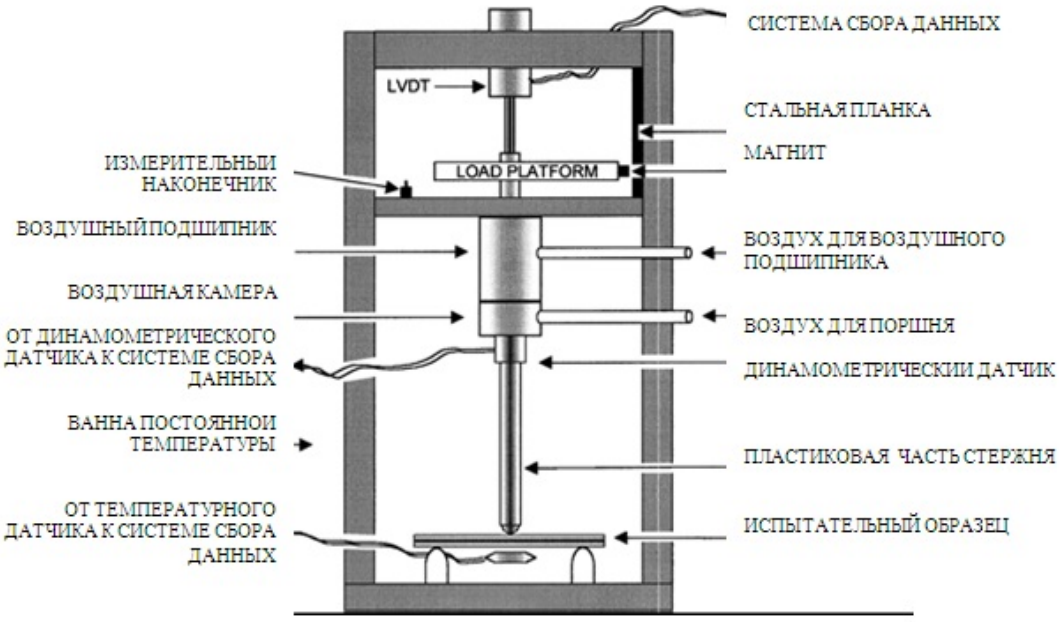


Рисунок 5 – Схема конструкции реометра с изгибаемой балкой (BBR)

Реометр динамического сдвига (DSR) предназначен для измерения реологических характеристик (комплексный модуль сдвига G* и фазовый угол δ) битумных вяжущих при средних и высоких температурах [2]. Битум «прослаивается» между двумя параллельными пластинами (рисунок 6), одна из которых фиксирована, а другая вибрирует с определенной частотой. Исследования проводятся обычно в диапазоне изменения температуры от 46 до 88 °С. Данные температуры взяты согласно разработанной КаздорНИИ карте районирования территории Казахстана по эксплуатационным температурам асфальтобетонных покрытий [3]. Перед испытанием вяжущее подвергается старению, соответствующему приготовлению смеси в асфальтобетонном заводе, транспортировке, укладке и уплотнению (RTFOT) [4].

По результатам испытаний строятся температурные зависимости комплексного сдвигового модуля G^* (кПа), фазового угла δ (град) и коэффициента колееустойчивости $G^*/\sin(\delta)$ битумных вяжущих. Считается, что высокотемпературная устойчивость асфальтобетона сильно зависит от температурной устойчивости битумного вяжущего в нем и при правильном выборе вяжущего можно предотвратить появление образование колеи. Так, в Технической системе Superpave принято, что высокотемпературная устойчивость битумного вяжущего обеспечена, если при расчетной высокой температуре значение коэффициента колееустойчивости $G^*/\sin(\delta)$ больше 2,2 кПа в состаренном (RTFOT) состоянии [1].

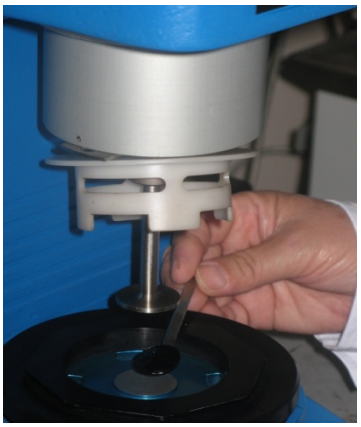


Рисунок 6 – Испытание битумного вяжущего в реометре динамического сдвига (DSR)

Реометр с изгибаемой балкой [5] предназначен для оценки свойств вяжущего при низких температурах. При низкой температуре определяют прогиб образца битумного вяжущего в виде балки на двух опорах под действием постоянной вертикальной нагрузки. Значения температуры в испытаниях зависят от наиболее низкой температуры при эксплуатации покрытия, когда битумное вяжущее ведет себя подобно упругому твердому телу. Вяжущее не должно быть очень жестким при расчетной зимней температуре, оно должно сохранять способность деформироваться. Принцип работы прибора: в течение 240 секунд к балочке прилагается нагрузка 980 мН. Прогиб измеряется с помощью датчика прогиба. В ходе этого испытания на экране компьютера непрерывно строятся графики зависимости нагрузки и прогиба от времени. По истечении 240 секунд испытательная нагрузка автоматически снимается и компьютерная программа реометра вычисляет жесткость вяжущего S и скорость релаксации m . Исследования обычно проводятся в диапазоне изменения температуры от -12 до -36 °С (рисунок 7). Данные температуры согласуются с разработанной в КаздорНИИ картой районирования территории Казахстана по эксплуатационным температурам асфальтобетонных покрытий [3].

Перед испытанием вяжущее подвергается старениям, соответствующим приготовлению смеси в асфальтобетонном заводе, транспортировке, укладке и уплотнению (RTFOT) [4] и длительной эксплуатации асфальтобетонного покрытия (во время 5–10 летней службы покрытия (RTFOT+PAV)) [6].

По стандартам [2, 5] перед испытанием образцы битумных вяжущих в течение одного часа термостатируются при температурах испытания. А в реальных дорожных условиях температурные

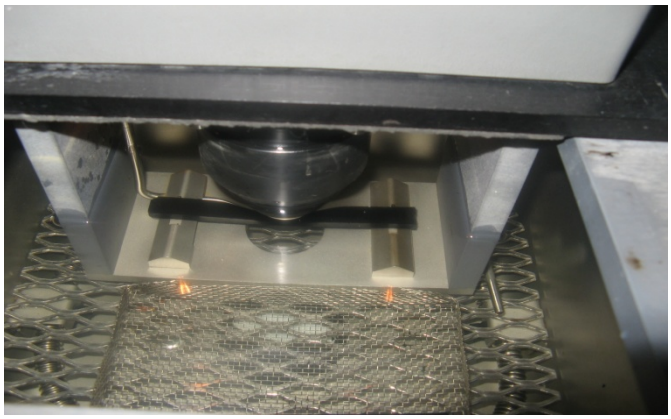


Рисунок 7 – Битумная балочка при испытании на реометре с изгибаемой балкой (BBR)

условия изменяются в широких пределах и продолжительность периодов с определенной температурой могут составить от нескольких десятков часов до нескольких десятков суток. Поэтому с целью учесть это, в настоящей работе битумные вяжущие перед испытанием термостатированы в течение 10, 20, 30 и 40 часов.

Битумные вяжущие. В настоящей работе с использованием реометров DSR и BBR испытаны следующие битумные вяжущие: 1) битум марки БНД 100/130 Павлодарского нефтехимического завода (ПНХЗ); 2) битум марки БНД 100/130 ПНХЗ с добавкой полимера Elvaloy 4170 (1,4 % по массе битума); 3) битум марки БНД 100/130 ПНХЗ с добавкой полимера Butonal NS 198 (3,0 %); 4) битум марки БНД 100/130 ПНХЗ с добавкой полимера Calprene 501(4,0 %). Битумы чистый и модифицированные (полимербитумы) удовлетворяют требованиям стандартов [7, 8]. Основные стандартные показатели чистого битума и полимербитумов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Основные стандартные показатели битума

Показатель	Единица измерения	Требования СТ РК 1373-2013	Значение
Глубина проникания иглы: - 25 °С - 0 °С	0,1 мм	 101-130 30	 110 37
Индекс пенетрации PI	–	-1,0… +1,0	-0,82
Растяжимость: - 25 °С - 0 °С	см	 ≥ 90 ≥ 4,0	 135 6,6
Температура размягчения	°С	≥ 43	44,0
Температура хрупкости	°С	≤ -22	-30.2
Динамическая вязкость, 60 °С	Па·с	≥ 120	121,0
Кинематическая вязкость	$мм^2/с$	≥ 180	329,0

Таблица 2 – Основные стандартные показатели полимербитумов

Показатель	Единица измерения	Требования СТ РК 2534-2014	Значение		
			БНД 100/130 + + Elvaloy 4170 -1,4 %	БНД 100/130 + + Calprene 501 - 4,0 %	БНД 100/130 + Butonal NS 198 - 3,0 %
Глубина проникания иглы: 25 °С	0,1 мм	≥ 70-100 (51-70)	86	58	83
Растяжимость: 25 °С	см	≥ 25 (20)	70	42,5	51,0
Температура размягчения	ºС	≥ 60 (62)	63,5	73,0	61,0
Температура хрупкости	ºС	≤ -18 (-16)	-29,1	-32,3	-27,4
Эластичность, при 25 °С	%	≥60	72	84	71
В скобках указаны требования для БМП 50/70.					

Результаты и их обсуждение

На рисунках 8 и 9 показаны гистограммы значений комплексного модуля сдвига G* и фазового угла δ битумных вяжущих, полученных по результатам их испытания на реометре DSR.

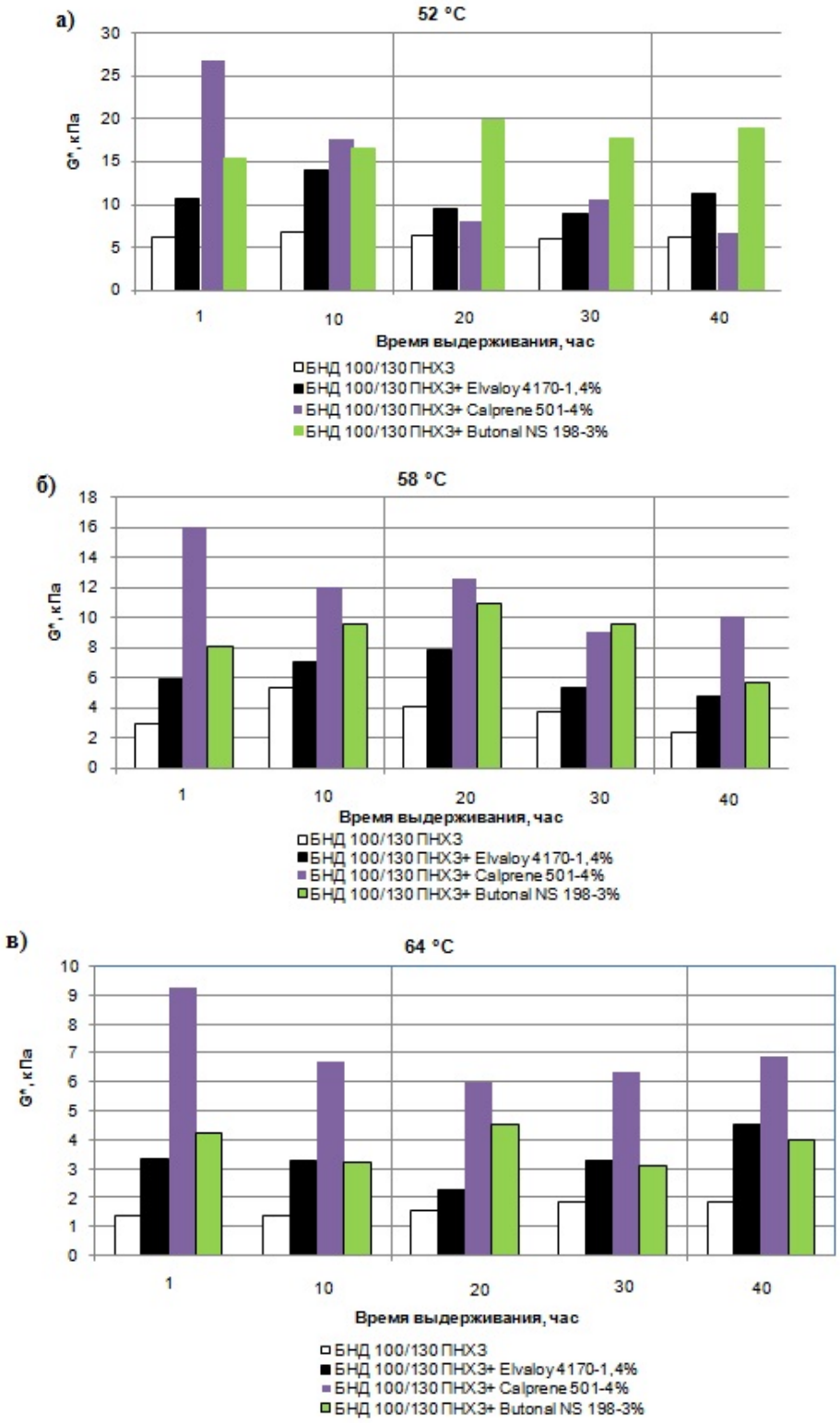


Рисунок 8 – Комплексный модуль сдвига битумных вяжущих
при разных температурах и продолжительностях термостатирования

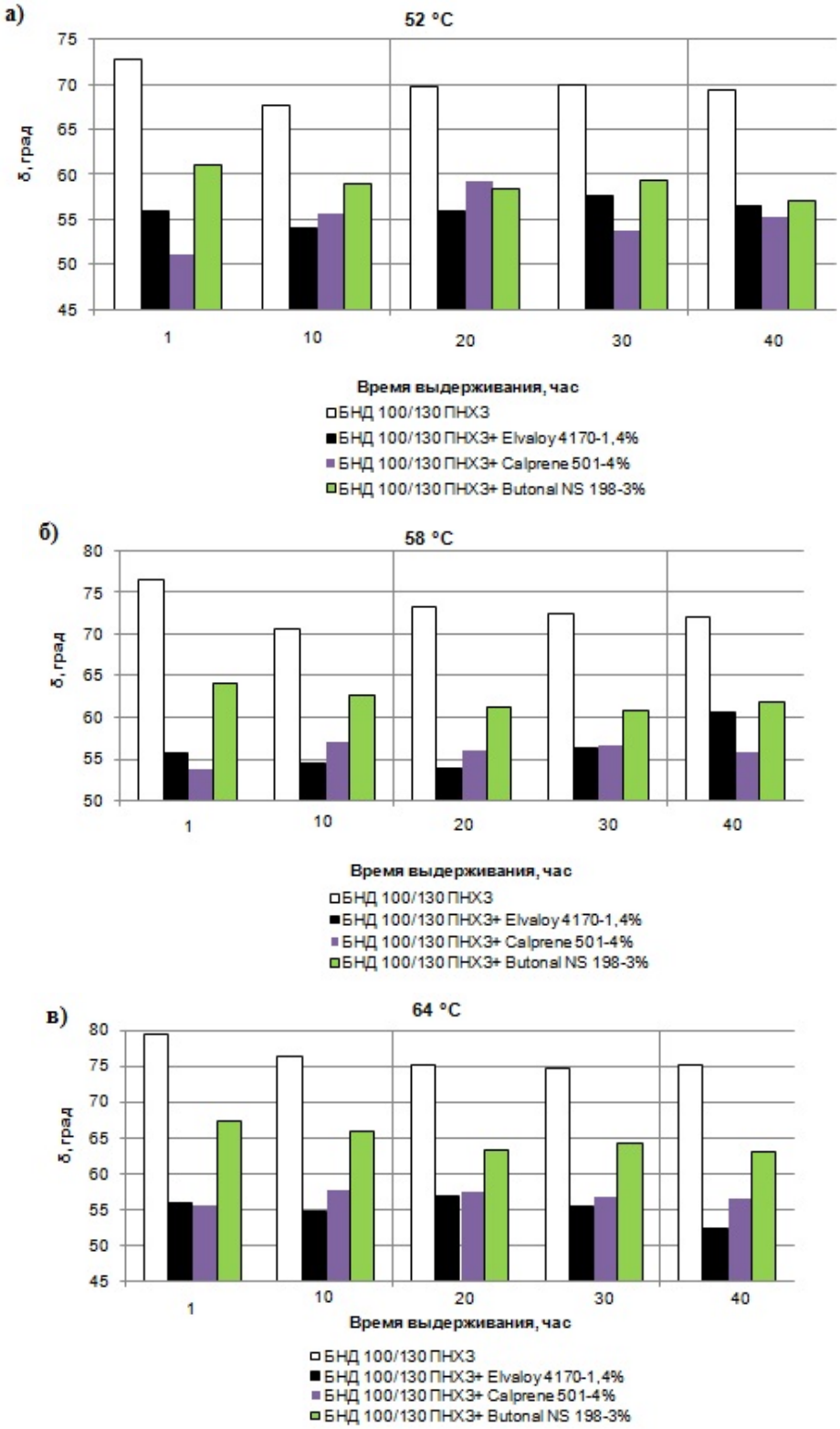


Рисунок 9 – Фазовый угол битумных вяжущих при разных температурах и продолжительностях термостатирования

Напомним, что чем больше значение G^*, тем жесткость вяжущего выше и чем меньше значение δ, тем оно обладает большей способностью деформироваться упруго. Из этих рисунков видно, что:

– добавка полимеров существенно повышает жесткость и уменьшает фазовый угол вяжущих. При этом наиболее эффективным оказался полимер Calprene 501;

– при всех температурах длительность термостатирования практически не оказывает влияние на фазовый угол битумных вяжущих;

– влияние длительности термостатирования при всех температурах оказалось ощутимым для всех трех полимербитумов. С учетом разброса результатов испытаний можно сделать предварительную рекомендацию о принятии равной 30-40 часам длительность термостатирования при всех температурах испытания битумных вяжущих, так как при этой продолжительности термостатирования битумные вяжущие в большинстве случаев показали наименьшую жесткость.

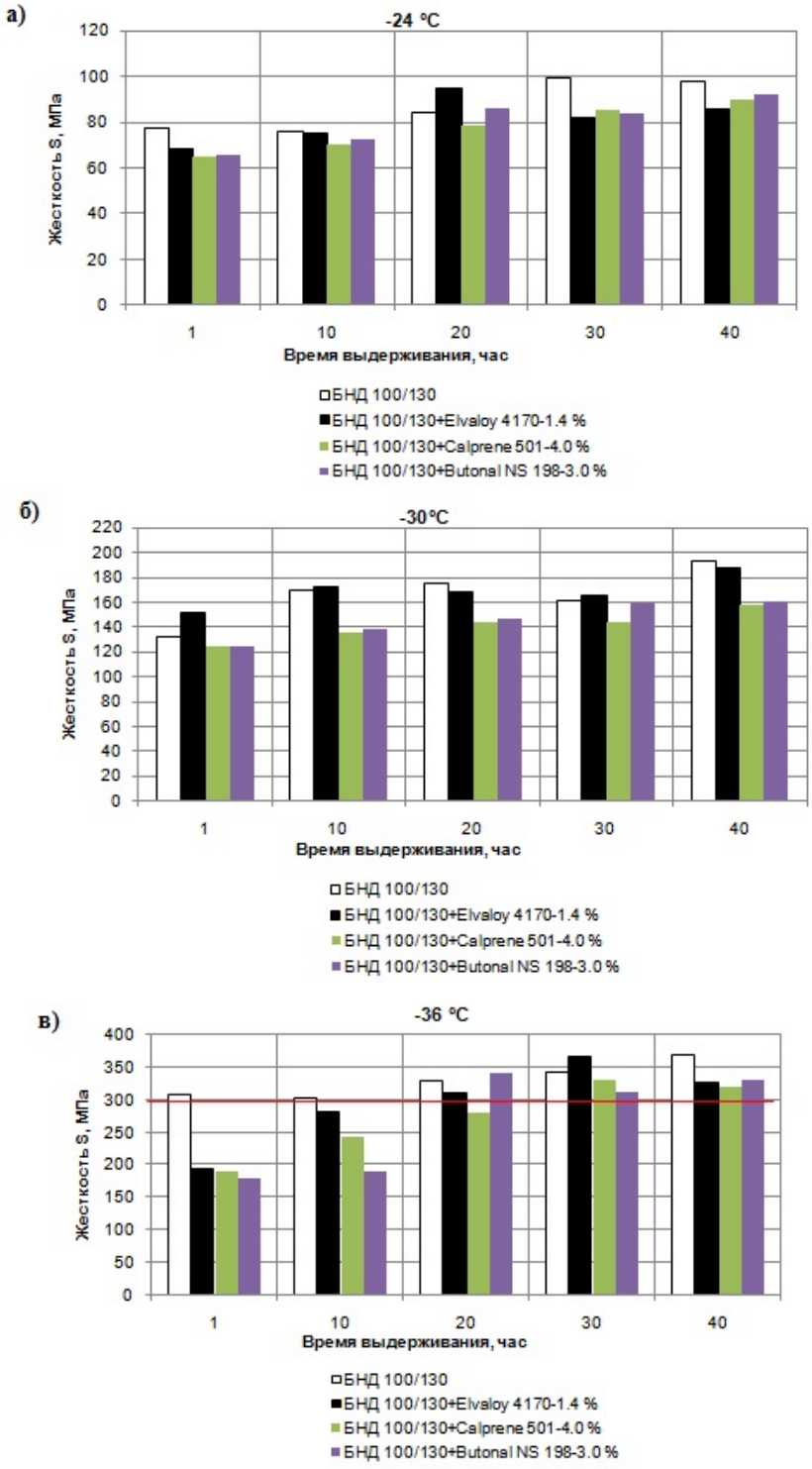


Рисунок 10 – Жесткость битумных вяжущих при разных температурах и продолжительностях термостатирования

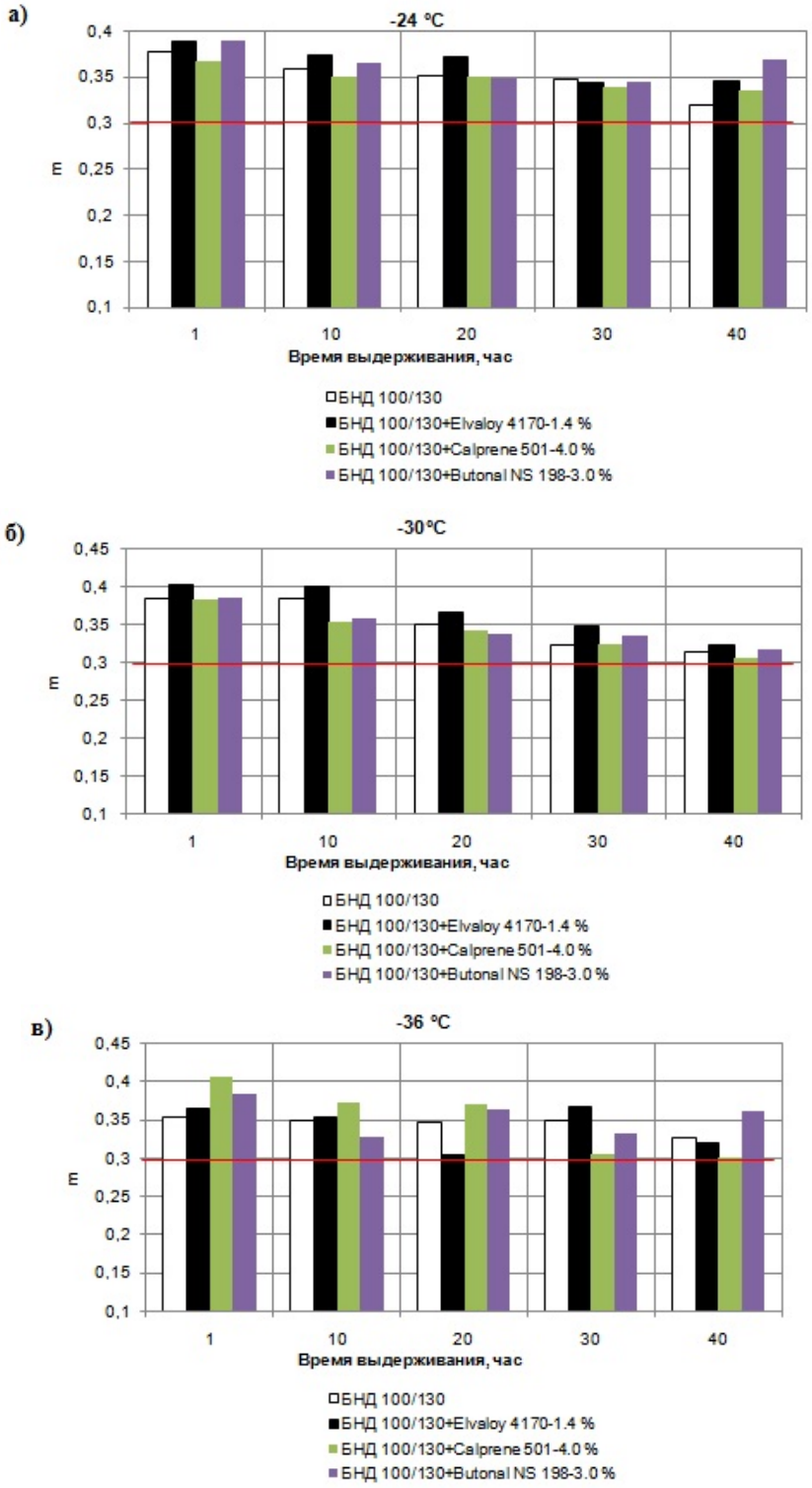


Рисунок 11 – Скорость релаксации битумных вяжущих
при разных температурах и продолжительностях термостатирования

Гистограмма значений жесткости S и скорости релаксации *m* битумных вяжущих, полученных по результатам их испытания на приборе BBR, представлены на рисунках 10 и 11. Как видно, с понижением температуры и увеличением продолжительности термостатирования жесткость вяжущих повышается. Эффект повышения жесткости проявляется сильнее и особенно при наиболее низких температурах термостатирования. Так, например, все три полимербитума при темпера-

туре -36 °С при продолжительности термостатирования 1 час имели жесткость около 180–190 МПа, а при продолжительности 20 часов практически все они (с учетом разброса экспериментальных данных) показали значения, превышающие допустимую по методике Superpave величину (S = 300 МПа) [1, 9]. Отчетливо видно, что добавка полимера существенно уменьшает жесткость вяжущих при продолжительностях термостатирования до 10 часов. С повышением длительности термостатирования положительный эффект модификации полимером исчезает.

Как следовало ожидать, с понижением температуры и увеличением продолжительности термостатирования скорость релаксации вяжущих монотонно уменьшается. Но даже при самой низкой температуре (-36 °С) и максимальной продолжительности термостатирования (40 часов) ни у одного вяжущего скорость релаксации не достигла минимально допустимой величины, равной 0,3 [1, 9]. Также следует подчеркнуть, что эффект модификации битума полимером практически не обнаружен в скорости релаксации при всех температурах и продолжительностях термостатирования.

Заключение. Результаты экспериментальной оценки влияния температуры и длительности термостатирования на высо- и низкотемпературные реологические характеристики битумных вяжущих показали, что:

1. Обнаружено ощутимое влияние длительности термостатирования при высоких температурах на комплексный модуль сдвига вяжущих, тогда как их фазовый угол не зависит от указанного фактора. Добавка полимеров существенно повышает комплексный модуль сдвига и уменьшает фазовый угол.

2. При отрицательных температурах с понижением температуры и увеличением продолжительности термостатирования жесткость вяжущих повышается. Модификация полимером существенно уменьшает жесткость вяжущих только при продолжительности термостатирования до 10 часов, а при более продолжительном термостатировании эффект полимерной модификации исчезает. Эффект полимерной модификации вяжущих также не проявлен в скорости релаксации при всех температурах и продолжительностях термостатирования.

3. Установленный в работе сложный характер влияния модификации полимером, температуры и продолжительности термостатирования на реологические характеристики битумных вяжущих требует проведения дальнейших исследований по выбранному направлению в тесной увязке с климатическими условиями регионов республики.

Работа выполнена по договору № 36 от 21 июля 2016 года «Совершенствование нормативно-технической базы автодорожной отрасли» с Комитетом автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing. Superpave. – Asphalt Institute, 1999. – Series № 1.

[2] AASHTO Designation: T 315-08 Standard Method of Test for. Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR). 2008.

[3] Teltayev B., Kaganovich E. Bitumen and asphalt concrete requirements improvement for the climatic conditions of the Republic of Kazakhstan /Proceedings of the XXIVth World Road Congress. – Mexico, 2011.

[4] ASTM D 2872-08. Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test). – 2008.

[5] ASTM D 6648-08. Standard Test Method for. Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder. Using the Bending Beam Rheometer (BBR). – 2008.

[6] ASTM D 6521-08. Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV). – 2008.

[7] СТ РК 1373-2013 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. – Астана, 2013.

[8] СТ РК 2534-2014 Битум и битумные вяжущие. Битумы нефтяные модифицированные, дорожные.Технические условия. Астана, 2014.

[9] Радовский Б.С., Телтаев Б.Б. Вязкоупругие характеристики битума и их оценка по стандартным показателям. – Алматы: «Білім» баспасы, 2013. – 152 с.

REFERENCES

[1] Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing. Superpave Asphalt Institute, 1999. Series № 1. (in Eng.).

[2] AASHTO Designation: T 315-08 Standard Method of Test for. Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR). 2008. (in Eng.).

[3] Teltayev B., Kaganovich E. Bitumen and asphalt concrete requirements improvement for the climatic conditions of the Republic of Kazakhstan /Proceedings of the XXIVth World Road Congress. Mexico, 2011. (in Eng.).

[4] ASTM D 2872-08. Standard Test Method for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test) 2008. (in Eng.).

[5] ASTM D 6648-08. Standard Test Method for. Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder. Using the Bending Beam Rheometer (BBR) 2008. (in Eng.).

[6] ASTM D 6521-08. Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV) 2008. (in Eng.).

[7] ST RK 1373-2013. Bitumens and bitumen binders. Oil road viscous bitumens. Technical specifications. Astana, 2013. (in Russ.).

[8] ST РК 2534-2014 Bitumen and bitumen binders. Oil road modified bitumens. Technical specifications. Astana, 2014. (in Russ.).

[9] Radovskiy B., Teltayev B. Visco-elastic properties of asphalts based on penetration and softening point. Almaty: Publisher «Bilim», 2013. 152 p. (in Russ.).

Б. Б. Телтаев, Е. Д. Амирбаев

Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

ТҮРЛІ ТЕРМОСТАТТАУ ҰЗАҚТЫҚТАРЫНДА БИТУМ ТҰТҚЫРҒЫШТАРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАРЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. Жұмыс барысында динамикалық ығысу реометрі (DSR) мен иілетін балкалы реометрді (BBR) қолдана отырып, таза битум мен полимербитумдардың реологиялық сипаттары (комплекстік ығысу модулі, фазалық бұрыш, қаттылық, релаксация жылдамдығы) зерттелді. БНД 100/130 маркалы таза битум Павлодар мұнай-химиялық заутында өндірілді, ал полимербитумдар таза битумға зертхана жағдайында Elvaloy 4170 (битум массасынан 1,4 %), Butonal NS 198 (3,0 %) және Calprene 501 (4,0 %) полимерлерін қосу арқылы дайындалды. Тұтқырғыштар зерттеудің алдында сынау температураларында 10, 20, 30 және 40 сағат термостатталды. Жоғары температураларда (52, 58, 64 °С) полимер қоспалары комплекстік ығысу модулін айтарлықтай арттырып, тұтқырғыштардың фазалық бұрышын азайтатыны анықталды. Олардың ішінде Calprene 501 полимері мейлінше жоғары нәтиже көрсетті. Сынаудың барлық температураларында термостаттаудың ұзақтықтығы битум тұтқырғыштарының фазалық бұрыштарына іс жүзінде әсер етпейді. Төменгі температураларда (-24, -30, -36 °С) температураның төмендеуі мен термостаттау ұзақтықтығының артуымен тұтқыршыштардың қаттылығы артады. Термостаттау ұзақтықтығы 10 сағатқа дейін болған жағдайда, полимер қоспасы тұтқырғыштардың қаттылығын төмендетеді, ал ұзағырақ термостаттауда полимермен модификациялау әсері жоғалады. Сондай-ақ, тұтқырғыштың полимермен модификациялау әсері сынаудың барлық температураларында және термостаттаудың ұзықтықтарында релаксация жылдамдығында байқалмайды.

Түйін сөздер: битум, полимерлер, термостаттау, динамикалық ығысу реометрі, иілетін балкалы рео-метр, комплекстік ығысу модулі, фазалық бұрыш, қаттылық, релаксация жылдамдығы.

Сведения об авторах:

Телтаев Багдат Бурханбайулы – доктор технических наук, профессор, президент АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт», e-mail: bagdatbt@yahoo.com

Амирбаев Ерик Диханбаевич – начальник отдела дорожно-строительных материалов АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт», e-mail: erik_neo@mail.ru

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 173 – 177

Kh. A. Sarsenbayev[1], B. S. Khamzina[2], G. A. Koldassova[2], G. B. Issayeva[2]

[1]South-Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan,
[2]Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: sarsenbayev80@mail.ru, kuzyamake@mail.ru

THE ANALYSIS OF THE RESEARCH OF REAGENTS FOR SIMPLIFICATION OF SOLUTION DENSITY WHEN CARRYING OUT LAYER DEVELOPMENT

Abstract. In presented work is the analysis of application existing reagents for simplification of a chisel solution and research of influence them on process of drilling of wells is submitted. The use of oxalyl as additives in the muds resulting in higher performance and quality of drilling drilling into productive formations. The first is achieved by reducing the friction in the contact zones "metal-metal" and "metal filter cake." The second is due to the hydrophobic properties of adsorption films of oxalyl on the surface of quartz sand, the destruction of tightly bound water boundary layers in the collector channels. However, when using oxalyl in low concentrations (up to 1-3%) and oxalyl conjunction with cationic surfactants (cationic surfactant) enhanced foaming occurs as artificial (of clay powder) and natural (produced at the holes) of drilling mud. In this case, the active drilling aerating the washing liquid is prevented by addition of conventional defoamers. High foaming ability of complex additives oxal + cationic surfactant in the dispersions can be advantageously used in the preparation of technological solutions in the low density of development wells.

A complex study of surface-active substance SCA-515 containing Neonol AF 9-12 – oxyethylated monoalkylphenol as a nonionic surfactant has been performed. It is shown that the SCA-515 does not interact with the deposit water, shows demulsifying properties, reduces the interfacial tension to ultralow values, adsorbs slightly on the core. The effects of ionic strength and nature of electrolyte on the surface properties of surfactant have been studied. The composition of the punching liquid for secondary access technologies based on the surface-active substance SCA-515 and an aqueous solution of potassium chloride has been found. Researches of the designed punching fluid have shown its high inhibitory ability, compatibility with formation fluid and mud filtrate. Industrial (Peschanoozerskoe field) tests have shown high efficiency of surfactants: flow rates increasing, the term reduction of well development and decrease of skin effect.

Key words: layer, lathering in the drilling fluids, washing of well, drilling fluid.

УДК 621.233.5

Х. А. Сарсенбаев[1], Б. С. Хамзина[2], Г. А. Колдасова[2], Г. Б. Исаева[2]

[1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОТНОСТЬЮ РАСТВОРА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОСВОЕНИИ ПЛАСТА

Аннотация. Представлен анализ применения существующих реагентов для управления плотностью раствора и исследования влияющие на них в процессе бурения скважин. Применение оксалей в виде добавок в глинистые растворы приводит к повышению показателей бурения и качества вскрытия продуктивных

пластов. Первое достигается за счет уменьшения трения в контактных зонах «металл-металл» и «металл-глинистая корка». Второе связано с гидрофобными свойствами адсорбционных пленок из оксалей на поверхности кварцевых песков, разрушение прочно связанных водных граничных слоев в каналах коллектора. Однако при использовании оксалей в малых концентрациях (до 1-3%) и оксалей совместно с катионными поверхностно-активными веществами (КПАВ) происходит усиленное пенообразование, как искусственных (из глинопорошка), так и естественных (нарабатываемых на скважинах) буровых растворов. В этом случае активное аэрирование буровой промывочной жидкости предупреждается добавлением традиционных пеногасителей. Высокую пенообразующую способность комплексной добавки оксаль + КПАВ в дисперсные системы можно выгодно использовать при приготовлении технологических растворов пониженной плотности в процессе освоения скважин.

Проведено исследование поверхностно-активного реагента комплексного действия ПКД515, в состав которого в качестве неионного ПАВ входит неонол АФ 9-12 – оксиэтилированный моноалкилфенол на основе тримеров пропилена. Показано, что ПКД-515 не взаимодействует с пластовыми водами, проявляет деэмульгирующие свойства, эффективно снижает межфазное натяжение до сверхнизких значений, незначительно адсорбируется на керне. Исследовано влияние ионной силы и природы электролита на поверхностные свойства ПАВ. Найдены концентрации ПАВ и разработана рецептура жидкости перфорации для вторичного вскрытия продуктивных пластов на основе поверхностноактивного реагента комплексного действия ПКД-515 и водного раствора хлорида калия. Исследования разработанной жидкости перфорации показали ее высокую ингибирующую способность по отношению к глинистым материалам пласта, совместимость с пластовым флюидом и фильтратом бурового раствора. Испытания на Песчаноозерском месторождении показали высокую эффективность используемых ПАВ: повышение дебита, сокращение сроков освоения скважины и снижение величины скин-эффекта.

Ключевые слова: пласт, пенообразование в буровых растворах, промывка скважины, буровой раствор.

Основными причинами вспенивания буровых растворов являются: поступление газа в раствор при разбуривании продуктивных горизонтов; физико-химическое взаимодействие буровых растворов с различными солями; обработка пенообразующими реагентами, снижающими поверхностное натяжение воды; введение порошкообразных воздухововлекающих материалов [1]. Вопросы пенообразования и пеногашения довольно обстоятельно изучены для моющих и флотационных процессов. Объем исследований, посвященных вопросам пенообразования и пеногашения применительно к буровым растворам весьма ограничен [2], а для объяснения процессов пенообразования чаще пользуются общими теоретическими работами.

Пены – ячеистопленочные многофазные дисперсные системы, образованные множеством пузырьков газа, разделенных тонкими плёнками жидкости. Непрерывной дисперсной средой служит жидкость, а дисперсной фазой – воздух (газ). Пены характеризуются наиболее низкой степенью дисперсности по сравнению со всеми дисперсными системами и являются термодинамически неустойчивыми. Происходящие в пене процессы направлены на уменьшение внутренней энергии до достижения минимального ее значения и наступления равновесия в системе, т. е. до превращения пены в жидкость и газ [3]. Разрушение пены происходит в результате вытекания из нее жидкости (синерезис) по так называемым каналам Плато - Гиббса, диффузии газа между пузырьками и разрыва плёнок отдельных пузырьков пены. Синерезис является основным процессом разрушения пен, который происходит под действием гравитационных сил, и сопровождается уменьшением толщины плёнки пены и увеличением доли свободной жидкости.

Результаты изучения критической толщины плёнок и ее зависимости от поверхностной энергии, молекулярной составляющей расклинивающего давления и радиуса соприкосновения содержат много неясностей и противоречий [4]. При достижении критической толщины происходит прорыв плёнки или скачкообразное изменение толщины (образование чёрных плёнок). Явление скачкообразного перехода от толстых плёнок к тонким известно сравнительно давно. Ещё Ньютон наблюдал в мыльных пузырях чёрные «дыры», которые представляли в действительности очень тонкие плёнки. Теория флуктуационного прорыва чёрных плёнок развита Б. В. Дерягиным и Ю. В. Гутон. Изучению устойчивости тонких жидких слоёв посвящена также работа [5]. Во время образования (т.е. от момента возникновения первой чёрной области до момента окончания формирования сплошной чёрной плёнки) прослойка жидкости между пузырьками пены весьма чувствительна к внешним механическим воздействиям, которые при определённых условиях вызывают быструю коалесценцию (объединение пузырьков газа).

Обширный экспериментальный материал, посвященный изучению устойчивости изолированных жидких прослоек в пенах [6] однозначно указывает на то, что длительность жизни плёнок сильно изменяется в очень узком интервале концентраций ПАВ, характеризуемом величиной C_5. Эта концентрация, как правило, отвечает содержанию ПАВ в системе, при котором происходит возникновение чёрных плёнок. Для каждого водорастворимого ПАВ значение C_5 зависит от температуры, присутствия примесей других поверхностно-активных веществ, природы дисперсной фазы, величины pH, а для ионогенных ПАВ - и от содержания электролита. Чаще всего для борьбы с пенообразованием применяют метод адсорбционного замещения – в дисперсионную среду вводят специальные вещества (пеногасители). В качестве последних используют ПАВ, которые вытесняют молекулы стабилизаторов с межфазной границы и не способствуют возникновению устойчивой плёнки. Большинство из этих веществ слабо растворимы в дисперсионной среде. Все они образуют мономолекулярный адсорбционный слой с механической прочностью, недостаточной для предотвращения коалесценции.

В буровых растворах проблема борьбы с пенообразованием усложняется. В таких сложных системах, как глинистые растворы, механизм пенообразования чрезвычайно сложен, причём для каждого типа пенообразователя, согласно П. А. Ребиндеру [7] он будет иным. Четверть века назад Э. Г. Кистер, Дж. Р. Грей, Г. С. Г. Дарли отмечали неразвитость теоретических основ процесса пенообразования и пеногашения в буровых растворах, которая сохраняется в настоящее время. Трудность выявления механизмов пенообразования и пеногашения в буровых растворах можно объяснить следующими факторами:

– в глинистых растворах существует одновременно несколько адсорбционных систем (жидкость – воздух, жидкость – твёрдая фаза, жидкость – жидкость, твёрдая фаза – воздух);

– применяемые химреагенты характеризуются избирательной адсорбцией на определённых адсорбционных системах;

– глинистые растворы могут быть обработаны одновременно пенообразователями различных типов (например, лигносульфонатами и жиросодержащими смазками).

Пенообразование в буровых растворах является серьёзным осложнением, основная опасность которого заключается в неуправляемом снижении плотности раствора, что может стать причиной газонефтепроявления. Дегазация растворов может осуществляться механическими, термическими и физико-химическими методами.

Механические методы, удаляя из раствора газ или пену, не устраняют причину пенообразования. Этими методами лишь облегчается выделение газовых пузырьков путём уменьшения сопротивления среды. Вспомогательный характер носят и термические методы. Ими также снижается вязкость системы. Описание различных средств и методов дегазации приведено в монографии А. И. Бережного и Н. И. Дегтева [8], вопросы термического пеногашения, электрического способа разрушения пен рассмотрены в работе [9]. Физико-химические методы пеногашения основаны на модифицировании поверхностей раздела жидкость – газ, модифицировании поверхности твердой фазы, вытеснении стабилизаторов пены более активными поверхностно-активными веществами, но с менее прочными защитными слоями.

В 30-х годах прошлого века в качестве пеногасителя вспененных дубильным экстрактом растворов был предложен изоамиловый спирт. Для растворов, обработанных щелочным реагентом из сульфит спиртовой барды, был предложен нейтрализованный чёрный контакт (НЧК) в натуральном виде, а также в виде раствора в дизельном топливе или нефти в различных соотношениях [9]. Для пеногашения сульфит-солевых растворов был предложен двадцатипроцентный раствор петролатума в дизельном топливе, оказавшийся малоэффективным вследствие очень низкой его термостойкости [10]. Для борьбы с пенообразованием также предлагалось использовать растительные масла (хлопковое, подсолнечное, кастровое). За рубежом с этой целью предлагали применять органические кислоты, например галловую, высшие спирты [10]. Однако практического применения в отечественном бурении они не нашли.

В начале 50-х годов для гашения пены глинистых растворов, обработанных УЩР и ССБ было предложено сивушное масло, которое оказалось значительно эффективней НЧК. Оно нашло широкое применение для гашения пены глинистых растворов, обработанных самыми разными пенообразователями (ПФЛХ, КССБ и др.) [11]. Широкое применение нашли пеногасители, приготов-

ленные на основе высокомолекулярных жирных кислот и их солей. Так в качестве пеногасителя был предложен 1 % раствор стеариновой кислоты в керосине, который успешно применялся для гашения пены в глинистых растворах, обработанных УЩР и ССБ [11].

В 60-х годах в связи с широким использованием в практике буровых работ КССБ велись усиленные поиски новых эффективных пеногасителей. В результате этого разработан и рекомендован ряд новых пеногасителей.

Лабораторией глинистых растворов Краснодарского филиала ВНИИнефти в качестве пеногасителя буровых растворов предложено использовать кальциевую соль нафтеновых кислот – Са-мылонафт [12]. Приготовление данного пеногасителя связано с определёнными неудобствами (в пеногаситель входят три компонента), но благодаря низкой стоимости, доступности и эффективности действия Са-мылонафт нашел широкое применение в практике бурения. Особенно хорошие результаты пеногашения получены в условиях хлоркальциевой агрессии, в частности для известковых и хлоркальциевых растворов. В Украинском филиале ВНИИгаза исследована возможность применения в качестве пеногасителей буровых растворов кремнийорганических соединений – полиметил- и полиэтилсилоксанов с различной степенью полимеризации. Наиболее эффективными пеногасителями оказались полиметилсилоксаны (ПМС) высокой вязкости. Предложен состав трёхкомпонентной суспензии состоящей из ПМС, бентонитового раствора и хозяйственного мыла [13]. ВНИИгазом предложены пеногасители на основе нефтепродуктов АГ-1, АГ-2 и НГВ-1. На западе Украины применялся окисленный парафин, получаемый при производстве СЖК [14].

Таким образом, установлены синергетические антипенные свойства сложных смесей на основе триметилнонанона и триметилнонанола, циклогексанола с четвертичной аммониевой солью диэтилметилалкилового эфира [6], продукта реакции этилендиамина, окиси этилена и окиси пропилена со спиртом жирного ряда С12-С18 (например додециловым или октодециловым) [14]. Обнаружены пеногасящие свойства алкиламида [101] и смеси сополимеров окисей этилена и пропилена с молекулярной массой 1200–1230 в смеси с алкилоксиэтилированным амином [12]. Для пеногашения бурового раствора оба пеногасителя рекомендуется вводить в органическом растворителе.

Исследования во ВНИИКрнефти показали, что рациональнее предупредить образование пены в растворах лигносульфонатов, чем разрушать стабилизированную газожидкостную систему [4]. Эффективно предупреждают пенообразование реагенты на основе трибутилфосфата. ВНИИКрнефть совместно со специалистами Минхимпрома разработали и освоили в 80-х годах выпуск противовспенивателя буровых растворов «Триксан» [10].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Скальская У.Л. Исследования в области пеногашения промывочных жидкостей. – М.: ВНИИЭНГ, 1968. – 36 с.

[2] Беликов Г.В. Специфика вспенивания обработанных лингосульфонатами буровых растворов // Растворы и технологии промывки скважин. Сб. науч. тр. – Краснодар: ВНИИКрнефть, 1984. – С. 53-59.

[3] Васильченко С.В., Потапов А.Г. Всплытие газовых пузырей в буровых растворах с полимерными добавками. Технология бурения и испытания скважин, в условиях подсолевых и рифогенных отложений. – М., 1982. – С. 25-30.

[4] Беликов Г.В. Разработка и совершенствование средств и методов предупреждения и ликвидации пенообразования буровых растворов. – Ивано- Франковский институт нефти и газа. Канд. дисер. 154 е., табл. 22,14.06.83.

[5] Гаврилов Б.М. и др. Сравнительная оценка противовспенивающей активности ПАВ в производстве порошкообразных лигносульфонатных реагентов. Промывка скважин. – Краснодар, 1989. – С. 110-114.

[6] Понамарёв Д.М. Некоторые вопросы физико-механической дегазации буровых растворов. Повышение эффективности строительства скважин, поисков, разведки и разработки газовых и газоконденсатных месторождений в сложных горно-геологических условиях. Тезисы докл. краев. научно- технической конференции молодых учёных и специалистов. – Ставрополь, 1987. – 95 с.

[7] Коваленко В.И. и др. Разрушение пен при бурении геологоразведочных скважин. – М., 1988. – С. 2-3.

[8] Зонтаг Г., Штреге Г. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем / Пер. с немец. – Л.: Химия, 1973. – С. 99-129.

[9] Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. – Химия, 1967. – С. 259.

[10] Exerowa D., Sceludko A. International Kongress fur gzenzflachenactive Stoffe. – Brassel, Bd. 2,1964. – 1997 p.

[11] Sceludko. Proc. nederl. Acad. Wetensch, ser. B 65,87, 1962.

[12] Ребиндер П.А. Поверхностно-активные вещества. – Знание, 1961.

[13] Бережной А.И., Дегтев Н.И. Дегазация промывочных растворов в бурении. – М.: Гостоптехиздат, 1963.

[14] Нифантов В.И. и др. К вопросу о способах разрушения пен. Сб. науч. тр. Строительство газовых и газоконденсатных скважин. – М.: Из-во ВНИИгаз; Ставрополь: Из-во СевКавНИПИгаз, 1999. – С. 93-98, 253.

REFERENCES

[1] Skal'skaja U.L. Issledovanija v oblasti penogashenija promyvochnyh zhidkostej. M.: VNIIJeNG, 1968. 36 p.

[2] Belikov G.V. Specifika vspenivanija obrabotannyh lingosul'fonatami burovyh rastvorov. Rastvory i tehnologii promyvki skvazhin. Sb. nauch. tr. - VNIIKrneft'. Krasnodar: 1984. P. 53-59.

[3] Vasil'chenko C.B., Potapov A.G. Vsplytie gazovyh puzyrej v burovyh rastvorah s polimernymi dobavkami. Tehnologija burenija i ispytanija skvazhin, v uslovijah podsolevyh i rifogennyh otlozhenij. M., 1982. P. 25-30.

[4] Belikov G.V. Razrabotka i sovershenstvovanie sredstv i metodov preduprezhdenija i likvidacii penoobrazovanija burovyh rastvorov. Ivano- Frankovskij institut nefti i gaza. Kand. diser. 154 e., tabl. 22, 14.06.83.

[5] Gavrilov B.M. i dr. Sravnitel'naja ocenka protivovspenivajushhej aktivnosti PAV v proizvodstve poroshkoobraznyh lignosul'fonatnyh reagentov. Promyvka skvazhin. Krasnodar: 1989. P. 110-114.

[6] Ponamarjov D.M. Nekotorye voprosy fiziko-mehanicheskoj degazacii burovyh rastvorov. Povyshenie jeffektivnosti stroitel'stva skvazhin, poiskov, razvedki i razrabotki gazovyh i gazokondensatnyh mestorozhdenij v slozhnyh gorno-geologicheskih uslovijah. Tezisy dokl. kraev. nauchno- tehnicheskoj konferencii molodyh uchjonyh i specialistov. Stavropol': 1987. 95 p.

[7] Kovalenko V.I. i dr. Razrushenie pen pri burenii geologorazvedochnyh skvazhin. M., 1988. P. 2-3.

[8] Zontag G., Shtrege G. Koaguljacija i ustojchivost' dispersnyh sistem. Per. s nemec. L.: Himija, 1973. P. 99-129.

[9] Rusanov A.I. Fazovye ravnovesija i poverhnostnye javlenija. Himija, 1967. P. 259.

[10] D. Exerowa, A. Sceludko. International Kongress fur gzenzflachenactive Stoffe. Brassel, Bd. 2, 1964. 1997 p.

[11] Sceludko. Proc. nederl. Acad. Wetensch, ser. Vol. 65, 87, 1962.

[12] Rebinder P.A. Poverhnostno-aktivnye veshhestva. Znanie, 1961.

[13] Berezhnoj A.I., Degtev N.I. Degazacija promyvochnyh rastvorov v burenii. M.: Gostoptehizdat, 1963.

[14] Nifantov V.I. i dr. K voprosu o sposobah razrushenija pen. Sb. nauch. tr. Stroitel'stvo gazovyh i gazokondensatnyh skvazhin. M.: Iz-vo VNIIgaz; Stavropol': Iz-vo SevKavNIPIgaz, 1999. P. 93-98, 253.

Х. А. Сарсенбаев[1], Б. С. Хамзина[2], Г. А. Колдасова[2], Г. Б.Исаева[2]

[1]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан,
[2]Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Казахстан

ҚАБАТТЫ ИГЕРУ КЕЗІНДЕ ЕРІТІНДІНІҢ ТЫҒЫЗДЫҒЫН БАСҚАРУ ҮШІН РЕАГЕНТТЕРГЕ ЗЕРТТЕУ ЖҮРГІЗУ

Аннотация. Берілген жұмыста ұңғыманы бұрғылау үшін қажет бұрғылау ерітіндісін жеңілдету мақсатында қазіргі таңдағы қолданылып жатқан ерітінді қоспаларының қасиеттерін ескере отырып сараптау жұмысы көрсетілген. Өнімді құралымдардың ішіне бұрғылау бұрғылау жоғары өнімділігі мен сапасын нәтижесінде илах қоспалар ретінде пайдалану. Бірінші түйісу аймақтарында «металл-металл» және үйкеліс азайту арқылы қол жеткізуге болады «металл сүзгінің торт». Екінші, коллектор арналар тығыз байланған су шекаралық қабаттарының қирауы кварц құм бетінде адсорбциясы фильмдер гидрофобты қасиеттері байланысты. Алайда, (катиондық беттік) (1-3% -ға дейін) төмен шоғырлануы oxalyl пайдалану және катионды БАЗ бар oxalyl іргелес жақсартылған көбікті бұрғылау ерітіндісін (тесік өндірілген) (саз ұнтақ) жасанды және табиғи ретінде орын алады. Бұл жағдайда, жуу сұйықтығын газ араластыруға белсенді бұрғылау дәстүрлі Пеногасители қосу арқылы алдын. дисперсия ПБЗ катиондары тиімді игеру ұңғымаларын төмен тығыздығы технологиялық шешімдерді дайындау кезінде пайдаланылған болуы мүмкін oxal + кешенді қоспалардың жоғары көбіктенетін қабілеті. Ол тиімді айтарлықтай өзегіне адсорбцияланады емес өте төмен мәндерге шекарасында шиеленісті азайтуға, Док-515 қалыптастыру сумен өзара іс-қимыл жоқ екенін көрсетті бөлу қасиеттері болып табылады.

Иондық күші мен беттік беттік қасиеттеріне электролит сипаттағы әсері. беттік және беттік белсенді агент кешенді іс-шаралар Док-515 және сулы калий хлориді ерітіндісінің негізінде өнімді құралымдардың ішіне перфорациясы орта бұрғылау үшін арналған сұйық тұжырымдау концентрациясын табылды. перфорациясы сұйық жобаланған Зерттеулер жоғары флю және балшық сүзінді үйлесімді қалыптастыру саз мазмұнына қатысты өз мүмкіндігін тежейді көрсетті. Өнімді құралымдардың ішіне бұрғылау бұрғылау жоғары өнімділігі мен сапасын нәтижесінде илах қоспалар ретінде пайдалану. Бірінші түйісу аймақтарында «металл-металл» және үйкеліс азайту арқылы қол жеткізуге болады «металл сүзгінің торт». Тесттер далалық пайдаланылатын жоғары сапалы сурфактанттар көрсетті:, ағынының жылдамдығы арттыру игеру ұңғымаларын уақытын қысқарту және терi әсерін азайту үшін.

Түйін сөздер: қабат, бұрғылау ерітіндісіндегі көбік түзілу, ұңғыманы шаю, бұрғылау ерітіндісі.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 178 – 184

B. M. Kaldybaeva[1], A. E. Khusanov[1], E. A. Dmitriev[2], D. S. Sabyrkhanov[1], A. Zh. Abilmagzhanov[3]

[1]M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,
[2]Mendeleev Russian University of Chemical Engineering, Moscow, Russia,
[3]Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. D. Sokolskogo, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: husanov@inbox.ru, kaldybaeva.b@mail.ru

MODELLING WITH SIMULTANEOUS PHASE TRANSFER CHEMISORPTION OF HYDROGEN SULFIDE AND CARBON DIOXIDE IN THE CHEMISORPTION APPARATUS

Abstract. In this article, we consider the case very rapid irreversible chemical reaction in the liquid phase. From the ratio of velocities of physical and chemical absorption can obtain an expression for the accelerating factor .beta., which shows how many times the resistance of the film decreases due to a chemical reaction, this value is also called the criterion Hatta - Ha. In the comparison of mass transfer coefficients held in chemisorption calculated based on the model proposed by Higbee. This indicates that if the definition of the coefficient k_x ^ 'is made on the basis of the experimentally determined value K_X, the choice of transport theory is not essential. However, in the absence of experimental data, it becomes important on the basis of a theory of the calculation is the mass transfer coefficient of the physical absorption.

Key words: chemisorption unit, ceramic membranes, mass transfer in the liquid phase, chemical absorption, mathematical modeling, mass transfer, liquid, gas, physical absorption.

УДК 628.336.6

Б. М. Калдыбаева[1], А. Е. Хусанов[1], Е. А. Дмитриев[2], Д. С. Сабырханов[1], А. З. Абильмагжанов[3]

[1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан,
[2]Российский химико-технологический университет им. Д. Менделеева, Москва, Россия,
[3]Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. Сокольского, Алматы, Казахстан

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖФАЗНОГО ПЕРЕНОСА ПРИ ОДНОВРЕМЕННОЙ ХЕМОСОРБЦИИ СЕРОВОДОРОДА И ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА В ХЕМОСОРБЦИОННОМ АППАРАТЕ

Аннотация. В статье рассматривается случай очень быстрой необратимой химической реакции в жидкой фазе. Из отношения величин скоростей физической и химической абсорбции можно получить выражение для ускоряющего фактора β, который показывает, во сколько раз сопротивление пленки уменьшается за счет химической реакции, эту величину также называют критерием Хатта – На. В работе проведено сравнение коэффициентов массоотдачи при хемосорбции рассчитанных на основе модели предложенной Хигби. При этом указывается, что если определение коэффициента k_x'производится на основе экспериментально найденного значения k_x, то выбор теории переноса не существенен. Однако в случае отсутствия экспериментальных данных, становиться важным на основе какой теории вести расчет коэффициента массоотдачи при физической абсорбции.

Ключевые слова: хемосорбционный аппарат, керамические мембраны, массоотдача в жидкой фазе, химическая абсорбция, математические моделирование, массообмен, жидкость, газ, физическая абсорбция.

Введение. Среднее время пребывания в аппарате пузырьков газа, в случае проектирования хемосорбера по типу мембранного модуля, достаточно мало. Считая структуру потока в аппарате близкой к модели идеального вытеснения, среднее время пребывания можно рассчитать как $t_{пр} = \frac{l}{2\omega}$. Если, длина керамических мембран стандартная – 0,8 м и скорость жидкости 1–3 м/с, то время пребывания составит 0,1–0,4секунды. Этого времени может быть недостаточной для эффективного протекания физической абсорбции, однако при хемосорбции время реакции между газом и жидкостью имеют порядок около 0,01 с [1]. Мембранные аппараты могут быть использованы и в качестве химических реакторов. С точки зрения эффективности массообменных процессов в мембранном модуле, наиболее перспективным является рассмотрение хемосорбционных процессов при достаточно быстрой химической реакции и существующих теорий хемосорбции.

Методы исследования. Можно выделить два направления в развитии теории хемосорбции, которые исходят из двух моделей переноса вещества. Первое направление основано на пленочной теории Уитмена и развито в работах Хатта [2] и Ван Кревелина [3-5]. Второе направление базируется на пенетрационной теории и рассмотрении нестационарного процесса абсорбции при непрерывном обновлении поверхности контакта фаз. Это направление развито в основном в работах Данквертса [6-8]. При этом в ряде практически важных случаев результаты, полученные по различным моделям, фактически совпадают.

Рассматривается случай очень быстрой необратимой химической реакции [2] в жидкой фазе. При этом считается, что процесс протекает в тонкой пленке жидкости толщиной δ. В ходе процесса компонент*A* проникая через границу раздела растворяется в жидкости и реагирует с *B*. Образовавшийся при этом продукт *D* диффундирует по направлению к объему жидкости. Концентрация *B* у поверхности раздела снижена, что вызывает его диффузию из объема фазы к поверхности. Поскольку химическая реакция быстрая компонент*B* быстро расходуется, поэтому компоненту *A* требуется пройти часть толщины пленки, чтобы встретиться с *B*. Таким образом внутри пленки, образуется зона химической реакции, смещающаяся по направлению от границы раздела фаз. Конечное положение зоны реакции определяется условием равенства скоростей диффузии компонентов*A* и *B*.

Результаты исследования. Из отношения величин скоростей физической и химической абсорбции можно получить выражение для ускоряющего фактора β, который показывает, во сколько раз сопротивление пленки уменьшается за счет химической реакции, эту величину также называют критерием Хатта – Ha[6,3-9]:

$$\beta = Ha = \frac{N_A^{'}}{N_A} = \frac{k_x^{'}}{k_x} = 1 + \frac{D_A C_{B0}}{D_B \nu_b C_{Ai}}. \quad (1)$$

Выражение (1) применимо только к очень быстрой необратимой реакции второго порядка.

Так как согласно пленочной теории коэффициент массоотдачи равен $k_x = \frac{D_A}{\delta}$, то окончательно для скорости хемосорбции получен:

$$\left(N_A^{'}\right)_{y=0} = k_x Ha \left[(C_{Ai} - C_{AP}) - \frac{(C_{A0} - C_{AP})}{ch(b\delta)}\right]. \quad (2)$$

Эти формулы были впервые получены Хатта [1,10] для необратимой реакции первого порядка (т.е. при допущении C_{AP}=0). В дальнейшем, в работах [3-5], этот вывод был распространен на обратимые и необратимые реакции высших порядков. Обозначая выражение в скобках через ΔC и преобразуя его к виду:

$$\Delta C = (C_{Ai} - C_{A0}) + \left[(C_{A0} - C_{AP})\left(1 - \frac{1}{ch(b\delta)}\right)\right]. \quad (3)$$

При обратимой реакции и большой скорости в объеме жидкости должно устанавливаться химическое равновесие, тогда $C_{A0} = C_{AP}$ и ΔC=($C_{Ai} - C_{A0}$), а при очень медленной bδ → 0 (так как k_P →0), следовательно $ch(b\delta) = 1$, и $\Delta C = (C_{Ai} - C_{A0})$.

При необратимой реакции и большой скорости: $C_{AP} = 0$, при этом $C_{A0} \rightarrow 0$ и $\Delta C = (C_{Ai} - C_{A0})$, а при очень медленной: bδ → 0 (т.к. $k_P \rightarrow 0$), $ch(b\delta) = 1$, $C_{AP} = 0$, ΔC = ($C_{Ai} - C_{A0}$).

Таким образом, во всех предельных случаях, величина ΔC=($C_{Ai} - C_{A0}$). В случае реакции средней скорости точно задаться величиной C_{AP} нельзя, однако, поскольку $C_{A0} > C_{AP}$, слагаемое в квадратных скобках в выражении (3) увеличивает ΔC. Поэтому с некоторым запасом можно использовать выражение $\Delta C = (C_{Ai} - C_{A0})$[8].

Следовательно, во всех рассмотренных случаях, для определения скорости хемосорбции можно применять выражение:

$$N_A^{'} = k_x^{'}(C_{Ai} - C_{A0}) = k_x Ha(C_{Ai} - C_{A0}). \quad (4)$$

Теперь рассмотрим профиль распределения концентраций. При γ = 0 (т.е. для очень медленной реакции) профиль концентраций описывается прямой линией, как и при физической абсорбции.

С увеличением скорости реакции снижение концентрации компонента в пленке усиливается. Также можно ориентировочно определить, какое количество компонента А реагирует в пленке толщиной δ:

$$\eta = \frac{(N_A^{'})_{y=\delta}}{(N_A^{'})_{y=0}} = \frac{\left(\frac{dC_A}{dy}\right)_{y=\delta}}{\left(\frac{dC_A}{dy}\right)_{y=0}} = \frac{1}{ch(\gamma)}. \quad (5)$$

Величина η показывает, какая часть компонента A проходит через слой δ, не вступая в реакцию. Зависимость η от γ представлена в работе [8].

Расчеты показывают, что при высоких скоростях реакции (γ > 5) через слой проходит не более 2 % поглощаемого вещества, в то время как при низких скоростях (γ < 0.3) почти вся масса вещества диффундирует через слой, не вступая в реакцию.

Величина коэффициента отдачи в жидкой фазе зависит от критерия Хатта. Поскольку $Ha = \frac{k_x^{'}}{k_x}$, то из результатов работы [9] следует, что:

$$k_x^{'} = k_x Ha = k_x \frac{a\delta}{th(a\delta)} = k_x \frac{\gamma}{th(\gamma)}. \quad (6)$$

Выражение $\frac{\gamma}{th(\gamma)} = Ha$ всегда больше 1 и возрастает с увеличением γ.

Поэтому коэффициент массоотдачи при хемосорбции всегда больше чем при физической абсорбции и его численное значение, тем выше, чем выше скорость реакции. При выводе формул для расчета коэффициента массоотдачи обычно выделяют три области значений γ [2-9]:

- область быстрых реакций γ > 5.
- область медленных реакций 0,3 < γ < 5.
- область очень медленных реакций γ < 0.3.

В области быстрых реакций при γ > 5 величина $th(\gamma) \rightarrow 1$, поэтому, согласно выражению (6) коэффициент массоотдачи:

$$k_x^{'} = k_x \gamma = k_x \delta \sqrt{\frac{k_P}{D_A}}. \quad (7)$$

С учетом выражения $k_x = \frac{D_A}{\delta}$ для реакции псевдо-первого порядка:

$$k_x^{'} = \sqrt{k_P D_A} = \sqrt{k_2 C_B D_A}, \quad (8)$$

где k_2 – константа скорости реакции второго порядка. Выражение (8) указывает на то, что в случае быстрой реакции коэффициент массоотдачи в жидкой фазе при хемосорбции не зависит от гидродинамических условий процесса. Этот факт объясняется тем, что реакция большой скорости протекает непосредственно в близи поверхности раздела фаз и характер движения глубинных слоев жидкости на ее протекание не влияет. Следует отметить, что полученное выражение имеет большое практическое значение, так как лежит в основе многих химических методов определения удельной поверхности контакта.

В области медленных реакций нельзя допустить никаких приближений и коэффициент массоотдачи следует определять по выражению (6), поскольку в этом случае зона реакции может распространяться и в основную массу жидкости. Однако можно отметить, что уже при γ > 2,5 значение $th(\gamma)$ близко к единице, поэтому в таких случаях, с некоторой погрешностью можно использовать выражение (8).

В случае очень медленной реакции реакция почти полностью будет протекать в объеме жидкости. При этом, поскольку $\lim_{\gamma \to 0} \frac{\gamma}{th(\gamma)} = 1$, значение коэффициента массоотдачи при хемосорбции приближается к значению коэффициента массоотдачи при физической абсорбции.

Как отмечалось, рассмотренные нами зависимости применимы только к реакциям первого порядка по веществу A.

Во всех представленных выше зависимостях предполагается что вещество *B* дано в избытке и C_B = const. В работах [3-5] были проведены исследования влияния концентрации C_B на соотношение величин $\frac{k_x^{'}}{k_x}$ и $\frac{\sqrt{k_2 C_B D_A}}{k_x}$ (в качестве C_B используется средняя величина). Исследования проводились на системе диоксид углерода – гидроксид натрия. Анализ результатов показывает, что при малых скоростях реакции, вне зависимости от концентрации *B*, величина $\frac{k_x^{'}}{k_x} \approx 1$ и процесс близок к физической абсорбции. С увеличением скорости реакции величина $\frac{k_x^{'}}{k_x}$ становится примерно равной $\frac{\sqrt{k_2 C_B D_A}}{k_x}$, что указывает на возможность применения выражения (8) для расчета коэффициента массоотдачи. В этой области процесс лимитируется скоростью химической реакции. При дальнейшем увеличении скорости величина $\frac{k_x^{'}}{k_x}$ принимает постоянное значение близкое к $\frac{C_{B0}}{\nu_b C_{Ai}}$, при этом процесс лимитируется переносом вещества*B* к зоне реакции.

Исходя из сказанного выше, выражение (8) без серьезной ошибки можно применять в диапазоне:

$$5 < \frac{\sqrt{k_2 C_B D_A}}{k_x} < \left(\frac{C_B}{\nu_b C_{Ai}}\right). \quad (9)$$

Как отмечалось, все представленные выше выводы основаны на положениях пленочной модели переноса вещества. Однако указывалось, что для описания массообмена при мембранном аппарате более подходящей является пенетрационная модель. Поэтому представляет большой интерес сравнение данных зависимостей с зависимостями, полученными на основе пенетрационной модели. Отсюда следует, что коэффициент массоотдачи может быть рассчитан по уравнению:

$$k_x^{'} = \frac{N_A^{'}}{C_{Ai}} = \sqrt{\frac{D_A}{k_P}}\left[\sqrt{\frac{k_P}{\pi\Theta}}e^{-k_P\Theta} + \left(k_P + \frac{1}{2\Theta}\right) erf\left(\sqrt{k_P\Theta}\right)\right]. \quad (10)$$

Решение данного уравнения было дано Данквертсом [7] на основе метода преобразований Лапласа. При этом рассматривалась жидкость полу-бесконечной толщины в начальный момент свободная от поглощаемого газа.

Так же предполагается, что концентрация компонента*A* на границе раздела фаз C_A^*постоянна и равна равновесной величине.

Анализ показывает, что в случае малых скоростей реакции, когда $k_P \to 0$ выражение в квадратных скобках (10) стремиться к значению $2\sqrt{\frac{k_P}{\pi\Theta}}$, следовательно, в этом случае, выражение для коэффициента массоотдачи имеет вид $k_x^{'} = 2\sqrt{\frac{D_A}{\pi\Theta}}$, что совпадает с полученным Хигби для физической абсорбции. При высоких скоростях химической реакции величина ($erf(\sqrt{k_P\Theta}) \to 1$, а $k_P >> 1/\Theta$, поэтому $k_x^{'} = \sqrt{k_P D_A}$.

В работе [11] на основе комбинирования уравнения (10) с выражением для коэффициента массоотдачи при физической абсорбции (7) было получено выражение для критерия Хатта:

$$\text{Ha} = \left(\gamma + \frac{\pi}{8\gamma}\right) erf\left(\frac{2\gamma}{\sqrt{\pi}}\right) + \frac{1}{2} exp\left(-\frac{4\gamma^2}{\pi}\right). \quad (11)$$

Авторами также было проведено сравнение значений рассчитанных на основе уравнений (11) и (6). Из результатов сравнения можно сделать вывод, что как пленочная, так и пенетрационная теории дают фактически одинаковые результаты, поэтому с практической точки зрения не важно какая из моделей кладется в основу расчета.

В работе [12] проведено сравнение коэффициентов массоотдачи при хемосорбции рассчитанных на основе трех моделей массопереноса–пленочной, пенетрационной и пленочно пенетрационной. Установлено, что все три модели предсказывают практически одинаковое влияние химической реакции на параметры массообмена. При этом указывается, что если определение коэффициента $k_x^{'}$производится на основе экспериментально найденного значения k_x, то выбор теории переноса не

существенен. Однако в случае отсутствия экспериментальных данных, становиться важным на основе какой теории вести расчет коэффициента массоотдачи при физической абсорбции.

По предложенной теории Хигби, поверхность раздела газ-жидкость состоит из небольших элементов жидкости, которые непрерывно подводятся к поверхности из объема жидкости и наоборот уходят в объем за счет движения самой жидкой фазы. Каждый элемент жидкости, пока находится на поверхности, можно рассматривать как неподвижный, а концентрацию растворенного газа в элементе- всюду равной концентрации в объеме жидкости, когда элемент подводится к поверхности. В таких условиях абсорбция осуществляется при нестационарной молекулярной диффузии в различных элементах поверхности жидкости. При рассмотрении массопереноса из газового пузырька Хигби принял допущение, что все поверхностные элементы находятся на поверхности в течение одинакового количества времени, а именно

$$\Theta = \frac{d}{\omega}, \tag{12}$$

где d – диаметр пузырька; ω – скорость жидкой фазы.

На основе вышеизложенного, для расчета коэффициента массоотдачи в жидкой фазе Хигби предложил следующее уравнение:

$$k_x = 2\sqrt{\frac{D_{ж}}{\pi\Theta}}, \tag{13}$$

где $D_{ж}$ – коэффициент молекулярной диффузии жидкости, м^2/с;

Рассматривая зависимость времени контакта фаз от структурных характеристик газожидкостного слоя, подставляя значение (12) в (13) получим:

$$k_x = 2\sqrt{\frac{D_{ж}\omega}{\pi d}}\,. \tag{14}$$

Уравнение может быть решено после определение диаметра пузырьков в хемосорбере, которую мы определили в своих предыдущих исследованиях [13, 14]. Подставляя в значение диаметра пузырька, получим уравнение для расчета коэффициента массоотдачи в жидкой фазе.

Тогда, окончательно будем иметь из отношения величин скоростей физической и химической абсорбции выражения для ускоряющего фактора β, который показывает, во сколько раз сопротивление пленки жидкости уменьшается за счет химической реакции, эту величину также называют критерием Хатта. Подставляя в (1) значения $k_x^{'}$ в уравнении (8) и значения k_xв уравнении (14) получим:

$$\beta = Ha = \frac{k_x^{'}}{k_x} = \frac{1}{2}B_{Ж}\sqrt{\frac{\pi d k_2 C_B D_A}{D_{ж}\omega}}\,, \tag{15}$$

где $B_{Ж}$ – опытный коэффициент, который определяется после обработки и сравнения с экспериментальными данными.

Обсуждение результатов. Подводя итоги рассмотрению массообмена с химической реакцией можно сделать следующие выводы. Существующие теории хемосорбции, хотя и не являются достаточно полными, но дают достаточно надежные результаты для случая быстрых необратимых реакций первого и псевдо-первого порядка. При этом фактически все модели переноса предсказывают сходные значения для коэффициента массоотдачи при хемосорбции. Однако в силу недостатков свойственных существующим моделям переноса для точного предсказания $k_x^{'}$ необходимо иметь экспериментальные данные по k_x. При условиях, определяемых неравенством (2.79), коэффициент массоотдачи может быть рассчитан по выражению $k_x^{'} = \sqrt{k_P D_A} = \sqrt{k_2 C_B D_A}$, которое согласуется как с пленочной, так и пенетрационной моделями. Выражение указывает, что в случае быстрой химической реакции коэффициент массоотдачи не зависит от гидродинамических условий в ядре потока и определяется скоростью реакции и скоростью диффузии поглощаемого компонента.

Выводы. Было проведено сравнение значений рассчитанных на основе уравнений (11) и (6). Из результатов сравнения можно сделать вывод, что как пленочная, так и пенетрационная теории дают фактически одинаковые результаты, поэтому с практической точки зрения не важно, какая из моделей кладется в основу расчета.

Проведено сравнение коэффициентов массоотдачи при хемосорбции рассчитанных на основе трех моделей массопереноса – пленочной, пенетрационной и пленочно пенетрационной. Установлено, что все три модели предсказывают практически одинаковое влияние химической реакции на параметры массообмена. При этом указывается, что если определение коэффициента k_x' производится на основе экспериментально найденного значения k_x, то выбор теории переноса не существенен. Однако в случае отсутствия экспериментальных данных, становиться важным на основе какой теории вести расчет коэффициента массоотдачи при физической абсорбции.

Источник финансирования исследований. *Статья подготовлена на основе гранта Министерство образования и науки Республики Казахстан по бюджетной программе"Грантовое финансирование научных исследований", по приоритету «Возобновляемые источники энергии (ветро-и гидроэнергетика, биотопливо и фотоэлектричество)» по теме: «Разработка технологии и моделирование процесса микробарботажной очистки биогаза с целью получения высококонцентрированного метана из возобновляемых источников энергии» на 2013–2015 гг.*

ЛИТЕРАТУРА

[1] Астарита Дж. Массопередача с химичекой реакцией / Пер. с англ. М. И. Балашова. – Л.: Химия, 1971. – 224 с.

[2] Van Krevelen D.W., Hoftijzer P.J. Kinetics of gas-liquids reactions. – Part I. General theory // Rec. Trav. Chim. – 1948. – Vol. 67. – P. 563.

[3] Hatta S. On the absorption velocity of gases by liquids // Tech. Repts. Tohoku Imp. Univ. – 1932. – Vol. 10. – P. 119-128.

[4] Van Krevelen D.W., Hoftijzer P.J. Graphical design of gas-liquid reactors // Chem. Eng. Sci. – 1953. – Vol. 2, N 4. – P. 145-156.

[5] Van Krevelen D.W., Hoftijzer P.J. Micro- and macro- kinetics: general introduction to the symposium // Chem. Eng. Sci. – 1958. – Vol. 8, N 1-2. – P. 5-17.

[6] Данквертс П.В. Газо-жидкостные реакции / Пер. с англ. И. А. Гильденблата. – М.: Химия, 1973. – 296 с.

[7] Danckwerts P.V. Absorption by simultaneous diffusion and chemical reactions // Trans. Faraday Soc. – 1950. – Vol. 46. – P. 300-312.

[8] Хоблер Т. Массопередача и абсорбция. – М.: Химия, 1964. – 337 с.

[9] Yoshida F., Miura Y. Gas absorption in agitated gas-liquid contactors // Ind. Eng. Chem. – 1963. – Vol. 2, N 4. – P. 263-277.

[10] Valentine F.H.H. Absorption in gas-liquid dispersions: Some aspects of bubble technology. – L.: E.& F. Spon. Ltd, 1967. – 212 p.

[11] Yoshida F., Miura Y. Effective interfacial area in packed columns for absorption with chemical reaction // AIChE J. – 1963. – Vol. 9, N 3. – P. 331-343.

[12] Chem-Jung H., Chiang-Hai K. General mathematical model for mass transfer accompanied by chemical reaction // AIChE J. – 1963. – Vol. 9, N 2. – P. 161-173.

[13] Trushin A.M., Dmitriev E.A., Nosyrev M.A., Khusanov A.E., Kaldybaeva B.M. General Method of Measurement of Velocity of Laminar Constrained Motion of Spherical Solid and Gas Particles in Liquids // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2013. – Vol. 47, N 6. – P. 730-733. – DOI: 10.1134/S0040579513060110 © Pleiades Publishing, Ltd., 2013. Thomson Reuters Impact Factor 0.673 Springer.

[14] Kaldybaeva B.M., Khusanov A.E., Dmitriev E.A., Sabyrkhanov D.S., Korganbaev B.N. Results of experimental researches the energy-saving technology of biogas purification for the purpose of obtaining highly concentrated methane // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – Almaty, 2015. – Vol. 5, N 303(2015). – P. 78-85.

REFERENCES

[1] Astarita John. Himichekoy mass transfer with reaction / Per. from English. Balashov MI. A.: Chemistry, 1971. 224 p. (in Russ).

[2] Van Krevelen D.W., Hoftijzer P.J. Kinetics of gas-liquids reactions. Part I. General theory // Rec. Trav. Chim. 1948. Vol. 67. P. 563 (in Eng).

[3] Hatta S. On the absorption velocity of gases by liquids // Tech. Repts. Tohoku Imp. Univ. 1932. Vol. 10. P. 119-128 (in Eng).

[4] Van Krevelen D.W., Hoftijzer P.J. Graphical design of gas-liquid reactors // Chem. Eng. Sci. 1953. Vol. 2, N 4. P. 145-156 (in Eng).

[5] Van Krevelen D.W., Hoftijzer P.J. Micro- and macro- kinetics: general introduction to the symposium // Chem. Eng. Sci. 1958. Vol. 8, N 1-2. P. 5-17 (in Eng).

[6] Dankverts P.V. Gas-liquid reactions / Per. from English I. A. Gildenblata. M.: Chemistry, 1973. 296 p. (in Russ).

[7] Danckwerts P.V. Absorption by simultaneous diffusion and chemical reactions // Trans. Faraday Soc. 1950. Vol. 46. P. 300-312 (in Eng).

[8] Hobler T. mass transfer and absorption. M.: Chemistry, 1964. 337 p. (in Russ).

[9] Yoshida F., Miura Y. Gas absorption in agitated gas-liquid contactors // Ind. Eng. Chem. 1963. Vol. 2, N 4. P. 263-277 (in Eng).

[10] Valentine F.H.H. Absorption in gas-liquid dispersions: Some aspects of bubble technology. L.: E.& F. Spon. Ltd, 1967. 212 p. (in Eng).

[11] Yoshida F., Miura Y. Effective interfacial area in packed columns for absorption with chemical reaction // AIChE J. 1963. Vol. 9, N 3. P. 331-343 (in Eng).

[12] Chem-Jung H., Chiang-Hai K. General mathematical model for mass transfer accompanied by chemical reaction // AIChE J. 1963. Vol. 9, N 2. P. 161-173 (in Eng).

[13] Trushin A.M., Dmitriev E.A., Nosyrev M.A., Khusanov A.E., Kaldybaeva B.M. General Method of Measurement of Velocity of Laminar Constrained Motion of Spherical Solid and Gas Particles in Liquids / Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2013. Vol. 47, N 6. P. 730–733. DOI: 10.1134/S0040579513060110 © Pleiades Publishing, Ltd., 2013. Thomson Reuters Impact Factor 0.673 Springer.(inEng).

[14] Kaldybaeva B.M., Khusanov A.E., Dmitriev E.A., Sabyrkhanov D.S., Korganbaev B.N. Results of experimental researches the energy-saving technology of biogas purification for the purpose of obtaining highly concentrated methane // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Almaty, 2015. Vol. 5, N 303(2015). P. 78-85 (in Eng).

Б. М. Калдыбаева[1], А. Е. Хусанов[1], Е. А. Дмитриев[2], Д. С. Сабырханов[1], А. З. Абильмагжанов[3]

[1]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан,
[2]Д. Менделеев атындағы Ресей химия-технологиялық университеті, Москва, Ресей,
[3]Д. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан

ХЕМОСОРБЦИЯЛЫҚ АППАРАТТА КҮКІРТ СУТЕГІ ЖӘНЕ КӨМІРҚЫШҚЫЛ ГАЗДАРЫНЫҢ БІР УАҚЫТТА ХЕМОСОРБЦИЯЛАНУ КЕЗІНДЕГІ ФАЗАЛАР АРАЛЫҚ АЛМАСУДЫ МОДЕЛЬДЕУ

Аннотация. Мақалада сұйық фазадағы қайтымсыз өте жылдам химиялық реакция қарастырылып отыр. Физикалық және химиялық абсорбция жылдамдықтарының шамаларының қатынасынан үдетуші фактор β мәнін алуға болады, ол химиялық реакция нәтижесінде сұйық қабыршағының кедергісі неше есе азайатындығын көрсетеді, бұл шаманы сонымен бірге Хатта – (Ha) критериі деп атайды. Бұл жұмыстың нәтижесі бойынша хемосорбция кезінде Хигби ұсынған модель негізінде массаалмасу коэффициенттерінің мәндеріне салыстыру жүргізілген.Соның нәтижесінде, егер $k_x^{'}$ коэффициентінің мәні k_x тәжірибелік жолмен анықталған нәтиже бойынша анықталса, онда ауысу теориясын таңдаудың мәні елеулі емес екендігіне көңіл бөлінеді. Егер тәжірибелік мәліметтер жоқ болса, онда физикалық абсорбция кезінде қандай теория қолдану мәнінің маңызы жоғарылайтындығы атап көрсетілген.

Түйін сөздер: хемосорбциялық аппарат, керамикалық мембрана, сұйық фазадағы массаберу, химиялық абсорбция,математикалық моделдеу, массаалмасу, сұйық, газ, физикалық абсорбция.

Сведения об авторах:

Калдыбаева Ботагоз Мырзахметовна – PhD докторант по специальности технологические машины и оборудование. Занимается разработкой и расчетом совмещенных процессов и многофункциональных массообменных аппаратов и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области массообменных процессов. Имеет 5 патентов и является автором 52 публикаций в различных изданиях, включая учебники и учебные пособия.

Хусанов Алишер Евадиллоевич – кандидат технических наук. Научный задел - теоретические и экспериментальные исследования в области массообменных процессов, разработка математической модели очистки биогаза в микробарботажном аппарате на основе теоретической и экспериментальной информации, полученной в модельных исследованиях, разработка пылегазоочистных и тепломассообменных аппаратов с активной гидродинамикой. Опубликовано 106 научных работ, получены 6 патентов, предварительных и инновационных патентов РК.

Сабырханов Дархан Сабырханович – доктор технических наук, профессор. Научное направление - закономерности изотропной турбулентности и вихревого движения взаимодействующих потоков для создания теоретических основ массообменных процессов. Имеет более 50 авторских свидетельств и патентов и является автором более чем 300 публикаций в различных изданиях, включая учебники и монографии. Под руководством Сабырханова Д. С. подготовлено 8 кандидатов наук и 1 доктор наук.

Дмитриев Евгений Александрович – доктор технических наук, профессор. Научное направление - массообменные процессы, гидродинамика и массообмен, энерго- и ресурсосбережение, разработка методов и установки очистки водноорганических смесей на основе принципа интеграции процессов химической технологии, которые могут быть использованы при разработке технологии. Опубликовано 134 научных работ, получены 24 патента, предварительных патентов РФ, касающихся темы проекта.

Абильмагжанов Арлан Зайнуталлаевич – кандидат химических наук, первый заместитель генерального директора Института топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского. Имеет болем 10 патентов и является автором 50 публикаций в различных изданиях, включая учебники и учебные пособия.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 185 – 189

G. Z. Turebekova[1], Sh. Shapalov[2], S. A. Sakibayeva[2], P. M. Zharylkasyn[2], G. Zh. Pusurmanova[2], G. F. Sagitova[2], K. N. Esentayeva[2], M. Zh. Makhambetov[3]

[1]South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent, Kazakhstan,
[2]M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan,
[3]Kh. Dosmuhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan.
E-mail: g.ture@mail.ru

APPLICATION OF OIL INDUSTRY WASTES (SLUDGES AND SULFUR) IN RUBBER PRODUCTION

Abstract. The important scientific direction of petrochemistry is manufacture of plasticizers, softeners, vulcanizing agents, fillers on the basis of industrial wastes. This allows to expand the raw-material base, use heavy stocks of refinery wastes, reduce environmental pressure on the nature and solve the problem of manufacture of import-substituting softeners for the rubber-processing industry of Kazakhstan. Besides, the feature of Kazakhstan petroleum crude oils is high concentration of sulfur compounds, in consequence of which much wastes are formed. Optimization of developed rubber compounds for manufacture of a wear-resistant chafer strip of passenger car tires was carried out by serial analysis of influence of content of each of the components separately (sulfur and oil sludge) at the fixed amount of other ingredients on the rubber properties. With a view to identify optimal amount of organic share of the oil sludge in the content of rubber compounds, rubber compounds with different content of organic share of the oil sludge were gained. Plasticizers and softeners were substituted to the organic share of the oil sludge. Also polymeric and colloidal sulfur mixture of Tengiz field was used as a vulcanizing agent in the receipts of rubber compounds. The results of comprehensive tests showed replaceability of traditionally used in the rubber compounds softeners to the organic share of the oil sludge and use of Tengiz sulfur as a vulcanizing agent.

Key words: organic share of oil sludge, oil sludge, softeners, vulcanizing agent, Tengiz sulfur, vulcanizing system, rubber compound, chafer strip.

Introduction. Rubber industry of Kazakhstan has very limited assortment of ingredients for rubber compounds. The important scientific direction of petrochemistry is manufacture of plasticizers, softeners, vulcanizing agents, fillers on the basis of industrial wastes. This allows to expand the raw-material base, use heavy stocks of refinery wastes, reduce environmental pressure on the nature and solve the problem of manufacture of import-substituting softeners and vulcanizing agents for the rubber-processing industry of Kazakhstan. Besides, the feature of Kazakhstan petroleum crude oils is high concentration of sulfur compounds, in consequence of which much sulfuric wastes are formed [1-4].

Experimental part

The generally accepted is application of organic and inorganic low-molecular compounds in the receipts of rubber compounds. By the efficacy, polymers and products of low-molecular compounds are divided into softeners and plasticizers. The softeners are low-molecular compounds, which reduce yield temperature and not influence on vitrification temperature of rubber substances. The plasticizers are low-molecular compounds, which reduce vitrification temperature and yield temperature of the rubber substances.

The important requirement to the plasticizers and softeners is their low cost. The great significance is also given to the availability of initial raw material used for their production. Different other requirements to the plasticizers and softeners (absence of leachability by water, oils, etc.) are set by specific conditions, in which a manufactured product, containing the plasticizer and softener, will operate.

Sulfur is used in the rubber compounds as the vulcanizing agent, therefore in our work we offer to use refined Tengiz sulfur, gained from the wastes of oil production and refinery wastes, in the vulcanizing system [5-8].

Result and its discussion

Earlier we carried out experiments of the organic share of the oil sludge, gained from the oil sludge of "PetroKazakhstanOilProducts" LLP in the receipts of the rubber compounds on the basis of rubber substances of general assignment as the softeners, with substantiation of traditionally used softeners – oil PN-6SH and softener ASMG. The results of measurement of processing properties established that the organic share of the oil sludge causes the plasticizing effect [9, 10].

Optimization of developed rubber compounds for manufacture of a wear-resistant chafer strip of passenger car tires was carried out by serial analysis of influence of content of each of the components separately (sulfur and oil sludge) at the fixed amount of other ingredients on the rubber properties [11-13].

With a view to identify optimal amount of the organic share of the oil sludge in the content of rubber compounds, the rubber compounds with different content of the organic share of the oil sludge were gained. The plasticizers and softeners were substituted to the organic share of the oil sludge. Also polymeric and colloidal sulfur mixture of Tengiz field was used as the vulcanizing agent in the receipts of the rubber compounds [14-17]. The rubber compounds' receipts used at the manufacture of the chafer strip are given in Table 1.

Fine mineral fraction of the oil sludge (1-5 mcm) was used in the receipt of the rubber compound for rubberizing of the chafer strip of the passenger car tires.

Table 1 – Receipt of the optimal rubber compound for the rubberizing of the wear-resistant chafer strip

Ingredients	Per 100 mass shares of the rubber substance							
	Control variant	Studied variant						
SKI-3	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
SKMS-30 ARK	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Tengiz sulfur	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Sulfonamide "M"	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Santogard PVI	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Zinc oxide	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Stearinic commercial acid	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Pine rosin EM-3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Softener ASMG	4,0	–	–	–	–	–	–	–
Organic share of the oil sludge	–	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Oil PN-6SH	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Protective wax ZVP	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Acetone anil R	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Diaphene FP	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Technical carbon P-514	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Technical carbon P-234	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Mineral share of the oil sludge	10,00	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Vulcanizing features of the rubber compounds, gained on "Monsanto" rheometer, proved the fact that different dosages of the organic share of the oil sludge and sulfur have direct influence on the rubber compounds' vulcanizing kinetics. Addition of the organic share of the oil sludge into the rubber compounds results in reduction of minimal viscosity and stiffness of the system. This reduction is directly proportional to the percentage composition of the organic share of the oil sludge [18-20].

Optimal ratio of the components, resulting in reduction of the minimal viscosity and increase in the beginning of vulcanizing, characterizing the best processing properties of the rubber compounds, is observed at 7 and 8 mass shares of the organic share of the oil sludge for the rubber compounds, meant for the rubberizing of the wear-resistant chafer strip. Analysis of the rubber compounds' vulcanometric curves shows that optimal time for attaining the vulcanizing of the rubber compound for the rubber compound of the chafer strip consists 19 minutes.

Physical-mechanical tests of the rubbers led to the conclusion about the highest appropriateness of using the organic share of the oil sludge in the receipts of the rubber compounds for the wear-resistant chafer strip vulcanizing, as when substituting traditionally used softeners to the organic share of the oil sludge, the rubber properties meet the rates of inspection. The best results are observed at the dosage of 8-10 mass shares of the organic share of the oil sludge for the rubber compounds, meant for the vulcanizing of the wear-resistant chafer strip. Dependencies of the main physical-mechanical indicators of the vulcanizates from the softeners' dosage are given in Table 2.

Table 2 – Properties of the rubber compounds and vulcanizates on the basis of rubber substances of general purpose for the vulcanizing of the wear-resistant chafer strip with additives of the organic share of the oil sludge and Tengiz sulfur

Indicators	Inspection rates	1-v	2-v	3-v	4-v	5-v	6-v	7-v
Nominal tensile strength, kgf/cm^2, no less	90	108	105	110	110	112	107	107
Nominal modulus at 300%, kgf/cm^2	70	72	72,5	74	74,5	74	73	73
Relative tensile elongation, %, no less	280	270	300	310	310	290	292	290
Shore hardness, c.u.	73	75	77	77	78	75	75	75

Insignificant reduction in the tensile indicators and increase in the elastic properties of the rubbers when increasing the organic share of the oil sludge dosage can be explained by plasticization effect mechanism of the organic share of the oil sludge low-molecular compounds, which permeate between macromolecules by the same token reducing the rubber substance macromolecules' intermolecular interaction. Application of Tengiz sulfur allowed to keep the vulcanizing kinetics, which could be reduced when using the organic share of the oil sludge.

Conclusion. Thus, the results of the comprehensive tests showed the possibility of substitution of traditionally used in the rubber compounds softeners to the organic share of the oil sludge and use of Tengiz sulfur as the vulcanizing agent. Fillers in the receipts of the rubber compounds for formation of the filler strip can be partially substituted to the mineral share of the oil sludge.

Finance. *Source of funding research - M. Auezov South Kazakhstan State University.*

REFERENCES

[1] Nadirov N.To. Tengiz – sea of oil, sea of problems. Almaty: Gylym, 2003.

[2] Nadirov N.To., Zaikina R.F., Zaikina, et al. Modern methods of desulphurization of oils Kazakhstan // Problems of oil and gas complex: Materials of international scientific-technical conference. Atyrau, 5-6 December 2001. Vol. 2. 456 p.

[3] Dryden R.L. Storage of industrial sulphur and environment // Oil and gas of Kazakhstan. 1997. N 2. P. 126-133.

[4] Kenzhegaliev A. the Ecological status of the Tengizmestorozhdenii ways of its improvement // Oil and gas of Kazakhstan. 1997. N 2. P. 119-122.

[5] Sulphur – waste or valuable fossil? // Cashian. 2002. P. 80-82.

[6] Nadirov N.To. Oil and gas of Kazakhstan. 2-HT. Almaty: Gylym, 1996.

[7] Ormiston R.M., Kerber, J.L., Mazgarov A.M. Demercaptanization of crude oil Tenginskogo fields // Oil and gas of Kazakhstan. 1997. N 2. P. 71-83.

[8] Turebekova G.Z., Pusurmanov G.J., Sakibaev S.A., Orazymbetova A.O. Prospects for the use of waste oil production and refining – sulfur in the production of technical rubbers // Innovation – 2015: Materials of international scientific-technical conference. Tashkent, 23-24 October 2015. P. 51-53.

[9] Rodionov A.I., Klushin V.N., Torocheshnikov N. With. The technique of environmental protection. M.: Chemistry, 1998. 509 p.

[10] Calverts, Treshow M., etc. protection of the atmosphere from industrial pollution / Ed S. Calvert. M.: Chemistry, 1988. Vol. 1, 2. P. 1470.

[11] Koshelev F.F., Kornev A.E., Bukanov A.M. General chemical technology of rubber. M.: Chemistry, 1978. 527 p.
[12] Gorelik R.A. and other. Mineral fillers of rubber mixtures. M.: Tsniiteneftehim, 1984.56 p.
[13] Petroleum encyclopedia of Kazakhstan. Vol. 2. Astana-London, 1999.
[14] Nekrasov B.V. Fundamentals of General chemistry. 3rd ed., fixed and extra. M.: Chemistry, 1973. Vol. 1. 656 p.
[15] Nepenin N.N. Technology of cellulose. The production of sulphite pulp. M.: Forest industry, 1976. P. 151.
[16] Klyuchnikov N.G. Neorganicheskie synthesis. M.: Prosveshchenie, 1971. P. 267-269.
[17] Akhmetov S. General and inorganic chemistry / Rezedent: Professor J. A. Ugai. M.: Higher school, 1981. Vol. 1. 672 p.
[18] Remy. Course of inorganic chemistry. M.: Publishing house of foreign literature, 1961. 695 p.
[19] Glinka N.L. General chemistry. M.: Chemistry, 1977, revised. P. 382. 720 p.
[20] Chemical encyclopedia: in 5 volumes / Editorial board: N. S. Zefirov (ed.). M.: Soviet encyclopedia, 1995. Vol. 4. P. 319. 639 p. 20 000 copies.

Г. З. Туребекова[1], Ш. Шапалов[2], С. А. Сакибаева[2], П. М. Жарылкасын[2], Г. Ж. Пусурманова[2], Г. Ф. Сагитова[2], К. Н. Есентаева[2] , М. Ж. Махамбетов[3]

[1]Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институті, Шымкент, Қазақстан,
[2]М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан,
[3]Х. Досмухамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау, Қазақстан

ТЕХНИКАЛЫҚ РЕЗИНАДА ӨНЕРКӘСІБІНДЕ МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН (ШЛАМ МЕН КҮКІРТ) ҚОЛДАНУ

Аннотация. Осы жұмыста мұнай өндеу қалдықтарының – күкірттің-вулкандық жүйе үшін техникалық резеңке өндірісінде игеру мүмкіншілігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Мұнайлы Солтүстік - Каспий аймағында, Қазақстан шетел компанияларымен бірге бірнеше перспективалық және ауқымды жобаларды жүзеге асырады. Тенгиз және аталмыш аймақтың басқа кен орындарының шикі мұнайы жоғары күкіртті болып табылады, яғни осындағы мұнайдың маңызды өзгешелігі ілеспе газда күкіртті сутектің зор мөлшері бар болып табылады. Шикі мұнайды тауар калпына келтіру үшін, ол тазаланады және нәтижеде элементарлық күкірт пайда болады. Мұнайды шығарудың артуымен күкірттің жинақталуы да өседі. Қазақстандық мұнайдан шығатын элементарлық күкірт - химиялық өнеркәсіптің индустриялық кәсіпорындары үшін құнды шикізат болып табылады. Алайда шынайы ақиқатқа сүйенер болсақ осы химиялық заттың негізгі көлемі әлі мұнай шығару нысандарының жанында тапталып тасталады. Тенгизде күкірт көлемді қатты блоктар түрінде әдейі жабдықталған алаңшықтарда, басқаша айтканда – "күкірттің карталары", сақталады. Күкірттің шығырларда сақталуы – Канада, Мексика, Нидерландия, Польша және АҚШ сияқты елдерде қолданылатын бірденбір әдіс.

Күкірт, техникалық резеңке бұйымының көпшілігі үшін вулканизацияның негізгі агенті болып табылады. Оның сапасы мен химиялық құрамына айрықша талап көрсетіледі, оның ішінде ең маңыздысы шикізаттың адалдығының (зарарлы қоспаның, айнымалы валенттіктің, металдардың ең төмен мөлшері) және дисперсиялық биік дәрежесі жатады. Осы мінездемелер күкірттің вулканизациялық белсенділігін, оның каучукта дисперсиялануы, резеңке қоспаның және резеңкелердің технологиялық және техникалық қасиеттерін анықтайды. Полимерлік күкірт рецептурадағы вулканизацияның жылдамдығын төмендетпей күкірттің санын төмендетуге мүмкіндік береді, ақыр соңында резеңке сапасының көтерілуіне алып келеді. Полимерлік күкірттің қолданысы, өндіріліп алынатын резеңкелердің икемділік қасиеттерін реттеуге мүмкіндік береді.

Мұнай қалдықтарынан шығатын күкірттің қолданысы, мұнай өнеркәсібінің қалдықтарын кәдеге жарату экологиялық мәселесін шешеді және дөңгелек резеңкелерінің физикалық-механикалық касиеттерін жақсартады.

Түйін сөздер: күкірт, полимерлі күкірт, теңіз күкірті, күкіртті қосылыстар, химиялық қосылыстар, күкірт шаңы, сульфид күкірті, каучук, резеңке бұйымдар, вулканизаттар, вулканизация агенті

Г. З. Туребекова[1], Ш. Шапалов[2], С. А. Сакибаева[2], П. М. Жарылкасын[2], Г. Ж. Пусурманова[2], Г. Ф. Сагитова[2], К. Н. Есентаева[2] , М. Ж. Махамбетов[3]

[1]Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент, Казахстан,
[2] Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан,
[3] Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедодова, Атырау, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ШЛАМОВ И СЕРЫ) В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИН

Аннотация. Важным научным направлением нефтехимии является производство пластификаторов, мягчителей, вулканизующих агентов, наполнителей на основе техногенных отходов. Это позволяет расширить сырьевую базу, использовать большие запасы отходов нефтепереработки, уменьшить экологическую нагрузку на природу и решить проблему производства импортозамещающих мягчителей для резиновой промышленности Казахстана. Также особенностью казахстанских нефтей является повышенной содержание соединений серы, вследствие чего образуется много серных отходов. Путем последовательного изучения влияния на свойства резин содержания каждого из компонентов в отдельности (серы и нефтешлама) при фиксированных количествах других ингредиентов была проведена оптимизация разработанных резиновых смесей для изготовления износостойкой бортовой ленты легковых шин. С целью выявления оптимального количества органической части нефтешлама в составе резиновых смесей были получены резиновые смеси с различным содержанием ОЧН. Пластификаторы и мягчители были заменены на ОЧН. Также в рецептурах резиновых смесей в качестве вулканизующего агента была использована смесь полимерной и коллоидной серы тенгизского месторождения.результаты расширенных испытаний показали возможность замены традиционно используемых в резиновых смесях мягчителей на органическую часть нефтешлама и использования тенгизской серы в виде вулканизующего агента.

Ключевые слова: органическая часть нефтешлама (ОЧН), нефтешламы, мягчители, вулканизующий агент, тенгизская сера, вулканизующая система, резиновая смесь, бортовая лента.

N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 6, Number 420 (2016), 190 – 194

A. Zh. Alzhanova, A. A. Bitekova, G. A. Suleimbek, E. S. Dubinina,
G. Z. Turebekova, G. Sh. Omashova, A. S. Naukenova, Sh. K. Shapalov

M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan.
E-mail: g.ture@mail.ru

NEW RAW MATERIALS FOR ENERGY-EFFICIENT PRODUCTION TECHNOLOGY OF WHITE PORTLAND CEMENT

Abstract. Analysis cost cements Kazakhstan plants shows that a fuel consumption cost of cement is 30-45%, 12-15% power, the cost of raw materials and 20-30%. The cost of clinker fuel costs reach 60-70%. Therefore, reducing the cost of fuel and electricity in the cement industry is of great importance, as it allows to reduce production costs and to save significant amounts of energy. Reducing the moisture content of raw slurry with chemical additives can reduce specific heat consumption for clinker burning and povysheniyu performance rotary kilns. On evaporation of moisture shlama it required 35% of the total heat consumption. In addition to reducing sludge humidity (when entering their dry) compared to traditional batch firing 60 kcal / kg snizhaetsya fuel consumption. Especially effective replacement of silica-containing component domain, elektrotermofosfornymi and other slags, zolami TPP. Studies have shown the use of ash as a partial replacement of clay component in the wet process. In this case, you can expect an increase in productivity - by 5% and reducing coal consumption for the clinker burning 8%.

Keywords: portland cement, clinker, cement raw sludge, sludge moisture mineralizer clinker.

УДК 666.940

А. Ж. Альжанова, А. А.Битекова, Г. А. Сулеймбек, Е. С. Дубинина,
Г. З. Туребекова, Г. Ш. Омашева, А. С. Наукенова, Ш. К. Шапалов

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

НОВОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Аннотация. Анализ себестоимости цементов казахстанских заводов показывает, что расход топлива в себестоимости цемента составляет 30-45%, электроэнергии 12-15%, расходы на сырье и материалы 20-30%. В себестоимости клинкера затраты на топливо доходят до 60-70%. Поэтому снижение затрат на топливо и электроэнергию в цементной промышленности имеет большое значение, так как позволяет снизить себестоимость продукции и экономить значительные количества энергоресурсов. Снижение влажности сырьевого шлама с помощью химических добавок способствует уменьшению удельного расхода тепла на обжиг клинкера и повышению производительности вращающихся печей. На испарение влаги шлама требуется 35% общего расхода тепла. Кроме снижения влажности шлама (при вводе их в сухом виде) по сравнению с обжигом традиционной шихты на 60 ккал/кг снижается расход топлива. Особенно эффективна замена кремнеземсодержащего компонента доменными, электротермофосфорными и другими шлаками, золами ТЭС. Исследования показали возможность использования золошлаков в качестве частичной замены глинистого компонента при мокром способе производства. При этом можно ожидать увеличения производительности – на 5% и снижение расхода угля на обжиг клинкера на 8%.

Ключевые слова: портландцемент, клинкер, сырьевые цементные шламы, влажности шлама, минерализаторы, клинкерообразование.

Введение. Портландцемент, являющийся в настоящее время одним из важнейших строительных материалов, это весьма энергоемкий продукт. Высокотемпературный обжиг клинкерам и тонкий помол сырья, топлива и готовой продукции обусловливают значительный расход топлива и электроэнергии на отдельных переделах технологического процесса. Анализ себестоимости цементов казахстанских заводов показывает, что расход топлива в себестоимости цемента составляет 30-45%, электроэнергии 12-15%, расходы на сырье и материалы 20-30%. В себестоимости клинкера затраты на топливо доходят до 60-70%. Поэтому снижение затрат на топливо и электроэнергию в цементной промышленности имеет большое значение, так как позволяет снизить себестоимость продукции и экономить значительные количества энергоресурсов [1].

Широкое использование в производстве цемента различных техногенных продуктов и отходов промышленности в качестве сырья и активных минеральных добавок позволяет экономить природные сырьевые ресурсы, снижает расходы на транспортировку и хранение отходов, на содержание хранилищ, снижает загрязнение окружающей среды, позволяет сохранить экологическую обстановку.

Методы исследования

Сырьевые цементные шламы – это полидисперсные, полиминеральные шламы, в которых твердая фаза представлена частицами известняка, кварца и других материалов, а жидкая – водой. По мере роста влагосодержания затраты тепла на испарение воды резко возрастают и при влажности шлама около 40% составляют примерно половину общего расхода тепла на обжиг клинкера – 613 ккал/кг. Поэтому наибольший эффект при снижении содержания воды в шламе может быть получен на заводах, использующих шлам высокой влажности.

В сырьевом цементном шламе каждая частичка известняка или кварца окружена коллоидной глинистой пленкой, на поверхности которой образуется 1дсорбционный слой ориентированных молекул воды [2, 3]. Количество воды в шламе является одним из главных факторов, обусловливающих его текучесть. В настоящее время различают три формы связанной воды: химически связанная, адсорбционная (хемосорбированная) и капиллярно-связанная.

Снижение влажности сырьевого шлама с помощью химических добавок способствует уменьшению удельного расхода тепла на обжиг клинкера и повышению производительности вращающихся печей. На испарение влаги шлама требуется 35% общего расхода тепла. Снижение влажности шлама на 1% с 40% до 39% означает уменьшение расхода воды с 0,667 до 0,639 кг на 1 кг сухого сырья, т.е. на 4,2%. Расход тепла на испарение воды и перегрев пара уменьшается на 22 ккал/кг клинкера. Повышение производительности печи за счет снижения влажности шлама на 3-4% составит около 3-5% и примерно на столько же сокращается и удельный расход топлива [4]. Таким образом, ясно, что готовить шлам и обжигать необходимо при минимально возможной его влажности. Наименьшая влажность шлама определяется его способностью без затруднений транспортироваться по трубопроводам. Шлам, имеющий меньшую влажность, имеет и меньший объем. Вследствие этого уменьшается нагрузка на мельницы, шламовые насосы и бассейны, что приводит к уменьшению расхода электроэнергии для его транспортировки и перемешивания.

Химические вещества, используемые для разжижения сырьевых шламов можно разделить на три группы: защитные коллоиды, структурообразователи икоагуляторы. Защитные коллоиды адсорбируются на поверхности частичек иувеличивая толщину сольватных оболочек приводят к пластификации и снижению прочности дисперсной системы [5]. Ко второй группе веществ относятся все щелочные электролиты, к третьей - нейтральные или кислые соли и кислоты. Хорошую разжижаемость сырьевых цементных шламов при введении комплексных добавок можно объяснить аддитивностью разжижающего действия отдельных компонентов добавки. Водопотребность шлама, а также его разжижаемость в значительной мере зависят от количественного содержания молекулярно связанной адсорбционной воды, образующей гидратные оболочки. Определенную роль играет также иммобилизованная вода, механически захваченная агрегатами структур. Адсорбционная вода определяет гидрофильность дисперсной системы.

Каолинит, из которого, в основном, состоит глинистая составляющая Састобинского шлама, обладает меньшей удельной поверхностью и обменной способностью по сравнению с другими

глинистыми минералами. У каолина, способные к обмену катионы находятся только на внешней поверхности кристалла, а у бентонитов вследствие их способности к внутрикристаллическому набуханию, а также у монтмориллонита, катионный обмен может происходить также внутри кристалла. С увеличением степени набухания растет также удельная поверхность. Эти факторы – малая удельная поверхность и способность к ионному обмену каолинита Састобинского сырьевого шлама, обусловливают его значительное разжижение при введении исследованных нами добавок.

Основным и самым энергоемким переделом в производстве портландцемента является обжиг клинкера, потребляющий до 80% общей энергии. На выпуск 1 т клинкера по мокрому способу расходуется в среднем 210-230 кг >сл. топлива и 100-130 кВт·ч электроэнергии. Следовательно, производительность печи и удельный расход топлива, при прочих равных условиях, зависят от разности температуры дымовых газов и материала. Чем ниже температура спекания материала, тем выше производительность печи и ниже расход топлива. При неизменной тепловой мощности печи снижение удельного расхода топлива повышает ее производительность. Таким образом, интенсификации процесса обжига и уменьшения расхода топлива можно добиться снижением температуры спекания клинкера, что достигается с помощью минерализаторов. Минерализаторами называются вещества, которые при содержании в сырьевой смеси в небольших количествах ускоряют процессы образования клинкерных минералов. К ним относятся фториды, кремнефториды, хлориды, карбонаты, сульфаты различных металлов, которые снижают температуру и улучшают процесс клинкерообразования. Минерализующее действие оказывают также ряд отходов промышленности: фосфогипс, электротермофосфорные шлаки, хвосты обогатительных фабрик, некоторые шлаки цветной металлургии. Минерализующее действие добавок на глинистые минералы сводится к ускорению процессов их дегидратации, разрушению кристаллической решетки и аморфизации продуктов разрушения. Отмечается и определенное влияние минерализатора на появление новых фаз и частичных эвтектик и расплавов. Все это вместе взятое повышает реакционную способность глинистой составляющей цементной сырьевой смеси в присутствии минерализаторов. Фтористые минерализаторы также снижают вязкость расплава, ускоряют взаимодействие CaO с C2S и кристаллизацию новых фаз. Другим путем снижения теплозатрат на процесс клинкерообразования является снижение энтальпии клинкерообразования. Другой путь снижения расхода топлива на обжиг - это изменение минералогического состава клинкера. Разработаны белитосульфоалюминатный клинкер и цементы на его основе. Экономичным является замена глинистого компонента техногенными материалами. Кроме снижения влажности шлама (при вводе их в сухом виде) по сравнению с обжигом традиционной шихты на 60 ккал/кг снижается расход топлива. Особенно эффективна замена кремнеземсодержащего компонента доменными, электротермофосфорными и другими шлаками, золами ТЭС.

Результаты исследований

Было приготовлено 27 сырьевых смесей с различным вводом огара -1,2,3% огарок для смесей содержащих 5,10,15% золы и смеси двухкомпонентные (известняк + зола). Для каждой одинаковой дозировки и золы были приготовлены по три смеси с различным КН. Приготовление сырьевых смесей, образцов осуществляли описанным выше способом, обработку образцов производили резко в течении 40 мин при заданной температуре. С целью установления влияния условий обжига и остаточного углерода на прочность получаемого клинкера три смеси были обожжены постепенным обжигом по режиму. Эти же смеси приготовлены на предварительно прокаленной золе и обожжены по принятому, резкому обжигу. Для части экспериментов для определения прочности готовили цементные образцы по соответствующей методике, изложенной в лабораторном регламенте [5].

Обсуждение результатов

Полученные данные показывают, что оптимальный ввод для максимальной температуры обжига – 1450°С в смеси с содержанием золы до 15% находится в пределах 1-2%, а с содержанием золы > 15% этот оптимум несколько выше 2-3%, хотя изменение по прочности при увеличении

гипса > 1% незначительное. Сравнение содержания SO_3 расчетного и фактического показывает что ~ 50% серного ангидрита улетучивается в процессе обжига. Химический анализ выборочных клинкеров, расчетные значения минералогического с вычетом CaO на связывание SO_3 в $CaSO_4$ приведены в таблице. Оптимальный минералогический состав, найденный иммерсионным микроскопическим методом характеризуется повышенным содержанием галита в смесях. Это свидетельствует в пользу того, что затраты кальция на образование $CaSO_4$ не уменьшают основность среды формирования галита, видимо за счет образования других клинкерных фаз.

Выводы. Результаты проведенных исследований показали возможность использования золошлаков в качестве частичной замены глинистого компонента при мокром способе производства. При этом можно ожидать увеличения производительности – на 5% и снижение расхода угля на обжиг клинкера на 8%.

Источник финансирования исследований. *Источник финансирования исследований проводилось в научно-исследовательской лаборатории ИРЛИП ЮКГУ им. М. Ауезова.*

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ракишев Б.Р., Дауренбекова А.Н. Надежная база для развития промышленности строительных материалов Казахстана // Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли. Сборник научных статей Международ. НТК. – Алмата, 2014. – С.101-104

[2] Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве цемента: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – С. 17-31.

[3] Таймасов Б.Т. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник. – Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауезова, 2014. – С. 262-277.

[4] Taimasov B.T., Seitzhanov S.S., Khudyakova T.M., Alzhanova A.Zh., Nekipelov S.A., Dauletyarov M.S. Energy saving raw mixes for oil-well Portland cement production // Industrial technology and engineering. – 2014. – № 1(10). – P. 77-84.

[5] Афанасьева Н.И. Современные состояние минерально-сырьевой базы пуццолановых добавок для производства цемента // Цемент и его применение. – 2015. – № 2. – С. 32-36.

[6] ГОСТ Р54194-2010. Ресурсосбережение. Производство цемента. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности.

[7] Государственная программа форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2010–2014 годы. – Астана, 2010.

[8] Программа развития промышленности строительных материалов, изделий и конструкций Республики Казахстан. – Астана, 2004.

[9] Государственная программа жилищного строительства Республики Казахстан. – Астана, 2004.

[10] Таймасов Б.Т. Тұтастырғыш заттардың химиялық технологиясы: Оқулық / Б.Т. Таймасов, А.Ж.Әльжанова. – Шымкент: М. Әуезов ат. ОҚМУ, 2013. – 382 б.

[11] Таймасов Б.Т. Тұтастырғыш заттардың арнайы технологиясы: Оқулық / Б.Т. Таймасов, А.Ж.Әльжанова. – Шымкент: М. Әуезов ат. ОҚМУ, 2014. – 325 б.

[12] Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекции: Учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 308 с.

[13] Классен В.К. Техногенные материалы в производстве цемента: монография / В.К. Классен, И.Н. Борисов, В.Е. Мануйлов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 126 с.

[14] Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов: Учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им. Г. Шухова, 2004. – Ч. 1. – 240 с.

[15] Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов: Учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ им. Г. Шухова, 2004. – Ч. 2. – 199 с.

[16] Таймасов Б.Т. Технология производства портландцемента: Учеб. пособие. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ, 2004. – 293 с.

[17] Энтин З.Б., Нефедова Л.С., Стржалковская Н.В. Золы ТЭС – сырье для цемента и бетона // Цемент и его применение. – 2012. – № 2. – С. 40-46.

[18] Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л., Пьячев В.А. Проблемы использования техногенного сырья в производстве цемента // Цемент и его применение. – 2009. – № 6. – С. 86-90.

REFERENCES

[1] Rakishev B.R., Daurenbekova A.N. Nadezhnaja baza dlja razvitija promyshlennosti stroitel'nyh materialov Kazahstana // Problemy i puti innovacionnogo razvitija gorno-metallurgicheskoj otrasli. Sbornik nauchnyh statej Mezhdunarod. NTK. Almata, 2014. P.101-104

[2] Klassen V.K., Borisov I.N., Manujlov V.E. Tehnogennye materialy v proizvodstve cementa: monografija. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2008. P. 17-31.

[3] Tajmasov B.T. Himicheskaja tehnologija vjazhushhih materialov: Uchebnik. Shymkent: JuKGU im. M. Auezova, 2014. P. 262-277.

[4] Taimasov B.T., Seitzhanov S.S., Khudyakova T.M., Alzhanova A.Zh., Nekipelov S.A., Dauletyarov M.S. Energy saving raw mixes for oil-well Portland cement production // Industrial technology and engineering. 2014. N 1(10). P. 77-84.

[5] Afanas'eva N.I. Sovremennye sostojanie mineral'no-syr'evoj bazy puccolanovyh dobavok dlja proizvodstva cementa // Cement i ego primenenie. 2015. N 2. P. 32-36.

[6] GOST R54194-2010. Resursosberezhenie. Proizvodstvo cementa. Nailuchshie dostupnye tehnologii povyshenija jenergojeffektivnosti.

[7] Gosudarstvennaja programma forsirovannogo industrial'no-innovacionnogo razvitija Respubliki Kazahstan na 2010–2014 gody. Astana, 2010.

[8] Programma razvitija promyshlennosti stroitel'nyh materialov, izdelij i konstrukcij Respubliki Kazahstan. Astana, 2004.

[9] Gosudarstvennaja programma zhilishhnogo stroitel'stva Respubliki Kazahstan. Astana, 2004.

[10] Tajmasov B.T. Tұtastyrғysh zattardyң himijalyқ tehnologijasy: Oқulyқ / B.T. Tajmasov, A.Zh.Әl'zhanova. Shymkent: M. Әuezov at. OҚMU, 2013. 382 p.

[11] Tajmasov B.T. Tұtastyrғysh zattardyң arnajy tehnologijasy: Oқulyқ / B.T. Tajmasov, A.Zh.Әl'zhanova. Shymkent: M. Әuezov at. OҚMU, 2014. 325 p.

[12] Klassen V.K. Tehnologija i optimizacija proizvodstva cementa: kratkij kurs lekcii: Ucheb. posobie. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2012. 308 p.

[13] Klassen V.K. Tehnogennye materialy v proizvodstve cementa: monografija / V.K. Klassen, I.N. Borisov, V.E. Manujlov. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2008. 126 p.

[14] Luginina I.G. Himija i himicheskaja tehnologija neorganicheskih vjazhushhih materialov: Ucheb. posobie. Belgorod: Izd-vo BGTU im. G. Shuhova, 2004. Ch. 1. 240 p.

[15] Luginina I.G. Himija i himicheskaja tehnologija neorganicheskih vjazhushhih materialov: Ucheb. posobie. Belgorod: Izd-vo BGTU im. G. Shuhova, 2004. Ch. 2. 199 p.

[16] Tajmasov B.T. Tehnologija proizvodstva portlandcementa: Ucheb. posobie. Shymkent: Izd-vo JuKGU, 2004. 293 p.

[17] Jentin Z.B., Nefedova L.S., Strzhalkovskaja N.V. Zoly TJeS – syr'e dlja cementa i betona // Cement i ego primenenie. 2012. N 2. P. 40-46.

[18] Ufimcev V.M., Kapustin F.L., P'jachev V.A. Problemy ispol'zovanija tehnogennogo syr'ja v proizvodstve cementa // Cement i ego primenenie. 2009. N 6. P. 86-90.

А. Ж. Альжанова, А. А.Битекова, Г. А. Сулеймбек, Е. С. Дубинина,
Г. З. Туребекова, Г. Ш. Омашева, А. С. Наукенова, Ш. К. Шапалов

М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Қазақстан

АҚ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ ӨНДІРІСІНІҢ ЭНЕРГИЯҮНЕМДЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА АРНАЛҒАН ЖАҢА ШИКІЗАТТАР

Аннотация. Қазақстандық зауыттардың цементтерінің өзіндік құнын талдау көрсеткендей, цементтің өзіндік құнындағы отынның шығыны 30-45 %, электрэнергиясы 12-15 %, шикізат пен материалдардың шығыны 20-30 % құрайды. Клинкердің өзіндік құнындағы отын шығындары 60-70 % дейін жетеді. Сондықтан цемент өнеркәсібіндегі отын мен электрэнергиясының шығынын төмендету үлкен маңызға ие, себебі өнімнің өзіндік құнын азайтуға және энергия қорларының айтарлықтай мөлшерін үнемдеуге мүмкіндік береді. Шикізат шламының ылғалдылығын химиялық қоспалардың көмегімен төмендету клинкерді күйдіруге жұмсалатын жылудың меншікті шығынын азайтуға және айналмалы пештердің өнімділігін арттыруға септігін тигізеді. Шлам ылғалдылығының булануына жалпы жылу шығынының 35 % қажет болады. Шламның ылғалдылығын төмендетуден басқа (оларды құрғақ күйінде енгізгенде) дәстүрлі шихтаны күйдірумен салыстырғанда отын шығыны 60 ккал/кг азаяды. Әсіресе кремнеземқұрамдас құраушыларды домналы, электротермофосфорлы және өзге де шлактармен, ЖЭС күлдерімен алмастырудың тиімділігі жоғары. Зерттеулер күлдішлактарды өндірістің сулы тәсілінде сазды құраушының бір бөлігін алмастырғыш ретінде пайдалану мүмкіндігін көрсетті. Мұнда өнімділіктің - 5 %-ға артуын және клинкерді күйдіруге жұмсалатын көмір шығынының 8 %-ға төмендеуін күтуге болады.

Түйін сөздер: портландцемент, клинкер, цемент шикізат шламдары, шламның ылғалдылығы, минерализаторлар, клинкер түзілу.

Мурат Абикенович МУХАМЕДЖАНОВ

(*К 80-летию со дня рождения*)

24 ноября 2016 года исполняется 80 лет со дня рождения ученого-гидрогеолога, доктора геолого-минералогических наук, члена-корреспондента НАН РК, ГНС лаборатории региональной гидрогеологии и геоэкологии Института гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева»

М. А. Мухамеджанов в 1960 г. окончил Казахский Горно-Металлургический институт по специальности « Гидрогеология и инженерная геология» и начал свою трудовую деятельность в Институте геологических наук Академии наук КазССР в лаборатории гидрогеохимии сектора гидрогеологии и инженерной геологии. В науке прошел путь от ст. лаборанта до ведущего науч-+ного сотрудника (1960–1987 гг.), зав.лабораторией и Ученого секретаря Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР (1988–1999 гг.), Главного Ученого секретаря НАН РК (2000–2003 гг.).

В 1974 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Гидрогеология восточной прибортовой части Прикаспийской впадины» по специальности 04.00.06 «Гидрогеология», а в 1997 г. докторскую диссертацию на тему «Теоретические и методические основы гидрогеологического прогноза и поисков месторождений нефти и газа, промышленных, термальных и минеральных вод подсолевых отложений Прикаспийской впадины» по специальности 25.00.07 «Гидрогеология». Решением Президиума Академии наук СССР от 4 апреля 1985г за №476 ему было присвоено ученое звание Старшего научного сотрудника.

Область научных интересов практическая деятельность юбиляра связаны с проблемами гидрогеологии и гидрогеохимии формирования и поисков нефтегазовых месторождений, решения вопросов водоснабжения населения и отраслей экономики подземными водами, поисков минеральных, промышленных и термальных подземных вод, решением правовых и экологических проблем Каспийского моря.

В 1966–1997 гг. М. А. Мухамеджанов в составе группы казахстанских ученых проходил стажировку в США в Вудсхольском океанографическим институте (штат Массачусетс). В эти же годы он был внештатным экспертом Министерства охраны окружающей среды РК, участвуя в экспертизе проектов освоения и разведки нефтяных месторождений на шельфе Каспийского моря.

В первые годы создания нового Министерства науки и новых технологий РК (министр Галым Абильсиитов) юбиляр возглавил Научно-аналитический центр данного органа и активно участвовал в изучении правовых проблем внутреннего уникального бассейна – Каспия, на берегах которого в связи с развалом Союза ССР образовалось уже пять государств. В этот же период началась разработка ТЭД, а по Каспию в связи с угрозой затопления прибрежных зон моря и началом повышения уровня моря. В этот период юбиляр активно участвовал совместно с рядом ведущих ученых и специалистов в Правительственной комиссии по разработке правового статуса Каспийского моря и выработке рекомендаций по стабилизации экологической обстановки и предотвращения угроза затопления объектов нефтегазового комплекса страны.

Юбиляру принадлежит идея деления дна моря на сектора по срединной лини при делимитации границ между прикаспийскими странами в связи наличием в акватории Каспия уже разведанных месторождений углеводородов и рядом перспективных участков.

М. А. Мухамеджанов научную работу успешно совмещает с преподавательской деятельностью. В период 2005–2009 гг.) он преподавал нефтегазовую гидрогеологию и геоэкологию в Казахстанско-Британском Техническом Университете, а в настоящее время является консультантом у соискателей докторских и магистерских званий при НАО КазНИТУ им. К. И. Сатпаева (бывший КазНТУ).

М. А. Мухамеджанов автор более 170 работ, из которых около 100 опубликованы, в том числе 11 монографий и книг, 6 изданных гидрогеологических карт, 3 учебника и учебных пособий для студентов.

Желаем юбиляру крепкого здоровья и больших успехов во всех его начинаниях и исполнения творческих планов.

Редколлегия

2016 ЖЫЛҒЫ ЖУРНАЛДЫҢ МАЗМҰНДАРЫ

МАЗМҰНЫ № 1

Аймақтық геология

Сеитов Н., Ерубаев К., Корнева Д. Формациялық жатыстары әртүрлі магмалық жыныстардың «ескі» қабаттасу құрылым мен олардың заманауи аналогымен салыстыру жолдарын анықтау тәсілі. (1-Мақала. Қойылған мақсаттың толықтай орындалуы үшін тәжірибелік тәсілдер, олардың мүмкіндігінің шектелуі)... 5

Минерагения, перспективалар, болжамдар

Өмірсеріков М.Ш., Жуков Н.М., Беспаев Х.А. Жаңа жақандық тектониканың позициясы жағынан Қазақстанның металлогениясы..... 14
Байбатша А.Б., Бекботаева А.А. Жезқазған текті мыстың стратиформдық кенорнының литофациальды ерекшеліктері туралы..... 36

Минералогия

Кузнецова Е.И., Котельников П.Е., Павлова З.Н. Орталық Қазақстанның скарнды кенорнынан алынған хондродит сирек минералы..... 42

Сейсмология

Әбетов А.Е., Жылқыбаева Г.А., Жылқыбаев Т.К. Сейсмикалық модель, геология және шоғырланған қабықтың геодинамикасы..... 46

Әдістеме және технология

Шестаков Ф.В. Топырақта атмосфера су буының конденсациясы – ауадан суды меңгерудің теориялық негізі (II бөлім)..... 56
Борисенко Г.Т., Ниязова А.Т. Арыстан кенорнының терригенді шөгінділеріндегі ҰГЗ кешені бойынша коллектордың қанығу сипатын анықтау технологиясы..... 64
Жылкыбаева Г.А. Борисенко Г.Т. Темір рудалы аумақтағы ұңғымаларды геофизикалық зерттеу диаграммасын және кернделрді зерттеу нәтижесін талдау..... 73

Пікір-сайыс

Майлибаева М.М. Жердің дамуының спиралі..... 80

Мерейтолйра

Сыдықов Алуадин (*70-жасқа толуына орай*)..... 85

Ғалымды еске алу

Жаутиқов Тимкен Мұқашұлы..... 87
Эсминцев Александр Николаевич..... 89
Кузнецова Елена Ивановна..... 90

МАЗМҰНЫ № 2

Аймақтық геология

Тулегенова Г., Сеитов Н.С. Солтүстіккаспий мұнайгаз аймағы құрылымының қалыптасуындағы тектоникалық аудандастыру мен геодинамикалық жағдайлар..... 5
Степанец В.Г. Солтүстік-Шығыс Жоңғар Алатауы мафит-ультрамафиттің геодинамикалық орналасуы (Cu-Ni+PGE кендену көздерінен)..... 17

Минерагения, болжамдар, перспективалар

Ракишев Б.М. Қазақстан экономикасы дамуындағы минералды-шикізат ресурстарының даму болашағы мен ролі..... 29

Сейсмология

Курскеев А.К. Жер қабығының геофизикалық және гидрогеодинамикалық сипаттамасындағы вариация құрылуының геофлюиддинамикалық моделі..... 39

Ғарыштық геология

Зейлик Б.С., Баратов Р.Т. Ғарыштық бомбалау және Жердегі тіршілікті сақтауда планетаны қорғаудың мәселелері..... 52

Гидрогеология

Алиев М.Х. Жердің өз осінен айналу жылдамдығының өзгеруімен бірге Солтүстік Тянь-Шаньның жер қыртысындағы жерасты суларының динамикалық байланысы..... 71

Гидрология

Сала Р., Деом Ж.М., Нигматова С., Эндо К., Кубота Ж. Балқаш көлінің өзгерісін зерттеу: өткені, қазіргісі, болашағы..... 76
Турсунова А., Куншыгар Д.Ж. Қазақстан су қоймасының өздігінен тазалану қабілеттілігі..... 87
Жексембаев Е.Ш. Алакөл ойпатының минералды тұмасы..... 92
Калугин О.А., Құрманғалиева Ш.Г., Тлеуова Ж.Т. Жаңаөзен қ. су деңгейі көтерілген өндірістік аудандарында жер асты суларының сүзгілеу ағынының ерекшеліктері..... 96

Әдістеме

Борисенко Г.Т., Исмаилова Г.А. Ұңғыманы кәсіптік-геофизикалық зерттеудің интерпретациясының нәтижесі мен әдістемесі..... 102
Кан С.М., Муртазин Е.Ж, Исабеков Р.Б., Калугин О.А. Табиғи тұздықтардан литийді өндіру технологиясына талдау..... 112
Хон О.Г. Жерасты суларына қолдану үшін күкірт қышқылын өндіріп заводты сумен қамтамасыз ететін техникалық ұйым..... 119
Боранқұлова Д.М., Искакова Р.Т., Жасаралова А.Ж. Экологиялық-геоморфологиялық ұғымдарды қалыптастыру..... 123

Мерейтойлық күндер

Диаров Альберт Баянович (туылған күніне 80 жыл)..... 130
Сейтмуратова Эленора Юсуповна (туылған күніне 75 жыл)..... 132

МАЗМҰНЫ № 3

Сәтбаев оқулары
2016 ж.

Өмірсеріков М.Ш. Қаныш Имантайұлы Сәтбаев және оның серіктері..... 6
Ерғалиев Г.К. Николай Григорьевич Кассин – Қазақстан геологиясының патриархы және негізін салушы..... 10
Оздоев С.М. Георгий Царайұлы Медоевтің Қазақстан Геологиясын дамытуға қосқан үлесі..... 14
Оздоев С.М. Мұнай және газ геологиясы саласындағы Э.К. Азнабаевтың зерттеулері..... 17
Мадин М.И., Озерова Т.А. С. К. Калинин және оның үлесін рений және осмий Жезқазған және кейбір басқа да кен орындарында зерделеу..... 20
Глаголев В.А. Меиз Сатпаевтар әулетінен..... 27
Горяева В.С. Академик Қ. А. Абдрахмановтың түсінігіндегі петрометаллогения және ғаламдық металлогениялық стратодеңгейлер..... 35
Бекенова Г.К., Алыбаев Ж.А., Левин В.Л., Бошкаева Л.Т., Джуманкулова С.К. Солтүстік-Батыс Қаратаудың ванадийлі көміртекті-кремнийлі тақтатастарының микро- және наноөлшемді минералдары (Е. А. Анкиновичтың 105-жылдығына арналған)..... 40
Өмірзақова Ә.Н. Қ. И. Сәтпаевтің серіктесі В. М. Боровский – ҚазССР Ғылым академиясының академигі, Қазақстан топырағының геохимия және минералогия негізін қалаушысы..... 55
Сейтмуратова Э.Ю., Аршамов Я.К., Баратов Р.Т., Даутбеков Д.О. Қазақстанның бірқатар жанартаулық-плутондық белдеулерінің геологиялық және металлогениялық ерекшеліктері..... 60
Әзірбаев Н.А. Шөгінді жыныстардың қазіргі фациаялық анализі..... 87

Сыдыков А., Садыкова А.Б., Полешко Н.Н., Стихарная Г.Г., Жунусова А.Ж. Қазақстандағы сейсмикалық қауіптілігі жоғары аймақтары жер қыртысының сейсмотектоникалық деформациясын моделдеу (III бөлім. Тік бағытталған сейсмотектоникалық қозғалыстардың жылдамдығы).....100
Боранқұлова Д.М., Алшымбеков С.Қ., Искакова Р.Т., Аманбаева М.А. Ашық кеніш – антропогендік бедер пішіні..... 104

Мерейтойлар

Абдуллаев Абдулазиз Умаруллы (туғанына 80 жас).....112

Ғалымды еске алу

Марфенкова Мария Михайловна (1928–2016) 115

МАЗМҰНЫ № 4

Аймақтық геология

Жаймина В.Я., Мұстапаева С.Н. Оңтүстік Қазақстандағы Үлкен қаратаудағы визей ярусының көлемі және турней, визей ярустарының шекарасы.....5

Минерагения, болжамдар, перспективалар

Антоненко А.А., Жуков Н.М., Герцен Л.Е., Гойколова Т.В. Ақтоғай және Бозшакөл кенорнының кенеусіз кендерінің минералды және элементті құрамының ерекшеліктері..... 18
Сейітов Н., Нүсіпова С. Көкшетау докембрийлік орталық массив өңіріндегі Құмдыкөл алмас кенорнының геологиясы мен генезисі жайлы жалпылама деректер..... 28
Байбатша Ә.Б. Карсақбай ауданы интрузиялық және метасоматоздық жаралымдарының металлогениялық мәні.....36
Третьяков А.В., Перегудов В.В., Дегтярева Г.Б., Габитова У.Б., Солдатенко А.А. Баянкөл алқабындағы Баян көлөңірінің аллювиальді шөгінділеріндегі ірілігі әртүрлі алтын түйірлерінің таралымы (Оңтүстік Қазақстан)..... 51

Геофизика

Жылқыбаева Г.А., Нысанова А. С., Истекова С.А., Калмахан Н.Б. Каспий маңы ойпатының борттық Маңы аймағында тұзасты түзілімдердің келешегін бағалаудағы сейсмикалық зерттеулердің рөлі..... 59

Гидрогеология

Вялов В.Д., Қонаев М.С., Курмангалиева Ш.Г. Шонжы-Дубун термоаномалиясының қалыптасуының табиғи факторлары..... 68

Экология

Казангапова Н.Б., Күншығар Д.Ж., Романова С.М. Қопа көлінің гидрохимиялық сипаттамасы..... 79

Әдістеме

Сеітімбетов А.М., Гайтинов А.Ш., Слюсарев А.П., Бекенова Г.К. Жанғырту біріктірілген өлшеу жүйесін өңдеу үшін деректерді ядролық фотоэмульсияда..... 85
Рахимов Т.А., Калитов Д.К., Салыбекова В.С. Математикалық модельдеу әдісін (Қаскелен жер асты суларының кен орындары) пайдалана отырып, жер асты суларының қорларын пайдалану мүмкіндіктерін қайта бағалау..... 93

Ақпараттық хабарлама

Әбдугалиева Г.Ю., Иманғазин М.Қ., Утянова У.С. Қазақстан тау-кен өндірісі саласында өндірістік қауіпсіздік мәселері бойынша нормативтік құжаттарға шолу.....103

Мерейтойлар

АКЧУЛАКОВ Урал Акчулакұлы (*к 80-летию со дня рождения*)..... 110

Ғалымды еске алу

СӘТБАЕВА Ханиса Қанышқызы.....112

МАЗМҰНЫ № 5

Аймақтық геология

Зейлик Б.С., Баратов Р.Т. Табиғаты ғарыштық сақиналы құрылымдардың ең маңызды белгілері..... 5
Сейітов Н. Жердің жаралуы мен дамуындағы байырғы сутегінің мүмкін деген рөлі..... 27
Степанец В.Г. Тектұрмас призмалы офиолитінің геодинамикалық лауазымы (Орталық Қазақстан). 1-Бөлім..... 34
Скринник Л.И. Оңтүстік-Шығыс Қазақстан палеогеодинамикасына..... 50

Минерагения, болжамдар, перспективалар

Өмірсеріков М.Ш., Исаева Л.Ж., Асубаева С.Қ. Сирек металды кен түзілу туралы мәселеге (Қатпар кен орнының мысалына)..... 62
Аймурзаев К.Т., Даутбеков Д.О. Қазақстан кенорындарының маңызды алтын-сульфидті-кварцты штокверкті геологиялық өндірістік типінің зерттелу жағдайы және болашағы..... 71

Сейсмология

Абдуллаев А.У., Лагутин Е.И., Тукешова Г.Е., Жунисбеков Т.С., Весёлкина И.А., Суслова Т.П., Мухамадиев А.О., Менбаев С.М., Кобланов Ж.Б. Алматы мегаполисінің территориясындағы тектоникалық жарықшақтық зоналарын топырақтағы радонның көлемді белсенділігін геохимиялық зондылау арқылы анықтаудың алғашқы нәтиежелері..... 79
Абдрахматов К.Е., Ельдеева М.С. Лепсі жарықшағы (Шығыс Балхаш) және сейсмикалық қауіп-қатерді бағалау..... 92

Инженерлық геология

Митрофанова А.Н., Калита Р.Ш., Абитбаева А.Д., Беккулиева А.А. Арал және Түркістан қалаларының халықаралық логистикалық орталықтары территорияларының инженерлік-геологиялық жағдайына талдау жасау..... 99

География

Усманова З.С., Пиманкина Н.В. Текес өзені алабындағы температура мен жауын-шашындардың кеңістіктік-уақытша құбылмалылығы..... 110
Боранқұлова Д.М., Алдашева А.А., Сүлейменова Ж.Ж., Такирова А.К., Талибов Н.А. Рекреациялық-геоморфологиялық жүйенің қалыптасу ерекшеліктері..... 119

Әдістеме

Коробкин В.В., Саматов И.Б., Слюсарев А.П., Левин В.Л, Тулемисова Ж.С. Жеңіл бетон (керамзит) толтырғыштардың өндірісі үшін Қазақстан магмалық жыныстардың қайта өңдеу мәселелері..... 125
Байдуллаев С. Жер сілкінісінің электромагниттік хабаршысын табу әдісі..... 133
Ибраимов В.М., Сотников Е.В. Гидрогеологияда іздеу-барлау жұмыстарын жүзеге асыру барысында қолданылатын МАЖ мәліметтер базасының құрылымы..... 138
Сотников Е.В., Ибраимов В.М. Қолдану тәжірибесінің мәліметтері бойынша қабатты су жүйелерінің жерасты суларының пайдаланылатын қорларының қалыптасу жағдайларын нақтылау мәселесі. (Ақшабұлақ жерасты суларының кен орны мысал ретінде алынған)..... 144
Байбатша Ә.Б., Маманов Е.Ж., Бекботаева А.А. Тереңдегі және жасырын құрылымдардағы перспективалы бөлікшелерді космогеологиялық сұлба негізінде ажырату..... 150

Техникалық ғылымдар

Телтаев Б.Б. Асфальтбетон жамылғыда төменгі температуралық жарықтардың пайда болуына жаңа көзқарас.... 161

Мерейтойлар

ГОРЯЕВА Вера Степановна (*туылған күніне 80 жыл*)..... 179

Ғалымдарды еске алу

СӘТБАЕВА Мейіз Қанышқызы..... 181
ПАРАГУЛЫГОВ Халит Хадисұлы..... 184

МАЗМҰНЫ № 6

Аймақтық геология

Степанец В.Г. Тектұрмас призмалы офиолитінің геодинамикалық лауазымы (Орталық Қазақстан). 2-Бөлім.....5
Парагульгов Х.Х., Парагульгов Т.Х., Мусина Э.С. Шығыс Орал, Тянь-Шань және Орталықтың Қазақстанының батысының палеозоид корреляциясы.....21

Минерагения, болжамдар, перспективалар

Өмірсеріков М.Ш., Степаненко Н.И., Исаева Л.Ж., Асубаева С.К. Ақмая кен орнының модельдік құрылымы және оның болжамдық маңызы.....32
Омирсериков М.Ш., Кембаев М.К., Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Slaby Ewa, Асубаева С.К. Құндыбай кенорны (Солтүстік Қазақстан) мору қыртысының минералогиясы және құрылымдық моделі.....38

Мұнай және газ

Әжіғалиев Д.Қ. Үстірт-Бозаши өнірі мен манғыстау палеозой кешені мұнай-газдылығының болжамы.....50

Геофизика

Шабалина Л.В., Фазылов Е.М., Мусина Э.С., Приходько Д.Е. Сырдария алқабының геодинамикасы және тереңдіктегі құрылымы.....63

Сейсмология

Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б., Бахарева Л.Т., Мусаев Е.М. Электрмагнит өрісінің төмен жиілікті вариацияларын талдау.....73

Гидрология

Турсунова А.А., Сапарова А.А. Қазақстанның Оңтүстігі және Оңтүстік-Шығысы су ресурстарының уақытша тербелісі.....81

Экология

Хуснитдинова М.А. Қазақстан-қырғызстан шекара аралық секторы аумағында табиғатты тиімді пайдалану үшін табиғат қорғау іс-шаралары.....89

Техникалық ғылымдар

Бектенов Н.А., Ергожин Е.Е., Садыков К.А., Байдуллаева А.К. Мұнай қалдықтары негізіндегі перспективті бетонды материалдар алу әдістері.....95
Генбач А.А., Олжабаева К.С. Жоғары жылдамдықты киносъемка және голография әдісі арқылы электр станцияларының капиллярлық-кеуекті құрылымдардың ішкі қайнау сипаттамаларын зерттеу.....102
Нұрпейісова М.Б., Курманбаев О.С. Майқайың кен орнындағы геомеханикалық үрдістердің даму заңдылықтары.....109
Көпжасарұлы Қ. Ақбақай кенішіндегі геомеханикалық процестердің даму заңдылықтары.....116
Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Иманбек Б., Жумабек С., Жаханов А., Соммер Н.А., Кулакова Е.А., Сулейменов Б.А. Парниктік газдар шығарындыларын азайту биогазды жағу электр станцияларының төтенше жағдай диагноз.....123
Бахтаев Ш.А., Тойгожинова А.Ж., Сейтимбетов А.М., Жирнова О.В., Тилеубаева А.А. Жұмыс жасау аймағында ауаны озондауға арналған құрылғыны автоматтандыруды жүзеге асыру.....136
Сейтмұратов А.Ж., Махамбаева И.Ө., Медеубаев Н.К. Массивтің қазба маңындағы кернеулі-деформацияланған күйін талдау.....146
Генбач А.А., Джаманкулова Н.О. Жеке бу көпіршіктері астындағы капиллярлық-кеуектік құрылымның шектік күйі.....154
Телтаев Б.Б., Амирбаев Е.Д. Түрлі термостаттау ұзақтықтарында битум тұтқырғыштардың реологиялық сипаттарын бағалау.....162
Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б. Қабатты игеру кезінде ерітіндінің тығыздығын басқару үшін реагенттерге зерттеу жүргізу.....173

Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абильмагжанов А.З. Хемосорбциялық аппаратта күкірт сутегі және көмірқышқыл газдарының бір уақытта хемосорбциялану кезіндегі фазалар аралық алмасуды модельдеу.....178

Туребекова Г.З., Шапалов Ш., Сакибаева С.А., Жарылкасын П.М., Пусурманова Г.Ж., Сагитова Г.Ф., Есентаева К.Н., Махамбетов М.Ж. Техникалық резинада өнеркәсібінде мұнай қалдықтарын (шлам мен күкірт) қолдану..... 185

Альжанова А.Ж., Битекова А.А., Сулеймбек Г.А., Дубинина Е.С., Туребекова Г.З., Омашева Г.Ш., Наукенова А.С., Шапалов Ш.К. Ақ портландцемент өндірісінің энергияүнемдеуші технологиясына арналған жаңа шикізаттар.....190

Мерейтойлар

МҰХАМЕТЖАНОВ Мұрат Абикенұлы (*туылған күніне 80 жыл*).....195

СОДЕРЖАНИЯ ЖУРНАЛА ЗА 2016 ГОД

СОДЕРЖАНИЕ № 1

Региональная геология

Сеитов Н., Ерубаев К., Корнева Д. Приемы определения формационной принадлежности разновидностей магматических пород «древних» складчатых структур путем сравнения их с современными аналогами. (Статья 1. Практикуемые приемы, ограниченность их возможностей для полного достижения поставленных целей.)...5

Минерагения, перспективы, прогнозы

Омирсериков М.Ш., Жуков Н.М., Беспаев Х.А. Металлогения Казахстана с позиции новой глобальной тектоники.....14
Байбатша А.Б., Бекботаева А.А. О литофациальных особенностях стратиформных месторождений меди типа Жезказгана.....36

Минералогия

Кузнецова Е.И., Котельников П.Е., Павлова З.Н. Редкий минерал хондродит из скарнового месторождения Центрального Казахстана.....42

Сейсмология

Абетов А.Е., Жылкыбаева Г.А., Жылкыбаев Т.К. Сейсмические модели, геология и геодинамика консолидированной коры.....46

Методика и технология

Шестаков Ф.В. Конденсация водяных паров атмосферы в почвогрунтах – теоретические основы освоения воды из воздуха (часть II).....56
Борисенко Г.Т., Ниязова А.Т. Технология определения характера насыщения коллекторов по комплексу ГИС в терригенных отложениях месторождения Арыстановское.....64
Жылкыбаева Г.А. Борисенко Г.Т. Анализ диаграмм геофизических исследований скважин и результаты исследования керна железорудного участка.....73

Дискуссии

Майлибаев М.М. Спираль развития земли.....80

Юбилейные даты

Сыдыков Алуадин (К 70-летию со дня рождения).....85

Памяти ученого

Жаутиков Тимкен Мукашевич.....87
Эсминцев Александр Николаевич.....89
Кузнецова Елена Ивановна.....90

СОДЕРЖАНИЕ № 2

Региональная геология

Тулегенова Г., Сеитов Н.С. Тектоническое районирование и геодинамические условия формирования структур Северокаспийского нефтегазоносного региона.....5
Степанец В.Г. Геодинамическая позиция мафит-ультрамафитов Северо-Востока Жонгарского Алатау (источники Cu-Ni + PGE оруденения).....17

Минерагения, прогнозы, перспективы

Ракишев Б.М. Роль и перспективы минерально-сырьевых ресурсов в развитии экономики Казахстана.....29

Сейсмология

Курскеев А.К. Геофлюидодинамическая модель формирования вариаций в геофизических и гидрогеодинамических характеристиках земной коры.....39

Космическая геология

Зейлик Б.С., Баратов Р.Т. Космические бомбардировки и проблема защиты планеты для сохранения жизни на Земле.....52

Гидрогеология

Алиев М.Х. Связь динамики подземных вод в земной коре Северного Тянь-Шаня с изменением скорости вращения земли вокруг оси.....71

Гидрология

Сала Р., Деом Ж.М., Нигматова С., Эндо К., Кубота Ж. Изучение изменений озера Балхаш: прошлое, настоящее, будущее.....76
Турсунова Айс., Куншыгар Д.Ж Самоочищающая способность водоемов Казахстана.....87
Жексембаев Е.Ш. Минеральный источник Алакольской впадины.....92
Калугин О.А. , Курмангалиева Ш.Г., Тлеуова Ж.Т. Особенности потоков фильтрации грунтовых вод подтопленных промышленных территорий г. Жанаозен.....96

Методика

Борисенко Г.Т., Исмаилова Г.А. Методика и результаты интерпретации промыслово-геофизических исследований скважин.....102
Кан С.М., Муртазин Е.Ж, Исабеков Р.Б., Калугин О.А. Анализ технологий извлечения лития из природных рассолов.....112
Хон О.Г. Техническая организация водоснабжения завода по производству серной кислоты для использования подземных вод.....119
Боранкулова Д.М., Искакова Р.Т., Жасаралова А.Ж. Формирование эколого-геоморфологических понятий.....123

Юбилейные даты

Диаров Альберт Баянович (80 лет со дня рождения).....130
Сейтмуратова Элеонора Юсуповна (75 лет со дня рождения).....132

СОДЕРЖАНИЕ № 3

Сатпаевские чтения
2016

Омирсериков М.Ш. Каныш Имантаевич Сатпаев и его соратники.....6
Ергалиев Г.К. Николай Григорьевич Кассин – патриарх и основоположник геологии Казахстана.....10
Оздоев С.М. Вклад Георгия Цараевича Медоева в становлении геологии Казахстана.....14
Оздоев С.М. Исследования Э. К. Азнабаева в области геологии нефти и газа.....17
Мадин М.И., Озерова Т.А. С. К. Калинин и его вклад в изучение рения и осмия в Жезказганском и некоторых других месторождениях.....20
Глаголев В.А. Меиз из династии Сатпаевых.....27
Горяева В.С. Петрометаллогения и глобальные металлогенические стратоуровни в понимании академика К. А. Абдрахманова.....35
Бекенова Г.К., Алыбаев Ж.А., Левин В.Л., Бошкаева Л.Т., Джуманкулова С.К. Микро- и наноразмерные минералы ванадиеносных углеродисто-кремнистых сланцев Северо-Западного Каратау (к 105-летию Е. А. Анкинович).....40
Омирзакова А.Н. Соратник К. И. Сатпаева академик АН КазССР В. М. Боровский – основоположник почвенной геохимии и минералогии в Казахстане.....55
Сейтмуратова Э.Ю., Аршамов Я.К., Баратов Р.Т., Даутбеков Д.О. Геологические и металлогенические особенности вулкано-плутонических поясов Казахстана.....60
Азербаев Н.А. Современный фациальный анализ осадочных пород.....87

Сыдыков А., Садыкова А.Б., Полешко Н.Н., Стихарная Г.Г., Жунусова А.Ж. Модели сейсмотектонических деформаций земной коры высокосейсмичных регионов Казахстана (Часть III. Скорости вертикальных сейсмотектонических движений).....110
Боранкулова Д.М., Алшымбеков С.К., Искакова Р.Т., Аманбаева М.А. Карьеры – антропогенные формы рельефа..104

Юбилейные даты

Абдуллаев Абдулазиз Умарович (к 80-летию со дня рождения).....112

Памяти ученого

Марфенкова Мария Михайловна (1928–2016) 115

СОДЕРЖАНИЕ № 4

Региональная геология

Жаймина В.Я., Мустапаева С.Н. Граница турнейского и визейского ярусов и объем визейского яруса в Большом Каратау (Южный Казахстан).....1

Минерагения, прогнозы, песпективы

Антоненко А.А., Жуков Н.М., Герцен Л.Е., Гойколова Т.В. Особенности минерального и элементного состава бедных руд месторождений Актогай и Бозшаколь.....18
Сеитов Н., Нусипова С. Общие сведения о геологии и генезисе Кумдыкольского месторождения алмаза в пределах Кокшетауского докембрийского срединного массива.....28
Байбатша А.Б. Металлогеническое значение интрузивных и метасоматических образований Карсакпайского района.....36
Третьяков А.В., Перегудов В.В., Дегтярева Г.Б., Габитова У.Б., Солдатенко А.А. Распределение золота разной крупности в аллювиальных отложениях Баянкольского участка долины р. Баянкол (Южный Казахстан).....51

Геофизика

Жылкыбаева Г.А., Нысанова А. С. Истекова С.А., Калмахан Н.Б. Роль сейсмических исследований при оценке перспектив подсолевых отложенииий в прибортовых зонах Прикаспийской впадины.....59

Гидрогеология

Вялов В.Д., Кунаев М.С., Курмангалиева Ш.Г. Природные факторы формирования Чунджа-Дубунской термоаномалии.....68

Экология

Казангапова Н.Б., Куншыгар Д.Ж., Романова С.М. Гидрохимическая характеристика озера Копа.....79

Методика

Сейтимбетов А.М., Гайтинов А.Ш., Слюсарев А.П., Бекенова Г.К. Модернизация интегрированной измерительной системы для обработки данных с толстослойных фотоэмульсий.....85
Рахимов Т.А., Калитов Д.К., Салыбекова В.С. Особенности переоценки эксплуатационных запасов подземных вод с применением методов математического моделирования (на примере Каскеленского месторождения подземных вод).....93

Информационное сообщение

Абдугалиева Г.Ю., Имангазин М.К., Утянова У.С. Обзор нормативных источников по вопросам промышленной безопасности в горнодобывающей отрасли Казахстана.....103

Юбилейные даты

АКЧУЛАКОВ Урал Акчулакович (*к 80-летию со дня рождения*).....110

Память ученого

САТПАЕВА Ханиса Канышевна.....112

СОДЕРЖАНИЕ № 5

Региональная геология

Зейлик Б.С., Баратов Р.Т. Важнейшие признаки кольцевых структур космогенной природы.....5
Сеитов Н. Возможная роль водорода в образовании и развитии Земли.....27
Степанец В.Г. Геодинамическая позиция офиолитов Тектурмасской аккреционной призмы (Центральный Казахстан). Часть 1.....34
Скринник Л.И. К палеогеодинамике Юго-Восточного Казахстана.....50

Минерагения, прогнозы, песпективы

Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Ж., Асубаева С.К. К вопросу редкометаллного рудообразования (на примере месторождения Катпар).....62
Аймурзаев К.Т., Даутбеков Д.О. К состоянию изученности и перспективах месторождений приоритетного золото-сульфидно-кварцевого штокверкового геолого-промышленного типа Казахстана.....71

Сейсмология

Абдуллаев А.У., Лагутин Е.И., Тукешова Г.Е., Жунисбеков Т.С., Весёлкина И.А., Суслова Т.П., Мухамадиев А.О., Менбаев С.М., Кобланов Ж.Б. Первые результаты геохимического зондирования тектонических разломов на основе профильных измерений объемной активности почвенного радона на территории Алматинского мегаполиса.....79
Абдрахматов К.Е., Ельдеева М.С. Лепсинский разлом (Восточное Прибалхашье) и оценка сейсмической опасности.....92

Инженерная геология

Митрофанова А.Н., Калита Р.Ш., Абитбаева А.Д., Беккулиева А.А. Анализ инженерно-геологических условий территории международных логистических центров гг. Аральск и Туркистан.....99

География

Усманова З.С., Пиманкина Н.В. Пространственно-временная изменчивость температуры и осадков в бассейне р. Текес.....110
Боранкулова Д.М., Алдашева А.А., Сулейменова Ж.Ж., Такирова А.К., Талибов Н.А. Особенности формирования рекреационно-геоморфологических систем.....119

Методика

Коробкин В.В., Саматов И.Б., Слюсарев А.П., Левин В.Л, Тулемисова Ж.С. Вопросы переработки магматических пород Казахстана для производства легких заполнителей бетонов (керамзитов).....125
Байдуллаев С. Метод определения электромагнитного предвестника землетрясении.....133
Ибраимов В.М., Сотников Е.В. Структура базы данных в ГИС применяемая к постановке поисково-разведочных работ в гидрогеологии.....138
Сотников Е.В., Ибраимов В.М. К вопросу уточнения условий формирования эксплуатационных запасов подземных вод слоистых водоносных систем по данным опыта эксплуатации. (На примере месторождения подземных вод Акшабулак).....144
Байбатша А.Б., Маманов Е.Ж., Бекботаева А.А. Выделение перспективных участков в глубокозалегающих и скрытых структурах на основе космогеологической схемы.....150

Технические науки

Телтаев Б.Б. Новый взгляд на низкотемпературное трещинообразование в асфальтобетонном покрытии.....161

Юбилейные даты

ГОРЯЕВА Вера Степановна (*К 80-летию со дня рождения*).....179

Памяти ученого

САТПАЕВА Меиз Канышевна (*85-лет со дня рождения*).....181
ПАРАГУЛЬГОВ Халит Хадисович.....184

СОДЕРЖАНИЕ № 6

Региональная геология

Степанец В.Г. Геодинамическая позиция офиолитов Тектурмасской аккреционной призмы (Центральный Казахстан). Часть 2 5
Парагульгов Х.Х., Парагульгов Т.Х., Мусина Э.С. Корреляция палеозоид востока Урала, Тянь-Шаня и запада Центрального Казахстана 21

Минерагения, прогнозы, перспективы

Омирсериков М.Ш., Степаненко Н.И., Исаева Л.Ж., Асубаева С.К. Модельное построение месторождения Акмая и его прогнозное значение 32
Омирсериков М.Ш., Кембаев М.К., Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Slaby Ewa, Асубаева С.К. Минерология и структурная модель коры выветривания месторождения Кундыбай (Северный Казахстан) 38

Нефть и газ

Ажгалиев Д.К. Прогноз нефтегазоносности палеозойского комплекса Устюрт-Бозашинского региона и Мангышлака 50

Геофизика

Шабалина Л.В., Фазылов Е.М., Мусина Э.С., Приходько Д.Е. Глубинное строение и геодинамика Сырдарьинского осадочного бассейна 63

Сейсмология

Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б., Бахарева Л.Т., Мусаев Е.М. Анализ низкочастотных вариаций электромагнитного поля 73

Гидрология

Турсунова А.А., Сапарова А.А. Временные колебания водных ресурсов Юго и Юго-Востока Казахстана 81

Экология

Хуснитдинова М.А. Природоохранные мероприятия для рационального природопользования на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора 89

Технические науки

Бектенов Н.А., Ергожин Е.Е., Садыков К.А., Байдуллаева А.К. Способ получения перспективных бетонных материалов на основе нефтяных отходов 95
Генбач А.А., Олжабаева К.С. Исследования внутренних характеристик кипения в капиллярно-пористых структурах энергоустановок методом скоростной киносъемки и голографии 102
Нурпеисова М.Б., Курманбаев О.С. Закономерности развития геомеханических процессов в массивах горных пород рудника Майкайн 109
Копжасарулы К. Закономерности развития геомеханических процессов на рудникае Акбакай 116
Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Иманбек Б., Жумабек С., Жаханов А., Соммер Н.А., Кулакова Е.А., Сулейменов Б.А. Диагностика процесса совместного сжигания биогаза и газа на электростанциях для снижения выброса парниковых газов 123
Бахтаев Ш.А., Тойгожинова А.Ж., Сейтимбетов А.М., Жирнова О.В., Тилеубаева А.А. Разработка автоматизированной установки для озонирования воздуха в рабочем объеме 136
Сейтмуратов А.Ж., Махамбаева И.У., Медеубаев Н.К. Анализ напряженно-деформированного состояния породного массива вблизи выработок 146
Генбач А.А., Джаманкулова Н.О. Предельное состояние капиллярно-пористой структуры под индивидуальным паровым пузырем 154
Телтаев Б.Б., Амирбаев Е.Д. Оценка реологических характеристик битумных вяжущих при разных длительностях термостатирования 162
Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б. Анализ исследования реагентов для управления плотностью раствора при проведении освоении пласта 173

Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абильмагжанов А.З. Моделирование межфазного переноса при одновременной хемосорбции сероводорода и двуокиси углерода в хемосорбционном аппарате.....178

Туребекова Г.З., Шапалов Ш., Сакибаева С.А., Жарылкасын П.М., Пусурманова Г.Ж., Сагитова Г.Ф., Есентаева К.Н., Махамбетов М.Ж. Применение отходов нефтяной промышленности (шламов и серы) в производстве резин.....185

Альжанова А.Ж., Битекова А.А., Сулеймбек Г.А., Дубинина Е.С., Туребекова Г.З., Омашева Г.Ш., Наукенова А.С., Шапалов Ш.К. Новое сырье для энергосберегающей технологии производства белого портландцемента.....190

Юбилейные даты

Мухаметжанов Мурат Абикенович (*к 80-летию со дня рождения*).....195

CONTENTS OF THE JOURNAL FOR 2016

CONTENTS # 1

Regional geology

Seitov N., Yerubayev K., Korneva D. Methods of determining the formational appurtenances of varieties of magmatic rocks of ancient folded structures by comparing them with modern counterparts (Article 1. Practiced techniques, their limited capacity to fully achieve their objectives)..... 5

Minerageny, perspectives, forecasts

Omirserikov M.Sh., Zhukov N.M., Bespayev Kh.A. Metallogeny of Kazakhstan with the point of view of the new global tectonics..... 14
Baibatsha A.B., Bekbotayeva A.A. About the lithofacial features of copper stratiform deposits of Zhezkazgan..... 36

Mineralogy

Kuznetsova E.I., Kotelnikov Ye.P., Pavlova Z.N. Chondrodite rare mineral from skarn deposits of Central Kazakhstan.... 42

Seismology

Abetov A., Zhylkybayeva G., Zhylkybayev T. Seismic models, rheology and geodynamics of consolidated crust..... 46

Methods and technology

Shestakov F.V. Condensation of atmospheric water vapour in soils – theoretical framework of water reclaiming from air (Part II)..... 56
Borisenko G., Niyazova A. Technology of determine the collector saturation type by GIS complex in terrigenous sediments of Arystan deposit..... 64
Zhylkybayeva G., Borisenko G. Analysis of geophysical well logging diagrams and results of iron-containing core research..... 73

Discussion

Maylibayev M.M. Spiral of the Earth development..... 80

Anniversary

Sydykov Aluadin (*the 70-th anniversary*)..... 85

In Memory of Scientists

Zhautikov Timken Mukashevich..... 87
Esmintsev Aleksandr Nokolayevich..... 89
Kuznetsova Elena Ivanovna..... 90

CONTENTS # 2

Regional geology

Tulegenova G., Seitov N. Tectonic zoning and geodynamic conditions of formation of structures in the North-Caspian oil and gasregion..... 5
Stepanets V.G. Geodynamic position of mafic-ultramafic intrusions in Northeast Jonggar Alatau (source Cu-Ni + PGE mineralization)..... 17

Mitallogeny, forecasts, perspectives

Rakishev B.M. Role and prospects of mineral-raw materials resource in development of economy of Kazakhstan..... 29

Seismology

Kurskeev A.K. Geo fluid dynamic model of the variations in the geophysical and hydrogeodynamic characteristics of the earth's crust.....39

Space geology

Zeilik B.S., Baratov R.T. Cosmic bombardment and the problem of protecting the planet to sustain life on Earth.....52

Hydrogeology

Aliyev M.H. The links of dynamics in underground waters in the earth crust of northern Tien-Shan with speed changes of the earth rotation around axis.....71

Hydrology

Sala R., Deom J-M., Nigmatova S., Endo K., Kubota J. Soviet, recent and planned studies of the behavior of the Balkhash lake..... 76
Tursunova Ais., Kunshygar D.Z. Self-purification ability of ponds of Kazakhstan..... 87
Zhexembayev E.Sh. Mineral spring Alakol depression..... 92
Kalugin O.A., Kurmangaliyeva Sh.G., Tleuova Zh.T. Features filtration flows of groundwater underflooding industrial areas c. Zhanaozen..... 96

Methods

Borisenko G.T., Ismailova G.A. Methods and results of interpretation of the field-geophysical study of wells..... 102
Kan S.M., Murtazin E.Zh., Isabekov R.B., Kalugin O.A. Analysis of technology extraction lithium from natural brine... 112
Khon O.G. The technical organization of the water supply plant for the production of sulfuric acid for use of groundwater..... 119
Borankulova D.M., Iskakova R.T., Zhassaralova A.Zh. Formation of ecological and geomorphological concepts..... 123

Anniversary

Diarov Al'bert Bajanovich (*the 80-th anniversary*)..... 130
Sejtmuratova Jeleonora Jusupovna (*the 75-th anniversary*)..... 132

CONTENTS # 3

Satpayev readings
2016

Omirserikov M.Sh. Kanysh Imantaevich Satpayev and his companions..... 8
Ergaliev G.K. Nicholay G. Cassin – patriarch and founder of Kazakhstan's geology.....10
Ozdoev S.M. Contribution George Caraevicha Medoeva in formation geology Kazakhstan.....14
Ozdoev S.M. Research E. K. Aznabaeva in the field of Oil and Gas Geology.....17
Madin M.I., Ozerova T.A. S. K. Kalinin and his contribution to the study of rhenium and osmium in the Zhezkazgan and some other deposits.....20
Glagolev V.A. Meiz from the Satpaev dynasty.....27
Goryaeva V.S. Petrometallogeniya and global metallogenic stratigraphic levels in the understanding of academician K. A. Abdrakhmanov.....35
Bekenova G.K., Alybayev J.A., Levin V.L., Boshkayeva L.T., Jumankulova C.K. Micro- and nanosized minerals from vanadium-bearing carbonaceous-siliceous shales of North-West Karatau (to the 105 year of Ye. A. Ankinovich).....40
Omirzakova A.N. Associate K. I. Satpaev academician of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR Borovsky V.M. – founder of soil geochemistry and mineralogy in Kazakhstan.....55
Sejtmuratova E.Ju., Arshamov Ja.K., Baratov R.T., Dautbekov D.O. Geological and metallogenic features of volcano-plutonic belt Kazakhstan.....60
Azerbayev N.A. Modern facies analysis of sedimentary rocks.....87
Sydykov A., Sadykova A.B., Poleshko N.N., Stikharnyi G.G., Zhunusova A.J. Models of seismotectonic deformations of the earth's crust in the most earthquake prone regions of Kazakhstan (Part III. Speeds seismotectonic vertical movements)..100
Borankulova D.M., Alshymbekov S.K., Iskakova R.T., Amanbaeva M.A. Quarry – anthropogenic form of relief.....104

Anniversary

Abdullaev Abdulaziz Umarovich (*the 80-th anniversary*)..... 112

In Memory of Scientists

Marfenkova Marija Mihajlovna (1928–2016) 115

CONTENTS # 4

Regional geology

Zhaimina V.Ja., Mustapayeva S.N. Boundary between Tournesian and Visean stages and Visean volume in the Big Karatau (Southern Kazakhstan)..... 5

Mitallogeny, forecasts, perspectives

Antonenko A.A., Zhukov N.M., Gerzen L.Ye., Goikolova T.V. Features of mineral and element composition of poor ores of deposits Aktogay and Bozshakol..... 18
Seitov N., Nusipova S. General information about the geology and genesis of the Kumdykol field of diamond within Kokshetau Precambrian median massif..... 28
Baibatsha A.B. Metallogenic value intrusive and metasomatic formations Karsakpay area..... 36
Tretyakov A.V., Peregudov V.V., Degtyareva G.B., Gabitova U.B., Soldatenko A.A. Distribution of gold of different sizes in alluvial deposits of Bayankol valley area (South Kazakhstan)..... 51

Geophysics

Zhylkybayeva G.A., Nyssanova A.S., Istekova S.A., Kalmakhan N.B. Role of seismic research in evaluation of the cutoff parts of Caspian depression subsolt sediments potential..... 59

Hydrogeology

Vyalov V.D., Kunaev M.S., Kurmangaliyeva Sh.G. Natural factors formation Chundzha-Dubun thermoanomalies..... 68

Ecology

Kazangapova N.B., Kunshygar D.Zh., Romanova S.M. The hydrochemical characteristic of lake Kopa..... 79

Methods

Seitimbetov A.M., Gaitinov A.Sh., Slyusarev A.P., Bekenova G.K. Modernization of an integrated measuring system for data processing of thick emulsions..... 85
Rakhimov T.A., Kalitov D.K., Salybekova V.S. Basics of groundwater resources assessment using mathematical modelling (on an example of Kaskelen groundwater field)..... 93

Information message

Abdugaliyeva G.Yu., Imangazin M.K., Utyanova U.S. Survey of reference resources on hse issues in mining industry of the Kazakhstan..... 103

Anniversary

AKCHULAKOV Ural Akchulakovich (*the 80-th anniversary*)..... 110

In Memory of Scientists

SATPAEVA Hanisa Kanyshevna..... 112

CONTENTS # 5

Regional geology

Zeylik B.S., Baratov R.T. An important feature of ring structures cosmogenic genesis..... 5
Seitov N. Possible role of hydrogen in the Earth development and formation..... 27
Stepanec V.G. Geodynamic position of the Tekturmas accretionary prism ophiolites (Central Kazakhstan). Part 1..... 34
Skrinnik L.I. To palaeogeodinamics of South-East Kazakhstan..... 50

Mitallogeny, forecasts, perspectives

Omirserikov M.Sh., Isayeva L.Zh., Asubaeva S.K. On the issue of rare metal mineralization (as a sample Katpar deposit)..... 62
Aimurzayev K.T., Dautbekov D.O. The state of research and perspectives of the priority fields of gold-sulphide-quartz stockwork geological and industrial type in Kazakhstan..... 71

Seismology

Abdullaev A.U., Lagutin E.I., Tukeshova G.E., Zhunisbekov T.S., Veselkina I.A., Suslova T.P., Mukhamadiev A.O., Menbayev S.M., Koblanov Z.B. The first results of the geochemical sensing tectonic faults on the basis of profile measurements of soil radon volume activity in the territory of Almaty metropolis..... 79
Abdrakhmatov K.E., Yeldeyeva M.S. Lepsy fault (Eastern Pribalkhashie) and seismic hazard assessment..... 92

Engineering geology

Mitrofanova A.N., Kalita R.Sh., Abitbayeva A.D., Bekkuliyeva A.A. Analysis of engineering and geological conditions of international logistic center territories of Aral and Turkistan cities..... 99

Geography

Usmanova Z.S., Pimankina N.V. Spatial and temporal variability of temperature and precipitation in the Tekes river basin..... 110
Borankulova D.M., Aldasheva A.A., Suleimenova Zh.Zh., Такirova A.K., Talibov N.A. Features of formation of recreational and geomorphological systems..... 119

Methods

Korobkin V.V., Samatov I.B., Slussarev A.P., Levin V.L., Tulemissova Zh.S. Processing magmatic breeds of Kazakhstan for lightweight aggregate concrete (expended clay)..... 125
Baydullaev S. Method of determination of electromagnetic earthquake precursor..... 133
Ibraimov V.M., Sotnikov У.V. The database structure in GIS (geographical information system) applied to the formulation of exploration works in hydrogeology..... 138
Sotnikov У.V., Ibraimov V.M. Update on the issue of formation conditions of operational groundwater reserves of layered groundwater systems based on the experience of exploitation. (On the example of Akshabulak groundwater well field)..... 144
Baibatsha A.B., Mamanov E.Zh., Bekbotaeva A.A. Allocation of prospective areas into deep and hidden structures based on space geological schemes..... 150

Engineering sciences

Teltayev B.B. Fresh approach to low temperature cracking in asphalt concrete pavement..... 161

Anniversary

GORJAEVA Vera Stepanovna (*the 80-th anniversary*)..... 179

In Memory of Scientists

SATPAEVA Meiz Kanyshevna..... 181
PARAGUL'GOV Halit Hadisovich..... 184

CONTENTS # 6

Regional geology

Stepanec V.G. Geodynamic position of the Tekturmas accretionary prism ophiolites (Central Kazakhstan). Part 2.....5
Paragulgov H.H., Paragulgov T.H., Musina E.S. The correlation of paleozoids of the East Ural, Tian Shan and West of Central Kazakhstan.....21

Mitallogeny, forecasts, perspectives

Omirserikov M.Sh., Stepanenko N.I., Issaeva L.Zh., Asubayeva S.K. Model construction of the Akmaya field and its predictive values.....32
Omirserikov M.Sh., Kembayev M.K., Issayeva L.D., Dyussembayeva K.Sh., Slaby Ewa, Assubayeva S.K. Mineralogy and structural model of the weathering crust of Kundybay deposit (North Kazakhstan).....38

Oil and gas

Azhgaliev D.K. Forecast for gas and oil content of paleozoic complex of the Ustyurt-Bozashi region and Mangyshlak.....50

Geophysics

Shabalina L.A., Fazylov E.M., Musina E.S., Prikhodko D.E. Deep structure and geodynamics of Syr Darya basin.....63

Seismology

Beloslyudtsev O.M., Uzbekov N.B., Bahareva L.T., Musaev E.M. Analysis of low-frequency variations of the electromagnetic field.....73

Hydrology

Tursunova A.A., Saparova A.A. Temporal fluctuations of water resources of South and South-East Kazakhstan.....81

Ecology

Khusnitdinova M. Environmental protection measures for rational nature management in the border area of the kazakh-kyrgyz sector.....89

Engineering sciences

Bektenov N.A., Ergozhin E.E., Sadykov K.A., Baydullayeva A.K. High potential construction materials based on petroleum wastes.....95
Genbach A.A., Olzhabaeva K.S. Studies of internal boiling characteristics of the capillary-porous structures of power plants by high-speed cinematography and holography.....102
Nurpeisova M.B., Kurmanbaev O.S. Laws of devolopment of geomechanical processes in the rock mass Maykain mine.....109
Kopzhassaruly K. Laws of development of geomechanical processes at the mine Akbakai.....116
Zhirnova O.V., Toigozhinova A.Zh., Imanbek B, Zhumabek S., Zhakhanov A., Sommer N.A., Kulakova E.A. Suleimenov B.A. Diagnosis of combustion process biogas and gas power plants to reduce greenhouse gas emissions.....123
Bahtaev Sh., Toigozhinova A.Zh., Seytimbetov A.M., Zhirnova O.V., Tileubaeva A.A. Development of automated installation for air ozonization in the working volume..... 136
Seitmuratov A.Zh., Makhambayeva I.U., Medeubaev N.K. Analysis of tensely of the deformed state of pedigree array near-by making.....146
Genbach A.A., Jamankulova N.O. The limiting condition of capillary-porous structure under the single steam bubble.....154
Teltayev B.B., Amirbayev Y.D. Evaluation of rheological characteristics for bitumen binders at different longivities of thermal condition.....162
Sarsenbayev Kh.A., Khamzina B.S., Koldassova G.A., Issayeva G.B. The analysis of the research of reagents for simplification of solution density when carrying out layer development.....173
Kaldybaeva B.M., Khusanov A.E., Dmitriev E.A., Sabyrkhanov D.S., Abilmagzhanov A.Zh. Modelling with simultaneous phase transfer chemisorption of hydrogen sulfide and carbon dioxide in the chemisorption apparatus.....178
Turebekova G.Z., Shapalov Sh., Sakibayeva S.A., Zharylkasyn P.M., Pusurmanova G.Zh., Sagitova G.F., Esentayeva K.N., Makhambetov M.Zh. Application of oil industry wastes (sludges and sulfur) in rubber production..... 185
Alzhanova A.Zh., Bitekova A.A., Suleimbek G.A., Dubinina E.S., Turebekova G.Z., Omashova G.Sh., Naukenova A.S., Shapalov Sh.K. New raw materials for energy-efficient production technology of white Portland cement.....190

Anniversary

MUHAMETZHANOV Murat Abikenovich (*the 80-th anniversary*).....195

МАЗМҰНЫ

Аймақтық геология

Степанец В.Г. Тектұрмас призмалы офиолитінің геодинамикалық лауазымы (Орталық Қазақстан). 2-Бөлім.....5
Парагульгов Х.Х., Парагульгов Т.Х., Мусина Э.С. Шығыс Орал, Тянь-Шань және Орталықтың Қазақстанының батысының палеозоид корреляциясы.....21

Минерагения, болжамдар, перспективалар

Өмірсеріков М.Ш., Степаненко Н.И., Исаева Л.Ж., Асубаева С.К. Ақмая кен орнының модельдік құрылымы және оның болжамдық маңызы.....32
Омирсериков М.Ш., Кембаев М.К., Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Slaby Ewa, Асубаева С.К. Құндыбай кенорны (Солтүстік Қазақстан) мору қыртысының минералогиясы және құрылымдық моделі.....38

Мұнай және газ

Әжігалиев Д.Қ. Үстірт-Бозаши өнірі мен манғыстау палеозой кешені мұнай-газдылығының болжамы.....50

Геофизика

Шабалина Л.В., Фазылов Е.М., Мусина Э.С., Приходько Д.Е. Сырдария алқабының геодинамикасы және тереңдіктегі құрылымы.....63

Сейсмология

Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б., Бахарева Л.Т., Мусаев Е.М. Электрмагнит өрісінің төмен жиілікті вариацияларын талдау.....73

Гидрология

Турсунова А.А., Сапарова А.А. Қазақстанның Оңтүстігі және Оңтүстік-Шығысы су ресурстарының уақытша тербелісі.....81

Экология

Хуснитдинова М.А. Қазақстан-қырғызстан шекара аралық секторы аумағында табиғатты тиімді пайдалану үшін табиғат қорғау іс-шаралары.....89

Техникалық ғылымдар

Бектенов Н.А., Ергожин Е.Е., Садыков К.А., Байдуллаева А.К. Мұнай қалдықтары негізіндегі перспективті бетонды материалдар алу әдістері.....95
Генбач А.А., Олжабаева К.С. Жоғары жылдамдықты киносъемка және голография әдісі арқылы электр станцияларының капиллярлық-кеуекті құрылымдардың ішкі қайнау сипаттамаларын зерттеу.....102
Нұрпейісова М.Б., Курманбаев О.С. Майқайың кен орнындағы геомеханикалық үрдістердің даму заңдылықтары.....109
Көпжасарұлы Қ. Ақбақай кенішіндегі геомеханикалық процестердің даму заңдылықтары.....116
Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Иманбек Б., Жумабек С., Жаханов А., Соммер Н.А., Кулакова Е.А., Сулейменов Б.А. Парниктік газдар шығарындыларын азайту биогазды жағу электр станцияларының төтенше жағдай диагноз.....123
Бахтаев Ш.А., Тойгожинова А.Ж., Сейтимбетов А.М., Жирнова О.В., Тилеубаева А.А. Жұмыс жасау аймағында ауаны озондауға арналған құрылғыны автоматтандыруды жүзеге асыру.....136
Сейтмұратов А.Ж., Махамбаева И.Ө., Медеубаев Н.К. Массивтің қазба маңындағы кернеулі-деформацияланған күйін талдау.....146
Генбач А.А., Джаманкулова Н.О. Жеке бу көпіршіктері астындағы капиллярлық-кеуектік құрылымның шектік күйі.....154
Телтаев Б.Б., Амирбаев Е.Д. Түрлі термостаттау ұзақтықтарында битум тұтқырғыштардың реологиялық сипаттарын бағалау.....162
Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б. Қабатты игеру кезінде ерітіндінің тығыздығын басқару үшін реагенттерге зерттеу жүргізу.....173

Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абильмагжанов А.З. Хемосорбциялық аппаратта күкірт сутегі және көмірқышқыл газдарының бір уақытта хемосорбциялану кезіндегі фазалар аралық алмасуды модельдеу.....178

Туребекова Г.З., Шапалов Ш., Сакибаева С.А., Жарылкасын П.М., Пусурманова Г.Ж., Сагитова Г.Ф., Есентаева К.Н., Махамбетов М.Ж. Техникалық резинада өнеркәсібінде мұнай қалдықтарын (шлам мен күкірт) қолдану..... 185

Альжанова А.Ж., Битекова А.А., Сулеймбек Г.А., Дубинина Е.С., Туребекова Г.З., Омашева Г.Ш., Наукенова А.С., Шапалов Ш.К. Ақ портландцемент өндірісінің энергияүнемдеуші технологиясына арналған жаңа шикізаттар.....190

Мерейтойлар

МҰХАМЕТЖАНОВ Мұрат Абикенұлы (*туылған күніне 80 жыл*).....195

2016 жылғы журналдың мазмұндары..... 197

СОДЕРЖАНИЕ

Региональная геология

Степанец В.Г. Геодинамическая позиция офиолитов Тектурмасской аккреционной призмы (Центральный Казахстан). Часть 2 ... 5

Парагульгов Х.Х., Парагульгов Т.Х., Мусина Э.С. Корреляция палеозоид востока Урала, Тянь-Шаня и запада Центрального Казахстана ... 21

Минерагения, прогнозы, перспективы

Омирсериков М.Ш., Степаненко Н.И., Исаева Л.Ж., Асубаева С.К. Модельное построение месторождения Акмая и его прогнозное значение ... 32

Омирсериков М.Ш., Кембаев М.К., Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Slaby Ewa, Асубаева С.К. Минерология и структурная модель коры выветривания месторождения Кундыбай (Северный Казахстан) ... 38

Нефть и газ

Ажгалиев Д.К. Прогноз нефтегазоносности палеозойского комплекса Устюрт-Бозашинского региона и Мангышлака ... 50

Геофизика

Шабалина Л.В., Фазылов Е.М., Мусина Э.С., Приходько Д.Е. Глубинное строение и геодинамика Сырдарьинского осадочного бассейна ... 63

Сейсмология

Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б., Бахарева Л.Т., Мусаев Е.М. Анализ низкочастотных вариаций электромагнитного поля ... 73

Гидрология

Турсунова А.А., Сапарова А.А. Временные колебания водных ресурсов Юго и Юго-Востока Казахстана ... 81

Экология

Хуснитдинова М.А. Природоохранные мероприятия для рационального природопользования на приграничной территории казахстанско-кыргызского сектора ... 89

Технические науки

Бектенов Н.А., Ергожин Е.Е., Садыков К.А., Байдуллаева А.К. Способ получения перспективных бетонных материалов на основе нефтяных отходов ... 95

Генбач А.А., Олжабаева К.С. Исследования внутренних характеристик кипения в капиллярно-пористых структурах энергоустановок методом скоростной киносъемки и голографии ... 102

Нурпеисова М.Б., Курманбаев О.С. Закономерности развития геомеханических процессов в массивах горных пород рудника Майкайн ... 109

Копжасарулы К. Закономерности развития геомеханических процессов на рудникае Акбакай ... 116

Жирнова О.В., Тойгожинова А.Ж., Иманбек Б., Жумабек С., Жаханов А., Соммер Н.А., Кулакова Е.А., Сулейменов Б.А. Диагностика процесса совместного сжигания биогаза и газа на электростанциях для снижения выброса парниковых газов ... 123

Бахтаев Ш.А., Тойгожинова А.Ж., Сейтимбетов А.М., Жирнова О.В., Тилеубаева А.А. Разработка автоматизированной установки для озонирования воздуха в рабочем объеме ... 136

Сейтмуратов А.Ж., Махамбаева И.У., Медеубаев Н.К. Анализ напряженно-деформированного состояния породного массива вблизи выработок ... 146

Генбач А.А., Джаманкулова Н.О. Предельное состояние капиллярно-пористой структуры под индивидуальным паровым пузырем ... 154

Телтаев Б.Б., Амирбаев Е.Д. Оценка реологических характеристик битумных вяжущих при разных длительностях термостатирования ... 162

Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б. Анализ исследования реагентов для управления плотностью раствора при проведении освоении пласта ... 173

Калдыбаева Б.М., Хусанов А.Е., Дмитриев Е.А., Сабырханов Д.С., Абильмагжанов А.З. Моделирование межфазного переноса при одновременной хемосорбции сероводорода и двуокиси углерода в хемосорбционном аппарате.....178

Туребекова Г.З., Шапалов Ш., Сакибаева С.А., Жарылкасын П.М., Пусурманова Г.Ж., Сагитова Г.Ф., Есентаева К.Н., Махамбетов М.Ж. Применение отходов нефтяной промышленности (шламов и серы) в производстве резин.....185

Альжанова А.Ж., Битекова А.А., Сулеймбек Г.А., Дубинина Е.С., Туребекова Г.З., Омашева Г.Ш., Наукенова А.С., Шапалов Ш.К. Новое сырье для энергосберегающей технологии производства белого портландцемента.....190

Юбилейные даты

Мухаметжанов Мурат Абикенович (*к 80-летию со дня рождения*).....195

Содержания журнала за 2016 год.....203

CONTENTS

Regional geology

Stepanec V.G. Geodynamic position of the Tekturmas accretionary prism ophiolites (Central Kazakhstan). Part 2..... 5
Paragulgov H.H., Paragulgov T.H., Musina E.S. The correlation of paleozoids of the East Ural, Tian Shan and West of Central Kazakhstan..... 21

Mitallogeny, forecasts, perspectives

Omirserikov M.Sh., Stepanenko N.I., Issaeva L.Zh., Asubayeva S.K. Model construction of the Akmaya field and its predictive values..... 32
Omirserikov M.Sh., Kembayev M.K., Issayeva L.D., Dyussembayeva K.Sh., Slaby Ewa, Assubayeva S.K. Mineralogy and structural model of the weathering crust of Kundybay deposit (North Kazakhstan).....38

Oil and gas

Azhgaliev D.K. Forecast for gas and oil content of paleozoic complex of the Ustyurt-Bozashi region and Mangyshlak..... 50

Geophysics

Shabalina L.A., Fazylov E.M., Musina E.S., Prikhodko D.E. Deep structure and geodynamics of Syr Darya basin..... 63

Seismology

Beloslyudtsev O.M., Uzbekov N.B., Bahareva L.T., Musaev E.M. Analysis of low-frequency variations of the electromagnetic field..... 73

Hydrology

Tursunova A.A., Saparova A.A. Temporal fluctuations of water resources of South and South-East Kazakhstan..... 81

Ecology

Khusnitdinova M. Environmental protection measures for rational nature management in the border area of the kazakh-kyrgyz sector.....89

Engineering sciences

Bektenov N.A., Ergozhin E.E., Sadykov K.A., Baydullayeva A.K. High potential construction materials based on petroleum wastes..... 95
Genbach A.A., Olzhabaeva K.S. Studies of internal boiling characteristics of the capillary-porous structures of power plants by high-speed cinematography and holography.....102
Nurpeisova M.B., Kurmanbaev O.S. Laws of devolopment of geomechanical processes in the rock mass Maykain mine.....109
Kopzhassaruly K. Laws of development of geomechanical processes at the mine Akbakai.....116
Zhirnova O.V., Toigozhinova A.Zh., Imanbek B, Zhumabek S., Zhakhanov A., Sommer N.A., Kulakova E.A. Suleimenov B.A. Diagnosis of combustion process biogas and gas power plants to reduce greenhouse gas emissions.....123
Bahtaev Sh., Toigozhinova A.Zh., Seytimbetov A.M., Zhirnova O.V., Tileubaeva A.A. Development of automated installation for air ozonization in the working volume..... 136
Seitmuratov A.Zh., Makhambayeva I.U., Medeubaev N.K. Analysis of tensely of the deformed state of pedigree array near-by making.....146
Genbach A.A., Jamankulova N.O. The limiting condition of capillary-porous structure under the single steam bubble..... 154
Teltayev B.B., Amirbayev Y.D. Evaluation of rheological characteristics for bitumen binders at different longivities of thermal condition..... 162
Sarsenbayev Kh.A., Khamzina B.S., Koldassova G.A., Issayeva G.B. The analysis of the research of reagents for simplification of solution density when carrying out layer development.....173
Kaldybaeva B.M., Khusanov A.E., Dmitriev E.A., Sabyrkhanov D.S., Abilmagzhanov A.Zh. Modelling with simultaneous phase transfer chemisorption of hydrogen sulfide and carbon dioxide in the chemisorption apparatus.....178
Turebekova G.Z., Shapalov Sh., Sakibayeva S.A., Zharylkasyn P.M., Pusurmanova G.Zh., Sagitova G.F., Esentayeva K.N., Makhambetov M.Zh. Application of oil industry wastes (sludges and sulfur) in rubber production..... 185

Alzhanova A.Zh., Bitekova A.A., Suleimbek G.A., Dubinina E.S., Turebekova G.Z., Omashova G.Sh., Naukenova A.S., Shapalov Sh.K. New raw materials for energy-efficient production technology of white Portland cement.....190

Anniversary

MUHAMETZHANOV Murat Abikenovich (*the 80-th anniversary*).....195

Contents of the journal for 2016.....209

Требования для авторов журнала НАН РК
Серия геологии и технических наук

Уважаемые авторы!

Прошло более семидесятипяти лет, как издается журнал «Известия НАН РК. Серия геологическая», а с 2011 г. «Серия геологии и технических наук». За период существования журнал завоевал широкий круг читателей и стал известен не только в Казахстане, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

В журнале на русском, казахском, английском языках публикуются статьи о результатах исследований по актуальным проблемам обширной геологической науки (региональной геологии, минерагении, нефти и газа, геофизики, сейсмологии, гидрогеологии, экологии, географии), а так же статьи методического характера.

Все эти годы журнал служит источником оперативной информации о новейших достижениях геологической науки Казахстана и призван способствовать повышению эффективности научных исследований.

Авторы несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов и актуальность научного содержания работ. Не допускается плагиат.

1. Представленные для опубликования материалы должны удовлетворять следующим требованиям.

Статья сопровождается разрешением на опубликование от учреждения, в котором выполнено исследование и представляется рецензия.

Статья представляется в одном экземпляре. Размер статьи не должен превышать 15 страниц включая аннотацию в начале статьи перед основным текстом, которая должна отражать цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, область применения результатов, выводы (**аннотация** не мене 15 предложений – 1/4 стр. (на английском языке) через 1 компьютерный интервал), таблицы, рисунки, список литературы (через 1 компьютерный интервал), напечатанных в редакторе Word, шрифтом Times New Roman, поля – верхнее и нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см. Количество рисунков не более 10. Название рисунков и подрисуночная подпись, а также название таблиц печатается на русском и английском языках.

СТАТЬЯ НАЧИНАЕТСЯ **на английском языке**. В начале, посередине страницы, идет название статьи прописными жирными буквами, далее на следующей строчке – инициалы и фамилии авторов обычным жирным шрифтом, затем на следующей строчке – название организации(ий), в которой выполнена работа, город, страна, затем на новой строчке – адреса E-mail авторов. С красной строки идут ключевые слова (**Key words**), и с новой строчке – сама аннотация (**Abstract – не мене 150 слов**).

Далее, после отбивки одной строки, начинается на **русском языке**.

В начале статьи вверху слева следует указать индекс **УДК.** Затем, посередине страницы, пишется: 1) название статьи; 2) авторы; 3) название организации; с красной строки – **Ключевые слова**, затем – **Аннотация** (оформление шрифтов, как на английском языке).

Отбиваем одну строку и начинается сама **статья**. Следом за статьей идет список **Литературы**. Ссылки на литературные источники даются цифрами в прямых скобках по мере упоминания (не менее 20). Список литературы оформляется следующим образом:

[1] Иванов А.А. Процессы протаивания грунта // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2007. – № 1. – С. 16-19.

На сайте http://www.translit.ru/ можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации Русского текста в латиницу, используя различные системы. Программа очень простая, ее легко использовать для готовых ссылок. К примеру, выбрав вариант системы Библиотеки Конгресса США (LC), мы получаем изображение всех буквенных соответствий. Вставляем в специальное поле весь текст библиографии на русском языке и

1) убираем транслитерацию заглавия статьи;
2) убираем специальные разделители между полями (“//”, “-”);
3) выделяем курсивом название источника;
4) выделяем год полужирным шрифтом;
5) указываем язык статьи (in Russ.).

Пример:

[1] White S.R., Sottos N.R., Geubelle P.H., Moore J.S., Kessler M.R., Sriram S.R., Brown E.N., Viswanathan S. *Nature,* **2001***,* 409, 794-797 (in Eng.).

[2] Soldatenkov N.M., Koljadina I.V., Shendrik A.T. Fundamentals of organic chemistry of medicinal substances. M.: Himija, **2001.** 192 p. (in Russ.).

В конце статьи дается резюме на казахском языке. Оформляется аналагично русскому варианту. Посередине страницы пишется: 1) название статьи; 2) авторы; 3) название организации; с красной строки – **Түйін сөздер**, после – **Аннотация**.

Последняя страница подписывается всеми авторами, ставится дата. Прилагается электронный вариант на CD – диске.

2. В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

Просьба к авторам статьей представлять весь материал в одном документе (одном файле) и точно следовать правилам при оформлении статьи.

Мы приглашем к сотрудничеству всех зайнтересованных лиц, желающих поделиться своими идеями, мыслями и фактическими материалами на страницах нашего журнала. Пишите нам, звоните или присилайте по электронной почте.

Наш адрес:
Республика Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.
Институт геологических наук им.К.И.Сатпаева, ком.334.

Контактный телефон: 8 (727) 291-59-38
Факс: 8 (727) 291-56-79
Электронная почта: ignkis@mail.ru

Уважаемые авторы!

В настоящее время около 250 казахстанских вузов и научных организаций имеют доступ к информационным ресурсам авторитетных международных компаний таких как Thompson Reuters и Springer. За последние четыре года обращений казахстанских подписчиков, согласно статистике использования ресурса Web of Scince Core Collection компании Thompson Reuters, увеличилось в 4 раза. Доступ к мировым базам научных знаний был определен президентом Нурсултаном Назарбаевым как один из приоритетных инструментов развития науки на Первом форуме ученых в декабре 2011 года.

Публикации казахстанских ученых входят в 1% самых высокоцитируемых статьей в мире.

При цитировании опирайтесь на более современные данные, собственные труды по возможности указывать в меньшем количестве, использовать поиск источников информации международных ресурсов.

Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see http://www.elsevier.com/publishingethics and http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see http://www.elsevier.com/postingpolicy), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service http://www.elsevier.com/editors/plagdetect.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www:nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

http://geolog-technical.kz/index.php/kz/

Верстка *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 14.12.2016.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
14,0 п.л. Тираж 300. Заказ 6.

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

XXIX Международный конгресс по обогащению полезных ископаемых IMPC 2018

15–21 сентября 2018 г. Центр международной торговли, Москва, Россия

Конгресс привлечет внимание со стороны иностранных компаний, представителей государств, девелоперов и будет иметь большое значение для развития индустрии и экономики нашей страны в целом.

Традиционно при проведении конгресса будут организованы:
– международная выставка технологического оборудования;
– семинары;
– технические экскурсии для ознакомления с научными учреждениями и промышленными предприятиями.

Приглашаем ученых, инженеров, преподавателей высшей школы и представителей компаний принять активное участие в подготовке и проведении XXIX IMPC 2018, а руководителей компаний выступить партнерами Конгресса.

Ключевые даты:
– прием абстрактов – до 01.09.2017;
– экспертиза абстрактов – до 01.12.2017;
– подача статей – до 01.03.2018;
– экспертиза статей – до 01.05.2018.

Эстафету на проведение XXIX Международного конгресса по обогащению полезных ископаемых IMPC 2018 Россия официально приняла 15 сентября 2016 г. в Квебеке. XXVIII конгресс собрал более 1000 специалистов в области переработки минерального сырья из 56 стран. Презентация предстоящего конгресса была проведена при активной поддержке Конгресс-бюро города Москвы и Торгового представительства Российской Федерации в Канаде.

Организаторы IMPC 2018: Российская академия наук, Институт проблем комплексного освоения недр РАН (ИПКОН) и Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». Конгресс пройдет при поддержке Правительства Российской Федерации.

Партнерами предстоящего конгресса уже выступили лидеры отечественной индустрии: АО «МХК «ЕвроХим», ООО «УК «Металлоинвест», ООО «ТОМС инжиниринг», ООО «УГМК-холдинг», ПАО «АК «АЛРОСА». Информационный партнер Конгресса – Издательский дом «Руда и Металлы».

Официальным оператором конгресса, занимающимся всеми вопросами презентации России, Москвы и самого предстоящего XXIX IMPC 2018 в Москве является Компания ООО «МАКО».

Сайт конгресса IMPC 2018: www.impc2018.com