

ҚҰРМАНҒАЖИНА МӘДИНА МҰХТАРБЕКҚЫЗЫ

Сырымбет кенді алаңындағы кенорындардың үш өлшемді модельдік құрылымдарын зерттеу негізінде сирек металды кенденуді болжау

8D07205 – «Геология және қатты пайдалы қазба кенорындарын барлау»

философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер:
PhD, қауымдастырылған профессор
Тогизов К.С.
Геол.-мин. ғыл. кандидаты,
қауымдастырылған профессор
Аршамов Я.К.
Шетелдік кеңесшілер:
PhD, Адам Мицкевич
университетінің профессоры Agata
Duczmal-Czernikiewicz (Польша)
Геол.-мин.ғыл.кандидаты, Серго
Орджоникидзе атындағы РМГУ
доценті Алешин А.П. (Ресей)

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	4
БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	5
КІРІСПЕ	6
1 ҚАЛАЙЫНЫҢ ӘЛЕМДІК НАРЫҒЫ	11
2 КЕНОРҢЫН АУДАНЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРДЕЛЕНУІ	14
2.1 Сырымбет кенорнының геологиялық зерделенуі	14
2.2 Сырымбет кенорнының геофизикалық және геохимиялық зерделенуі	19
3 СЫРЫМБЕТ КЕНДІ АЛАҒЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ	24
3.1 Кенді алағның қысқаша геологиялық сипаттамасы	24
3.2 Кенорынның геологиялық құрылымының ерекшеліктері	32
4 СЫРЫМБЕТ КЕНОРНЫ ҚАЛАЙЫ КЕНДЕРІНІҢ МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРІ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ	40
4.1 Қалайы рудаларының негізгі түрлері, олардың технологиялық қасиеттері	40
4.2 Сирек металды-сирекжер минералдануды зерттеу әдістемесі	43
4.3 Сырымбет кенорны түпкілікті таужыныстарының минералдық құрамы	46
4.4 Сырымбет кенорны мору қыртысы таужыныстарының минералдық құрамы	60
4.5 Сырымбет кенорны мору қыртысы кендеріндегі асыл металдардың минералдық құрамы	65
4.6 Сырымбет кенорнында сирекжер элементтердің пайда болуы	67
5 СЫРЫМБЕТ КЕНОРНЫНЫҢ 3D МОДЕЛЬДЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ	71
5.1 Пайдалы қазбалар кенорындарының 3D модельдерін құру	71
5.2 Сырымбет кенорнының 3D модельдері	73
6 СЫРЫМБЕТ КЕНОРНЫНЫҢ КЕН БАҚЫЛАУШЫ ФАКТОРЛАРЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ПЕРСПЕКТИВТІ АУДАНДАРДЫ БӨЛУ	88
6.1 Сырымбет кенорнының кен бақылаушы факторлары және болжау- іздеу критерийлері	88

6.2 Сырымбет кенорны шегінде өнеркәсіптік рудалар үшін перспективті аудандарды бөлу	89
ҚОРЫТЫНДЫ	96
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	99
ҚОСЫМШАЛАР	106

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі стандарттар пайдаланылды:

1. Қазақстан Республикасының «Ғылым туралы» заңы (01.07.2023 ж. өзгертулер мен толықтырулармен).
2. Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2019 жылғы 28 қыркүйектегі № 512 бұйрығымен бекітілген Ғылыми дәрежелер беру қағидалары.
3. Қазақстан Республикасы Президентінің 2018 жылғы 15 ақпандағы № 636 Жарлығымен бекітілген Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі стратегиялық даму жоспары.
4. Қазақстан Республикасының геологиялық саласын дамытудың 2023-2027 жылдарға арналған тұжырымдамасы. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2022 жылғы 30 желтоқсандағы № 1127 қаулысы.
5. Мемлекетаралық стандарт МЕСТ 7.1-2003. Биографиялық жазба. Биографиялық сипаттама. Жалпы талаптар және жобаны жасау ережелері.
6. Докторлық диссертацияны дайындау бойынша нұсқаулық. I.029-04-01-03.2.1-2023 ж. 18.04.2023 жылғы № 1 түзету. Сәтбаев университеті.
7. МЕСТ 8.417–2002 Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Шамалар бірліктері (түзетілген).
8. МЕСТ 7.9–95 (ИСО 214-76) Ақпарат, кітапхана және баспаға арналған стандарттар жүйесі. Реферат және аннотация. Жалпы талаптар.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

ГҒИ -	Геологиялық ғылымдар институты
ГТПҚКІжБ -	Геологиялық түсіру, пайдалы қазбалар кенорындарын іздеу және барлау
ПҚК -	пайдалы қазбалар кенорындары
СМ -	сирек металдар
СЖЭ -	сирекжер элементтер
USGS USA -	(United States Geological Survey) АҚШ Геологиялық қызметі
ОҚГБ -	Орталық Қазақстанның геологиялық басқармасы
ГБЭ -	геологиялық барлау экспедициясы
ГБП -	геологиялық барлау партиясы
ГЭ -	геологиялық экспедиция
ҚазМШИ -	Қазақ минерал-шикізат институты
БМРИ -	Бүкілодақтық минералдық ресурстар институты
СЭМГжКИ -	минералогия, геохимия және сирек элементтердің кристалдық химия институты
ТЭЖ -	техникалық-экономикалық есеп
ҚазББГИ -	Қазақ Бүкілодақтық барлау геофизика институты
ІБЭ -	іздеу-барлау экспедициясы
ҒТЗ -	ғылыми-техникалық зертхана
ҚМК -	қор бойынша Мемлекеттік комиссия
ГАЗ -	геоақпараттық жүйелер
SEM -	сканерлеуші электронды микроскоп
EDS -	энергия дисперсиялық спектрометр
ВЕІ -	кері шашыраған электронды кескін
SEI -	екіншілік электронды кескін
ДБ -	деректер базасы

КІРІСПЕ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы.

Жер қойнауын пайдалану мен Қазақстанның экономикасы әрқашан тығыз байланысты, сондықтан біздің Республикамыздың әл-ауқаты геологиялық зерттеулерге, заманауи тиімді көзқарасқа тікелей байланысты. Үкімет деңгейінде 2021 жылғы 12 қазандағы № 727 «Цифрландыру, ғылым және инновациялар арқылы технологиялық серпіліс» ұлттық жобасы қабылданды, ол біздің Республикамыздың геология саласын қамтиды, оны жаңа деңгейге көтеру мақсатында пайдалы қазбалардың жаңа кенорындарын ашуға ықпал етеді. Сонымен қатар 2021 жылы 2021-2025 жылдарға арналған Мемлекеттік геологиялық барлау бағдарламасы қабылданды, оның мақсаты Қазақстан Республикасының минерал-шикізаттық базасын тұрақты толықтыру, дамыту және бәсекеге қабілеттілігін қолдау үшін жағдай жасау болып табылады. Бұл құжаттар рудалы объектілерде де геологиялық зерттеулердің әдістемесіне жаңа көзқарасты алдын ала анықтайды.

Геология саласына Солтүстік Қазақстандағы ең перспективті және бірегей алаңдардың бірі Сырымбет кенді алаңындағы сирек және сирекжер кенбілімдері болып табылатыны белгілі. Еліміздің геологиялық саласын қамтитын Қазақстанды цифрландыру жөніндегі мемлекеттік бағдарлама шеңберінде Сырымбет кенорнының үш өлшемді модельдерін құру және зерттеу бізге кенорындарының цифрлық модельдерінің көмегімен аса маңызды элементтерді көрсетуге және геологиялық зерттеулердің нәтижелерін жаңаша түсіндіруге мүмкіндік береді.

Сондықтан бұл зерттеу жұмысы қазіргі заманға сай және өзекті болып табылады.

Жұмыстың өзектілігі.

Жаңа кенорындарды немесе белгілі кенорындар шегіндегі бөлікшелерді анықтау үшін перспективті аумақтарды болжау проблемасы кенді оқшаулау үшін, кенді қалыптастыратын факторларды және сейкесінше болжау критерийлерін белгілеу болып табылады.

Геологиялық ғылымды дамытудың қазіргі кезеңінде болжау критерийлерінің оңтайлы жүйесі қазіргі заманғы инновациялық әдістермен (ГАЗ технологиясы) жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелеріне негізделген. Мұнда нақты бір заттық типтері және құрамы мен құрылымының ерекшеліктері бар геологиялық құрылымдық кешендерде кенденудің кеңістікте орналасуындағы тұрақты байланыстары айқын анықталады.

Зерттеу мақсаты – Сырымбет кенді алаңы шегіндегі кендерді оқшаулаудың кенбақылаушы факторларын талдау және болжау-іздеу критерийлерін жүйелеу және толықтыру негізінде перспективті аудандарды бөлу.

Зерттеу нысаны Сырымбет кенорны болып табылады, ол Сырымбет кенді алаңының шегінде орналасқан.

Зерттеу пәніне Сырымбет кенорны шегіндегі таужыныстардың минералогиялық құрамы және мору қыртысы, сирекжер минералдануының таралу заңдылықтары кіреді.

Зерттеудің негізгі мәселелері:

– Сырымбет кенді алаңы бойынша кешенді геологиялық деректерді жинақтау және жүйелеу;

– Таужыныстардың минералдық құрамын, мору қыртысы мен кен денелерінің заттық құрамын зерттеу, сондай-ақ сирекжер кенденуінің негізгі тасымалдаушы минералдарын бөлу;

– Сырымбет кенорнының құрылымдық ерекшеліктерін анықтай отырып, 3D модельдерін тұрғызу;

– Кенбақылаушы факторларды жаңа деректермен толықтыру, талдау және 3D модельдік құрылымдар негізінде зерттелетін нысандар шегінде перспективті алаңдарды анықтау.

Фактілік материалдар және зерттеу әдістері.

2021-2023 жж. Мемлекеттік қаржыландыру жобасы аясында Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институт базасында диссертанттың қатысумен BR10264324 «Қазақстанның минерал шикізат қорын толықтыру мақсатында кендердің микро- және наноминерал компоненттерін зерттеу және игеру технологияларын дамыту» тақырыбында зерттеу жұмыстары кезінде жинақталған материалдар, сонымен қатар елімізде және шетел баспасөздерінде жарық көрген көптеген зерттеушілердің мақалалары пайдаланылды. Диссертацияның фактілік материалдары далалық геологиялық зерттеулерде, ашылымдарды маршруттық бақылаулар мен іздеу ұңғымаларының керндерін құжаттау барысында жинақталды.

Камералдық кезеңде Адам Мицкевич университетінде (Польша) және Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институтында шлифтерге (50 данадан астам) және аншлифтерге (70 данадан астам) талдау жасалды және сипаттама берілді. Сынамаларды дайындау (ұсақтау, өңдеу), шлифтер мен аншлифтерді жасау, спектрлік, атомдық-абсорбциялық талдау, электрондық-зондтық микроанализ, рентгендік талдау, іріктелген сынамалардың минералдық және элементтік құрамын зерттеу жұмыстары Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институтының зертханалық базасында жүргізілді.

Осының негізінде кенорнының құрылымдық-тектоникалық құрылысы, минералданудың кеңістікте таралу заңдылықтары, кенорындар қалыптасуының негізгі параметрлері: заттық құрамы, кендердің технологиялық қасиеттері зерттелді. Негізгі минералдық ассоциациялар мен кендердің түрлері минералогиялық, петрографиялық және геохимиялық әдістермен зерттелді.

Зерттелген кенді алаң бөлікшелерінде бұрын геологиялық және өндірістік және ғылыми ұйымдар жүргізген материалдарды жалпылаудан және талдаудан кейін, Micromine және Leapfrog Geo компьютерлік бағдарламаларын пайдалана отырып, Сырымбет кенорнының үш өлшемді модельдері тұрғызылды.

Қорғалатын ережелер:

1. Сырымбет кенорнындағы эндогендік және экзогендік сирек металды және сирекжер кендері интрузивті массивтермен генетикалық және кеңістіктік байланыста болады, мұнда эндогендік – апикальды бөліктерінде, ал экзогендік кенорындар – мору қыртысында орналасқан;

2. Сырымбет эндогенді сирек металды кенорнында сирек кездесетін металдарды тасымалдаушы – касситерит болып табылады, оның химиялық құрамына 10-нан 30%-ға дейін сирек (монацит) және шашыраңқы (индий) элементтер кіреді, аксессуарлық минерал цирконның құрамында мөлшері 50% - ға дейін жететін микроэлементтер (гафний, рубидий, ванадий) кіреді.

3. Сырымбет кенорнының әр кен бөлікшесінде қалайы минералының құрамы кеңістікте таралуының өзіндік заңдылығы бар: Оңтүстік-Батыс бөлігінде қалайы мөлшерінің тереңдікке қарай ұлғаюы байқалады, Орталық бөлігінде барлық жерде қалайы мөлшері жоғары екені, ал солтүстік-шығыс бөлігінде қалайының мөлшері солтүстікке қарай, сондай-ақ тереңдікте азаюы байқалады.

4. Цифрлық геоақпараттық жүйе, қалайы кендерінің заттық құрамы және Сырымбет кенорнының 3D моделі бөлінген кенбақылаушы факторлардың негізінде болжау-іздеу критерийлерін анықтауға және іздеу жұмыстарын жүргізу үшін перспективті бөлікшелерді ұсынуға мүмкіндік береді.

Жұмыстың ғылыми жаңалықтары.

Қазіргі уақытта инновациялық әдістермен жүргізілген ғылыми геологиялық зерттеулер жаңа болжамдық критерийлермен кенбақылаушы факторлар жүйесін толықтыруға мүмкіндік береді. Осыған байланысты сирек металды кенденуді болжаудың қосымша критерийлері ретінде алғаш рет компьютерлік модельдік құрылымдарға негізделген критерийлер қарастырылады, себебі олардың ақпараттылығы өте жоғары. Сондықтан кешенді геологиялық және талдамалық материалдарда цифрлық геоақпараттық деректер базасы құрылып, Сырымбет кенорнының үш өлшемді моделі тұрғызылды.

Сонымен қатар, түпкілікті таужыныстар мен мору қыртысының минералогиялық құрамын анықтау бойынша минералогиялық зерттеулер жүргізілді. Сондай-ақ S-3700N сканерлеуші электрондық микроскоп және JEOL-733 электронды-зондтық микроанализатор көмегімен Сырымбет кенорны үлгілерінің химиялық құрамы зерттелді. Нәтижесінде алғаш рет кенді минерал (касситерит), қосымша (шеелит) және аксессуар (циркон) минералдардың сапалы химиялық құрамы анықталды.

Автордың қосқан жеке үлесі.

Солтүстік Қазақстандағы сирек металл кенорындарының критерийлері бойынша геологиялық-минералогиялық бағыттағы нақты материалдарды жинау, өңдеу, жүйелеу және жалпылау, Сырымбет кенорнының үш өлшемді компьютерлік модельдерін құруда, минералогиялық зерттеулерді жүргізуде, сондай-ақ болжау-іздеу критерийлерін жетілдіру мен жүйелеуде автор тікелей қатысып, өз үлесін қосты.

Практикалық маңызы.

Сырымбет кенорны ауқымында сирек металдар бойынша перспективті учаскелер анықталды. Олар жер қойнауын пайдаланушыларға және өкілетті мемлекеттік органдарға әрі қарай геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу үшін ұсыныла алады.

Зерттеу нәтижелерін апробациялау.

Диссертацияның негізгі ережелері Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-нің Қ.Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институтының ГТПҚКІЖБ кафедрасының мәжілісінде талқыланды. Минералогиялық зерттеулердің нәтижелері 2021-2023 жж. гранттық қаржыландыру жобасы BR10264324 «Қазақстанның минерал шикізат қорын толықтыру мақсатында кендердің микро- және наноминералды компоненттерін зерттеу және игеру технологияларын дамыту» тақырыбы бойынша жылдық есепнамасында көрсетілген.

Жарияланымдар.

Диссертация тақырыбы бойынша 6 мақала мен баяндамалар жарияланды. Оның үшеуі 35 процентильтен жоғары Scopus/Web of Science деректер базасына енгізілген халықаралық рецензияланған ғылыми журналдарда, екеуі Қазақстан Республикасы ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналдарда және бір мақала Халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардың материалдарында жарияланды.

Жұмыс көлемі мен құрылымы.

Диссертация кіріспеден, алты тарау мен қорытындыдан және 132 беттен тұратын баспа мәтінінен, 28 кестеден, 41 сурет пен фотосуреттен және 94 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен тұрады.

Автор ғылыми жетекшілері PhD, профессор К.С. Тогизовқа және геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, профессор Я.К. Аршамовқа - ұсынылған материалдар, жұмысқа басшылық жасағандары, зерттеулердің аралық және соңғы нәтижелерін апробациялау кезіндегі нәтижелер мен ұсынымдарды талқылағаны үшін *ерекше алғысын білдіреді.*

Шетелдік ғылыми жетекші PhD, habil., профессор Agata Duczmal-Czernikiewicz (Адам Мицкевич университеті, Польша, Познань қ.) - шетелдік ғылыми-зерттеу тағылымдамасын ұйымдастырып және минералогиялық және химиялық зерттеулер жүргізу кезінде құнды кеңестері үшін *шынайы ризашылығын білдіреді.*

Автор геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор А.Б. Байбатшаға – диссертацияны қазақ тілінде жазу барысында көрсеткен көмегі үшін, геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор Л.Д.Исаеваға – диссертациялық жұмыс барысында құнды кеңестер үшін, геология-минералогия ғылымдарының докторы Г.К. Бекеноваға және минералог У.Ю.Суповаға – минералогиялық зерттеулерді жүргізуде қолдау көрсеткені үшін және геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор С.К. Асубаеваға – модельдік құрылымдарды тұрғызу кезіндегі көмегі үшін *үлкен алғысын білдіреді*

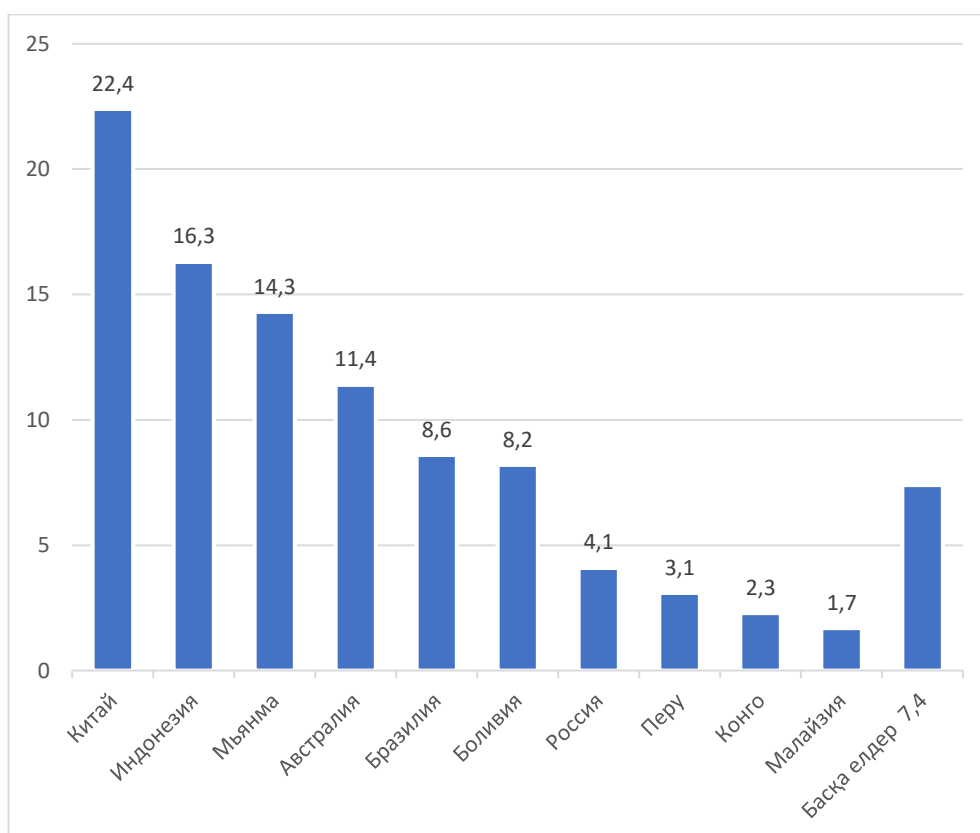
Қ.И. Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институтының директоры, профессор Г.Ж. Жолтаевқа және зертхана қызметкерлеріне – зертханалық және аналитикалық жұмыстарды орындаудағы баға жетпес көмектері үшін *алғысын білдіреді.*

ГТПҚКІЖБ кафедрасының меңгерушісі А.А. Бекботаеваға және кафедра қызметкерлеріне – геологиялық зерттеулер кезінде көрсеткен қолдаулары мен ұсыныстары үшін *ризашылығы мен алғысын білдіреді.*

1 ҚАЛАЙЫНЫҢ ӘЛЕМДІК НАРЫҒЫ

Дүние жүзіндегі негізгі өнеркәсіптік түсті металдар өндірісінің ұлғаюы, оның ішінде қалайы бар, әлемдік экономиканың өсіп келе жатқан қажеттіліктерін қанағаттандырады. Ғылыми-техникалық жетістіктермен және ақпараттық технологиялар саласына барған сайын қоғамның дамуымен тәуелді ынталандырылады. Дәстүрлі және қалыптасқан қолдану салаларында сұранысқа ие бола отырып, қалайы соңғы онжылдықта планетаның барлық континенттерінде электроника, электротехника, химия, құрылыс секторы, күрделі машина жасау өндірістерінің жедел дамуымен байланысты жаңа перспективаларға ие болды. Халықаралық еңбек пен әлемдік қалайы саудасының бөлінуінің объективті негізі – жекелеген елдердегі жер қойнауының геологиялық құрылымындағы, сондай-ақ энергия ресурстарының, жұмыс күшінің, қаржы капиталының қолжетімділігі, инфрақұрылымдық қолдаудағы айырмашылықтар, бұл металға биржалық баға берулерінің жоғарылауы кезінде қалайы өндірісінің және экономикалық дамыған мемлекеттердің біртіндеп дамуын анықтайды [1-4].

4,9 миллион тонна әлемдік қалайы қоры экономикалық тұрғыдан тиімді. Оның ішінде металдың 81% - алты елдің аумағында шоғырланған - Қытай, Индонезия, Мьянма, Австралия, Бразилия және Боливия. АҚШ Геологиялық қызметі Ресейдің қалайы қорын 200 мың тоннаға бағалайды. (сурет 1.1).



Сурет 1.1 – 2024 жылғы 1 қаңтардағы әлемдік қалайы қоры, %

Қытай ең бай шикізат базасы, оның қоры 1 100 мың тонна деп (22,4%) бағаланады. 2024 жылы 1 қаңтарда АҚШ Геологиялық қызметі (USGS) қалайы минерал-шикізат базасының жай-күйіне осындай баға берді.

Индонезияның жер қойнауында, USGS мәліметтері бойынша, 800 мың тонна қалайы (16,3 %), Мьянма - 700 мың тонна (14,3 %), Австралия - 560 мың тонна (11,4 %), Бразилия - 420 мың тонна (8,6 %), Боливия - 400 мың тонна (8,2 %).

АҚШ-тың Геологиялық қызметі Ресей қорын 200 мың тонна қалайыға бағалады (4,1 %). Бағаланған қордың көлемі ресей жіктеліміне сәйкес 2024 жылдың 1 қаңтарындағы жағдай бойынша А+В санаттарына сәйкес келеді. Ресей Федерациясының мемлекеттік балансында Ресей аумағында А+В+С₁+С₂ санаттары бойынша барланған қалайы қоры 2 116,5 мың тонна металл мөлшерінде.

Қалайы эндогендік және экзогендік кенорындарын игеру әлемнің 32 елінің аумағында жүргізілуде, бірақ қалайы концентратын өндірудің негізгі көлемін (99%) небәрі 12 ел қамтамасыз етеді (кесте 1.1).

Кесте 1.1 – 2024 жылғы 1 қаңтардағы әлем елдері бойынша қалайы өндірісі (концентратта), мың т.

№	Елдер бойынша өндіру	Концентрат өндіру, мың т.
1	Қытай	91
2	Индонезия	71
3	Перу	30
4	Мьянма	28
5	Бразилия	22
6	Боливия	18
7	Конго	16.
8	Австралия	8,3
9	Вьетнам	6,1
10	Ресей	3,5
11	Малайзия	3,1
12	Нигерия	1,2

2020 жылы Британия геология қызметінің мәліметтері бойынша қалайы концентратының әлемдік өндірісі 278,3 мың тоннаны құраған, оның 54 % - шамасын Қытай мен Индонезия компаниялары шығарған. Қалайы өндіретін үздік 5 ел (концентратта) Қытай, Индонезия, Перу, Мьянма және Бразилия болды. Олар қалайы шикізатының 80 %-ын өндіреді және шығарады.

2021 жылы АҚШ Геологиялық қызметінің алдын ала мәліметтері бойынша қалайы шикізатын өндіруші елдер жалпы алғанда 300 мың тоннаға жуық өнімді жөнелтті. Ресейдің үлесі 3500 тоннаға дейін өсті (әлемдік өндірістің 1 %), Бұл біздің елімізге 2021 жылы қалайы өндіруші елдердің рейтингінде оныншы орынға көтерілуге мүмкіндік берді.

Сырымбет кенорны Қазақстандағы жалғыз барланған және расталған қалайы қоры бойынша әлемдегі ең ірі кенорын болып табылады. Бүгінгі таңда Қазақстан және ТМД-ның басқа елдері осы металдың таза импорттаушылары болып отыр. Отандық қалайы концентраттары, сондай-ақ металл қалайы өндірісінің жобасын іске асыру Қазақстанға түсті металлургияның жаңа технологиялық озық саласын құруға мүмкіндік береді [5,6]. Сырымбет кенорны Қазақстан Республикасында бірінші және жалғыз өнім шығаруды жоспарлап отыр: құрамында кемінде 45% қалайы бар концентрат және құрамында кемінде 73% қалайы және кемінде 25% мыс концентраты. Металл қалайы өндірісін оңтайландыру үшін концентрат пен сублиматорлар металлургиялық комбинаттар мен зауыттарға балқытуға бағытталатын болады [7].

Қалайыға деген сұраныстың артуы жұмыс істеп тұрған кенорындардағы қордың азаюымен және жаңадан енгізілген қуаттардың жетіспеушілігімен бірге, азық-түлікті орау үшін қолданылатын және электроника мен қаңылтыр өндірісінің өсуіне байланысты. Өндіріске қойылатын экологиялық талаптардың артуына байланысты қалайының өнім ретінде маңыздылығы артып келе жатқаны маңызды, ал қалайы ауыр металдар арасында ең экологиялық болып табылатын осы қажеттіліктерді қанағаттандырады. Өнеркәсіптік қолданудың кейбір салаларында қалайы экологиялық улы қорғасынды алмастырады, өйткені қорғасынды әлемнің көптеген дамыған елдерінде қолдануға тыйым салынды [8].

Республикада қалайы минералды базасының даму тарихы ұзақ болды. 1931 жылдан бері үзіліспен 40 жылдан астам жүргізілген бұл металға геологиялық барлау және бағалау жұмыстары оң нәтиже бермеді. Осы кезеңде қалайының жүздеген бастапқы және карьер көріністері ашылды және олардың ең маңыздысы Оңтүстік және Шығыс Қазақстанда (Қарағайлы-Ақтас, Қарасу, Чердож, т.б.) орналасқан шағын кенорындары деңгейінен аспады. Іздестіру және барлау жұмыстарының алғашқы 10 жылдық нәтижелері бойынша Орталық Қазақстан неотинді провинциялар қатарына жатқызылды [9].

1972-1989 жылдары Көкшетау кен кластерінде штокверк типті бірнеше қалайы кенорындары ашылды және игерілді, олардың ішінде өте ірі және орташа (Сырымбет және Донецкое) кенорындары бар. Бұл нысандар «Дала» және «Көкшетау» экспедицияларының барлау және бұрғылау жұмыстары кезінде Көкшетау блогының борпылдақ (қопсық) шөгінділерінің астында табылған [9, 145-153б.].

Сырымбет – бірегей санатқа жатқызылған күрделі сирек метал кендерінің қоры бойынша жаңа индустриалды-генетикалық тип, бұл оны Республикадағы қалайы өнеркәсібін дамыту бағдарламасына басым нысан ретінде енгізуге мүмкіндік береді.

Солтүстік Қазақстанда Сырымбет кенорнының ашылуымен Қазақстанның қажеттіліктерін толық қанағаттандыратын мөлшерде металл қалайы ала отырып, толық циклмен қалайы-кенді шикізат базасын және оның негізінде қалайы өнеркәсібін құрудың нақты перспективасы пайда болды.

2 КЕНОРЫН АУДАНЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРДЕЛЕНУІ

2.1 Геологиялық зерделенуі

Көкшетау ортаңғы массивінің сирек металды кендену келешегі туралы алғашқы мәліметтер ХХ ғасырдың 30-жылдарында алынды. Осы жылдары жүргізілген бірқатар жұмыстардың нәтижесінде Есіл өзенінің аңғарында құрамында қалайы бар бірнеше шөгінділері табылды, олар Ұлы Отан соғысы кезінде пысықталды.

Өндірістік ұйымдардың Солтүстік Қазақстандағы қалайы құрылымын зерттеу 50-ші жылдары Орлиногорск және Золотоненск массивтерінің грейзенделген граниттерінде бірқатар руда білінімдерді ашқаннан кейін басталды.

1954-1955 жылдары Торғай геологиялық барлау партиясының «Қазцветмет барлау» тресі (Юрченко, 1955) Есіл отряды Орлиногор алаңы шегінде қалайыны бағалау бойынша іздеу жұмыстарын жүргізді, нәтижесінде бірқатар бөлікшелер зерттеліп, жұмыстарды бастау үшін ұсынылды.

1957-1962 жылдары Ю.В. Роцин, Ю.С. Эльгер, А.Е. Дугнист (1962) N-42-XXI парағының алаңында 1:200000 масштабтағы геологиялық түсірілім жүргізілді. Бұл жұмыс Орлиногор алаңында борпылдақ кешен мен мору қыртысы таужыныстарында касситериттің, монациттің, ксенотимнің және колумбиттің тұрақты болуын анықтады, Қамысақты өзенінің аллювийлі түзілімдерінің қалайылығы дәлелденді, Володар алаңында бірқатар кенбілімдер мен қалайы ореолдары анықталды, оның ішінде Сырымбет, N-42-XXI парағының геологиялық картасы жасалды [10].

1958-1959 жж Мәскеу мемлекеттік университетінің Орталық Айыртау партиясы (Подольский, Корыткин, 1959) Володар (Легаевский) массивінің гранитоидтарындағы ниобий (0,1%-ға дейін) және вольфрам (1,0%-ға дейін) ореолдарын анықтады [11].

1961-1963 жж. Солтүстік Қазақстан ГЭ (Гончар, 1963 ж.) N-42-89 парақтары аумағында геологиялық-геофизикалық жұмыстар жүргізді, бұл Орлиногор кешенінің магмалық түзілімдеріне байланысты бірқатар геохимиялық аномалияларды анықтады [12,13].

1963 жылдан бастап Көкшетау ГБЭ қызметкерлері А.А. Заячковский мен Ю.М. Зорин сирек элементтерге Көкшетау көтерілім аумағында зерттеу жүргізді. Осы жұмыстардың нәтижесінде 100 г/т дейін колумбит, 300 г/т дейін касситерит (Шоқ-Қарағай, орманшылық нысандары) бар бөлікшелер ашылып, бағаланды.

1966-1968 жж. Ф.А. Летниковтың жетекшілігімен ҚазМШИ қызметкерлер тобы ауданның метасоматоздық өзгерген граниттерінің сирек кездесетін кенділігін зерттеу бойынша зерттеу жұмыстарын жүргізді. Бұл жұмыс әртүрлі интрузив кешендердің ықтимал кенділігін бағалауға және олардың ішіндегі ең перспективтілігін анықтауға мүмкіндік берді [14].

1967-1968 жж. С.Н. Калюжнаның жетекшілігімен БМРИ-тың тақырыптық партиясы Көкшетау көтерілімінің қопсық кайнозой шөгінділерінің

танталын зерттеп, құрамында колумбит, касситерит бар түзілімдерді шөгінділерін іздеуге перспективті бөлікшелердің болжамдық картасын жасады.

1968 жылдан бастап Орталық геохимиялық экспедицияның №64 ревизиялық-тақырыптық партиясы және Көкшетау ГБЭ бөлімшелері құрамында гранитоидтардың мору қыртысының танталын бағалау бойынша жұмыстар бірлесіп жүргізілді: Ю.М. Зорин, М.Р. Абрамсон, А.А. Костыгин, М.А. Абдрахманов [7, 27-35 б.]. Сонымен бірге Н.А. Солодовтың басшылығымен СЭМГжКИ қызметкерлері тобы осы түзілімдердің заттық құрамын зерттеп, тантал мен ниобийдің таралу балансын жасады. Осы зерттеулердің нәтижесінде Шоқ-Қарағай, Лавровка, Шарық, Золотоноша және т. б. бөлікшелерінде Орлиногор граниттерінің мору қыртысындағы танталға алдын ала баға берілді.

Лавровский гранит массивін зерттеу барлық таужыныстарында колумбит мөлшері жоғарылағанын көрсетті: орташа түйірлі граниттердің мору қыртысында 18 г/т, ұсақ түйірлі граниттердің мору қыртысында – 26 г/т, құмдарда – 30 г/т болды.

1973 жылы Лавровский массивінде танталды іздеу және бағалау жұмыстары аяқталды (Гончаренко және т.б., 1973). Сипатталған зерттеулерге сәйкес массивтің орталық бөлігінде граниттердің мору қыртысында колумбит мөлшері 36-38 г/т дейін жететіні анықталды. Массивтің батыс экзожапсарындағы тақтатастарда колумбиттің (67,65 г/т дейін), касситериттің (66,89 г/т) жоғарылауы және бериллийдің өнеркәсіптік концентрациясы анықталды. Ауданда сирек металдарды одан ары іздеу ұсынылды.

1975-1981 жж. Көкшетау ГБЭ (Адамьян, 1981) Успен қалайы кенорнын зерттеу бойынша жұмыстар жүргізілді.

Қалайыға (Адамян, 1979) геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу бағдарламасын жасау кезінде Володар қалайы зонасы шегінде бірінші кезектегі нысан ретінде Сырымбет кенді алаңы бөлінді [15].

1979-1982 жылдары М.М. Уколов және т.б. Көкшетау көтерілімінің солтүстік-батыс бөлігі бойынша геологиялық материалдарға жүйелеу жүргізілді. Аудан қалайылығы жатады, сондықтан бірқатар бөлікшелерде геологиялық жұмыстар жүргізу ұсынылды [16].

1987-1991 жж. кезеңінде Көкшетау ГБЭ Баян партиясы (Адамьян, 1991) Көкшетау орталық массиві және оның белсенді жиектемесі ауданы бойынша материалдарды жинау және қорыту бойынша практикалық-әдістемелік жұмыстар жүргізді, нәтижесінде қалайы мен вольфрам кенорындарын анықтауға перспективті бөлікшелер анықталды.

1983-1986 жж. Н.П. Мякшин сирек элементтердің болжамдық ресурстарын бағалау мақсатында Көкшетау көтерілісінің батыс бөлігінде барлау жұмыстарын жүргізді [17]. Осы зерттеулердің нәтижесінде сирек кездесетін гранит күмбездерімен байланысты тантал кенорындарын іздеуге ұсыныстар берілді. Нәтижесінде тантал, ниобийдің болжамдық ресурстары есептелді.

1984-1989 жж. Қостанай ГБЭ Володар зонасы шегінде қалайыға іздеу жұмыстары жүргізілді (Семенов, 1989). Сипатталатын жұмыстардың

барысында 1985 жылы Сырымбет кенді алаңының зонасында (Сергеевка деп аталатын аудан) кембрийге дейінгі саздар, алевролиттер, карбонатты таужыныстар бойынша метасоматиттермен байланысты өнеркәсіптік кендер (бастапқы кендер) ашылды, бұл осы нысанды іздеу-бағалау жұмыстарын жүргізу үшін ұсынуға мүмкіндік берді [18].

1990-шы жылдардың басынан бастап Көкшетау ГБЭ Сырымбет кенорында қалайыға барлау жұмыстарын жүргізді (Кузовенко, 1990), нәтижесінде алдын ала кондициялардың сипаты мен ТЭД жасалды [19], олардың негізінде қалайылы мору қыртысын барлау және бастапқы кендерді алдын ала барлау орындалды (Зорин, 1996). Жұмыс нәтижесінде мору қыртысының құрамында қалайы бар шикізаттың жаңа өнеркәсіптік тобы болып табылатыны анықталды, олардың қорын өңдеу вольфрам, ниобий және тантал минералдарын ілеспе ретінде алу шашыраңқы схема бойынша мүмкін берді. Сырымбет кенорынның бастапқы кендері күрделі, оларды өңдеген кезде қалайы, мыс, мырыш, висмут, қорғасын, күміс, флюорит, сирекжер элементтері, индий, скандий, мүмкін алтынның концентраттарын экономикалық тұрғыдан алуға мүмкіндік береді [20].

В және С₁ категориясы бойынша 100 х 25 м, 200 х 50 м тереңдікте ұңғымалар арқылы зерттелген мору қыртысындағы қалайының қоры: 15485,3 мың тонна және 36620,9 мың тонна, 60843 тонна кен, ал қалайының орташа мөлшері 0,393 % болғанда 82657 тоннаны құрайды.

С₁ және С₂ категорияларындағы 200 х 50 м, 400 х 100 м тереңдікте ұңғымалар арқылы зерттелетін бастапқы барлау деректері бойынша кендердің қоры (мың тоннамен) сәйкесінше 69954,4 және 130467,2мың тоннаны құрайды, қалайының орташа мөлшері 0,365 % және 0,246 %. Металл қоры сәйкесінше 255073 тонна және 321067 тоннаға тең.

1991 жылы Солтүстік Қазақстан аумақтық геологиялық бірлестігі берген геологиялық тапсырмаға сәйкес Көкшетау ГБЭ қызметкерлері Н.Х. Адамьян мен Н.И. Мякшин Сырымбет кенді алаңының оңтүстік-батыс қапталындағы қалайыға іздеу-бағалау жұмыстарына жоба жасады. Сарыбұлақ бөлікшесінде негізгі гидротранспорты бар карталау ұңғымаларын бұрғылау нәтижелері бойынша гранитоидтардың мору қыртысында колумбиттің 27-ден 332 г/т-ға дейінгі жоғары концентрациясы анықталды. Танталит-колумбиттің болжамдық ресурстары есептелген, олардың шектік құрамы 20 г/т болғанда, 3101 тоннаны құрайды [21].

XX ғасырдың 60-шы жылдардың ортасынан бастап 90-шы жылдарына дейін оның геологиялық құрылымы мен металлогениясының ерекшеліктерін зерттеумен арнайы шикізатты іздеу мақсатында «Степгеология» бірлестігі айналысқан. Осы жылдар ішінде бұрғылаудың үлкен көлемі орындалды, іс жүзінде барлық жұмыс алаңы 80х20 м дейінгі 800х60 м ұңғымалар желісімен қамтылды.

Бұл жұмыстардың нәтижелері Көкшетау ортаңғы массивін әдетте қалайы провинцияларына жатқызу қажеттілігін айқын көрсетеді. Зерттелетін аумақта орындалған барлық геологиялық жұмыстардың тізбесі 2.1-кестеде келтірілген.

Кесте 2.1 – Жұмыс аймағының геологиялық зерттелуі

Контур №	Ұйым, жүргізілген жұмыс	Жылы	Масштабы	Авторлары
1	2	3	4	5
261	Қарағанды, Геологиялық түсіру	1962	1:200000	Ю.В. Роцин Ю.С. Эльгер
410	Көкшетау ГБЭ Іздеу жұмыстары	1966	1:25000	Ю.М. Зорин А.Н. Костыгин
431	БМРИ Жалпылау жұмыстары	1964- 67	1:200000	А.С. Лисицын С.В. Малинко
460, 461	Степная экспедициясы. ГБП-92 Іздеу жұмыстары	1967	1:50000	Н.С. Зыкова П.Т. Сютин
469	Степная экспедициясы. ГБП-33 Мамандандырылған іздеулер	1967	1:50000	М.И. Кочетыгов Ю.М. Боровской
4	Орталық партия №33. СЭ 92 партия, ҚАЗББГИ	1968- 72	1:200000	
655	Көкшетау ГБЭ Іздеу жұмыстары	1969- 71	1:10000	М.Р. Абрамсон
518	ҚАЗББГИ-мен бірлескен аумақтық экспедиция	1967- 72	1:25000	В.В. Поновицын Н.С. Ершов
874	Степная экспедициясы ГБП-47. Іздеу жұмыстары	1970- 72	1:100000	В.Н. Чудиновских В.Я. Бушманов
459	Степная экспедициясы ГБП-47. Мамандандырылған іздеулер	1968- 72	-	-
534	Степная экспедициясы. ГБП47. Мамандандырылған іздеулер	1971	-	-
725	Қостанай ІБЭ. Елецкая ІБЭ. Геологиялық түсірілімдер	1972- 74	1:50000	А.М. Захаров В.П. Баев

2.1-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
699	Көкшетау ГБЭ. Іздеу жұмыстары	1969-73	1:50000 1:25000	А.А. Заячковский
729	Қостанай ГБЭ. Іздеу жұмыстары	1971-74	1:10000	В.В. Гай Н.А. Мухамадеева
545	Степная экспедициясы. ГБП-92. Мамандандырылған іздеулер	1973		Есеп берілген
718	Сібір өзендері ағынының бір бөлігін Арал теңізі алабына өткізуге арналған канал трассалары бойынша 1:200000 масштабтағы инженерлік-геологиялық барлау бойынша есеп	1973-74	1:200000 1:50000	Л.А. Лесненко А.М. Гашин
770,765	Қостанай ГБЭ. Геологиялық түсірілім. Тақырыптық жұмыстар	1973-75	1:50000 1:200000	М.Н. Альжанов Г.Н. Философов
808,809,810	Солтүстік Қазақстан ГБЭ. Іздеу жұмыстары	1974-76	1:10000	Ю.М. Алексеев А.Н. Муртазин
885	Көкшетау ГБЭ. Тақырыптық жұмыстар	1974-78	1:50000 1:200000	В.Е. Гончаренко
932	Солтүстік-Қазақстан ГБЭ	1978-79	1:10000	В.Н. Колыхалин
138	Степная экспедициясы ГБП-33. Геологиялық түсіру	1979-80	1:200000	А.Н. Корниенко Е.П. Федоров
35	Зеленогорск экспедициясы. Торғай партиясы №189	1979-81	1:200000	
1072	ҚазМШИ Тақырыптық жұмыстар	1981-83	1:200000	В.Ф. Долгополов
705	Степная экспедициясы. ГБП-47 Мамандандырылған іздеулер	1985-88		В.А. Перевозкин В.В. Поновицын
1147-ц	Қостанай ГБЭ. Іздеу жұмыстары	1988-89		В.П. Семенов С.И. Асанов
1189	Көкшетау ГБЭ. Барлау жұмыстары	1986-92		А.И. Кузовенко

2.2 Сырымбет кенорнының геофизикалық және геохимиялық зерделенуі

Бұл аймақта жиырмасыншы ғасырдың 40-50 жылдары магниттік, гравиметриялық және электр барлау әдістерін қолдану арқылы 1:100 000 және одан ұсақ масштабтағы аймақтық геофизикалық зерттеулер жүргізіле бастады. Бұл жұмыстар ірі геологиялық құрылымдарды, тектоникалық бұзылыстарды, әртүрлі құрамды интрузив түзілімдердің массивтерін анықтауға, сонымен қатар жалпы аймақтың терең геологиялық құрылымын зерттеуге көмектесті (2.4 кесте, 104-ші контур).

1960-жылдары барлау жұмыстарының күшеюіне байланысты облыстың үлкен аумағында (2.2-кесте, 251, 266-шы контурлар) 1:50000 масштабында планшеттік гравимагниттік түсірулер жүргізілді, түсті, сирек, бағалы металдар мен уранға маркшейдерлік, іздеу, геологиялық барлау жасалды [12, 42-89 б.].

1973-1975 жж. Сырымбет кенорнының кенді алаңының көп бөлігін қамтитын ауданда 1:10000 масштабтағы гравитациялық түсірулерді (желі 200 x 50 м), магниттік барлауды қолдану арқылы сидериттерді іздеуге көмектесу үшін (2.2-2.3-кестелер, 377, 384-ші контурлар) кешенді геофизикалық зерттеулер жүргізілді. (100x25м) және профильді электр барлау тік әдістермен электрлік зондтау (қадамы 5x100 м) және симметриялық электрлік профильдеу (қадамы 50 м). Осы жұмыстардың нәтижесінде Сырымбет кенорнының геологиялық құрылымы туралы құнды мәліметтер алынды [13, 12-18 б.].

1980-1984 жж. ҚазМШИ аймақтық зерттеу партиясы Көкшетау ортаңғы массиві үшін 1:200 000 масштабта геофизикалық материалдарды (сейсмикалық барлау, гравитация және магниттік түсіру) жалпылауды жүргізді. Соның нәтижесінде аймақтың терең құрылымы нақтыланды, гранитоид интрузиялардың морфологиясы зерттелді, ірі жарылымды құрылымдар классификацияланды.

1991-1993 жж. «Қостанай» Сырымбет кенорнында және оның оңтүстік-батыс қапталында 1:50000-1:2000 масштабында геофизикалық тәжірибелік-өндірістік жұмыстарды жүргізді (2.2-кесте, 643-ші контур). Жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде кенорынның тектоникалық құрылымы, метасоматоздық өзгерген таужыныстарының таралу шекаралары нақтыланып, таужыныстардың сульфидтенуі мен кремнийленуінің кен бақылаушы зоналары анықталды. Қалайыны және т.б. барлау жұмыстарын жүргізу кезінде геофизикалық зерттеулердің ұтымды кешені мен әдістемесі анықталды [22].

Сол кезеңде ҚазББГИ бір топ қызметкерлері (А.М. Коноплянцева және т.б) Сырымбет тәжірибе алаңының мысалында Солтүстік Қазақстандағы қалайы кенорындарын кең ауқымды іздеу мен бағалаудың геофизикалық әдістер кешенін жетілдіру бойынша тақырыптық жұмыс жүргізді. Сырымбет кенорнының үстінде геофизикалық әдіс бойынша айқын электрөткізгіштік аномалиясы және магниттелуі мен пирротинденуі нәтижесінде пайда болатын қарқындылығы бірнеше жүзден мыңға дейін немесе одан да көп НЛ-ге дейінгі оң магниттік аномалия бар екені анықталды. Ол метасоматоздық өзгерген таужыныстармен байланысты [18, 38-46 б.].

1987-1993 жж. барлау жұмыстарын жүргізу кезінде әртүрлі ұйымдар ұңғымаларды зерттеу үшін кең ауқымды геофизикалық әдістерді қолданды, оның ішінде қалайы, вольфрам, күшәлә және т.б. геофизикалық сынақтар жүргізілді (2.2-2.4 кесте). Бұл ретте кен құрамдастарының құрамын анықтау мен бағалаудан бастап ұңғымалардың қабырғаларының каверноздылығын және олардың телефотоқұжаттарын зерттеуге дейінгі сан алуан геологиялық және техникалық мәселелер шешілді.

Кесте 2.2 – Гравитациялық барлау жұмыстары

Контур №	Ұйым, жүргізілген жұмыс	Жылы	Масштабы	Авторлары
251	СҚГЭ	1969	1:50000 500 x 250 1:10000 200 x 100	Абулгазин С.Б.
255	Солтүстік Қазақстандағы Гольковский және Қотырсай аудандарының геологиялық құрылымы мен кендік потенциалының перспективалары	1967-1970	1:50000 500 x 500	Онуфриев В.И. Боровской Ю.М.
266	СҚГЭ	1970	1:50000 500 x 500 1:10000 200 x 100	Абулгазин С.Б.
276	Территориялық экспедиция	1968	1:10000 200 x 100	Зыкова Н.С.
277	Территориялық экспедиция	1969	1:10000 200 x 100	Зыкова Н.С.
345	Елецкая ГБЭ	1972-1974	1:10000 200 x 50 ГР 50 м	Захаров А.М. Баев В.П.
377	СҚГЭ	1973-1975	1:10000 200 x 50	Светличный П.Н.
625	СҚГЭ	1986-1988	1:5000	Демент Т.Н.
643	Қостанай ГБЭ	1991-1993	1:10000	Кузьмин В.М. Писаренко В.Н.
622	Сергеевский 1 және СҚГЭ бөлікшелеріндегі қалайыны барлау жұмыстарының нәтижелері туралы есеп	1984-1989	1:25000	Семенков В.П. Асанов С.И.

Кесте 2.3 – Электрлік барлау жұмыстары

Контур №	Ұйым, жүргізілген жұмыс	Жылы	Масштабы	Авторлары
142	Балқаш партиясы СҚГЭ	1961	500 x 50 100 x 20	Гончар А.А. Янковский С.Б.
164	Көкшетау партиясы СҚГЭ	1962	500 x 50 100 x 20	Гончар А.А. Янковский С.Б.
180	Володар партиясы СҚГЭ	1963	100 x 20	Гончар А.А. Янковский С.Б.
410	Көкшетау экспедициясы	1961-63	25 x 50	Зорин Ю.М.
22	Балқаш партиясы	1961	1:200000	Гончар А.А.
307	Горький партиясының іздеу-бағалау жұмыстарының нәтижелері туралы есеп. Дала экспедициясы. ГБП-47.	1970-72	1:10000 1:25000	Чудиновских В.Н. Бушманов В.Я.
311	Көкшетау қаласындағы сумен жабдықтау үшін жер асты суын іздеу және барлау туралы есеп	1969-70	ВЭЗ, 200 м АВ-750 м	Абдрашидов М.К. Назаренко С.Н.
384	СҚГЭ	1974-76	ВЭЗ 50 x 100м АВ-500-700м	Алексеев Ю.М. Муртазин А.М.
345	Елецкая партиясы, Қостанай қаласы	1972-74	1:50000 шаг 100 м по сети 100 x 25м	Захаров А.М. Баев В.П.
622	Сергеевский 1 және СҚГЭ бөлікшелерінде қалайыны арлау жұмыстарының нәтижелері туралы есеп.	1984-89	-	Семенов В.П. Асанов С.И.
643	Әдістемені сынау бойынша тәжірибелік-өндірістік жұмыстардың нәтижелері туралы есеп беру. «Қостанай» ІБЭ	1991-93	1:50000	Кузьмин В.М. Писаренко В.Н.

Кесте 2.4 – Магниттік барлау жұмыстары

Контур №	Ұйым, жүргізілген жұмыс	Жылы	Масштабы	Авторлар
24	Главгеофизика	1952	1:100000 маршруттар арасындағы қашықтық 500-1000 м	Тимофеев В.В. Кибалина А.К.
489	Қостанай ГБЭ, Аэромагнит партиясы	1971	1:10000 маршруттар арасындағы қашықтық 100-10 м	Каракозова С.В.
587	Қостанай ГБЭ. Аэромагнит партиясы	1983	1:10000	Каракозова С.В.
104	Солтүстік Қазақстандағы геофизикалық зерттеулер туралы есеп	1957	1:200000 1:10000 желі арқылы 2000x100 м 100 x 200 м	Шмидт А.Э. Сучков Г.В.
230	Орталық партия № 33. Аумақтық экспедиция	1967	1:50000 желі арқылы 500 x 50м	Кочетыгов М.И. Боровской Ю.М.
255	Орталық партия № 33. Аумақтық экспедиция	1967- 1969	1:50000 по сети 500 x 50 м	Онуфриев В.И. Боровской Ю.М.
204	Чистополь партиясы №37	1965	1:25000 1:10000 желі арқылы 250 м	Волгин Д.Д. Зернов Д.И.
345	Елецкая ИБЭ	1972- 1974	1:10000 желі арқылы 100x25 м	Захаров А.М. Баев В.П.
384	СҚГЭ	1974- 1976	1:10000 желі арқылы 100 x 25 м	Алексеев Ю.М Муртазин А.М.
643	Қостанай ИБЭ СҚГЭ	1991- 1993	1:5000 5 x 10 м 1:2000 желі арқылы 25 x 10 м	Кузьмин В.И. Писаренко В.Н.
597	«Қазгидрогеология» Солтүстік Қазақстан гидрогеологиялық экспедициясы	1985- 1986	1:25000 желі арқылы 25 x 10 м 1:50000	Пятов И.А. Трушкина В.В.
625	Солтүстік Қазақстан геологиялық экспедициясы	1986- 1988	1:10000 желі арқылы 100 x 25 м	Демент Т.Н.
622	Сергеевский 1 және КГИ кенті учаскелерінде қалайы іздеу жұмыстарының нәтижелері туралы есеп	1984- 1989		Семенков В.П. Асанов С.И.

Геохимиялық зерделенулер. Жұмыс алаңының барлық дерлік аумағы кернсіз бұрғылау ұңғымаларымен зерттелген. Түптік аралықтардан алынған керн спектрлік әдіспен сыналған және талданған.

Сырымбет кенорнын анықталғаннан кейін IMGRE жер бетіне геохимиялық зерттеу жүргізді, бұл әдісті Сырымбет типті объектілерді іздеу үшін қолдану мүмкіндігін көрсетті.

Ішінара геохимиялық зерттеулердің нәтижелері геологиялық барлау жұмыстары барысында жүйеленді, оның ішінде, ең алдымен, М.М. Уколов (1980) Сырымбет кенорны аймағында қалайының контрасты ореолын анықтап, 1:200 000 масштабы қалайының болжамдық картасын құрады [16, 32-48 б.].

1984-1989 жж «Қостанай» ҚМК жұмысы арқылы Сырымбет кенорны қалайы, бериллий, қорғасын, мырыш, күшәлә, күмістің ореолдарымен белгіленіп, жұмыстар жүргізілетін аумақтар анықталды.

1989-1990 жж Бронницы геологиялық-геохимиялық экспедициясы Сырымбет кенорында геохимиялық жұмыстар жүргізді. Жұмыс экзогендік қалайы минералдануын іздеу үшін туынды ореолдарды пайдалану мүмкіндігін көрсетеді.

3 СЫРЫМБЕТ КЕНДІ АЛАҢЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ

3.1 Кенді алаңның қысқаша геологиялық сипаттамасы

Солтүстік Қазақстандағы ең перспективті және бірегей аумақтардың біріне эндогендік және экзогендік сирекжер және сирек метал кенорындары шоғырланған Сырымбет кен шоғырындағы сирек металды-сирекжер кен білінімдері жатады (сурет 3.1).



Сурет 3.1 – Сырымбет кенорнының көрінісі

Сырымбет кенорны Володар кенді округінің орталық бөлігінде орналасқан және солтүстік-шығыс бағытта созылған. Өлшемдері 9,4 x 3,5 км. Сырымбет кенорны аймағындағы ең көне құрылымдар неопротерозойдың метаморфталған таужыныстары – шарық және көкшетау түзілімдері болып табылады. Шарық свитасының сазды, серицитті тақтатастары, әктастары мен сазтастары Дальненск (Орлиногорск) кешенінің ортаңғы-жоғарғы девон сирек металды гранитоидтты таужыныстарын құрайды. Дайка тәрізді денелер ауданның негізгі тектоникалық құрылымдарына сәйкес солтүстік-шығыс бағытта созылған [23].

Бұл бөгет тәрізді жота интрузиялардың жалпы ұзындығы 7,0 км, эрозия деңгейіндегі шөгінділердің ені әртүрлі 50-100-ден 600 метрге дейін. Зонаның геологиялық құрылымы әртүрлі ғалымдардың көптеген жарияланған еңбектерінде, сондай-ақ геологиялық барлау жұмыстары туралы есептерде қарастырылған. Олардың ең соңғысы Т.И. Тимпани (1996) жүргізген 1:50000 масштабты геологиялық барлау және В.Н. Попкова және Ю.И. Рылов (2001) бойынша жасалған жұмыстары [26-31].

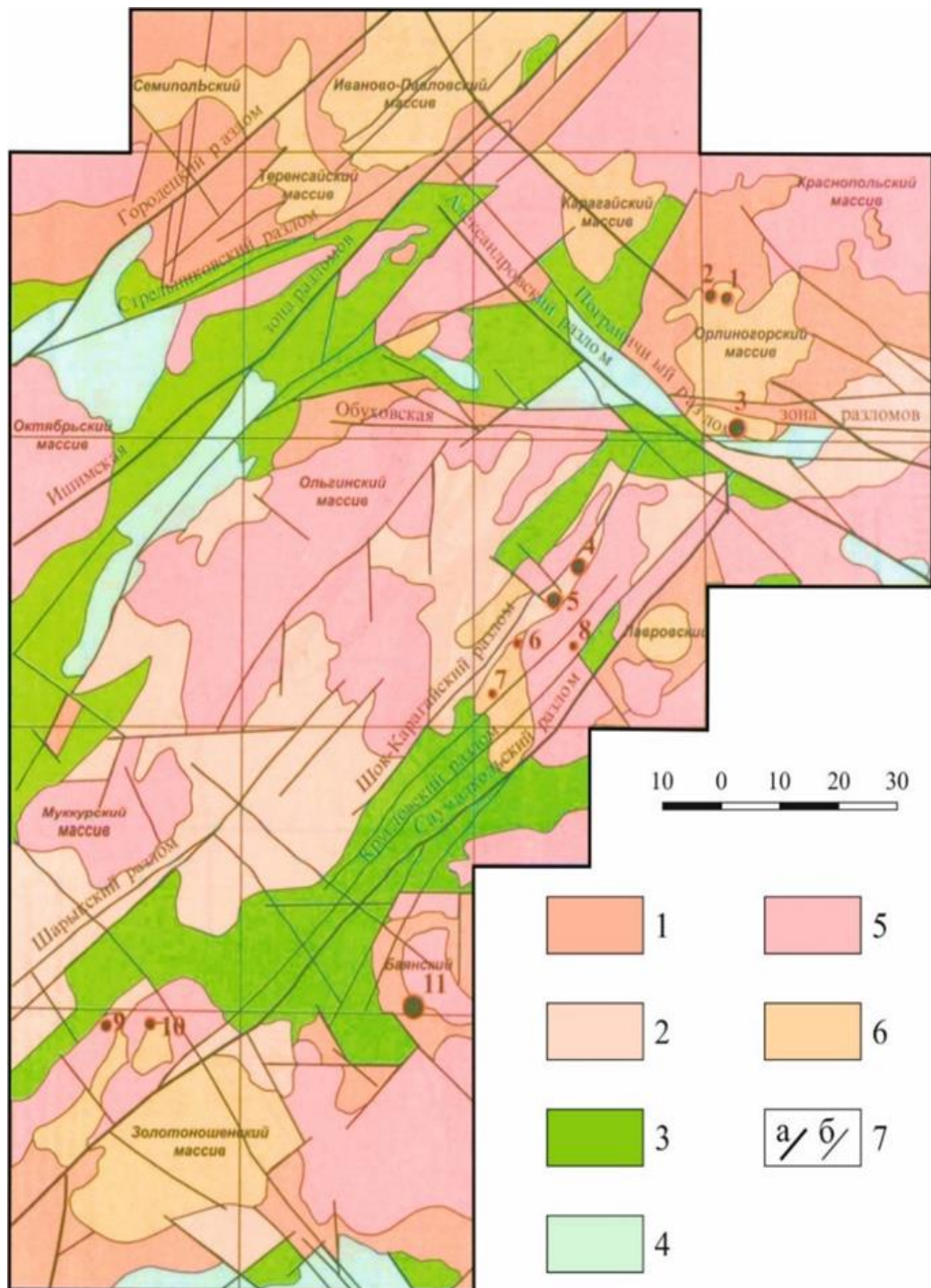
Володар кенді ауданы Володар құрылымдық-металлогениялық зонаның солтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан, оның құрамына солтүстік-шығыс бағыты субпараллель терең жарылымдар қатарлары Грачевский, Гавриловский, Андреевский және т.б. Володар зонасының солтүстік бөлігі Көкшетау ортаңғы массивін кесіп өтеді және солтүстік-шығыста солтүстік-батыс және ендік бағыттағы жарылымдар жүйесімен шектелген. Оңтүстік-батысында бұл зона Көкшетау ортаңғы массивінен төмен қарай өзен аңғарымен созылады. Есілді Торғай науасын шектейтін суасты құрылымдары кесіп тастаса керек. Оны одан ары мезозой-кайнозой шөгінділерінің астында байқауға болады (сурет 3.2) [28-31].

Өңірдегі ең көне құрылымдар *палео протерозойдың (PR_{1zr})*, *Зеренді дестесінің* жоғары метаморфизмге ұшыраған таужыныстары болып табылады, олар іргетас кешені (гнейс дестесі) деп аталатынды білдіреді. Кешенде гнейстер, кристалды тақтатастар, гранатты амфиболиттер, мәрмәр қабаттары, кварциттер, эклогит денелері басым. Таужыныстар метоморфизмнің гранулитті фациясына жатады.

Неопротерозойдың шарық дестесі (R_{3sr}), стратиграфиясы жағынан жоғары жатқан шөгінділері көміртекті метабазиттермен, әктастармен, доломиттермен, кварц горизонттары мен олигомикалық құмтастардан тұратын серицитті филлиттерден тұрады, қиманың негізінде оқшауланған базальт жамылғылары орналасқан (сурет 3.3).

Бұл шөгінділерді *неопротерозой көкшетау дестесінің (R_{3kk})* таужыныстары жауып жатыр, олар метаморфталған рутил-цирконды шашылымдардың, кварц-серициттердің, мәрмәрлардың және көміртекті филлиттердің жұқа аралық қабаттары бар кварцты құмтастардан тұрады.

Мору қыртысының түзілімдері (MZ) Володар кенді ауданының бүкіл аумағында кеңінен дамыған. Мору қыртысының қалыңдығы 100 метрге жетеді немесе одан да асады. Мору қыртысының қимасында қиыршық тас, сазды-қиыршық және сазды зоналар (төменнен жоғарыға қарай) ерекшеленеді. Төменгі, қиыршық тасты зона барлық жерде дерлік таралған. Қиыршық тас материалының мөлшері 40-60 % құрайтын қопсық шөгінділер, құрылымды таужыныстардан құралған. Минералогиялық жағынан ол түпкілікті таужынысқа толығымен сәйкес келеді [32].



1 – неопротерозойға дейінгі кристалды жарылымдардың шығыңқы жерлері; 2 – антиклин құрылымдардың өзегін құрайтын белсенді шөгінді түзілімдері; 3 – белсенді шұңқырлардың шөгінді түзілімдері (O_1-O_3); 4 – посторогендік ойпаңдардың шөгінді түзілімдері (D-J); 5 – гранодиориттер мен граниттердің бастапқы орогендік силур интрузиялары; 6 – лейкократ граниттердің девон интрузиялары; 7 – жарылымдар: а - терең өңірлік; б - 2-ші реттік.

Сурет 3.2 – Көкшетау көтерілімінің солтүстік-батысында негізгі құрылымдық элементтердің схемасы [33]

Кесте 2.5 – Сирек металдардың кенорындары және кенбілінімдері

1 Орлиногорск Sn (Ta, Nb)	7 Легаевск
2 Орлиногорск (шашылым) Sn (Ta, Nb)	8 Лесничество
3 Өскен Sn	9 Шарық
4 Сырымбет Sn (Ta, Nb)	10 Золотонаша
5 Сарыбулак Ta, Nb (Sn)	11 Баян
6 Шоқ-Қарағай (Ta, Nb)	



Сурет 3.3 – Жоғарғы неопротерозойдың шарық дестесі

Қиыршық тас-сазды зона көбінесе темір және марганец гидроксидтері тотты қоңыр түстермен біркелкі боялған қопсық таужыныстармен ұсынылған. Секцияның төменгі бөлігінде құрамында 60 % дейін кварц, 25-30% жартылай каолинденген және серициттенген далашпаттары бар. Жоғарғы бөлігінде таужыныс құрылымы шамалы өзгерген, кварц мөлшері 20 %-ға дейін төмендейді, далашпаты толығымен дерлік серицит-каолинитті толтырғышпен алмастырылған. Мору қыртысының сазды зонасы бұрғыланған бөлікшелерінде жиі болмайды. Таужыныс құрылымсыз, ашық сұр түсті каолинит пен сирек кварц түйіршіктерінен (5-7%-ға дейін) тұрады. Кейде тотты қоңыр реңктегі темір гидроксидтерімен әркелкі боялады. Мору қыртысының түзілімдерінде құм аралық кабаттары (*Шаған түзілімі*) және ала-сазды, кейде құм аралық кабаттары мен құмды саздақтары бар палеоген жасыл сазды кабаттары жатады.

Төменгі-ортаңғы миоценнің терсек дестесі (N_{1trs}). Терсек түзілімдері шектеулі таралған және картаға Володар кенді округінің солтүстік-шығыс және солтүстік-батыс бөліктерінде түсірілген [34].

Қиманың жоғары жағында ашық қызыл-қоңыр, кейде қоңыр түсті саздармен бейнеленген плиоцен *жыланды дестесінің (N_{2zl}) шөгінділері* жатыр.

Барлық дерлік ұңғымаларда *төрттік жүйесінің төменгі бөлімінің (Q_{1zn}) жүншілік свитасының* шөгінділері анықталады, оларда кварцты-далашпат құмның линзалары бар қара-қоңыр, қызыл-қоңыр, сұр-қара қоңыр саздар басым. Кайнозой шөгінділерінің қимасын *төрттік жүйесінің қазіргі буынының (Q_1V)* жабындық саздақтары деп атайды, олар әртүрлі жастағы таужыныстарда үздіксіз жабын түрінде жатыр. Володар кенді ауданында интрузив жарылымдар кең таралған. Негізгі таужыныстарымен қарым-қатынасына, сондай-ақ металлогениялық және геохимиялық зерделенуіне қарай Володар кенді ауданында екі интрузив кешені бөлінеді:

Зеренді соңғы ордовик-бастапқы силур гранитоид кешені ($\gamma\text{-}\gamma\delta O_3-S_1$) кварцты диориттерімен, гранодиориттермен, тоналиттермен және негізінен плагиоклазды граниттермен ұсынылған. Кешеннің интрузив массивтері әдетте кембрийге дейінгі метаморфизмге ұшыраған таужыныстардың арасында кездеседі және төменгі девонның вулканогендік түзілімдерімен бірге эрозияға ұшырайды. Олар көбінесе жапсарланған параллель бағытталған лакколиттерді және жалпақ пластиналарды құрайды. Кешеннің металлогениялық темір рудасы кенорындарының және скарн типті мыс білінімдерінің, кварц-желі алтын кенорындарының түзілуінде көрінді [35].

Ортаңғы девонның дальненск (орлиногорск) лейкократты граниттер кешені ($1\gamma D_2dl$) доға тәрізді және жалпақ, сызықты денелерді құрайды. Массивтердің құрылымы және интрузив фазалардың түзілу реті күрделі, бастапқы фазалардың таужыныстары кейде қалыпты порфирлі, биотитті граниттермен шоғырланған, бірақ көп жағдайда негізгі интрузив фаза, қосымша және желілі таужыныстары аляскиттер мен кварц-далашпатты граниттер.

Бұл кешен грейзенделу және кремнийлену зоналарында қалайы, вольфрам, молибден, сондай-ақ альбиттенген метасоматиттерде тантал мен ниобийдің кенорындарымен байланысты. Пайдалы қазбалар кеңістікте Орлиногорск интрузия кешенінің гранитоидтарымен байланысты вольфрам, қалайы, тантал, ниобийдің кенбілінімдерінде көрініс табады. Құрылыс материалдарының шағын кенорындары жергілікті қажеттіліктер үшін пайдаланылады.

Сырымбет кенді алаңының пайдалы қазбалары. Сипатталған аумақта көптеген металл кенбілінімдері және бейметалл пайдалы қазбалардың бірнеше кенорындары белгілі.

Сырымбет және Сарыбұлақ массивтерінің қалайы кендеріне қатысты гранитоидтар кенді генерациялайтын және ішінара кенді орналастыратын болып табылады. Тантал-ниобаттар үшін кенді және кен түзетін формация

гранитоидтары болып табылады. Олар солтүстік-шығыс проекциясының дайқа тәрізді денелері түрінде байқалады.

Аймақтағы екінші маңыздылығы бар кенорын – Донецк. Донецк массивінің оңтүстік-батыс контактісінде дамып келе жатқан лейкограниттердің өзек тәрізді денесімен шектеседі. Граниттер шарық формациясының шөгінділерін бұзады (PR_3sr).

Кеңістіктік және генетикалық тұрғыдан Легаев және Первомайск массивтерінің граниттерімен және кварц порфирлерімен және Шоқ-Қарағай бөлікшесінің гранит-порфирлерімен қалайы, бериллий, тантал, висмут және сирекжер элементтердің кенбілімдері байланысты.

Өскен кенорны. Аудан граниттермен (D_2) жарылған шарық формациясының шөгінді метаморфты жыныстарынан ($PR_3 sr$) тұрады. Кенорны граниттердің жанасуымен шектелген және 11 км-ге дейін жолақ түрінде байқалады. Рудалық минералдану негізінен кварц-грейзен түзілімдерінде және слюда-флюорит минералдануы бар гранат-амфибол-эпидот метасоматиттерінде локализацияланған. Кендеудің сипаты үзік-үзік, қалайы мұнда біркелкі бөлінбейді. Кен денелерінің қалыңдығы 0,8-5 м, олардың ұзындығы белгіленбеген. Қалайы мөлшері 0,001-ден 0,8% - ға дейін жетеді. Негізгі кен минералы - касситерит. Белгілі кенбілімдердің едәуір бөлігі алдыңғы зерттеулерде анықталған және зерттелген. Кенорнында күшті (10-14 м) мору қыртысы байқалады. Кей жерлерде касситеритпен байытылған (44-924 г/м³, 9430 г/м³ дейінгі бірлік сынамаларда) [36].

Сопочное кенорны Орлиногор гранит массивінің Батыс экзоконтактілі бөлігіне, дәлірек айтқанда шығыңқы күмбездердің біріне қарай созылған. Қалайы және күрделі сирек металл минералдануы бар сегіз кенді аймақ байқалды. Кендену граниттерде және шарық формациясының жыныстарында дамыған грейзендермен байланысты. Граниттерде бұл ұсақ грейзен денелері, ал құм-тақтатас жыныстарында – штокверк аймақтары. Кен денелерінің жоғарғы бөлігі тарамданған, кенденуі 200-250 м тереңдікке дейін байқалады, кендердегі қалайы мөлшері-0,2-0,5 %, жекелеген аймақтарда 2%-ға жетеді. Кенорын бойынша қалайының орташа мөлшері - 0,31 %. Негізгі кен минералдары – касситерит, вольфрамит, танталит, галенит, сфалерит, халькопирит, пирит сирек кездеседі.

Кендер құрамы бойынша Донецк және Сырымбет кенорындарының грейзен-штокверкті кендеріне жақын және жеңіл байытылатын кенбілімдерге жатады.

Дальний кенбілімі гранит массивінің солтүстік-батыс бөлігінің эндоконтактілі аймағында орналасқан. Граниттердің ішінде екі сорт ерекшеленеді: массивтің орталық бөлігін құрайтын лейкократ граниттері және массивтің оңтүстік бөлігіндегі аляска граниттері. Қалайы мен вольфрамның минералдануы біріншісімен байланысты, ал екіншісі молибденмен.

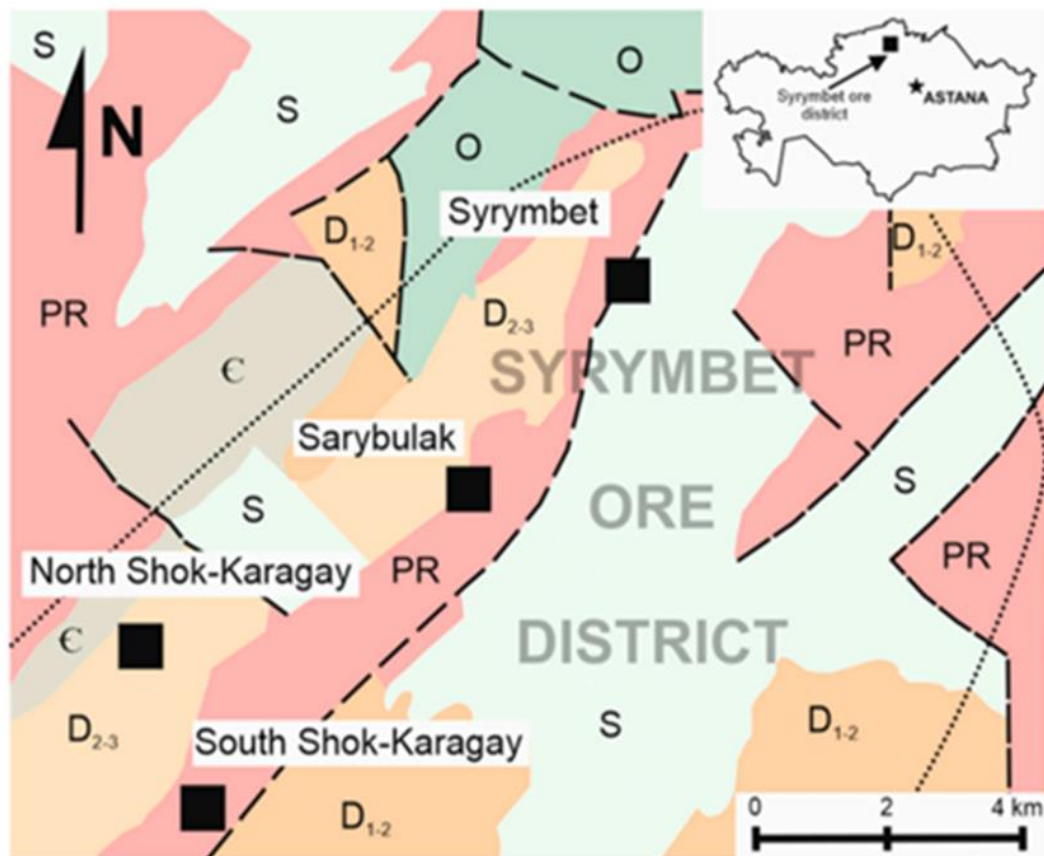
Массив граниттері қарқынды грейзенделген, турмалинделген және флюориттелген. Соңғы кездері Дальний массивінің қалайы кенбілінімдері аз перспективті аудан болып саналды [37].

Золотоноша кенбілінімі гранит массивінің экзоконтакттілі бөлігінде орналасқан. Бөлікшенің өлшемдері: ұзындығы 700 м. ені – 300 м, орташа қалыңдығы – 25м. Қалайының негізгі тасымалдаушысы – касситерит, оның құрамы белгілерден 42 г/т дейін өзгереді, негізгі ілеспе минералдар: колумбит, циркон, ильменит, ксенотим, монацит, сфен, топаз.



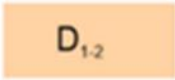
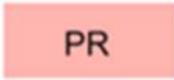





Жоғарыда аталған кенорындарынан басқа қалайы минералдануы бар 47-ге жуық эндогендік кенбілінімдерде тіркелген, олардың ішіндегі ең маңыздылары Орлиногорск, Шоқ-Қарағай, Сергиев, Князев, Шарық, Дальненское.

Көкшетау өңірінің батыс бөлігі эндогендік қана емес, сонымен қатар экзогендік қалайы кенбілінімдерінің көрінісімен сипатталады. Касситериттің өнеркәсіптік құрамы бар учаскелермен сипатталатын Орлиногор, Ольгин, Мукур, Золотоноша және Князев шөгінділері практикалық тұрғыдан ең маңызды болып табылады (Қосымша А).

Сонымен, Сырымбеттің кенді алаңы ірі Сырымбет қалайы кенорындарынан және негізінен Легаев және Шоқ-Қарағай гранитоид массивтерінде орналасқан кішігірім нысандар тобынан тұрады. Девон граниттері протерозой шарық формациясының кварциттерін жарып өтеді. Массивтің құрамында қалыпты биотитті граниттер және соңғы пермь гранит-порфирлері, гранофирлер, кварц порфирлері бар (сурет 3.3).



Explanations

 D ₂₋₃	1	 C	5
 D ₁₋₂	2	 PR	6
 S	3		7
 O	4		8
			9

PR – Зеренді қатары: гнейстер, амфиболиттер және кристалды тақтатастар; Шарық формациясы: көміртекті-сазды, кремнийлі-сазды тақтатастар, құмтастар, әктастар, кварцит аралық қабаттар, кварцты құмтастар, алевролит және әктас линзалары; C – Андреев қабаты: кварцты құмтас, тақтатас және тақтатас аралық қабаттары; O – туфты құмтас, алевролит және кремнийлі сазтас; S – гранодиорит, граниттер, кварцты диориттер, биотитті және горнбелгіенді гранит; D₁₋₂ – ірі түйірлі, кейде порфир лейкократ биотитті гранит; D₂₋₃ – гранитт-порфир және кварцты порфир.

Сурет 3.4 – Сырымбет кенді ауданының геологиялық картасы [38]

3.2 Кенорнының геологиялық құрылымының ерекшеліктері

Сырымбет кенді алаңының шегінде алып Сырымбет қалайы кенорны орналасқан, ол толық зерттелген. 1986 жылы Қостанай ҚСЭ-де ашылған. Кенорындарды А.И. Кузовенко, В.П. Семенов, А.П. Осауленко, Ю. М. Зорин, А.Ф. Сметанников зерттеді [39].

Кенорнының геологиялық құрылымына алюмосиликатты (аргиллиттер, алевролиттер, көміртекті тақтатастар) және карбонатты (эктастар, мергельдер) таужыныстардан тұратын неопротерозой шарық дестесінің (R_{3sr}) терригендік таужыныстары кіреді. Шарық дестесінің шөгінді түзілімдерінің ішінде біркелкі және дайқа тәрізді пішінді базальт пен андезиттің қабат аралық денелері, сондай-ақ қалыңдығы 10-30 м болатын габбродиорит дайқалар кездеседі (сурет 3.5). Оңтүстік-шығыс бөлігінде шарық дестесінің шөгінділеріне ортаңғы-соңғы девонның Орлиногорск интрузив кешенінің лейкократ гранит-порфир дайқа тәрізді денелері енген.



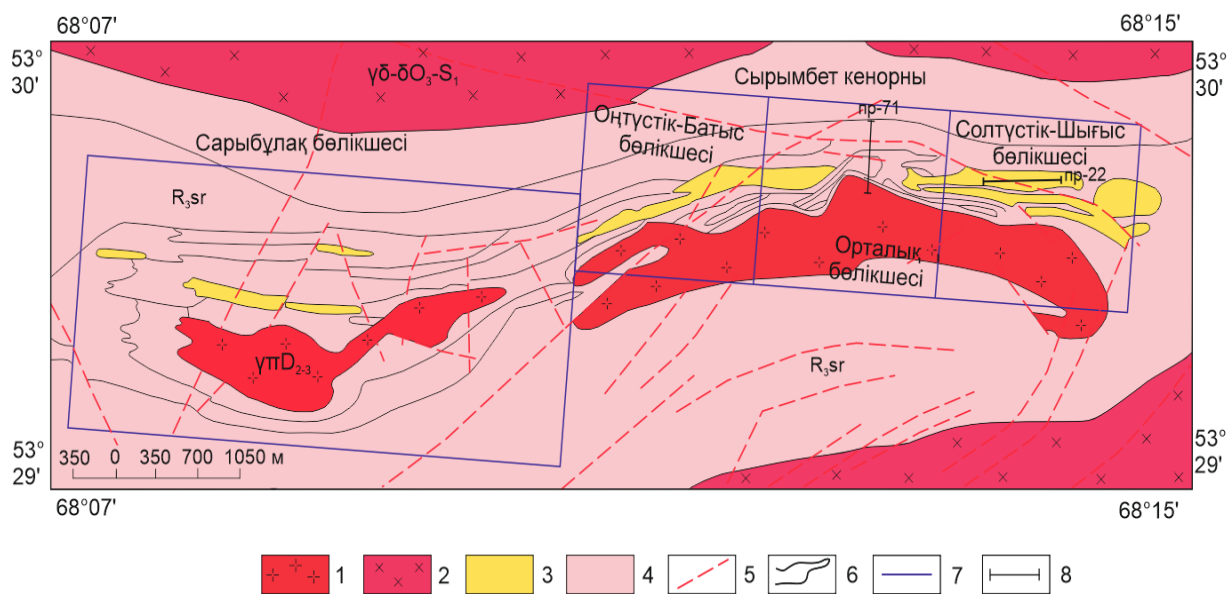
Сурет 3.5 – Шарық дестесінің терригендік түзілімдері

Шөгінді және интрузив таужыныстар кенге дейінгі және кендену сатыларында қайталанатын және қарқынды метасоматизмге ұшыраған. Жапсар зоналарында терригендік алюмосиликат таужыныстар қарқынды гидротермалық-метасоматоздық түрлену нәтижесінде биотитті және кварц-биотитті мүйізтасты метасоматоздық таужыныстардың пайда болуына дейін биотиттенеді. Құрамында карбонат бар таужыныстары (эктас, мергель) скарндалып, пироксен мен гранат скарндарына айналады. Базальттар мен габбро-диориттердің қабат аралық денелері жанасуға жақын бөлігінде амфибол-(гастинцит)-плагиоклаз-флогопитті метасоматиттерге және гранит-

порфирмен жанасудан алшақ жерде плагиоклаз-эпидот-хлорит пропилиттеріне айналған. Қалайы минералдануы негізінен гранит-порфир интрузиясының экзожапсар зонасымен, ал аз дәрежеде гранит-порфирмен шектеледі [40].

Кенорнының орталық бөлігін құрайтын Сырымбет интрузив массиві солтүстік-шығыс бағытта 6700 м, ені 100–600 м созылып жатыр. Интрузия пішіні асимметриялы, оңтүстік-шығыс жапсарының қисаю бұрышы 20-40°. Солтүстік-батыс жапсары 65-75° бұрышпен солтүстік-батысқа қарай тік еңкейеді. Кенді кенорынның оңтүстік-батыс бөлігінде ұңғымалардан шарық дестесі таужыныстары астындағы интрузияның апикал бөлігінің баяу еңістенуі анықталды [41,42]. Интрузивті массивтің ішкі құрылымы біртекті және тек метасоматоздық өзгерістердің дәрежесімен және сипатымен ерекшеленеді.

Интрузияның орталық бөлігі грейзенденудің жоғарылау дәрежесімен сипатталады. Массивтің жоғарғы апикал бөліктерінде қалыңдығы бірнеше метрге жететін ірі және алып түйірлі пегматоид граниттердің зоналары ерекшеленеді (сурет 3.6).



1 – Ортаңғы-жоғарғы девон аплит тәрізді лейкограниттері; 2 – Орлиногорск кешенінің гранит-порфирлері; 3 – мору қыртысы; 4 – Шарық дестесінің таужыныстары; 5 – жарылымдар; 6 – геологиялық шекаралар; 7 – бөлікшелер шекаралары; 8 – қима сызығы.

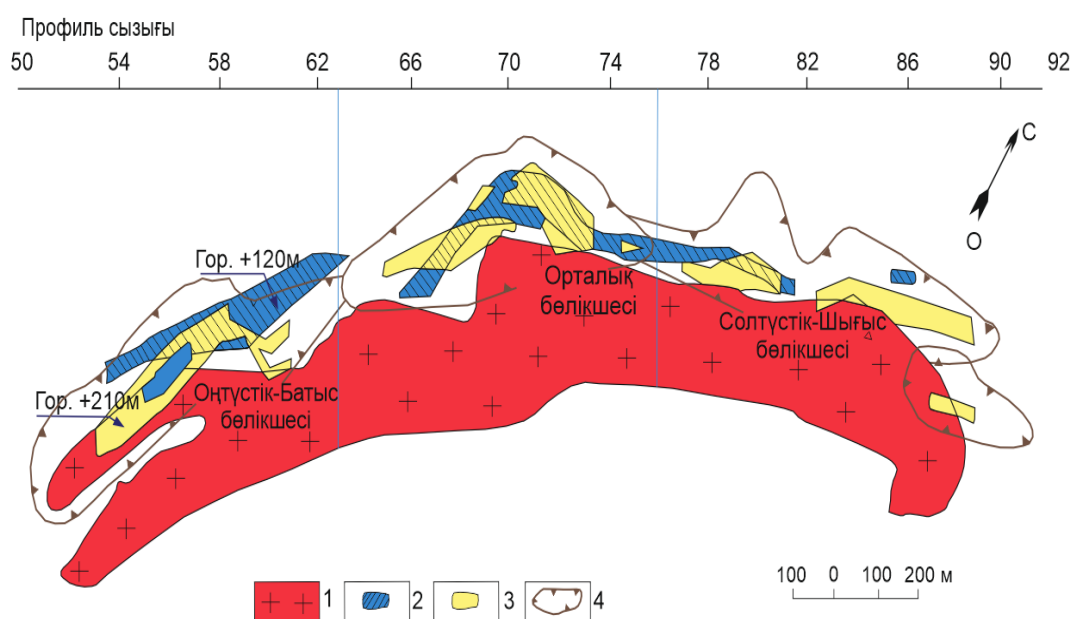
Сурет 3.6 – Сырымбет кенорынның схема геологиялық картасы [43]

Кенорнының негізгі құрылымдық элементтері геофизикалық деректермен расталған солтүстік-шығыс терең жарылымдарымен шектелген ірі тектоникалық зона болып табылады. Бірдей терең жарылымдармен тегістелген пішінді және анық солтүстік-шығыс бағыты бар гранитоид жарылымдардың формасымен дәлелденеді. Сырымбет интрузиясы зонасында, оның экзожапсар

бөлігінде 8-10 км-ге дейін байқалатын кенді зона шектелген. Мұнда жарылым, катаклиз және жарылымға жақын тақтатасты зона дамыған.

Кенді зонаның морфологиясы күрделі, ол дөңес және кен бағандары бар айтарлықтай қалыңдықты және көлемді минералданған. Қалайы минералдануы грейзендену зоналары түрінде байқалады және гранит-порфир дененің солтүстік-батыс (65-70°) бағытта тік жанасуымен бақыланады [44].

Кенорын шегінде минералданудың ортақ геологиялық және құрылымдық жағдайымен, кенді таужыныстардағы гидротермалық-метасоматоздық өзгерістердің әртүрлі дәрежелерімен және сәйкесінше әртүрлі қалайы құрамымен сипатталатын үш зона бөлінеді. Қалайыға ең бай минералдану зонасы Орталық бөлікшемен шектеледі (сурет 3.7).

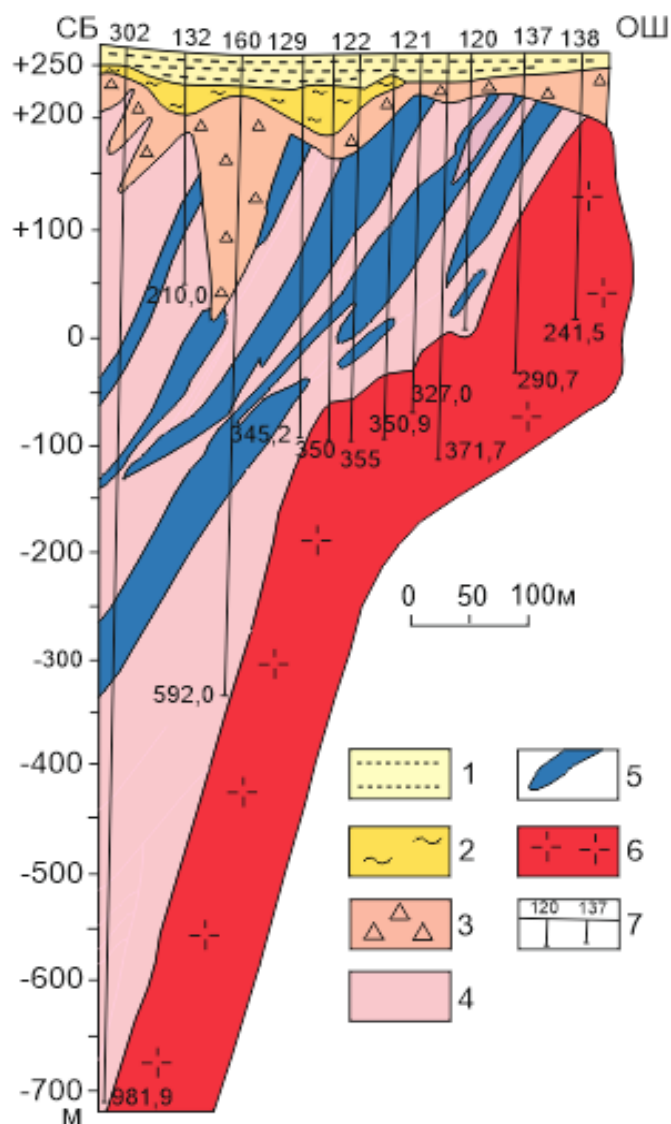


1 – Сырымбет интрузиясының граниттері; 2-3 – қалайы кендері: 2 – бастапқы кендер; 3 – мору қыртысы; 4 – карьер контуры.

Сурет 3.7 – Сырымбет кенорнында минералданудың таралуы [45]

Кенді зонаның нақты геологиялық шекаралары жоқ және өндірістік параметрлері бар кен түзілімдеріне қанығу дәрежесімен белгіленеді. Гранит интрузиялық жапсарының еңісі кенді зонаның морфологиясына тікелей әсер етеді. Интрузив дененің тік құлау жапсарларымен шектелген айқын анықталған жазық алаңы бар тектоникалық белгіоктарда (профильдер 54, 62, 71), минералдану үлкен ықшам «тақта тәрізді» дене түрінде орналасқан (сурет 3.8).

Гранит массивінің жапсары 50-60°-қа дейін жайпақталған жерлерде бір кенбілімдер бірнеше қуаттылығы төмендерге бөлініп, үзілістер пайда болып, құрамында қалайы аз блоктар байқалады.



1 – қазіргі түзілімдер; 2 – саздақтар; 3 – сазды ұсақталған мору белдемі; 4 – Шарық дестесінің метасоматоздық өзгерген таужыныстары; 5 – қалайы рудалы денелер; 6 – лейкократ граниттер-порфирлер; 7 – барлау ұнғымалары.

Сурет 3.8 – 71 профиль бойынша геологиялық қима [45, 153-154 б.].

Қалайы минералдануы желішіктерде, кесінділерде, сондай-ақ ұялар және линза тәрізді сегрегациялар мен жарықшақтарда шашыраңқы кен минералдануы түрінде шоғырланған. Желілер әртүрлі бағытты және құрамды қабатаралық, көлденең, жеке жарықтар түрінде көрініс береді. Ең бай минералдану зоналарындағы желілердің орналасу тығыздығы ұнғыманың 1 сызықтық метріне 25-30-ға жетеді. Қалыңдығы 10 мм-ден 1-ге дейін, сирек 3 см-ге дейін өзгереді. Желі массасының көлемі 5-тен 15 % -ға дейін өзгереді, флюориттенудің қарқынды дамыған зоналарында 30 % және одан да асады [46].

Өнеркәсіптік минералдану штокверк бойымен 3000 м-ге дейін солтүстік-шығыс бөлікшесінде байқалған. Оңтүстік-батыс бөлікшесінде минералдану байқалмаған және біртұтас геологиялық-құрылымдық жағдайды сақтай отырып тағы 4 км бұрғылау деректері бойынша байқауға болады.

Кенорынның орталық бөлікшесінде кенді зона өзінің ең үлкен қалыңдығына жетеді және 200-250 м құрайды. Негізінен, бұл байытылған «кен бағанасы», онда қалайы мөлшері 1 % немесе одан да көпке жететіндігін байқауға болады.

Минералданған штокверк зонасының ішкі құрылымы күрделі, ол сынама алу деректері бойынша минералданудың желілі сипатына байланысты анықталған таужыныстарға параллель негізгі руда денеден және субконформатив кен қоршауларынан тұрады. Кенорынның фторлы метасоматизмі мен кенді минералдануы ең қарқынды жүретін орталық бөлікшесінен алыстаған кезде, кен денесі жеке тармақтарға, жарылымдарға ыдырайды; флюориттену дәрежесі төмендейді, қалайы мен байланысты компоненттердің мөлшері төмендейді, ал кенді интервалдардың қалыңдығы азаяды [47].

Кенді реттейтін құрылым көлбеу жарықтармен қиылысатын жерлерде қалыңдығы мен тереңдігінің жоғарылауымен сипатталатын кен бағаналары пайда болады.

Кенорынның өзіне тән ерекшелігі - қалыңдығы 50-ден 100-300 м-ге дейін, соның ішінде қалайы кендерінің жоғарғы горизонттарында химиялық мору қыртыстарының таужыныстарының кеңінен дамуы. Оның құрамында гидрослюда, сондай-ақ каолинит пен лимонит, мору қыртысына тән минералдар басым [48]. Мору қыртысының қалыңдығы бастапқы таужыныстардың литологиялық құрамына, олардың гидротермалық түрлену дәрежесіне және кеуектен кейінгі жарылым зоналарының пайда болуына байланысты. Ең қуатты белдемдер сызықтық сипатқа ие және тектоникалық бұзылулардың үлкен зоналарына терең енеді, олар релаксация, милонитизация және таужыныстардың брекчиялануы арқылы бекітіледі. Сызықтық белдемдердің солтүстік-шығыс кеңеюі бар және тұтастай алғанда гранит-порфир денесінің және жалпы кен зонасының конфигурациясын қайталайды.

Мору қыртысының жалпыланған профилінде келесі зоналар (жоғарыдан төменге қарай) ажыратылады: құрамы бойынша сазды (каолинит, каолинит-монтмориллонит, монтмориллонит); сазды қиыршық тас; айтарлықтай қиыршық тас; үгітілген таужыныстар зонасы. Құрамы бойынша мору қыртысы құрамында слюда минералдары көп гидрослюда-кварц-каолинитті типке жатады [49].

Мору қыртысындағы қалайы негізінен касситеритпен (жалпы мөлшерінің 81 %), қышқылда еритін түрлері (станниннің гидраттық түрлері) 10,9 %-ға дейін және байланысқан қалайы (аралық өсінділерде) – 8,1 % құрайды. Мору қыртысындағы касситерит 84 % бос, түйірлерінің мөлшері орташа 0,206 мм.

Жеңіл мору қыртысының қалайы минералдануы бастапқы рудалардың конфигурациясын толығымен қайталайды және олардың химиялық өзгеруінің өнімі болып табылады, ол бастапқы рудалардың контурлары бойынша жүреді.

Бастапқы рудалар ауданына ұқсас мору қыртысының бөлікшелері үшке бөлінеді - оңтүстік-батыс, орталық және солтүстік-шығыс. Ең байытылған мору қыртысы Орталық зонадағы кен бағандарының үстінде жатыр.

Қалайы мөлшері табиғи түрде орталық бөлікшеден кенді алаңының қапталына дейін азаяды. Мору қыртысының тік бөлігінде оның жоғарғы саз бөлігі касситеритпен байытылған. Мору қыртысындағы қалайы мөлшері 0,199-дан 2,355 % -ға дейін өзгереді. Касситериттің пайда болу жағдайларына, мөлшеріне, өнімділік кенорынның сақталу дәрежесіне және таралу біркелкілігіне сәйкес Сырымбет кенорынның мору қыртысы күрделіліктің екінші тобына жатқызылған: бұл күрделі құрылымның ірі және орташа кенорындары, ені мен ұзындығы бойынша салыстырмалы түрде ескірген, қалайы біркелкі бөлінбеген және әркелкі болып келеді [50].

Қопсық жабын шөгінділерінің орташа қалыңдығы 18 м болатын үзіліссіз жабын түрінде бүкіл кенорын бойынша таралған.

Жабын шөгінділері, жалпы алғанда, екі қабатқа анық бөлінеді: жоғарғы – негізінен сазды, жасы бойынша неоген-төрттік және төменгі – құрамы бойынша құмды, жасы бойынша палеоген. Жоғарғы қабат барлық жерде дерлік дамыған, төменгісі – негізінен кенорынның солтүстік-шығыс және орталық бөліктерінде.

Жабын (неоген-төрттік) шөгінді тізбегінің қимасының кенді минералдардың кең спектрі бар: жоғарғысында – касситерит, монацит, ксенотим және колумбит, ал төменгісінде – рутил, лейкоксен, ильменит, циркон. Жабын шөгінділеріндегі қалайы кендері қорының негізгі бөлігі сазды типті кенорындарына келеді.

А.И. Кузовенконың (2004ж) мәліметтері бойынша кенорынның метасоматоздық және кенді аудандасуы келтірілген. Сырымбет кенорында интрузивке де, шөгінді таужыныстар да әсер ететін метасоматоздық процестер кеңінен дамыған [51]. Ең бастапқы калий метасоматизмі граниттерде дала шпаттарының зоналары түрінде, ал сыйыстырушы алюмосиликатты таужыныстарда мүйізтас, алевролит және тақтатас үстінде слюда метасоматиттерінің (биотит, аз дәрежеде флогопит) түзілуінде көрініс табады. Сырымбет интрузиясының төңірегінде ореол түрінде қалыңдығы 1-2 м-ден 150-200 м-ге дейін кварцты-биотитті және кварцты-далашпатты мүйізтастар дамыған.

Метасоматизм неғұрлым қарқынды дамып, граниттерде альбиттену зоналары бойынша, ал негізгі карбонатты таужыныстарда пироксен-гранат, гранат және эпидот-гранат компоненттерінің скарндары арқылы көрініс береді. Скарндарды жабын тәрізді, линза тәрізді денелер түрінде байқауға болады, қалыңдығы бірнеше метрден ондаған метрге дейін, ұзындығы жүздеген метрге дейін жетеді. Тереңдеген сайын скарнделу процесі күшейіп, скарн денелерінің қалыңдығы артады. Альбит-эпидоттық метасоматиттер габбро және оның лейкограниттік типі – анортозиттердің бойында түзілгендігін байқауға болады.

Кенді өзгеру алдында фтордың қарқынды жүруі болды, ол граниттерге, әсіресе негізгі скарндарға қарқынды түрде қолданылды. Карбонат таужыныстар мен скарндарда дамыған метасоматиттерді граниттердегі грейзендік фациялармен салыстыру, бұл қышқылды сілтісіздендірудің бір процесінің

дәйекті түрде көрінетін өнімі, яғни грейзен түзілуінің өзара байланысты факторлары екенін көрсетеді [52].

Негізгі карбонат таужыныстар мен скарндарда грейздену процесінің дамуымен таужыныстардың бастапқы құрамы мен ерітінділердің құрамына байланысты келесі фациялар дамиды:

Флюорит фациялары кенорындағы ең бастапқы және кең таралған фациялардың бірі болып табылады, ол граниттерде кездеседі, бірақ әктастар мен скарндарда толық байқалады. Кен төңірегінде флюориттің ұсақ түйірлері, жіңішке желілер, кесінділер және бұрыс метасоматоздық денелер түрінде флюориттену ореолы түзілген. Әктастарда флюориттенудің қалыңдығы артады, ал скарндарды ауыстырған кезде флюориттену ореолының қалыңдығы біршама төмендейді және бірнеше метрден аспайды. Сонымен қатар, флюориттің басым дамуы гранат пен везувиан гранат скарндарына тән.

Слюда-флюорит фациялы таужыныстары шектеулі таралған. Ол әктастардың бойында да, скарндарда да дамиды, слюда-флюоритті метасоматоздық таужыныстар зоналарының қалыңдығы бірнеше метрге дейін өзгереді. Әктастарда слюда-фторитті метасоматиттердің жаралуы кезінде фтор, алюминий тотығы, кремний, калий әкелініп, көмірқышқыл газы жойылды. Граниттерде метасоматоздық процесс біршама басқаша жүреді, мұнда мусковит-фторит және флюорит метасоматиттері, ал скарндар мен әктастарда - маргарит-флюорит және хондродит сорттары пайда болды. Кейбір жағдайларда метасоматиттердің кварц-флюориттік құрамы пайда болады [53]. Скарндар бойында метасоматиттердің түзілуіне дейін бастапқы скарн минералдарының екінші реттік өзгеруі: тремолиттену, эпидоттану, карбонатталу болса, скарн түзілуінің соңғы сатысында орын алған. Бұл флюорит пен слюда-фторит метасоматиттерінің эпидот пен актинолитпен жиі байланысын түсіндіреді.

Топаз фациясы кең таралған. Ол граниттермен жапсарласуға бейім және тереңдеу горизонттарда дамиды. Топаз метасоматиттерінің қалыңдығы 100 м және одан да көпке жетеді, көбінесе бұл төсеніштерге сәйкес ұзартылған, 200-300 м-ге дейін шөгуге бойымен қадағаланған жабын тәрізді және линза тәрізді денелер. Топаз фациялары граниттерде кең таралған, бірақ негізгі бөлігі экзожапсар зонасында топаз метасоматиттерінде байқауға болады. Бұл фация фторды, алюминий тотығын, кремнийді және ішінара калийді енгізу нәтижесінде көмірқышқыл газын қарқынды жою арқылы пайда болады. Сонымен, кенорында метасоматиттердің келесі тік қатарлары ажыратылады: граниттерде (топаз, мусковит, флюорит) және скарндарда (топаз, маргарит-флюорит, селаит-фторит) [54].

Құрылымдық жағынан фторлы метасоматизм өнімдері солтүстік-шығыс бөлікшеде негізгі руданы реттейтін жарылым зонасымен және оның солтүстік-батыс бөлікшеде жарықшақ құрылымдарымен қиылысу зоналарымен шектеледі.

Генезистік қатыстылығы бойынша Сырымбет кенорынның метасоматиттері грейзен процесінің өнімдері болып табылады, олардың негізгі таужыныстарын түзетін минералдарына топаз, флюорит, кварц, мусковит және олармен бірге жүретін кен минералдары – касситерит, вольфрамит,

молибденит, берилл және басқалар жатады. Кенорынның арнайы ерекшелігі сыйыстырушы алюмосиликат және карбонат таужыныстардағы грейздену процесінің дамуы болып табылады [55]. Морфологиясы жағынан кен денелері – Сырымбет интрузиясының экзожапсарында түзілген тектоникалық зоналардың жарықшақтық аймағымен шектелген грейзендік-штокверк түзілімдері. Метасоматоздық аудандармен тығыз байланыста негізгі кен құрамдастарының белгілі бір кеңістікте таралуынан көрінетін кенді алаңдар болып табылады. Оның негізгі шоғырлануы гранит-порфириттер Сырымбет интрузиясының экзожапсар аймағында орын алған. Сондықтан кенденудің гранитоидтармен тығыз байланысын жоққа шығаратын және «зерттелетін кенденуді грейзен түріне біржақты жатқызуға негіз жоқ» деп санайтын Сырымбеттің (Т.Н. Сири́н және т.б., 1989) жекелеген зерттеушілерінің көзқарасымен келісуге болмайды. Сырымбет кенорынның баламасы Орталық Қазақстандағы Жоғарғы Қайрақты болып табылады, оның вольфрам штокверкті кенденуі интрузивтен жоғары зонаға орайластырылған, 1200 м тереңдікке дейін қадағаланады және В.И. Смирновтың (1968) жіктелуі бойынша грейзен кенорындар класына жатады [56].

4 СЫРЫМБЕТ ҚАЛАЙЫ КЕНОРЫНЫНЫҢ МИНЕРАЛОГИЯСЫ МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

4.1. Қалайы рудаларының заттық құрамы және технологиялық қасиеттері

ТМД елдеріндегі барланған қалайы қорларының басым көпшілігі бастапқы кенорындарының бастапқы рудаларында шоғырланған; шөгінділер бағынышты рөл атқарады және олардың барлығы дерлік механикалық, ығысқан шөгінділер түріне жатады (Лугов С.Ф., 1979,1984). Сонымен қатар соңғы онжылдықта геологиялық жағдай бойынша да, кен құрамы бойынша да әдеттегіден күрт ерекшеленетін қалайы кенінің елеулі кенорындары ашылды [57]. Бұл, ең алдымен, Қазақстандағы Сырымбет кенорны, оның жоғарғы бөлігі химиялық морудың қалың рудалы қыртысымен ұсынылған. Кенорын 1991-1993 жылдары жүргізілген минералогиялық және технологиялық зерттеу нысанына айналды. Минералданудың материалдық параметрлерін және олардың кеңістіктік өзгеру заңдылықтарын көрсететін зерттеу барысында алынған бастапқы нәтижелер бұл қалайы кен шикізатының принципті жаңа өнеркәсіптік түрінің ірі кенорын екенін анық көрсетеді.

Сырымбет кенорны күрделі көп сатылы, формациялы түзілімдердің типтік өкілі болып табылады. Кенорнының қалыптасуының үш кезеңі бар: бастапқы кенді, кенді және соңғы. Бастапқы рудалық кезең горнбелендену процесімен және кварц-биотитті горнблендті, пироксен-гранат, гранатты скарн және эпидот-гранатты, эпидот-актинолитті скарноидтардың түзілуімен байланысты. Кеннің минералдануы ұсақ линзалар мен майда таралған скарн-магнетит денелерінен тұрады [55, 35-43 б.].

Кендену сатысы екіге: бастапқы сирек металл және соңғы сульфид кезеңдеріне бөлінеді. Сирек металдар сатысында алты минералдық бірлестіктер бөлінеді. Ең алғашқы альбит-мусковит бірлестігі граниттердің альбиттену процесімен байланысты, ол тантал-ниобий минералдануымен сипатталады - колумбит, танталит, ильменит, альбит, мусковит. Одан ары калийлі далашпат-флогопитті сирекжер минералдық ассоциациясы калийлі далашпат, монацит, ксенотим, фторапатит және басқа минералдар болуымен ерекшеленеді. Осыдан кейін кварц-молибденит бірлестігі пайда болды [58].

Кеннен кейінгі кезең кенорында кен түзілу процесін аяқтайды, ол карбонат-гидроксид минералдар бірлестігімен сипатталады [42, 95-98 б.]. Осылайша, кенорындағы кен сатысы екі негізгі қалайы рудасының парагенезисін қамтиды:

- 1 – кварц-касситерит (берил, топаз, флюоритпен);
- 2 – хлорит-сульфид (станнитпен, халькопиритпен, сфалеритпен).

Кен өндіру кезінде қалайыдан басқа келесі минералдар өнеркәсіптік маңызды:

- 1 сирек кездесетін металл-қалайы бірлестігі (W, Bi, Ta, Nb, Mo, TR);
- 2 полиметалл-қалайы бірлестігі (Cu, Zn, Pb, Ag);
- 3 микроэлементтер (In, Sc).

Кенді өңдеу технологиясы негізінде кенорындар екі өнеркәсіптік (технологиялық) түрге бөлінеді: бастапқы рудалар және мору қыртысы кендері.

Бірінші түрі – бастапқы (түпкілікті кендер) кендердің негізгі пайдалы құрамдас бөлігі - қалайы, ол негізінен касситеритпен байланысты. Оның мөлшері 0,05-тен 10 % дейін немесе одан да асады.

Сирек металдардың қалайы минералдануы құрамында вольфрам (минерал түрі ферберит), молибден (молибденит), висмут (висмутин, сомтума висмут, виттихенит) бар. Тантал-ниобий минералдануы кенорынның эндожапсар бөлігінде орналасқан және қалайы кендерін ашық әдіспен өндіруге жатады.

Кенорындағы кендердің заттық құрамын зерттеу нәтижелері бойынша 4.1 кестеде бастапқы қалайы кендерінің табиғи жетекші екі түрі анықталды.

Кесте 4.1 – Бастапқы қалайы кендерінің түрлері

Касситеритті	Станнин-касситеритті
Граниттердегі серицит-альбит	Карбонат флюорит-магнетитті таужыныстардағы амфибол-плагиоклаз
Алюмосиликат таужыныстардағы слюда-топаз және слюда-топаз-кварц	Габброидтерден кейінгі эпидот-слюда-плагиоклаз

Полиметалл-қалайы минералдануы метасоматиттердің рудалы зонасында қалайы минералданудан кейінгі граниттермен жанасудан максимал қашықтықта орналасқан, онымен ішінара бірігіп кетеді. Қалыңдығы ондаған метр сфалерит кендерінің (Zn) аралықтары анық көрінеді. Минералданудың бұл түрінде күміс (галенитте қоспа ретінде – теннантит) 10 г/т дейін, мыс (халкопирит, борнит, виттихенит) 0,31-ден 1 %-ға дейін, қорғасын (галенит) кездеседі 0,01-ден 1 %-ға дейін [47, 62-72 б.].

Кен типтерінің минералогиялық және технологиялық көрсеткіштерін және олардың кенорында кеңістікте таралу ерекшеліктерін анықтау мақсатында геологиялық-технологиялық карталау жұмыстары жүргізілді.

А.И. Кузовенко және басқалар (1992) бойынша бұл зерттеулердің негізгі қорытындылары төмендегідей [57, 65-77 б.]:

- 1) кенорын рудаларының заттық құрамы екі ауқымды процестің – скарнделу және қышқылды шаймалау (грейзенделу) әсерінен қалыптасты;
- 2) негізгі кен минералы – касситерит табиғаты бойынша майда және ұсақ түйірлі, соның салдарынан оның ұнтақталу дәрежесі төмен;
- 3) қалайының қышқылда еритін түрлерінің қоспасы 8,9 % құрайды;
- 4) кен түзуші және таужыныстар құрайтын минералдардың негізгі бөлігінің ұсақ түйірлі құрылымы ұсақталған рудадағы жеке түйірлерінің тығыздығын орташалауға әкеледі;

5) қалайы рудалары флюориттің жоғары мөлшерімен (орта есеппен 10,6 %, оның ішінде Орталық ауданда – 12,5 %) және магний-темір скарн минералдарының кешенімен (25,9%) сипатталады;

б) кендерде сульфидті күкірт мөлшері – 0,4 % төмен болуымен сипатталады.

Тереңдеген сайын скарнделу дәрежесі артады, ал кендердің технологиялық сапасы төмендейді; қалайы мөлшерінің шамасы төмендеп, касситериттің гранулометриялық құрамы нашарлайды, қалайының қышқылда еритін түрлерінің үлесі артады. Кендердің сапасының айтарлықтай өзгеруінің шекаралары жер бетінен 0-275 м горизонтқа түседі.

Геологиялық-технологиялық картаға түсіру нәтижелері бойынша негізгі таужыныстар рудаларынан қалайы өндірудің болжамдық барлау есебі жүргізілді және келесі көрсеткіштер алынды: ОБ бөлікшеде – 38,5 %; Орталық бөлікшеде – 52,5 %; СШ бөлікшеде – 41,7 %. Сырымбет кенорнының бастапқы (негізгі) кендеріндегі қалайы таралуының минералдық балансы 4.2 кестеде келтірілген.

Кесте 4.2 – Бастапқы рудалардағы қалайы таралуының минералдық балансы (А.И.Кузовенко бойынша) [59]

Тасымалдаушы минералдар	Кендегі орташа минералдылық, %		Тасымалдаушы минералдағы қалайы мөлшері, %	Пайдалы қазбаларға жататын қалайы үлесі. (жалпы, %)	
	Жеке	Қосындысы		Жеке	Қосындысы
Касситерит	0,335	-	78,0	77,77	-
Қышқылда еритін формалары	0,075	-	38,3	8,90	-
Слюда+хлорит	23,6	23,6	0,045	3,15	3,15
Амфибол	14,5	38,1	0,075	3,24	6,39
Далашпаттар	12,4	50,5	0,037	1,37	7,76
Пироксен	10,3	60,8	0,052	1,61	9,37
Флюорит (80%)+ Топаз (20%)	9,7	70,5	0,030	0,86	10,23
Кварц	9,2	79,7	0,031	0,86	11,09
Басқалары	20,0	99,7	-	2,24	13,33
Барлығы	100		-	0,336	

4.2 Сирек металды-сирекжер минералдануды зерттеу әдістемесі

Сирек металл элементтерінің минералдары. Сирек металдар кенорындарын екі топқа бөлуге болады. Кейбір кенорындарда сирек металдар (Li, Cs, Be, Nb, Ta, TR, Zr, Sr) өздерінің пайдалы қазбаларында болады. Сирек кездесетін металдар минералдарының көп саны белгілі, бірақ олардың аз ғана бөлігі өнеркәсіптік мәнге ие. Бірнеше сирек металл минералдары әдетте бір кенорында бірге кездеседі. Бір ерекшелігі стронций қоспалары, олардың құрамында целестиннен басқа сирек кездесетін металдар минералдары жоқ.

Кенорынның екінші тобына сирек металдардан басқа пайдалы қазбаларды өңдеу кезінде жанама өнім ретінде алынатындар жатады. Кен өндірісінде іліспе сирек металдардың шикізаты болып түсті металдардың рудалары – мыс, молибден, қорғасын, мырыш, қалайы, алюминий болады. Мұндай кендерден Bi, Ge, Ga, In, Re, Se, Te, Tl, Cd алынады [60].

Сондай-ақ германий – қоңыр көмірден, гафний мен рубидий – сирек металды кендерді өңдеу кезінде, ванадий – темір және титан рудаларынан алынады. Бұл химиялық элементтерді көбінесе микроэлементтер деп атайды. Олардың минералдары өте сирек кездеседі және өнеркәсіптік қор түзбейді. Жалғыз ерекшелік - висмут, оның сирек кездесетін кенорындары белгілі, олар әлі игерілмеген.

Сирек металдардың көптеген кенорындары тереңде жатқан магма әрекетінің нәтижесінде пайда болады. Олардың жер қыртысының жоғарғы бөліктерінде физикалық-химиялық мору әсерінен өзгеруі көбінесе сирек метал минералдарының шоғырлануына әкеледі, олардың көпшілігі өте тұрақты. Жекелеген металдар (Sr, Zr, Li) үшін жер бетіне жақын жерде пайда болатын ірі шөгінді кенорындары белгілі.

Сирек металдардың шикізат ресурстары игерілген сайын олардың қоры мен өндірісінің құрылымында жетекші рөл атқаратын кенорындарының түрлері өзгерді. Көптеген сирек металдардың (Li, Cs, Be, Nb, Ta) минералдары пегматиттерде немесе шашылымдарда (Nb, Ta, TR, Zr) кездеседі. XX ғасырдың 50-жылдарының ортасынан бастап ниобий мен сирекжер элементтерін алуда жетекші рөл карбонатиттерге және олардың мору қыртысына өтті, ал 1980-ші жылдардан бастап сілтілі граниттер тантал және иттрий тобындағы сирекжер элементтері қорының құрылымында үлкен орын алды. Сирек металдар кенорындарының осы негізгі түрлерінің геологиялық құрылымы мен сипаттамалары айтарлықтай ерекшеленеді [50, 56-72 б.].

Сирек металдар сирекжер металдардан өндіріс көлемі мен қолдану аясы бойынша ерекшеленеді. Сирекжер элементтерден басқа сирек металдардың тағы бір тобы бар, олардың жалпы саны 18. Олардың ішінде байыту процесінен кейін концентрат түрінде алуға болатын 4 металл бар: олар бериллий, ниобий, литий және тантал. Осы топтың қалған 14 металдармен байланысты микрокомпоненттер немесе дисперсиялық сирек металдар деп аталады.

Жергілікті сирекжер элементтер (СЖЭ) минералдарының көпшілігі пегматиттер мен гидротермалиттермен, сондай-ақ атмосфералық мору қыртыстармен шектеледі. Сонымен қатар, сирекжер қоспалары 280-ге жуық минералдың құрамында болады [61].

СЖЭ құрамы бойынша мынадай минералды топтарға бөлінеді: церий (бастнаезит, паризит, лопарит, монацит, кнопит, эвдиалит, Се фергюсонит және т. б.); гадолиний (самарскит және т. б.); иттрий (эвксенит, ксенотим, иттриалит және т. б.); иттрий-иттербий (фергюсонит және т. б.), күрделі (ортит, пирохлор, гадолинит, апатит, сфен және т. б.). Ашық түсті лантаноидтар көбінесе далашпаттарда, ал ауырлары - қара түсті минералдарда жиналады.

Сырымбет кенорны шегінде түзілу және орналасу жағдайларына байланысты кендердің үш табиғи түрі бөлінеді [58, 78-92 б.]:

- *Түпкілікті таужыныстар*. Кендер негізінен вольфрамит, шеелит, колумбит, сонымен қатар қорғасынның, мырыштың және висмуттың сульфидтері мен арсенидтері бар касситерит болып табылады. Кендерде қалайының орташа мөлшері 0,1 % құрайды. Негізгі байланысты компоненттерге вольфрам (0,01 - 1 %), бериллий (0,01 - 0,8 %) және висмут (0,01-0,1 %) жатады. Кішігірімдердің ішінде As (0,1-1 %), Cu (0,2-0,6 %), Zn (0,1-1 %), Pb (1 % дейін), Mo (0,01 %), Ga (0,01 %), Sc (0,005-0,007 %), Nb (0,06-0,1 %), Ag (10 г/т дейін). Типоморфтық минералдарға флюорит, турмалин және топаз жатады.

- *Мору қыртысының таужыныстары*. Таужыныстар құрамындағы бастапқы минералдану элювийлік түзілімдерде болады, олар касситерит шашылымдарынан тұрады.

- *Қосық таужыныстар*. Касситериттің шашылымдық концентрациясы саздарда, құмды саздарда және құмдарда кездеседі. Оларда касситеритпен бірге циркон, рутил, лейкоксен, монацит, кианит, ставролит кездеседі.

Келесі кезеңде сирек металдар мен сирекжер минералдарын зерттеу үшін сәйкес үлгілерді таңдау басты міндет болып табылады.

Мору қыртысының минералдық құрамын зерттеудің *шлих әдісі* ең маңызды әдіс болып табылады. Осы мақсатта жалпы бөлінген бөлікшелерді сипаттайтын ұңғымалардан әртүрлі салмақтағы бастапқы шлик сынамалары алынды. Шлик сынамаларды механикалық өңдеу мынадай схема бойынша жүзеге асырылды: өлшеу → елеу → үлкен класс > 2,00 мм - <0,16 мм → шаю → СҚО-05 концентрациялық үстелінде шаю → спектрлік талдауға арналған шлам → саз және аралық фракция → концентратқа (шлих) → кептіру. Алынған барлық фракциялар муфель пешінде 105° температурада кептірілді.

LEICA DM2500P оптикалық микроскоп және МБС-9 бинокуляр көмегімен тамшылатып-микроскопиялық, люминесценттік талдауды қолдану арқылы сирек металдар мен сирекжер элементтердің және басқа компоненттердің құрамына байытылған сынамалардан бөлінген өнімдерінің түрлері бойынша олардың минералдық құрамы зерттелді.

Сынама дайындау. Элементтік және минералдық құрамды зерттеу Қ.И. Сәтбаев атындағы Геология ғылымдары институтының минералогия зертханасында жүргізілді (Алматы қ.). Ол үшін сынамалар ауыр сұйықтықтарда (бромформ) жеңіл және ауыр фракцияларға бөлінді, содан кейін ауыр фракция магниттік, электромагниттік және беймагниттік болып бөлініп, алынды. Минералдарды бинокулярмен бөлінген түйірлері тамшылатып микрохимиялық, люминесценттік талдаулар және электрондық зондпен микроанализ арқылы зерттелді.

Алғашқы сирекжер минералдануы ұнтақтау цехында дайындалған *шлиф және анишлиф* кесінділер арқылы зерттелді. Ұнғымалардағы керндерден негізгі таужыныс үлгілері алынды. Сонымен қатар, конвергенцияны бақылау үшін шлих талдауының әртүрлі фракцияларынан алынған цементтелген анишлифтер зерттелді.

Сырымбет кенорнының іріктелген далалық үлгілерінен Қ.И. Сәтбаев Геология ғылымдар институтында (Алматы қ.) және Адам Мицкевич университетінің минералогия зертханасында (Познань қ., Польша) әмбебап жылтыратылған шлифтер дайындалып, сканерлеуші электрондық микроскопта S-3700N және электронды-зондты микроанализаторда JEOL-733 минералогиялық және химиялық құрамы анықталды (сурет 4.1).



Сурет 4.1 – Адам Мицкевич университетінің минералогия зертханасында S-3700N сканерлеуші электрондық микроскопта минералогиялық зерттеулер жүргізу барысы (Польша)

Сирек металдардың минералдану сынамасы құрамында сирекжер элементтер бар минералдардың мөлшері мен сипаттамаларын анықтау үшін әртүрлі сынақтар мен аналитикалық әдістерді қамтиды. Сирекжер элементтердің минералдануын зерттеу үшін пайдаланылған бірнеше *негізгі әдістер мен талдаулар* төменде сипатталған:

Спектрлік талдау. Белгіленген аумақтардың мору қыртыстарынан алынған үлгілер тиісті дайындалғаннан кейін олардың сирекжер элементтерінің минералдануымен бірге кездесетін басқа элементтердің концентрацияларын анықтау үшін спектрлік талдауға жіберіледі. Барлық бөлікшелер үшін 2000-ға жуық үлгі 35 элементке, оның ішінде 15 сирекжер элементтеріне (La, Ce, Y, Yb, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Lu, Tm, Pr, Nd, Sm, Eu) талдау жасалды.

Рентгендік құрылымдық (фазалық) талдау. Зерттеу нысандар мору қыртысы болғандықтан, олардан алынған үлгілер негізінен борпылдақ және түйіршік материалмен ұсынылған. Осыған байланысты үлгілердегі минералдық фазаларды анықтау үшін рентген дифракциялық талдау қолданылды.

Рентгенспектрлік микроталдау. Бастапқы және концентраттардағы (концентраттар) сирекжер минералдарының микромөлшерде іздеу және анықтау үшін рентгенспектрлік микроталдау микроанализ қолданылды (электрондық зонд JEOL-733, Жапония).

SEM-EDS (Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive Spectrometer (сканерлеуші электрондық микроскоп)) талдауы - үлгіні зерттеу үшін энергия дисперсиялық спектрометрмен (EDS) жабдықталған растрлық электронды микроскоп (SEM, S-3700N) қолданылды. Кері шашыраңқы электрондарды (BSE) қолданатын микроскоптың көмегімен бірнеше минералдардың суреттері алынды. Таңдалған минералдар олардың құрамын анықтау үшін зерттелді. Нәтижелер эталонсыз және осылайша жартылай сандық болып табылады. Барлық талданған элементтер нормаланып, % массамен берілген.

4.3 Сырымбет кенорны түпкілікті таужыныстарының минералдық құрамы

Сырымбет кенорны кеңістікте және генетикалық жағынан атлас лейкократ гранит-порфирдің енуімен байланысты. Бұл типті граниттер сирек металдардың Sn, W, Mo, Ta, Nb, Be минералдануымен сипатталады. Сырымбет кенорнының ерекшелігі - қалайының жоғарыда аталған басқа элементтерден күрт басым болуы. Сонымен қатар кенорын кендерінің заттық құрамы сирек металл элементтерімен қатар висмут, мыс, қорғасын және мырыштың өнеркәсіптік концентрациясында қамтиды [51, 68-84 б.].

Сынамалар мен ұнтақтарды зерттеу бойынша Сырымбет кенорны түбірлік таужыныстарындағы бастапқы кендердің минералдық құрамы, № 70,5 – 5 және № 71,5 – 1 ұнғымаларда бұрғыланған негізгі таужыныстардың ұнтақтары мен үлгілерін зерттеу нәтижесінде алынған түпкілікті кендердің минералдық құрамы 4.3 кестеде келтірілген.

Кесте 4.3 – Сырымбет кенорнының түпкілікті таужыныстарының минералдық құрамы

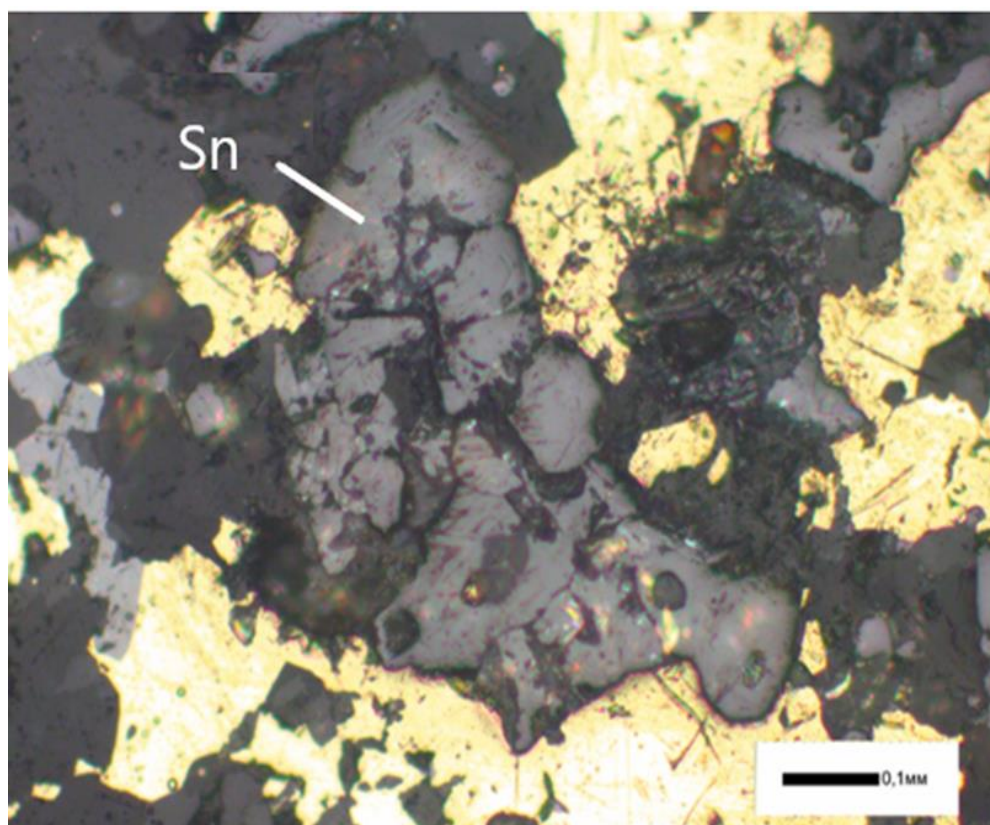
Сирек метал минералдары		Сирекжер элементтер минералдары	Радиобелсенді минералдар	Қосалқы минералдар
Негізгі	Қосымша			
1	2	3	4	5
Рудалық минералдар				
Касситерит Тантало-колумбит Вольфрамит	Шеелит Молибденит Ильменорутит	Монацит	Уранинит	Висмут Циркон Пирит Халькопирит Арсенопирит

4.3 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
-	-	-	-	Борнит Халькозин Турмалин Гематит Галенит Сфалерит Магнетит
Бейрудалық минералдар				
Негізгі		Қосымша		Қосалқы минералдар
Кварц Хлорит Слюды КПШ		Турмалин Топаз Амфибол Пироксен Эпидот-цоизит Визувиан Хлоритті слюда түрлестері		Титанит Апатит Флюорит Шпинель Силлиманит
Ескерту: гипергендік марганец оксидтері, лейкоксен				

Ұсақталған сынамаларды зерттеу нәтижелері бойынша негізгі сирек металдар минералдары касситерит, тантал-колумбит, вольфрамит болып табылады. Шамалы таралғандарға шеелит, молибденит және ильменорутил жатады. Сирекжер минералдарының ішінде монацит негізгі болып табылады. Қалғандары қосалқы және радиобелсенді минерал уранинит болып орнатылды. Бейметалл минералдар арасында кварц, хлорит, слюдалар, далашпаттар және басқа да аз және қосалқы минералдар кең таралған. Марганец оксидтері мен лейкоксен қосалқы ретінде жіктелді.

Касситерит SnO_2 қара, күңгірт-қоңыр призма, сирек пирамида кристалдармен ұсынылған, олармен бірге қалайының радиал сәуле түзілімдері (өлшемдері 0,2-ден 1,0 мм-ге дейін) табылған. Агрегаттарда ұсақ түйірлі қант тәрізді орталықтар бар, олардан сұр-қоңыр призмалар радиал түрде көрініс береді. Қосарланған егіздіктер жиі кездеседі (сурет 4.2, кесте 4.4). Кейде касситерит гематитпен, цементтелген кварцпен агрегаттық қосылыстарда кездесті. Касситерит түйірлерінің мөлшері айтарлықтай өзгереді және жеке үлгілерде ол өте жұқа кластарға бөлінеді, орта есеппен ~0,1 мм болады. Сонымен қатар, түйірлердің мөлшері неғұрлым аз болса, касситерит басқа минералдардың қосылыстарынан аз болады.

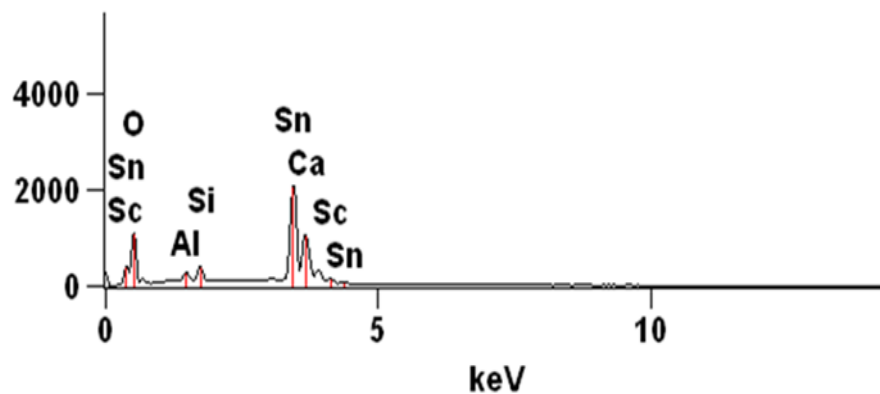
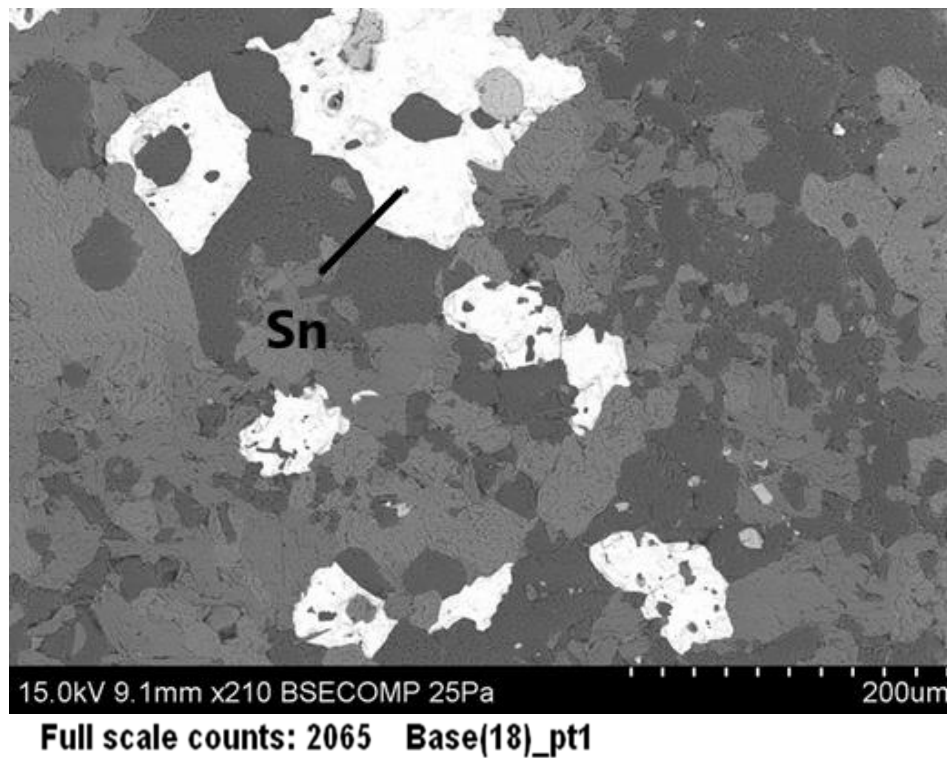


Сурет 4.2 – Халькопиритпен тығыз өскен касситерит (сұр-көк – касситерит). № 4 аншлиф. Ұңғыма 70,5-5. Ұлғайту 100

Кесте 4.4 – Касситериттің микронзондтық талдау бойынша құрамы (%)

Сынама №	Элементтер					Σ
	O	S	Fe	Cu	Sn	
Ұңғ. 70.5-5 №4 анш.	17,74	33,86	29,86	36,28	82,26	100

Адам Мицкевич университетінің (Познань қ., Польша) минералогия зертханасында ғылыми тағылымдамадан өту барысында S-3700N сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен Сырымбет кенорнының сынамаларының химиялық құрамы зерттелді. Нәтижесінде минералдардың сапалы химиялық құрамы және кері шашыраңқы электрондардағы кескіндер алынды. Төменде сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен алынған Сырымбет кенорнының сирек микроминералдар құрамы туралы алғашқы деректер келтірілген (сурет 4.3, кесте 4.5).



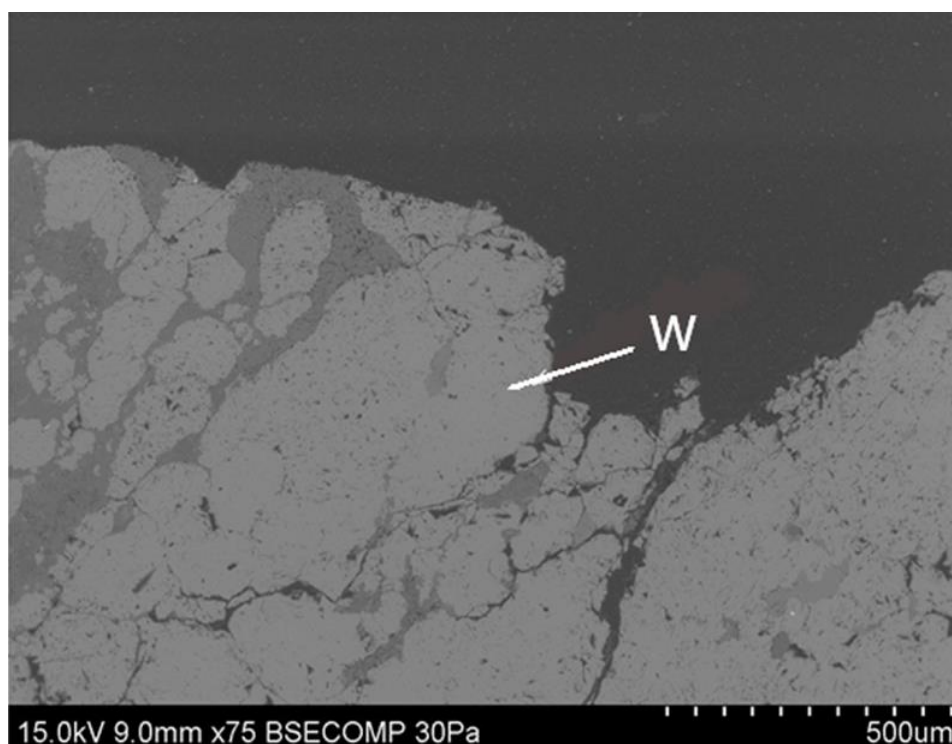
Сурет 4.3 – Касситерит дәндері (ақ) және оның элементтік құрамы. №2 аншлиф. Ұңғыма 71.5-1, BEI және энергия дисперсиялық спектрі

Кесте 4.5 – Жартылай сандық талдау бойынша касситериттің құрамы (%)

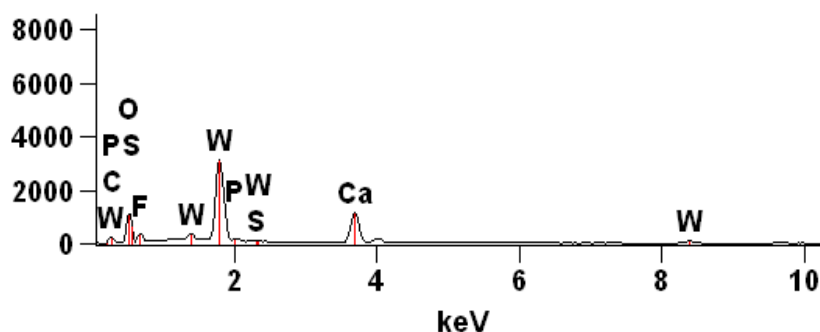
Сынама №	Оксидтер мен элементтер						Σ
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Ca	Fe ₂ O ₃	Sn	
Скв. 71.5-1 Ан. №2	0.37	2.38	5.13	1.60	2.78	90.37	100

Касситерит кендері шеелит, вольфрамит, топаз, флюоритпен тығыз парагенезде, яғни лейкократтық сирек металды граниттерге тән типтік бірлестікте кездеседі.

Вольфрамит (Fe, Mn) WO_4 – рудалардағы минералдық құрамы 5,5-6,0%. Бейметал массада өлшемі 0,2 мм-ден 1,0 мм-ге болатын жеке желілі кристалдарды құрайды (сурет 4.4, кесте 4.6).



Full scale counts: 3135 Base(2)_pt1

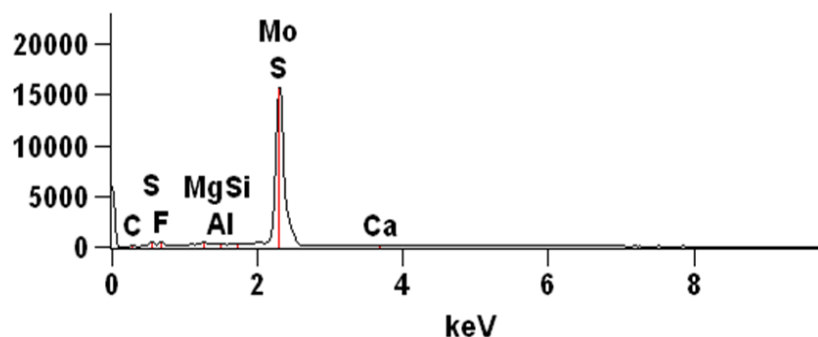


Сурет 4.4 – Вольфрамиттегі (сұр) шеелиттің (қара сұр) желілі қосындылары және шеелиттің элементтік құрамы. №2 аншлиф. Ұңғыма 71.5-1. ВЕІ және энергия дисперсиялық спектрі

Кесте 4.6 – Жартылай сандық талдау бойынша шеелиттің құрамы (%)

Сынама №	Оксидтер мен элементтер					Σ
	F	P ₂ O ₅	SO	CaO	WO ₃	
Ұңғ. 71.5-1 Анш. №2	5.96	0.54	0.21	22.68	70.61	100

Молибденит MoS_2 бейметал массада жұқа жапырақты агрегаттар мен ұзындығы бойынша 0,04 мм-ден 0,10 мм-ге дейінгі пластиналық формалардың жеке қосындыларын құрайды (сурет 4.5, кесте 4.7).

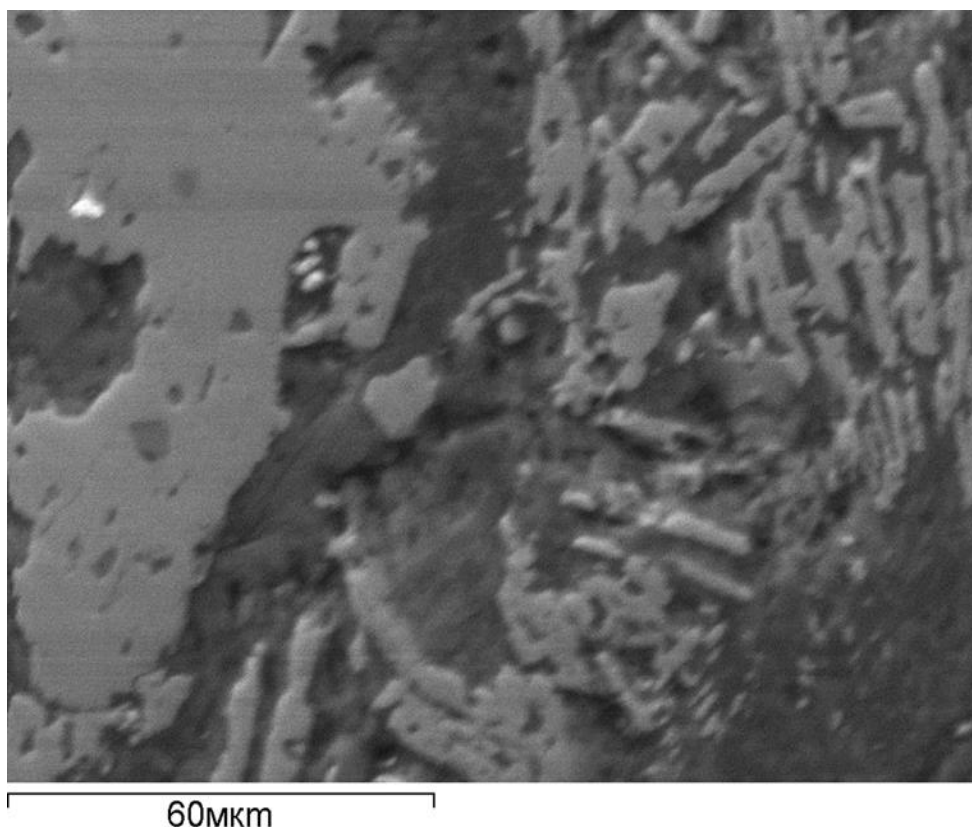


Сурет 4.5 – Молибдениттің пластиналық формасы және оның элементтік құрамы. №2 аншлиф. Ұңғыма №71.5-1. *BEI* және энергия дисперсиялық спектрі

Кесте 4.7 – Жартылай сандық талдау деректері бойынша молибдениттің құрамы (%)

Сынама №	Оксидтер мен элементтер							Σ
	F	MgO	Al ₂	SiO ₂	SO	K ₂ O	MoO ₃	
Ұңғ. 71.5-1 Анш. №2	6,03	3,35	18,59	28,48	7,24	5,78	30,53	100

Ильменорутил ($Ti, Nb, Fe^{3+}O_2$) рутил және лейкоксендермен салыстырғанда аз мөлшерде кездеседі, рутилмен тығыз өскен кремнийленген және серицидтелген гранитті порфириттер де байқалады. Өлшемдері 0,005 мм-ден 0,050 мм-ге дейінгі металл емес өте ұсақ шөгінділерде қалыптасады, көбінесе біркелкі емес, сирек призмалық және сирек ине тәрізді. Құрамында аз мөлшерде марганец кездеседі. Кейде цирконмен (0,02-0,04 мм) өзара өсулері байқалады. СЖЭ изоморфты қоспа ретінде ильменорутилге қосылуы мүмкін (сурет 4.6, кесте 4.8).

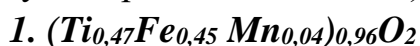


Сурет 4.6 – Ильменорутил (сұр) рутилмен (қара сұр) және сирекжер минералдарының қосындыларымен (ақ) тығыз өскен. №2 аншлиф. Ұңғыма № 70,5-5. ВЕІ

Кесте 4.8 – Ильменорутилдің микронзондтық талдау бойынша құрамы (%)

Сынама №	Талдау №	Оксидтер					Σ
		SiO ₂	CaO	TiO ₂	MnO	FeO	
Ұңғ. 70.5-5	1	2,13	0,68	49,82	4,09	43,28	100
Анш. №2	2	0,00	0,00	49,50	3,65	46,85	100

Ильменорутилдің кристалдық химиялық формуласы (формула нөмірі талдау нөміріне сәйкес келеді):

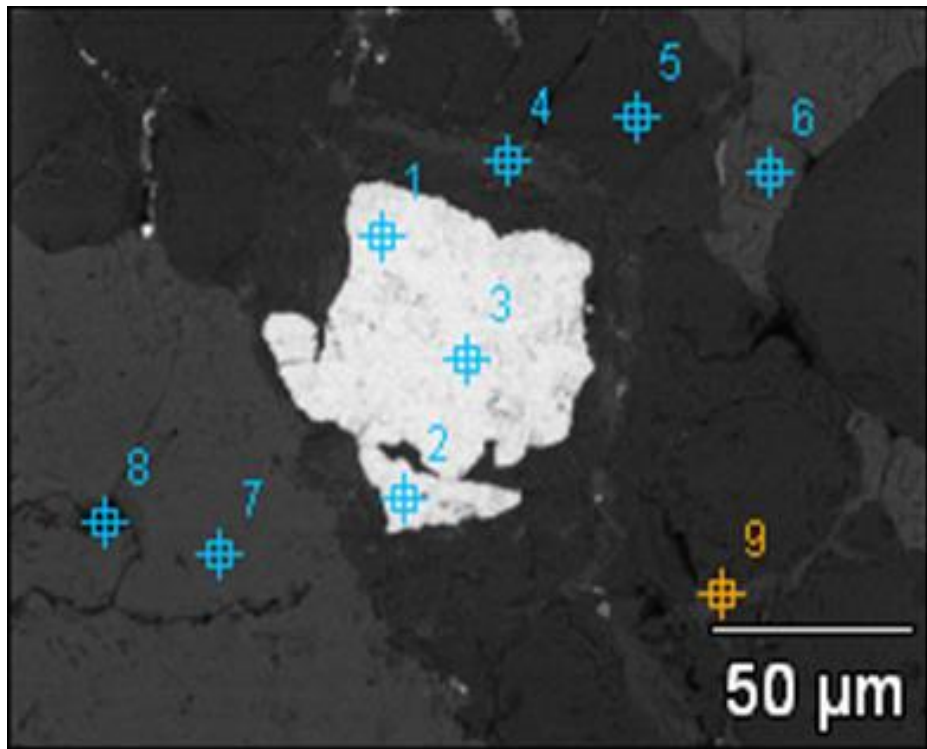


1961 жылдан бастап Сырымбет кенорындарында уранды жаппай іздеумен ұштасатын түрлі іздеу-маркшейдерлік және геологиялық барлау жұмыстары жүргізілді. Осы жұмыстардың нәтижесінде Сырымбет қалайы кенорнының өнеркәсіптік уран кенорындарын анықтауға перспективті екені анықталды. Өткен жылдардағы әртүрлі жүргізілген жұмыстар нәтижесінде генезистегі бірқатар перспективті аномалиялар мен кенбілінімдерін анықтады. Олардың ішінде белгілі Лавровское және Шоқ-Қарағай кенорындары бар [57, 98-112 б.].

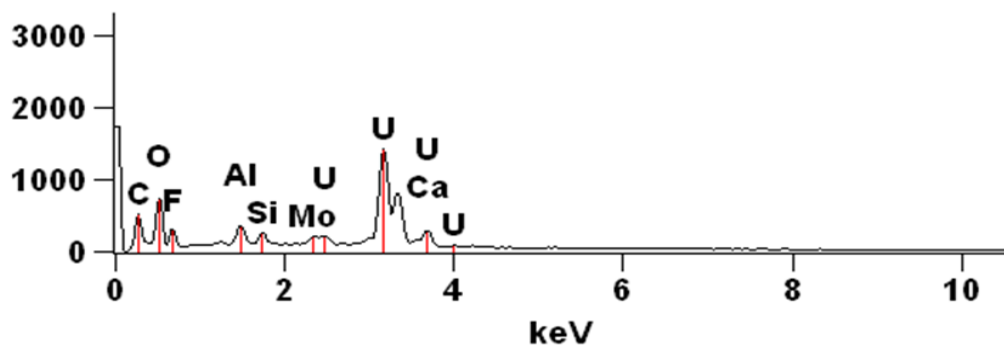
1993 жылы бұрғылау жұмыстары мен гамма-каротаж толық тоқтаған кезде Сырымбет кенорында белгілі интервалдар анықталды. Уран кенорындарын іздестіру үшін жүргізілетін радиометриялық әдістердің ішінде: барлау, гидрогеологиялық және технологиялық ұңғымаларға гамма-каротаж, сондай-ақ шнекті және гидротранспорттық бұрғылау ұңғымалары, кен қазбаларының қабырғаларын радиометриялық зерттеу және жекелеген радиометриялық және қорғасын изотоптары, үлгілерді талдау. Сонымен қатар, уран, торий және калий үшін кейбір ұңғымаларда гамма-спектрометриялық каротаж жүргізілді [62].

Кенорынның таужыныстар мен кендерінің радиоактивтілігін кендерді радиациялық-гигиеналық бағалаумен сипатталады. Гранит порфирлер ең жоғарғы радиоактивтілікке ие (сағатына 200мкp). Граниттердің қыртыстарына әсер етуде радиоактивтіліктің аздап жоғарылауы байқалады. Таужыныстарының радиоактивтілігінің жоғарылауы, гамма-спектрометриялық каротаж деректері көрсеткендей, уран, торий және калий радионуклидтерінің кларкі құрамымен салыстырғанда 40-қа артуына байланысты болып келеді.

Зерттеу жұмысының барысында №6 аншлифті зерделеу нәтижесінде (ұңғ. 71.5-1) **уранинит** UO_2 минералы орнатылды (сурет 4.7, кесте 4.9).



Full scale counts: 1734 Base(5)_pt3



Сурет 4.7 – Уранинит дәні (ақ) (4.9-кестенің 1,3 талдаулары) минералды бірлестіктермен аралас өскен. Аншлиф №2. Ұңғыма № 70,5-5. BEI және энергия дисперсиялық спектрі. (Талдалған нүктелер сандармен белгіленген)

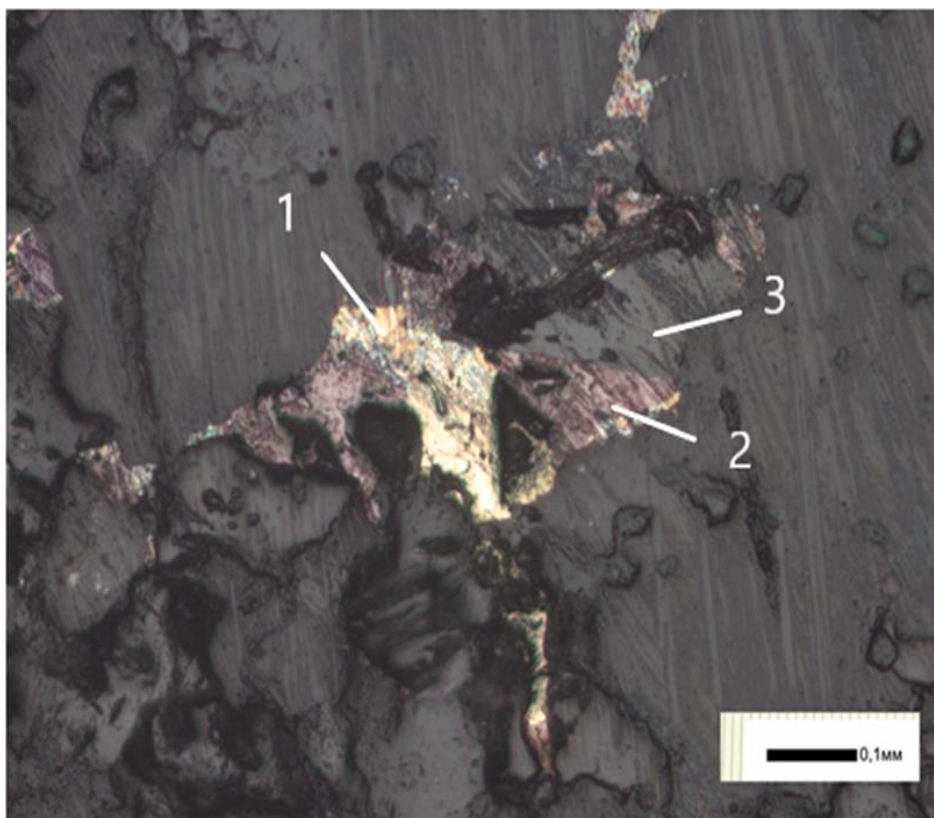
Кесте 4.9 – Жартылай сандық талдау деректері бойынша ураниниттің құрамы (%)

Сынама №	Талданған нүктелер	Оксидтер мен элементтер					Σ
		F	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	UO ₂	
Ұңғ. 71.5-1	1	4,70	4,46	2,72	5,09	79,87	100
Анш. №6	3	5,57	9,14	2,99	5,98	76,41	100

Сульфид-станнин кендері халькопиритпен, сфалеритпен, пирит және басқа сульфидтермен тығыз байланысты (сурет 4.8) Бұл неғұрлым негізгі құрамдағы интрузия өнімдері болып табылады. Мыс және мыс-мырыш

минералдануымен бір мезгілде висмут, күміс және басқа элементтер дараланады.

Бейметалл минералдардың барлық үлгілерінде кварц басым, олардың кейбіреулерінде турмалин мен флюорит салыстырмалы мөлшерде кездеседі. Қоспалар ретінде мусковит, биотит, калий далашпаттары, сидерит және плагиоклаз байқалады.



Сурет 4.8– Халькопириттің (1) борнитпен (2), халькозинмен (3) металл емес массадағы (4) өзара өсуі. № 6 аншлиф. Ұңғыма № 70-5.1. Ұлғайту 100

Сульфидті саты таралу жағынан сирек металдар сатысынан кем түспейді. Бұл кезеңде мыс, мырыш, қорғасын және темір сульфидтері пайда болады. Мұнда негізгі рөлді қалайы сульфостаннаттары – станнин, гидростаннат, варламовит және т. б. атқарады. Сульфидті сатының ерте бірлестігі – станнин-халькопирит ассоциациясынан бұрын болатын пирит-висмутинат. Станнин халькопирит, сфалеритпен жақын парагенездер түзеді. Бұл қалайы кендерінің сульфид түрін анықтайтын негізгі бірлестіктердің бірі, ол таралуы жағынан кварц-касситерит кендеріне ұқсас. Мұнда құрамында гидроксид бар қалайы қосылыстары түзіліп, олар кенорында біршама таралған.

Халькопирит $CuFeS_2$ – мөлшері (0,5-0,7) %. Өлшемдері (0,02-0,10) мм жеке ұсақ түйірлері бар бейметалл материалда қалыңдығы 0,50 мм үзіліссіз желішіктер түзеді.

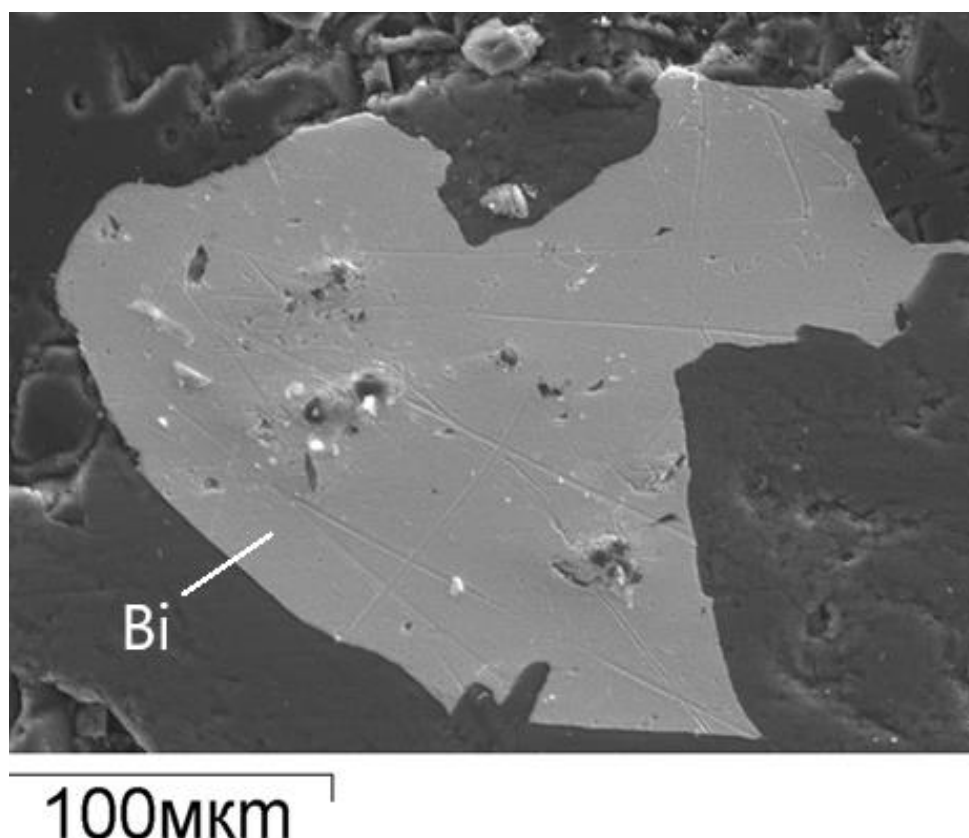
Борнит Cu_5FeS_4 – тек халькопирит желісінде кездеседі, онда ұсақ қосындылар түзеді, оларда халькопириттің ыдырау құрылымдарының жұқа қосындылары ретінде кездеседі.

Халькозин Cu_2S өте сирек кездеседі. Ол борнит сияқты, халькопирит желілерінде коррозияны алмастыратын құрылымдар түрінде кездеседі, кейде реликтілі болып келеді.

Зерттеу жұмысының нәтижесінде висмуттың минералдануы кен өндіру процесінде кеңінен таралғандығы байқалады. №4 аншлифті зерделеу нәтижесінде (ұңғ. 71.5-1) кендерде жергілікті *висмут* Bi орнатылды (кесте 4.10, сурет 4.9).

Кесте 4.10 – Электрондық зонд талдауы бойынша висмуттың құрамы (%)

Сынама №	Элементтер	Σ
Ұңғ. 71.5-1. Анш. №4	Bi	
	100	100



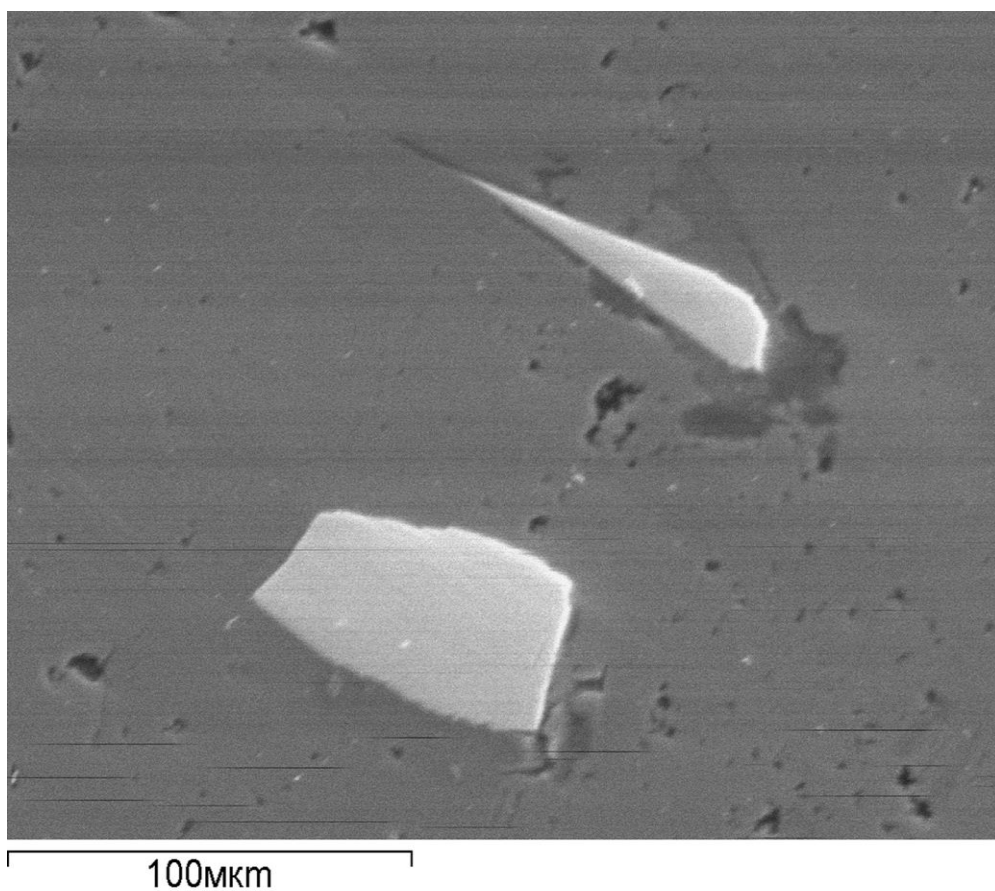
Сурет 4.9 – Бейметалл массадағы висмут. *SEI*

Арсенопирит $FeAsS$ мөлшері (0,2-0,3)% шамасында. Өлшемдері 0,05 мм-ден 0,20 мм-ге дейін, сирек 0,5 мм-ге дейін ауытқитын ромб тәрізді және

қалақша пішіндердің жеке кристалдарының бейметалл массасында қалыптасады. (кесте 4.11, сурет 4.10).

4.11 кесте – Электрондық зондтық талдау бойынша арсенопириттің құрамы (%)

Сынама №	Элементтер			Σ
	S	Fe	As	
Скв. 71.5-1 Анш. №5	18,57	33,22	48,21	100



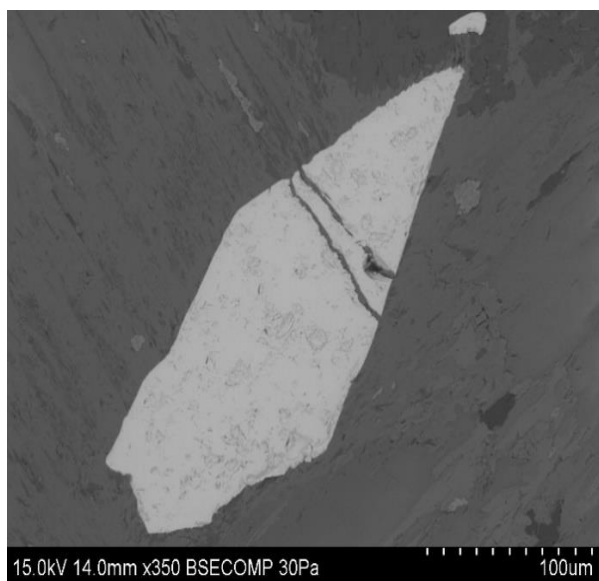
Сурет 4.10 – Арсенопирит дәндері (ашық сұр). №5 аншлиф.
Ұңғ. 71,5-1. BEI

Циркон $ZrSiO_4$ – қосымша минерал ретінде гранит-порфирлерде жекелеген немесе өте сирек қосындылар түрінде болады. Циркон кристалдары жиі зоналанған құрылымға ие. Циркон кристалдарының өлшемдері 0,02-ден 0,2×0,3 мм-ге дейін (сурет 4.11). Сырымбет кенорнындағы циркон құрамында жеңіл сирекжер элементтері (La, Ce, Pr, Nd), торий және фтор орнатылды (кесте 4.12).

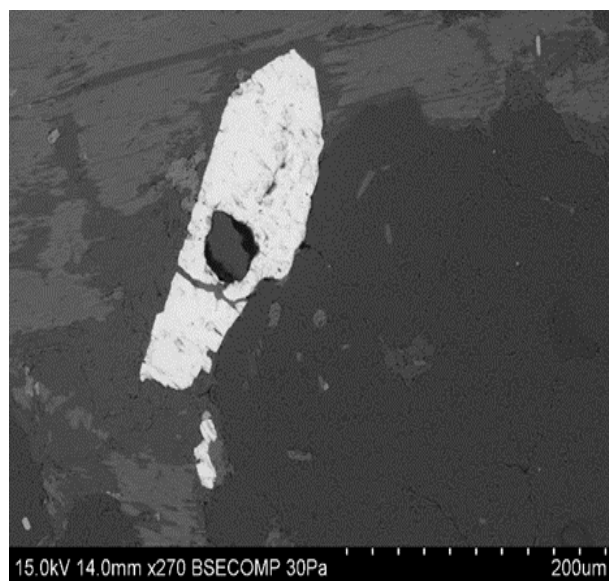
Циркон кристалдары қысқа бағаналы, изометриялық, сирек бипирамидалы. Жалпы пішіндер - тетрагональды призмалар және тетрагональды дипирамидалар тәрізді болып келеді. Циркон кристалдарының пайда болуы олардың генезисіне, минералдың түзілу жағдайына байланысты ол ұзын призмалық (граниттер мен гранит пегматиттерде), бипирамидалық (сілтілі және метасоматоздық таужыныстарда) болып өзгереді; Қос кристалдар рутилге ұқсас иінді, бірақ әлдеқайда сирек кездеседі.

Кесте 4.12 – Жартылай сандық талдау деректері бойынша цирконның құрамы (%)

Сынама №	Талдау №	Оксидтер мен элементтер										
		F	MgO	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr	Nd	ThO ₂
Ұңғ. 71.5-1 Анш. №2	1	2,4	1,79	6,90	0,7	6,37	26,36	8,88	38,0	-	-	-
		5			8				0			
Ұңғ. 71.5-1 Анш. №3	2	1,5	1,87	5,55	0,6	5,73	25,48	9,54	32,7	1,5	4,40	6,22
		4			4				9	1		



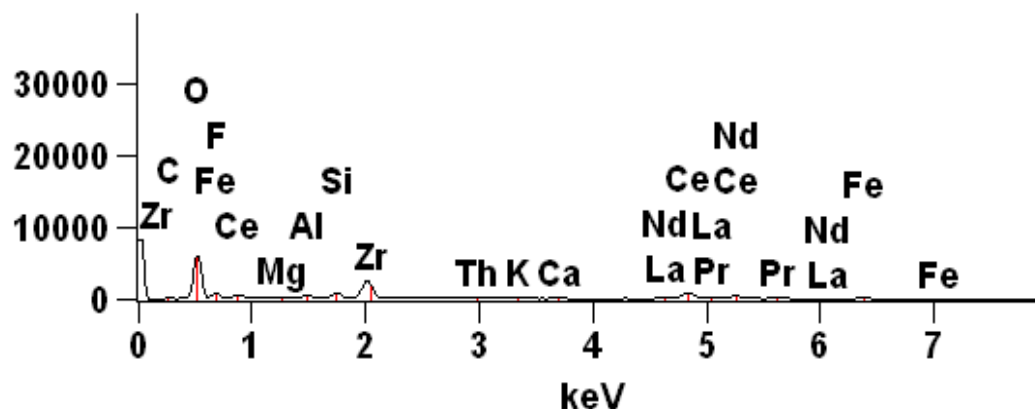
а)



б)

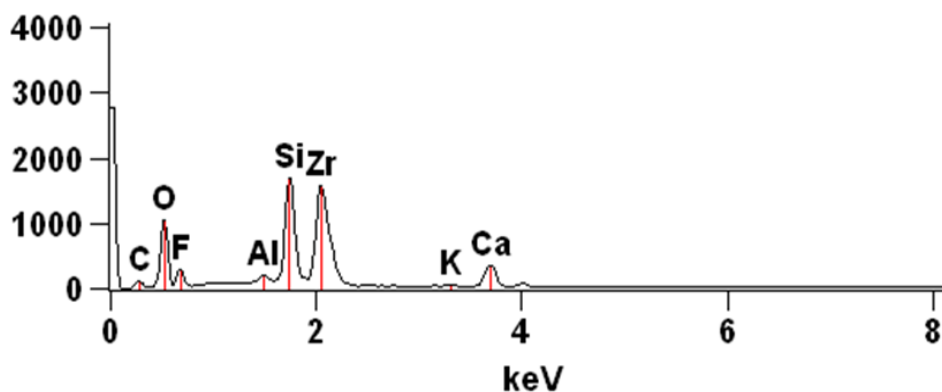
Сурет 4.11 - СЖЭ бар цирконның кристалдары – а, б. (4.12 кестенің 1,3 талдаулары). № 6 аншлиф. Ұңғыма № 71,5-1. BEI және сирек жер элементтері қосылған цирконның энергия дисперсиялық спектрлері – в, г, 1 бет

Full scale counts: 8228 Base(1)_pt3



В)

Full scale counts: 2766 Base(8)_pt1



Г)

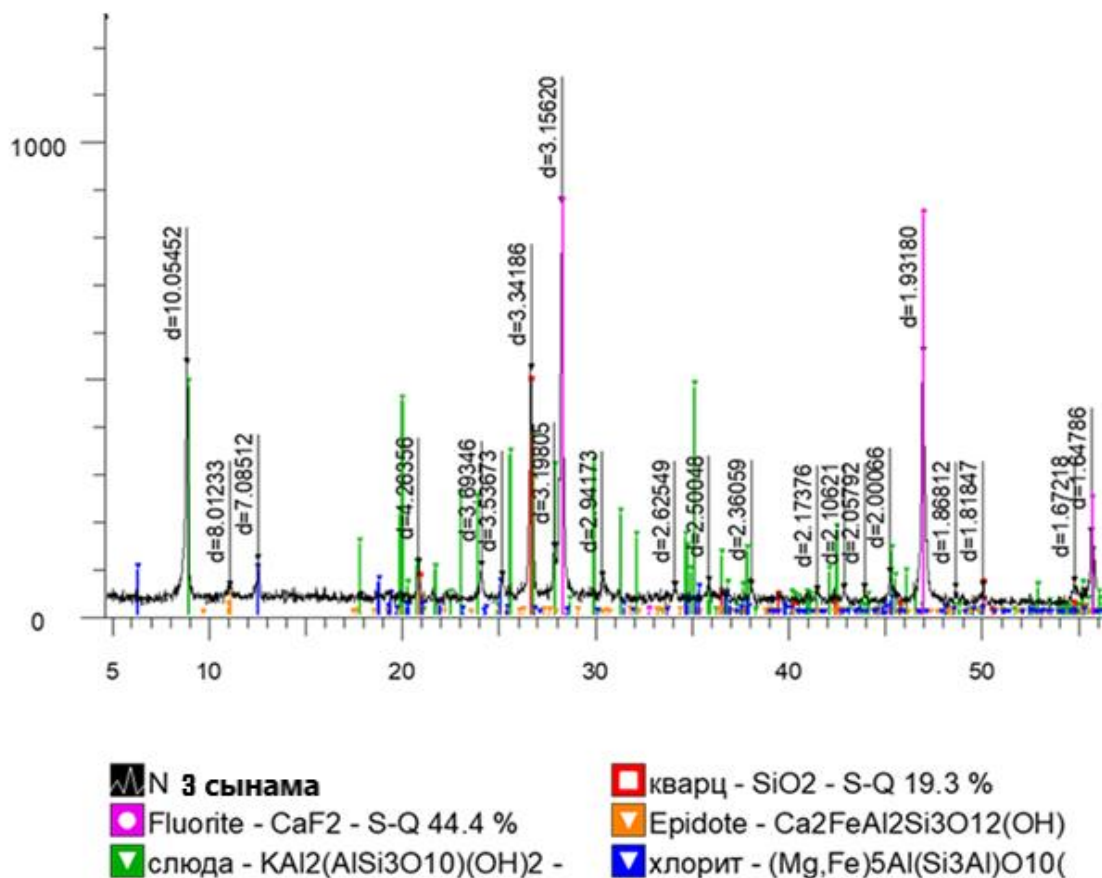
Сурет 4.11 – 2 бет

Флюорит CaF_2 - қалайы рудаларына тән негізгі минералдардың бірі. Кенорында флюорит әртүрлі кен құрамдастарына тән барлық минералдық бірлестіктерге кіретін минерал. Руда метасоматиттерінің бастапқы флюорит қоңыр түске дейінгі реңкпен сипатталады. Сирекжер элементтерінің ішінде жалпы мөлшерінің басқа флюориттерімен (22·г/т) салыстырғанда орташа құрамы бар иттрий тобындағы сирекжер элементтердің ең аз мөлшерімен (0,2г/т) сипатталады. Касситеритпен байланыстағы флюорит церий тобындағы сирекжерлердің күрт басым болуымен, максималды жалпы мөлшерімен (88 г/т) сипатталады.

Бейметалл минералдар кешенінде мынадай негізгілерін атап өтуге болады: кварц, хлорит, слюда және калийлі дала шпаттары, одан кейін турмалин (0,6 %), гранат (2,0 %), хлорит (0,4 %), дала шпаттары (1,3 %), сирек амфибол, биотит, мусковит (кесте 4.13, сурет 4.12).

Кесте 4.13 – Жартылай сандық рентгендік фазалық талдау нәтижелері

№	Минералдар	Формуласы	Концентрациясы, %
1	Флюорит	CaF ₂	44.4
2	Слюда	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	23.9
3	Кварц	SiO ₂	19.3
4	Эпидот	Ca ₂ FeAl ₂ Si ₃ O ₁₂ (OH)	7.7
5	Хлорит	(Mg,Fe) ₅ Al(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	4.7



Сурет 4.12 – № 3 сынаманың дифрактограммасы. Ұңғыма № 71.5-1

Кварц, қалайы кенорындарының көпшілігінің жетекші құрамдас бөлігі, мұнда тек екінші дәрежелі рөл атқарады (орташа мөлшері 9,2 %, вариация коэффициенті 123 %). Дала шпаттарының арасында (орташа 12,4 %, вариация коэффициенті 104,2 %) орташа плагиоклаз басым, көбінесе микроклин кварцпен де, флюоритпен де, топазбен де тығыз байланысты.

4.4 Сырымбет кенорны мору қыртысы таужыныстарының минералдық құрамы

Сырымбет кенорны аумағында ауа райының ықпалынан қалыптасқан химиялық мору қыртысын геология ғылымы мен практикасы элювийлік түзілімдер ретінде қарастырады. Көптеген белгілері бойынша (жылыстаған

түйірлердің болмауы және материалдың айтарлықтай қозғалысы, саз фракциясының өте жоғары шығымдылығы және т. б.) шашылымдардың бұл түрі отандық геологиялық барлау мен кен өнеркәсібі игерген механикалық шашырандылардан түбегейлі ерекшеленеді [58, 104-112 б.]. Қалайы түзілімдерінің минералдық-технологиялық жіктелімі, өздеріңіз білетіндей, дамымаған, ал ауа райының қалайылы мору қабығын байырғы кендермен салыстыру дұрыс емес болып көрінеді. Шынында да, байытудың бірқатар нақты критерийлері жергілікті кендер үшін қолданылады. Мысалы, касситерит түйірлерінің ашылу дәрежесі ауа-райының ықпалындағы мору қабығында емес, кендердің ыдырауымен және олардың ыдырау дәрежесімен бақыланады. Сондықтан минерал шикізаттың осы түрін зерттеудің әдістемелік негізінде автор байырғы және шашыранды кендерді зерттеуде қолданылатын тәсілдердің ақылға қонымды бірлестігін іздеуге мәжбүр болды [63].

Сырымбет кенорнының мору қыртысындағы кендердің негізгі бөлігін гипергенді минералдар құрайды: гетит, лимонит (орташа мөлшері 23 %), Слюда және гидрослюда (19,9%), сондай-ақ монтмориллонит (8,0%) қосылған каолинит (кесте 4.14). Мору қыртысында ыдырауға төзімді реликті минералдардың ішінде негізгілері кварц (орта есеппен 37,4 %) және топаз (4,2%) болып табылады. Кенорынның қопсық таужыныстарын >>10мм ±0,5 мм өлшемдер класындағы бөліп, борпылдақ шөгінділерден және керн үлгілерінен алынған мору қыртысы таужыныстарына шлих әдісі арқылы талданды (Қосымша Б).

Кесте 4.14– Сырымбет кенорнының мору қыртысы кендеріндегі қалайының фазалық құрамы (А.И. Кузовенконың деректері бойынша) [47, 56-68 беттер].

№	Көрсеткіш	Қалайының салыстырмалы құрамы (%)			
		гидростаннаттар+ станнаттар	варламовиттер	станнин	касситерит
1	Орташа	0,7	12,8	0,5	86,0
2	Алюмосиликат ты шөгінді жыныстар	0,5	10,5	0,4	88,6
3	Карбонатты шөгінді жыныстар	8,5	27,5	0,5	63,5
4	Гранитоидтар	1,2	3,3	0,2	95,3
5	Габроидтар	1,2	55,7	2,0	41,1

Гранитоидтардың мору қыртысының бөлімінде үш зона (төменнен жоғарыға қарай) бөлінеді: қиыршық тасты, сазды қиыршық тас және саз. Ұңғымалар енетін бөлікшелерде жеке зоналарының болмауы жиі кездеседі. Сырымбет кенорны бөлікшелерінің мору қыртысында бұрғыланған

ұңғымалардан іріктеліп алынған шлих үлгілерін (№ 70,5 - 5, № 71,5 - 1) зерттеу нәтижелері бойынша негізгі сирек металл минералдарына касситерит пен вольфрамит, қосымшаларына - ильменорутит және тантал-ниобий жатады. Сирекжер минералдарының ішінде негізгісі – монацит, ал қосалқысы – ксенотим, қалған минералдар – сирек және қосымшалар (кесте 4.15).

Кесте 4.15 – Сырымбет кенорнының мору қыртысы таужыныстарының минералдық құрамы

Сирек метал минералдары		Сирекжер элементтер минералдары		Асыл металдар	Қосалқы минералдар
Негізгі	Қосымша	Негізгі	Қосымша		
Рудалық минералдар					
Касситерит Вольфрамит	Ильменорутит Тантал-ниобий	Монацит	Ксенотим	Алтын Күміс	Сфалерит Галенит Титаномагнетит Гематит Циркон Рутит Пирит
Бейрудалық минералдар					
Негізгі		Қосымша		Қосалқы және сирек минералдар	
Кварц Каолинит Далашпат		Турмалин Амфибол Пироксен Хлорит Эпидот-цоизит		Титанит Карбонаттар Малахит Гематит Ильменит Топаз	
Ескерту: гипергендік лейкоксен, гетит, гидрогетит, марганец оксидтері, барит, саздар.					

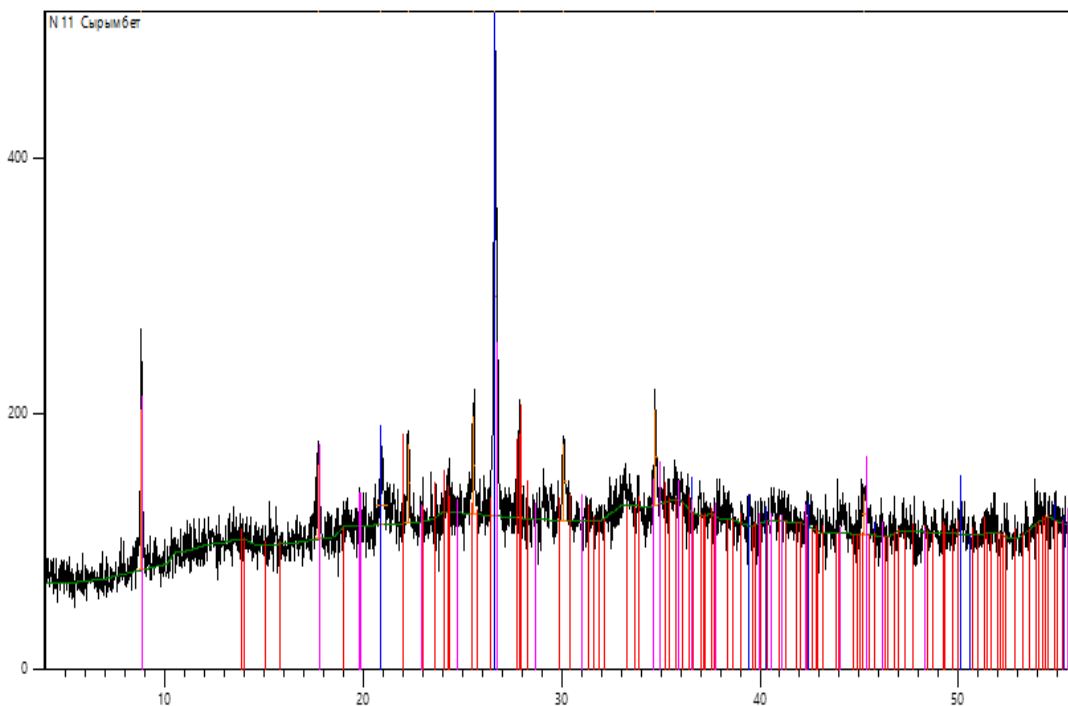
Кендердің өндірістік құндылығын анықтайтын қалайының құрамы 10% - ға дейін немесе одан да көп; оның кендегі таралуы өте біркелкі емес (вариация коэффициенті 112,6 %). Неғұрлым байытылған бөлікшелерде (орташа мөлшері 0,405 %) кенорнының орталық бөлігінде орналасқан, сондықтан қорлардың негізгі үлесі (60% - дан астам) осында шоғырланған.

Қалайының рентгендік фазалық талдауы бойынша (кесте 4.15) оның негізгі минералы касситерит болып табылады, оның үлесіне жалпы кен қалайысының 80% - дан астамы келеді.

Рентгендік фазалық талдау бойынша мору қыртысынан алынған үлгілерде: кварц, каолинит, гетит, және т. б. орнатылды (кесте 4.16, сурет 4.13).

Кесте 4.16 – Кристалды фазалардың жартылай сандық рентгендік фазалық талдауының нәтижелері

№	Минералдар	Формуласы	Концентрациясы, %
1	Слюда	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	40,1
2	Кварц	SiO_2	21,0
3	Гетит	$FeO(OH)$	19,8
4	Каолинит	$Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$	19,2



Сурет 4.13 – № 2 сынаманың дифрактограммасы. Кварц үлгісінің дифрактограммасы (қызыл рефлекстер) және каолинит (көк рефлекстер)
Ұңғыма № 71.5-1

Спектрлік және электрондық зонд талдауларын қолдану арқылы алынған шлиф үлгілерінің (№ 70.5-5, № 71.5-1 ұңғымалардан) нәтижелерін талдау касситериті бар үлгілер Sn жоғары (г/т) мөлшерімен сипатталатынын көрсетеді (7790-нан 13811-ге дейін), As (55-тен 457-ге дейін), Pb (150-ден 1500-ге дейін), Ti (700-1500), Be (300-500), Bi (50-150).

Сонымен қатар Сырымбет типті кенорындар үшін кенді зоналардың мору қыртысының концентраттары келесі типоморф минералдар геохимиялық жиынтығымен сипатталады:

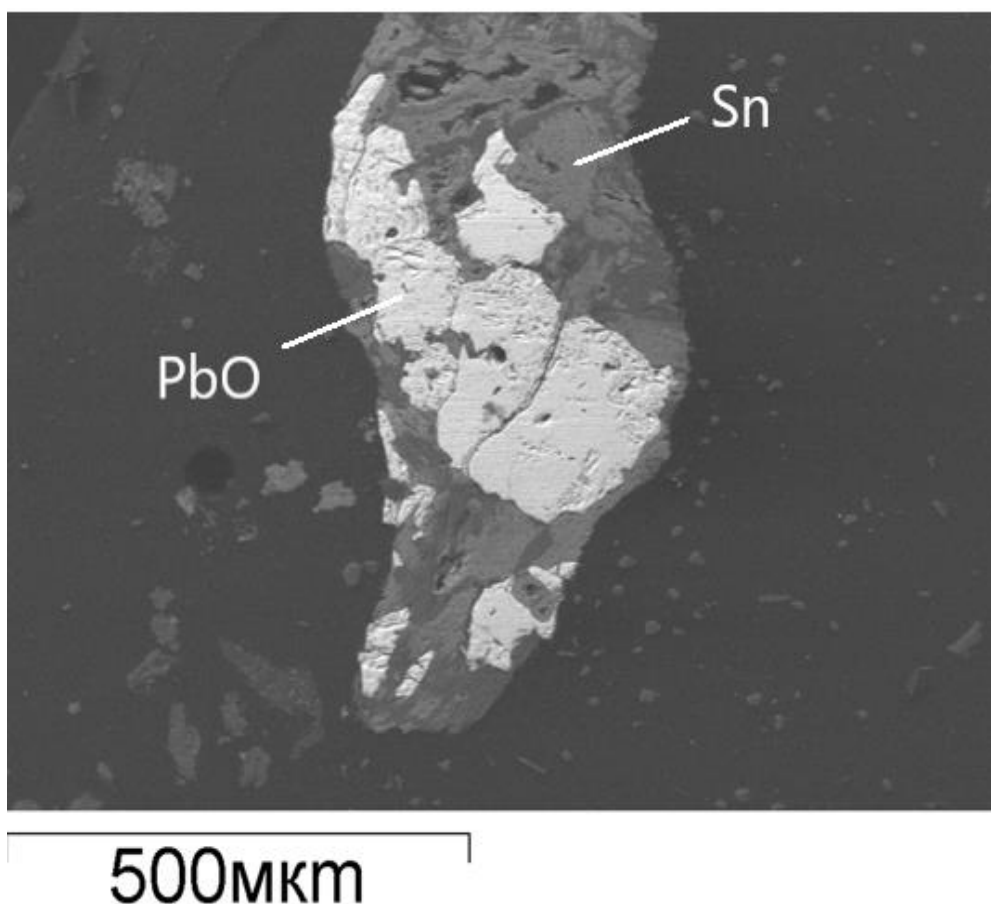
минерал: турмалин-флюорит-касситерит-ильменит

элемент: Sn, Ti, Be, As, Pb орнатылды.

Сырымбет кенорны кеңістіктік және генетикалық жағынан өзі аттас лейкократ гранит-порфирдің енуімен байланысты. Бұл типті граниттер сирек металдарға - Sn, W, Mo, Ta, Nb, Be минералдануымен сипатталады. Сырымбет кенорнының ерекшелігі – қалайының жоғарыда аталған басқа элементтерден күрт басым болуы. Сонымен қатар, кенорын кендерінің заттық құрамы сирек металдар элементтерімен қатар висмут, мыс, қорғасын (кесте 4.17, сурет 4.14) және мырыштың өнеркәсіптік концентрациясын, алтын мен күмістің біршама аз мөлшерін қамтиды. Зерттеу нәтижесінде алғаш рет *қорғасын оксиді PbO* орнатылды. Талдау нәтижелері ары қарай зерттеуді талап етеді.

Кесте 4.17 – Микронзондтық талдау бойынша қорғасын оксидінің құрамы (%)

Сынама №	Талдау №	Элементтер			Σ
		Sn	Pb	O	
Сынама №5	1	-	92,83	7,17	100
	2	78,77	-	21,23	100



Сурет 4.14 – Қорғасын оксиді (ақ) касситеритпен (сұр) тығыз қосылыста. *BEI*

70-5-5 ұңғымадағы № 1-6 үлгілердегі спектрлік талдауға сәйкес сирекжер элементтердің және басқаларының барлығы дерлік құрамы 0,001 концентрациясы бар 5 және 6 үлгілердегі бериллийді қоспағанда, кларк концентрациясынан аспайды, яғни -0,002 %, бұл мору қыртысындағы осы элементтің орташа мөлшерінен жоғары дәрежеде.

71-5-1 ұңғымадағы № 4 және 6 үлгілерде иттрий (0,01 және 0,015 %) және итербий (0,0007 және 0,001 %), сондай-ақ молибден (0,001 және 0,002 %), қалайы (0,007 және 0) мөлшері жоғарылаған висмут (0,0015 және 0,001 %) және концентрациясы 0,01 % ниобий байқалады (Қосымша В).

Карьерден алынған 3-ші сынамада церий (0,015 %) және лантан (0,01 %) концентрациясы шамалы жоғарылаған, сонымен қатар № 2 және 3 үлгілерде молибден (0,01 және 0,0025 %), қалайы (0,01 %) біршама жоғары байқалады, тиісінше: 0,5 және 0,07%, висмут 0,015 және 0,005 %. Сонымен қатар, бұл екі үлгіде концентрациясы 0,0015 және 0,001 % болатын өте сирек индий элементі табылды, бұл кларк мәнінен айтарлықтай жоғары.

Сирекжер элементтердің изоморф қоспалары болуы мүмкін жерлерге таужыныстарды құрайтын және акцессор минералдар (каолинит, вольфрамит, ильменорутил, цоизит, циркон, сфен, флюорит, слюда) жатады.

4.5 Сырымбет кенорны мору қыртысы кендеріндегі асыл металдардың минералдық құрамы

Мору қыртысы кендерінде барлық дерлік бөлікшелерде Sn, Bi, Cu, Zn, F және сәйкесінше S мөлшерінің айтарлықтай төмендеуі байқалады, бірақ сонымен бірге W, Pb, Nb, Sc және барлық лантаноидтардың концентрациясы айтарлықтай артады [64].

Касситеритте тантал, гафний, скандий және итербийдің жоғары мөлшері байқалады. Граниттерде және шарық дестесінің шөгінді таужыныстарында орналасқан түбірлік кенорындар қарама-қарсы. Шарық дестесіндегі кендер сирек кездесетін элементтердің (Sc, Sb және Au) жоғары мөлшерімен сипатталады [65-67].

Әртүрлі зерттеушілер кенорындар ретінде анықталған кендердегі алтын, күміс және платиноидтардың жоғары концентрациясын осы тақырып бойынша зерттеулер жүргізу арқылы анықтады [68-70].

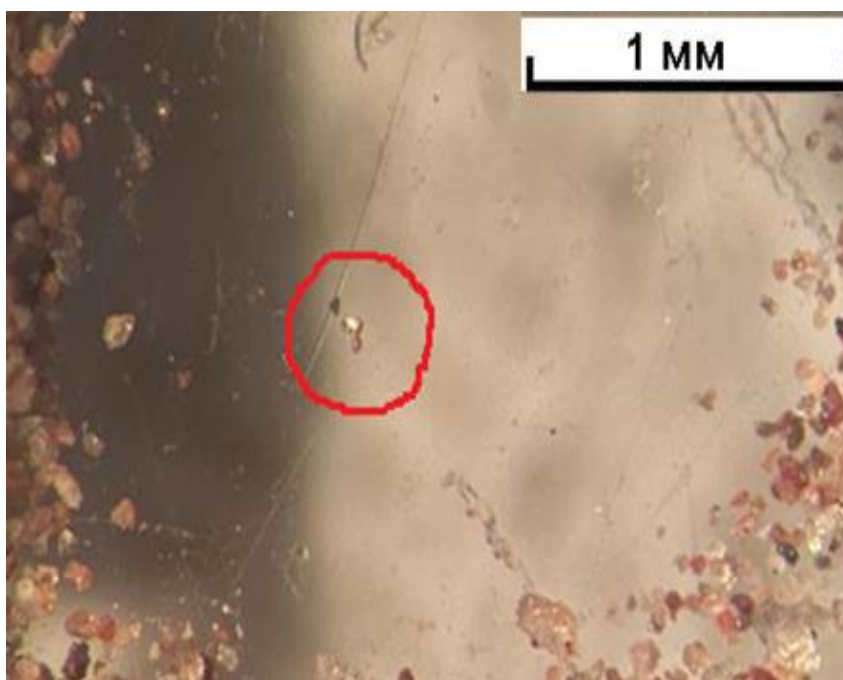
Бірінші жағдайда алтынның мөлшері біршама жоғары және ол шарық дестесінде қара тақтатас қабаттарының бастапқы қанықтылығымен түсіндіріледі. С.А. Солтан мен А.И. Кузовенко сынды ғалымдар кенорынның орталық бөлікшесіндегі бастапқы кендерде алтынның жоғары концентрациясын (0,13 г/т) анықтады [71]. 1,95 және 2,5 г/т-ге тең алтынның жоғары концентрациясы сәйкесінше Б.Л. Доброцветов пен Н.И. Антипов [72] жинаған екі технологиялық сынамада анықталды. Бұл сынамалар кенорынның оңтүстік-батыс бөлікшесіндегі № 25 шурф үйіндісінен және орталық бөлікшедегі № 2 карьерден алынды, олар Мәскеудегі "ГИНЦВЕТМЕТ" институтында зерттелді. Осы технологиялық сынамалардағы алтынның мөлшері сәйкесінше 0,6-дан 11 г/т-ға дейін және 2-ден 18 г/т-ға дейін өзгереді.

2001 жылы Степногорск қаласындағы «КРИЦ-НТК» ғылыми-зерттеу орталығының мамандарымен Орталық бөлікшедегі № 2 карьерде алынған технологиялық сынамада орташа мәні 10,4 г/т және 2,1-ден ауытқуы бар алтынның 41,3 г/т дейін жоғарылауы анықталды, сондай-ақ күмістің орташа мәні 8,2 г/т және вариациясы 4,9-дан 15,4 г/т дейін. [64, 34-38 б.].

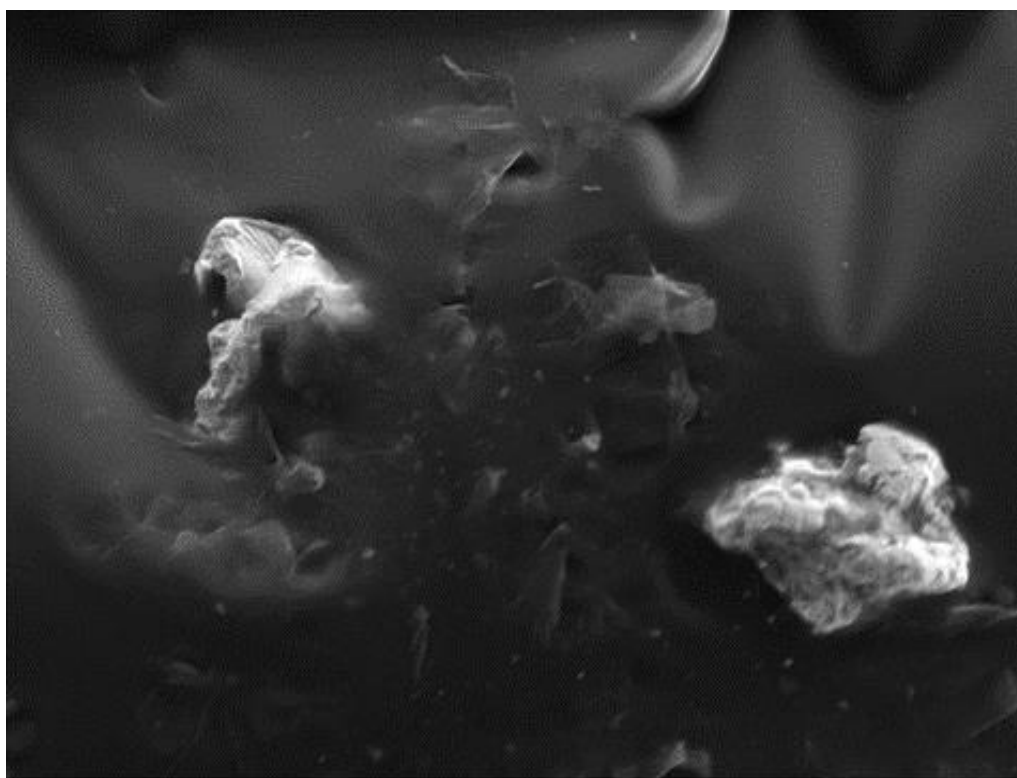
Біздің зерттеулер бойынша *алтынның Au* 0,02 г/т дейін және *күмістің Ag* 0,001 г/т дейін жоғарылаған концентрациясы расталып отыр, бұл ретте алтын мору қыртысында орналасқан (кесте 4.18, суреттер 4.15-4.16). Алтын сұр түспен белгіленген сазды тақтатастардың үстінде дамыған. Минералогиялық зерттеулерде қалайы бар қиыршық тастардың құрамындағы күміспен бірге кездесті. Сонымен қатар асыл металдардың жоғары концентрациясының пайда болуын анықтайтын факторлар орнатылды.

Кесте 4.18 – Микрондтық талдау бойынша алтынның құрамы (%)

Сынама №	Элементтер		Σ
№6	Ag	Au	100
	10,81	89,19	



Сурет 4.15– Шлих үлгіде оқшауланған алтын түйірінің жарықтандырылған орталық бөлігі. Алтын түйірінің мөлшері 0,1-0,2 мм. Фотосурет iPhone 14 ұялы телефон арқылы түсірілген



100 мкм

Сурет 4.16 – Құрамында күмісі бар алтынның ұсақ түйіршікті өсіндісі

Өнеркәсіптік қалайы минералдануының қалыптасуы көп сатылы соңғы гидротермалық кезеңмен, соның ішінде бастапқы сирек-металл-грейзен және одан кейінгі сульфид сатылармен байланысты. Бұл кезеңде көптеген құрамдас ерітінділердің енуі мүмкін, кейбір металдардың, соның ішінде алтынның, шарық түзілімінің кенорындарынан регенерациялануы (қайта жаралуы) болды. Гипергенез алтынның тотығу зонасында және циркон сияқты басқа тұрақты минералдардың одан әрі байытылуына әкелді.

Сырымбет сирек металдар кенорын рудаларынан алтын алудың жағдайлары мен пайда болу нысандары және технологиялық мүмкіндіктері туралы ақпарат Солтүстік Қазақстан рудалы облысындағы асыл металдардың шикізат базасын айтарлықтай ұлғайту үшін алғышарттар жасайды.

4.6 Сырымбет кенорнында сирекжер элементтердің пайда болуы

Эндожапсар зоналарындағы касситерит-колумбит минералдануы (циркон, монацит, ксенотим бар) көбінесе сирек металды (колумбит) граниттер төбесінің күмбез тәрізді проекцияларымен шектелген баяу еңісті түзілімдермен немесе бұрыс пішінді денелермен сипатталады. Құрамында ниобий мен танталдың аздығына байланысты «колумбитті граниттерді» өнеркәсіптік нысандар ретінде қарастыруға болмайды, дегенмен оларда шамамен бірдей мөлшерден қалың мору қабықтары Солтүстік Нигерияда (Джос үстірті) көптеген жылдар бойы дамыған [72].

- гранитоидтардағы қалайының кларктық шамасы, сондай-ақ вольфрамға, бериллийге, сирек элементтер мен сілтілерге, фтор мен борға қарағанда 1,5-10 және одан да көп жоғарылаған, олардың максимал жинақталу процесі, дисперсияның жоғарылауы, Та-Nb жоғарылауы және қосымша фазалардың гранитоидтарындағы К-Rb қатынастарының төмендеуі; көрсетілген металлометриялық және шлихтік гало элементтері.

- кен элементтері шашырауының маңызды эндогендік және экзогендік геохимиялық аясы, осы аяларды қарама-қарсы құрылымы және олардың тік зоналылығы, жалпы алғанда гидротермалық кенорындардың зоналылығының әмбебап қатарына сәйкес келеді: TR-Ta-Nb-Mo-Be-Li-W-Sn-Cu-Bi-As-Jn-Zn-Pb-Ag-Mn-Sr-Sb. Аудандалудың осы сериясы негізінде жасалған геохимиялық көрсеткіштерді эрозиялық кесілу деңгейін бағалау және тереңдікке кендеуді болжау үшін пайдалануға болады [73].

Солтүстік Қазақстанның сирек металды-қалайылы кенденуінің жоғарыда сипатталған геологиялық критерийлерінің негізінде сирек металдардың кварцты-грейзенді кенорындарын, оның ішінде мору қыртыстарымен байланысты кенорындарды іздеу үшін Володар шегінде салыстырмалы түрде төмендеген тектоникалық блоктарға орайластырылған Көкшетау көтерілімінің солтүстік-батыс беткейлері макробедердің салыстырмалы түрде шамалы көтерілген сатылары неғұрлым перспективті болып табылатыны анықталды, олар құрылымдық-металлогендік зона. Орлиногор кешенінің Шарық дестесі мен шағын интрузивтердің апикал фацияларының кең дамуы, әлсіз эрозиялық кесу және мору қыртысының сақталуы, бұл аудандарды қалайы және тантал-ниобий кендерін анықтауға жоғары перспективті деп санауға мүмкіндік береді [74].

Володар зонасының ең жоғары және терең эрозияға ұшыраған блоктары, екі көтерілімді құрайды: Оңтүстік (Алтын рудалы алаң) және Орталық (Володар руда алаңы) - мұнда альбит-грейзен және кварц-грейзен типті қалайы мен танталдың көптеген ұсақ кендері, сондай-ақ онымен байланысты қалайы және тантал қыртыстары белгілі. Мору белдемінің бұзылуы мен шашырауы сирек металды шикізаттың ірі өнеркәсіптік объектілерін анықтау үшін перспективті болып табылады [75].

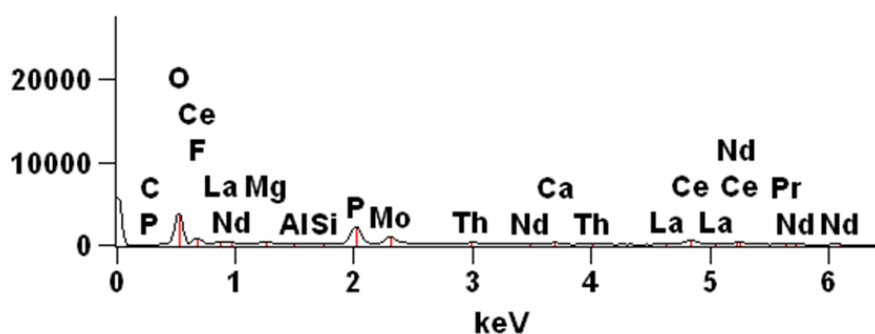
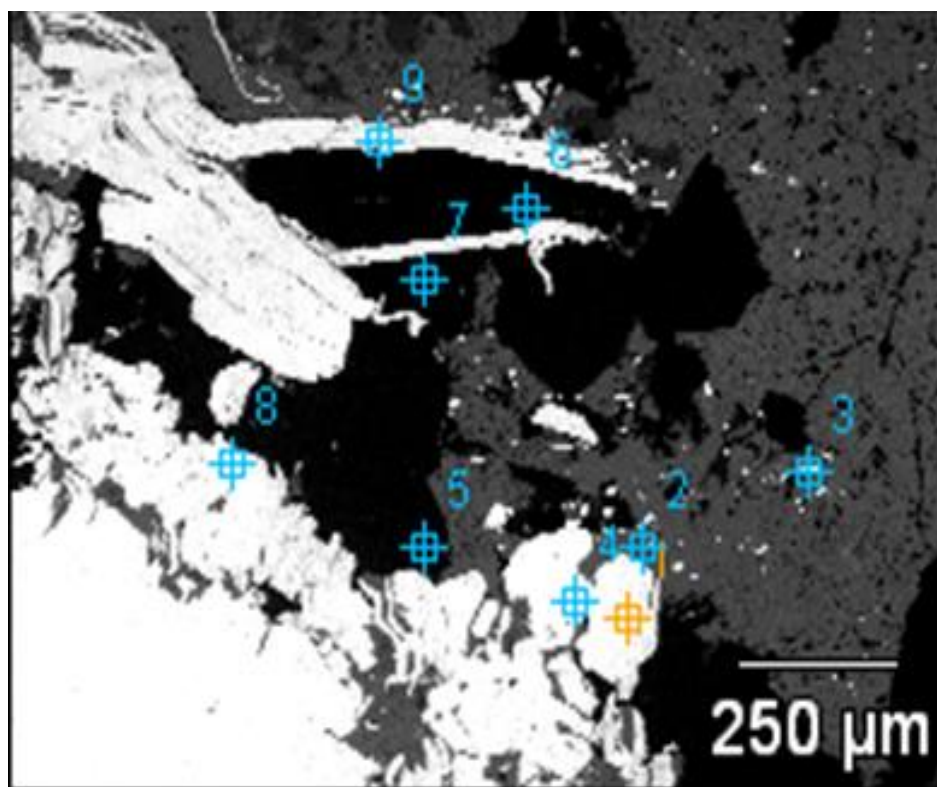
Интрузив зоналары мен лейкограниттердің апикал фацияларының салыстырмалы түрде терең эрозиялық кесіндісін ескере отырып, осы көтерілімдер шегінде орташа және шағын, негізінен эрозияға ұшыраған қалайы мен тантал кенорындарын анықтауға болады деп болжанады. Сирек металды гранит массивтерінің эндожапсары бойымен салынған тереңдетілген ежелгі аңғарлар олардан көмілген шашылымдарды іздеуге қызығушылық тудыруы мүмкін.

Монацит – $(TR)PO_4$ Минерал гранит-порфирде орнатылды, оның құрамында титанмагнетит, ильменит және молибден сирек кездеседі. Монацит қуыстарда қабықша түрінде дамиды, өлшемі 10×50 микронға дейін. Монациттегі сирекжер элементтердің мөлшері 54,15 % (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy), оның ішінде иттрий қатарының элементтері 2,97 % (Gd, Dy) құрайды. Монациттің химиялық құрамы тұрақты емес және бұл оның шығу тегімен

анықталады. Монацитте әртүрлі қоспалар жиі кездеседі, олардың ең маңыздысы ThO_2 және UO_3 (кесте 4.19, сурет 4.17).

Кесте 4.19 – Жартылай сандық талдау деректері бойынша монациттердің құрамы (%)

Сынама №	Элементтер, %										Σ
Ұңғ. 71.5-1	F	P ₂ O ₅	Ca O	Mo	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	ThO ₂	UO ₃	
Анш. №3	6,9 4	25, 15	3,3 3	17, 84	6,63	22,6 8	0,5 3	5,72	7,15	0,05	100



Сурет 4.17 – СЖЭ бар монациттың кристалдары. № 3 аншлиф. Ұңғыма № 71,5-1. ВЕІ және сирек жер элементтері қосылған монациттың энергия дисперсиялық спектрі

Сирек металл сатыда тантал-ниобий минералдануымен байланысты альбит-мусковит бірлестігі болып табылады. Кеңістікте ол Сырымбет интрузиясының эндоконтакттілі бөлігінде және колумбитпен ұсынылған.

Колумбит $Fe_2+Nb_2O_6$ өзіне тән тік штрихтары бар ұзын призмалық тегістелген кристалдармен, сондай-ақ кристалдары друзалы, жиі желдеткіш тәрізді өсінділерін құрайды. Көбінесе колумбит кристалдары мен дәндерінің бетінде псевдоморфоз сипатына ие ұсақ түйіршікті агрегаттардың сызықталуы мен қыртыстары байқалады, кейде мұндай агрегатпен колумбиттің толық алмастырылуы байқалады. 4.18 суретте МБС-9 бинокуляр арқылы түсірілген колумбит дәндері.



Сурет 4.18 – Колумбит дәндерінің орталық бөлігі ниобиймен, ал перифериясы танталмен байытылған. Фотосурет iPhone 14 ұялы телефон арқылы түсірілген

Микрондты талдау әдісімен тантал-ниобаттардың химиялық құрамы зерттелді, зерттелетін дәндер колумбитпен ұсынылған. Олардағы Nb_2O_5 мөлшері 65,2-45,6 %, ал Ta_2O_5 - 3,2-15,1% аралығында. Олардағы Fe және Mn мөлшері тұрақты FeO-17,9-16,5%; MnO-2,3-1,7%. Колумбиттердің құрамында Ti, W, Sn шамалы мөлшерде орнатылады.

Қалайы минералдануы дамуының алғашқы кезеңі вольфрамитпен және шеелитпен парагенездегі кварц-касситерит ассоциациямен тікелей байланысты.

Кенорында амфиболданған таужыныстар, қарқынды кремнийленулер, эпидотталған зоналар, сонымен қатар сульфидтердің, флюориттердің, магнетиттердің, шеелит пен вольфрамиттің ұсақ түйірлерінің шашыранды таралуымен айқындалды.

5 СЫРЫМБЕТ КЕНОРНЫНЫҢ 3D МОДЕЛЬДЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

5.1 Пайдалы қазбалар кенорындарының 3D модельдерін құру

Қазіргі әлемде геологиялық барлау мен іздеу мәселелерін шешуде көптеген арнайы бағдарламалық құралдар мен ақпараттық жүйелер қолданылады. Бұл геологиялық ақпаратты өңдеу және талдау процесін едәуір жеделдетуге мүмкіндік береді. Мұндай жүйелер геологиялық барлау деректерін түсіндіру процестерін автоматтандыруға, сондай-ақ оларды пайдалы қазба кенорындарының сандық модельдерін құруға және есептеулер мен бағалаудың барлық түрлерін орындауға мүмкіндік береді [76].

Кенорындардың 3D модельдерін қалыптастыру кезінде пайдалы қазбалардың құрылымы мен түріне байланысты компьютерлік модельдеудің әртүрлі әдістері қолданылады. Қатты минералдар кенорындарын модельдеу үшін Micromine және Leapfrog Geo бағдарламалары қолданылады.

Micromine компьютерлік бағдарламасы геофизикалық зерттеулер деректері (сейсмикалық, магниттік, электрмагниттік және басқалар), сондай-ақ барлау деректері бойынша кен денелері мен кенорындарды орналастыру параметрлерін нақтылау мүмкіндігі мен барлау ұңғымалардың сынама алу деректері бойынша кеңістіктік модельдеу әдісі іске асырылды.

Геологиялық цифрлық модельдерді құру процесі бірнеше кезеңнен тұрады және модельдеу нысанына байланысты (пайдалы қазбалардың түрі, құрылымы, топологиясы, барлау желісінің тығыздығы) біршама өзгеруі мүмкін. 3D геологиялық модельдерді құру процесінің жалпы құрылымы келесі кезеңдерден тұрады [77]:

1. Геологиялық барлау деректері туралы бастапқы ақпаратты сақтау үшін деректер базасының (ДБ) құрылымын әзірлеу.

2. Кенді пайдалы қазбалар кенорындар үшін барлау ұңғымаларының базасын қалыптастыру мен жүргізудің негізгі ерекшеліктерінің бірі бастапқы геологиялық сынама алу интервалдарын орташалау тетігінің болуы болып табылады. Деректер базасында көрсеткіштер, триггерлер, есептелген өрістер (математикалық, статистикалық және логикалық функциялар), статистикалық талдаулар, графиктер жиынтығы бойынша құрылымдық сүзу құралдары бар. Математикалық статистика аппаратының көмегімен бастапқы деректерді енгізудің дұрыстығы, сондай-ақ құрамындағы аралас популяциялардың болуы, кендегі пайдалы компоненттің борттық құрамын анықтайды [78]. Кенорынның сандық моделін құру бірнеше кезеңнен тұрады:

Деректерді жинау: Бұл кезеңде кенорын туралы әртүрлі мәліметтер жиналады. Бұл геологиялық, геофизикалық, гидрогеологиялық, топографиялық, қашықтықтан зондылау және әртүрлі әдістер мен технологияларды қолдану арқылы алынған деректер болуы мүмкін.

Деректерді өңдеу: алынған мәліметтер өңделеді және талданады. Мұнда жиналған деректерден маңызды ақпарат алу үшін (ГАЗ), статистикалық әдістер, машиналық оқыту әдістері және басқа технологиялар қолданылады.

Геологиялық модельдің құрылысы: өңделген мәліметтер негізінде кенорынның геологиялық моделі құрылады. Бұл геологиялық құрылымның, қималар мен қабаттардың 3D моделін құруды және әртүрлі геологиялық параметрлерді ескеруді қамтиды [79].

Деректерді интерпретациялау: әртүрлі деректер түрлері геологиялық, геофизикалық, гидрогеологиялық ақпарат және т.б. сияқты цифрлық модельге біріктірілген. Бұл кенорын туралы неғұрлым толық және дәлірек түсінік қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Кен денелерін модельдеу: егер кенорында кен денелері болса, олардың сипаттамалары мен құрамын ескере отырып модельдеу жүргізіледі. Бұл олардың бағалау және өндірудің оңтайлы әдістерін анықтау үшін маңызды.

Қорды бағалау: сандық модель негізінде кенорынның қорын бағалау жүргізіледі. Бұл ресурстардың көлемі мен санаттарын анықтауды қамтиды (JORC, пі 43-101 және басқалар сияқты стандарттар бойынша).

Бейнелеу және талдау: алынған цифрлық модель кенорынды визуализациялау және талдау мүмкіндігін ұсынады. Бұл геологтарға, инженерлерге және шешуші тұлғаларға кенорынды игеру және басқару тұрғысынан неғұрлым негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

Жаңарту және техникалық қызмет көрсету: сандық модель жаңа деректерді алу кезінде үнемі жаңартуды қажет етеді. Тұрақты жаңартулар модельдің өзектілігін сақтауға көмектеседі және кенорынды игерудің дәл болжамдары мен жоспарлауын қамтамасыз етеді.

3. Модельдеудің келесі кезеңінде ұңғымалардағы геологиялық деректерді талдау және түсіндіру жүзеге асырылады, ал минералдану зоналарын контурлау борттық ұстамның мәндері бойынша жүзеге асырылады. Интерпретация нәтижесінде минералдар сорттары мен таужыныстарды сипаттайтын тұйық контурлар (желілер) жасалады. Осылайша, барлық геологиялық профильдер үшін кен денелерін контурлау жүзеге асырылады. Деректерді түсіндіргеннен кейін, олардың құрылысының дұрыстығын және байланысын тексеру 3D кеңістікке жүктеледі [80].

4. Модельдеудің келесі кезеңінде кен денелерінің морфологиясын нақтылайтын 3D модельдер жасалады. Олар тек кен денелері үшін ғана емес, сонымен қатар кен денелерінің контурындағы минералдар сорттары мен аршылған таужыныстардың (кенсіз таужыныстардың) сорттары үшін де жасалады.

5. Модельдеудің соңғы кезеңінде кен элементтерінің құрамын кенорынның кен денелері бойынша бөлуді визуализациялай отырып, 3D блоктық модельдер жасалады. Бұл жағдайда рамалармен шектелген бос блоктық модельдер жасалады; белгіленген тарату заңы негізінде компоненттер ұстамының мәндерін интерполяциялау және берілген кондициялар бойынша таужыныстар контурын нақтылау.

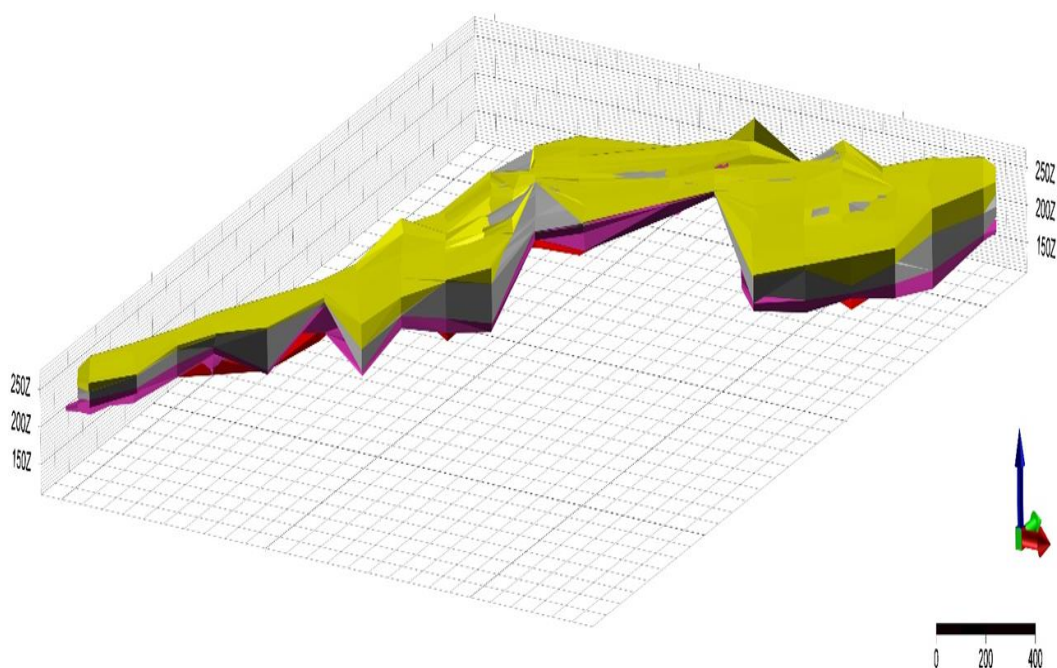
6. Кенорынның қалыптасқан 3D моделі одан ары кенорынның немесе оның бөлікшелерінің қорын есептеу, геологиялық-экономикалық бағалау, күнтізбелік жоспарлау міндеттері және экономикалық тұрғыдан тиімді өндіру контурларын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Micromine және Leapfrog Geo компьютерлік бағдарламаларының көмегімен жасалған модельдердің басты айырмашылығы - оларды ары қарай пайдалану және кенорынды игеру нәтижелері бойынша нақтылау мүмкіндігіне ие. Сонымен қатар, модельдің жалпы мөлшері тек компьютердің аппараттық мүмкіндіктерімен шектеледі.

5.2 Сырымбет кенорының 3D модельдері

Кенорын ауданының литологиялық құрылысының қаңқалық моделі. Сырымбет кенорын бірегейлігі – кенді таужыныстардың барлық негізгі литологиялық түрлерінде құмды-сазды шөгінділерде (0.03-тен 0,3 % - ға дейін), таужыныстарда (1.0% - ға дейін) және олар бойынша дамыған химиялық мору қыртыстарында (0.05-тен 0.3% - ға дейін) қалайы кенденуінің болуы [81].

Кенорынның литологиялық құрылысын модельдеу қорды есептеуге арналған санау бөлімдерінде көрсетілген литологиялық шекаралар бойынша жүргізілді (Зорин Ю.М. «1996 жылғы 1-ші қазандағы жағдай бойынша қорларды есептей отырып, қалайы қыртысының барлау және бастапқы кендерді алдын ала барлау нәтижелері туралы есеп») (сурет 5.1).



Шартты белгілер: сары – жабын түзілімдері; қою сұр – мору қыртысы; қызғылт – гранит-порфирлер интрузиясы; көк – барлау ұңғымалары.

Сурет 5.1 – Ауданның литологиялық құрылымының қаңқалық моделі.
Сырымбет кенорны 3D форматта

Кенорынның литологиялық құрамының, кен денесінің 3D модельдерін құру үшін кен элементінің құрамын визуализациялай отырып, Micromine компьютерлік бағдарламасы бойынша, кенорынның барлау ұңғымаларын сынамалау деректері бойынша компьютерлік база құрылады. Кеңістіктік

модельдеудің (3D) бұл әдісінде кен денелері мен кенорындарды орналастыру параметрлерін нақтылау мүмкіндігі қарастырылғанын атап өткен жөн, бұл кенорынның әлеуетті ресурстарын бағалауға мүмкіндік береді [82].

Осы мәліметтер негізінде Сырымбет кенорны ауданының литологиялық құрылымының қаңқалық моделі салынды.

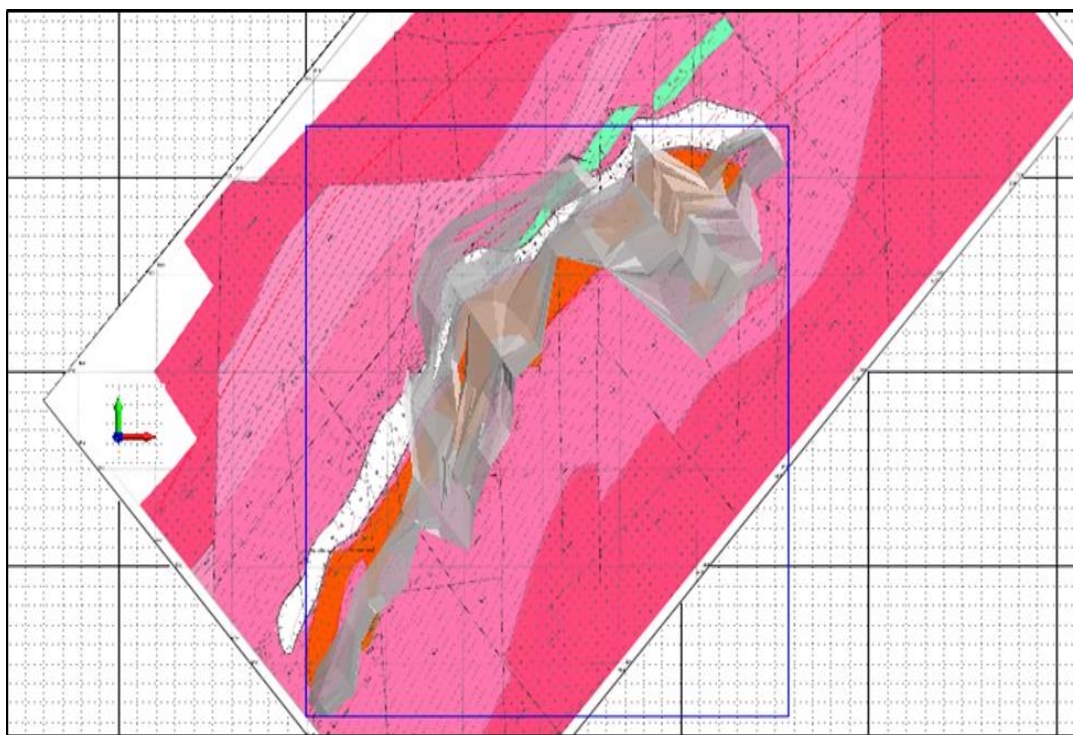
Мынадай литологиялық қабаттар бөлінді:

- жабын (неоген-төрттік және палеоген) шөгінділерінің шекарасы;
- қопсық мезозой шөгінділерінің шекарасы;
- гранит-порфирдің шекарасы:

- қопсық жабын шөгінділері кенорынның бүкіл контурында мезозой эрасындағы мору қыртысында жатқан тұрақсыз қуаттың үздіксіз жабыны түрінде кең таралған. Жабын шөгінділерінің орташа қалыңдығы 18 м (сурет 5.1);

- мезозой мору қыртысы (химиялық) аумақтық сипатқа ие, оның қалыңдығы орта есеппен 50 м. Ол кенорынның солтүстік-шығыс және орталық бөліктерінде көбірек дамыған. Барлау профилдері бойынша барлау ұңғымалары географиялық координатқа байланған, бұл оларды геологиялық карталарға және осы кенорынның нақты материалдарының карталарына байланыстыруға мүмкіндік береді (сурет 5.2).

Сирек металды граниттерде дамыған мору қыртыстары колумбит пен касситериттің өндірістік концентрациясын береді. Мору қабығы бойынша үш аймақ бөлінеді: саз, саз-қиыршықты тас және қиыршықтас. Қабаттың табанына қарай қиыршық тастардың саны артып, біртіндеп түбірлік таужыныстарға ауысады.



Сурет 5.2 – Сырымбет кенорнының геологиялық картасымен біріктірілген мору қыртысының моделі

Орлиногор кешені гранит-порфир интрузиясы Сырымбет кенорнында қалайы кендерінің таралуы кенді алаңның орталық бөлігін құрайды, солтүстік-шығыс бағытта созылған және жер бетіндегі ұзындығы 6700 м, ені 100-600 м.

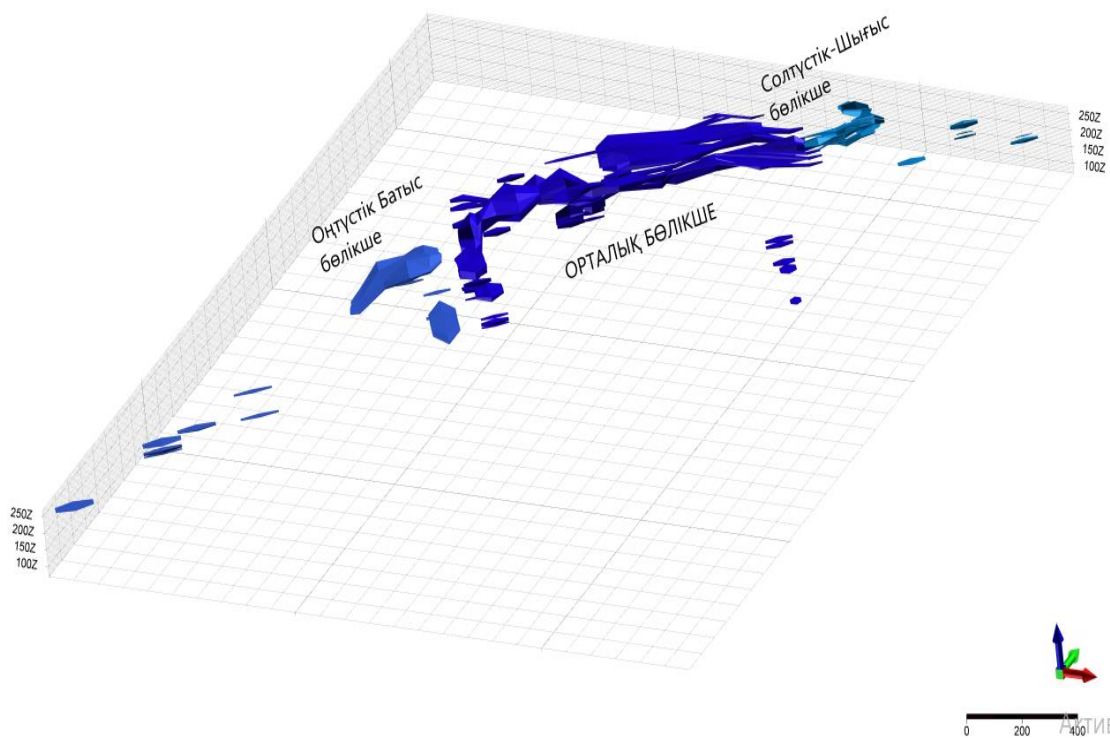
Литологиялық қабаттар, жабындар (неоген-төрттік және палеоген) және копсық мезозой шөгінділері (мору қыртысы), кенорын алаңында кеңейтілген қабат тәрізді денелер түрінде қарапайым геометриялық пішіндерге ие, бірақ олардың геометриялық параметрлері әртүрлі, әсіресе тік бағытта. Орташа қуаттың қатынасы сәйкесінше 1: 2,5 құрайды.

Практикалық маңызы бар қалайы қыртысының өлшемдері: жалпы ұзындығы 3820 м, ені 128-ден 1082 м-ге дейін, қуаты 40-тан 117 м-ге дейін.

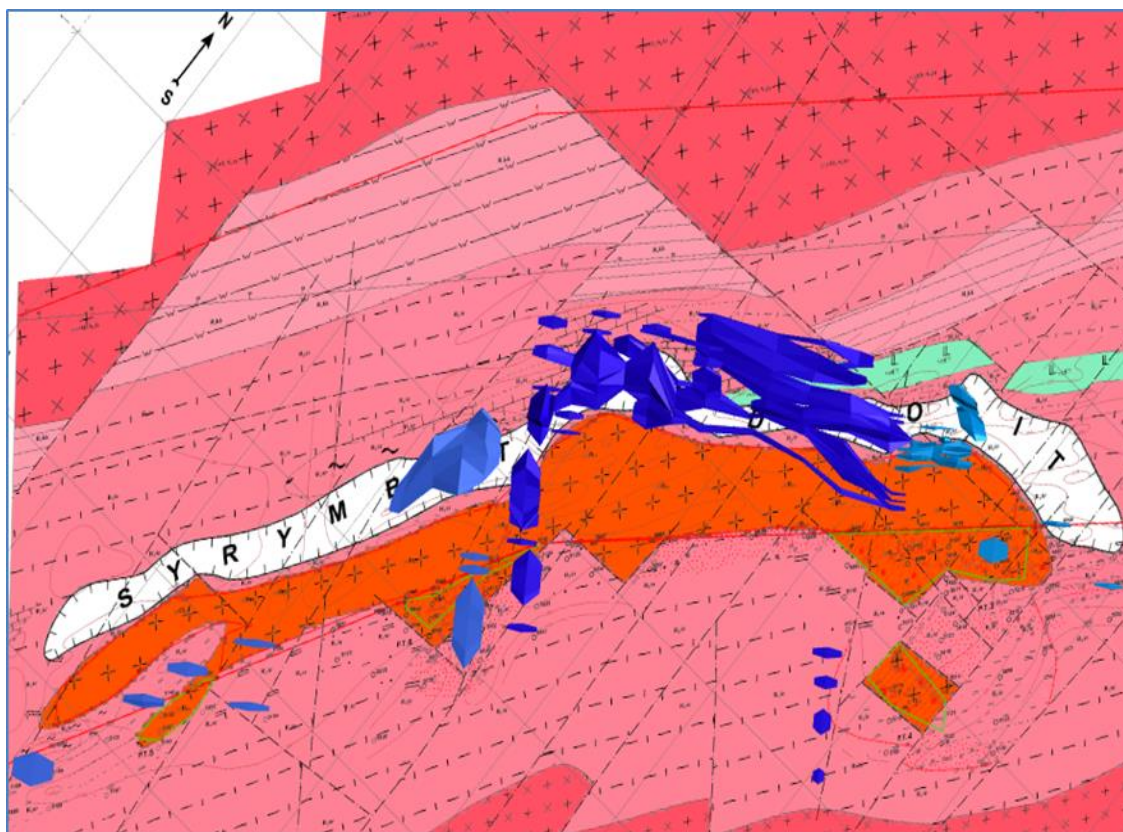
Үш кен бөлікшесі бар кенорын (оңтүстік-батыс, орталық, Солтүстік-Шығыс) бұл баспалдақ тәрізді желілі-қиылысқан кенорын, оның жоғарғы бөлігі жоғарғы мору қабығымен бүркелген. Ол кендердің екі өнеркәсіптік түрін ажыратады: бірінші түрі – түпкілікті таужыныстар; екінші түрі - құрамында касситерит бар мору қабығы [83].

Кенорынның қаңқалық моделі. Сырымбет кенорнының қаңқалық моделі үшін кен денесінің шекаралары 0.05 % қалайының борттық мөлшері бойынша контурланған, өйткені ол кенді зоналардың (түпкілікті кендер мен мору қыртысы) шекарасын бақылайды. Айта кету керек, 0.1 % борттық қалайы бойынша байырғы кендерді контурлау, олардың күрделі барлауының біркелкі еместігіне байланысты.

Кенорынның жалпы минералданған зонасына жасалған қаңқалық моделі негізінде кен денелерін геометриялау және визуализациялау жүргізілді, нәтижесінде олар атап өтілді (5.3 және 5.4 суреттер):



Сурет 5.3 – Сырымбет кенорнының минералданған аймағының 3D қаңқалық моделі



Сурет 5.4 – Қалайы минералданған аймақтың қаңқалық моделін Сырымбет кенорнының геологиялық картасымен біріктіру. Масштабы 1: 5000

- қалайы минералданған зонаның морфологиясы күрделі сипатқа ие. Оның қалыңдығы мен ұзындығы едәуір, кенді бағаналары бар. Кенорынның орталық бөлігінің құрылымы күрделі болып келеді, ол негізгі кен денесінен тұрады, кенді таужыныстарының түзілуіне параллель бағытта;

- кенорнында кен зонасы шегінде (геологиялық деректер бойынша) барлығы 40-қа жуық қалайы тәрізді кен денелері бөлінеді, олардың қалыңдығы 200 м-ге дейін ауытқиды. Кенорынның орталық бөлігінен алыстаған кезде кен денесі жеке тармақтарға (оңтүстік-батыс, солтүстік-шығыс бөлікшелері) ыдырайды, олар минералданған кенорынның қаңқалық моделінде айқын көрінетін зоналар;

- қалайыға ілеспе элементтер минералданған зона келесідей болады: тантал-ниобий-кенорнының эндожапсар бөлігінде, қалайы кен зонасынан геологиялық мәліметтер бойынша 200–300 м; полиметалл кендер кенорынның капталдарында, әсіресе оңтүстік-батыс капталында олар дербес сызықтық минералданған зонаны құрайды. Бұл зоналар рама модельде көрсетілмейді.

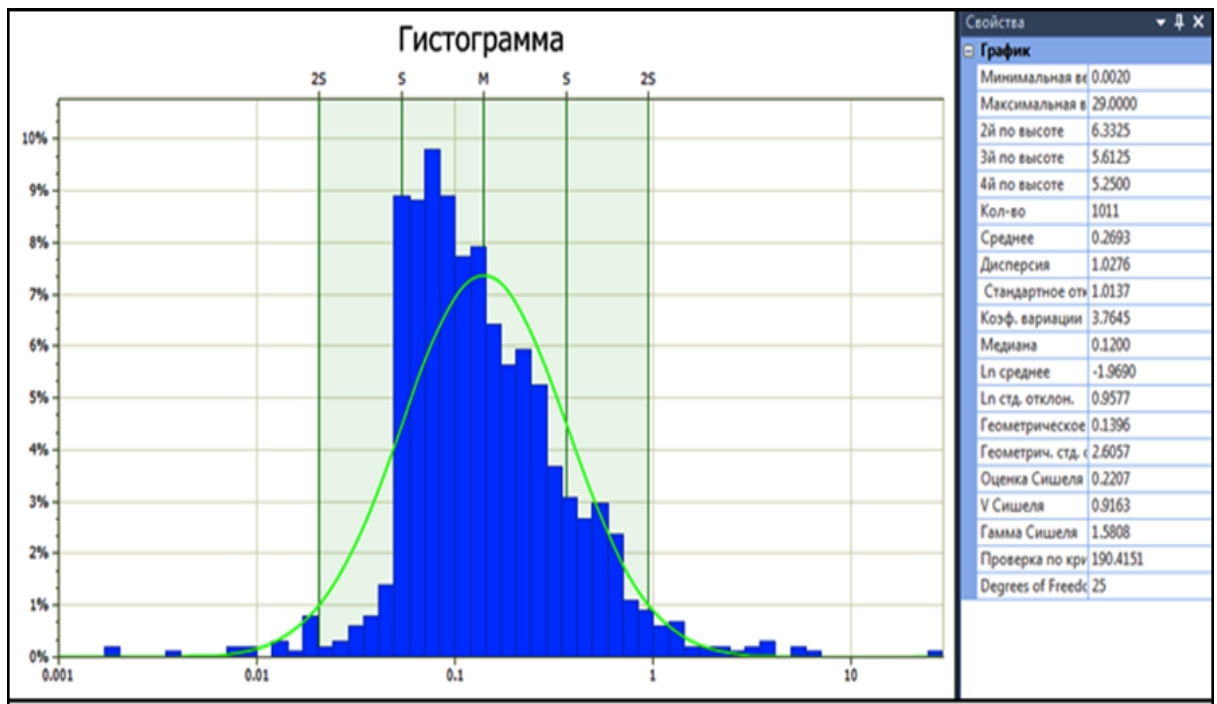
Қорытынды: бұл қаңқалық модель атап айтқанда, кенорнының геологиялық картасымен біріктірілген кен аймағының пішіні және оның пайда болуының геологиялық шарттары туралы түсініктерді нақтылайды. Жалпы алғанда, минералданған аймақ плащ тәрізді және гранит-порфир массивінің экзоконтакттілі аймағында контактіге сәйкес келеді (сурет 5.4).

Кенорнының блоктық моделі. Минералдану кенді алаң бойынша көлемді қаңқалық модель жасалғаннан кейін оның блоктық моделі жасалады, нәтижесінде Сырымбет кенорны бойынша негізгі кен элементінің (қалайы) құрамын бөлудің визуализациясы алынды.

Бұл кенорнының кендерінің негізгі пайдалы құрамдас бөлігі негізінен касситеритпен (80,4%) көрсетілген қалайы болып табылады. Кенорнының бастапқы негізді рудалары касситерит-кварцты формацияға жақын және касситерит-кварц және касситерит-скарндық өнеркәсіптік типтерге жіктеледі. Құрамында қалайы бар мору қыртыстары қалайы кен шикізатының жаңа өнеркәсіптік категориясын білдіреді. Генетикалық тиістілігі бойынша олар химиялық үгілудің ежелгі қыртысының элювиальды шашылымы болып табылады және касситериттің майда диссеминирленген сульфиді аз өнеркәсіптік түріне сәйкес келеді [84].

Алынған үш өлшемді блоктық моделі кенорнындағы қалайының таралу заңдылықтарын бейнелейді, мұнда:

- кенорнындағы қалайы мөлшері 0,01-ден 9,0%-ға дейін ауытқиды. Бүкіл кен аймағында қалайы мөлшері 0,1-ден 0,3%-ға дейін кең таралған. Компьютерлік өңдеу есептеулері бойынша кенорны бойынша қалайының орташа мөлшері 0,2693%, ал геологиялық деректер бойынша 0,270% (сурет 5.5)

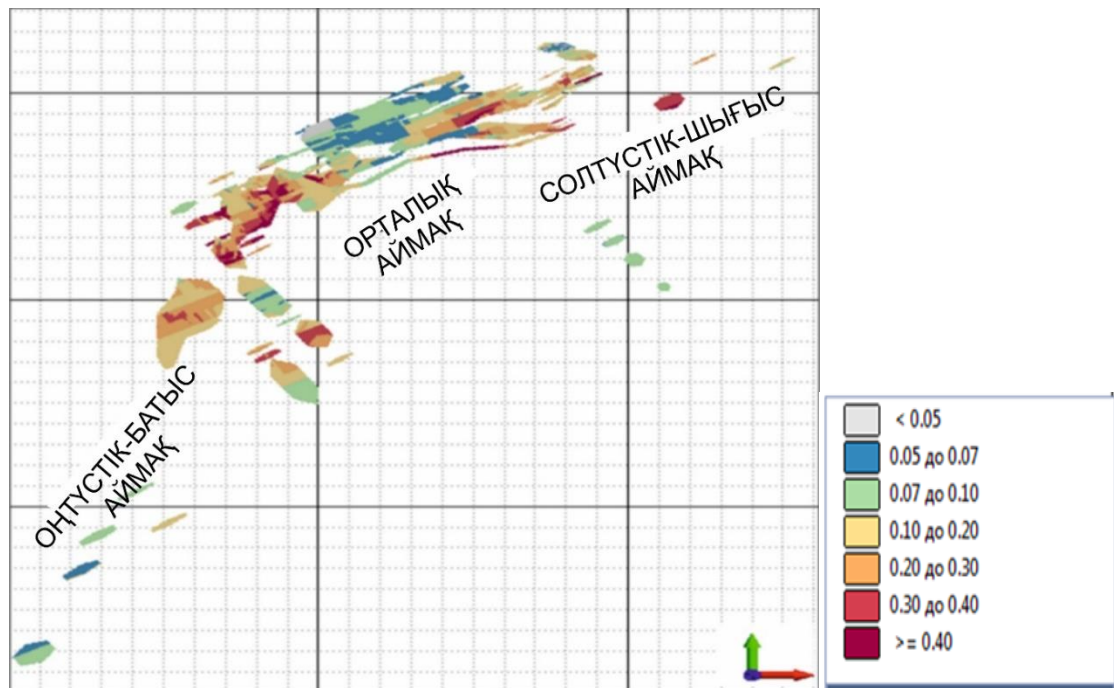


Сурет 5.5 – Сырымбет кенорнындағы қалайы құрамының таралу гистограммасы

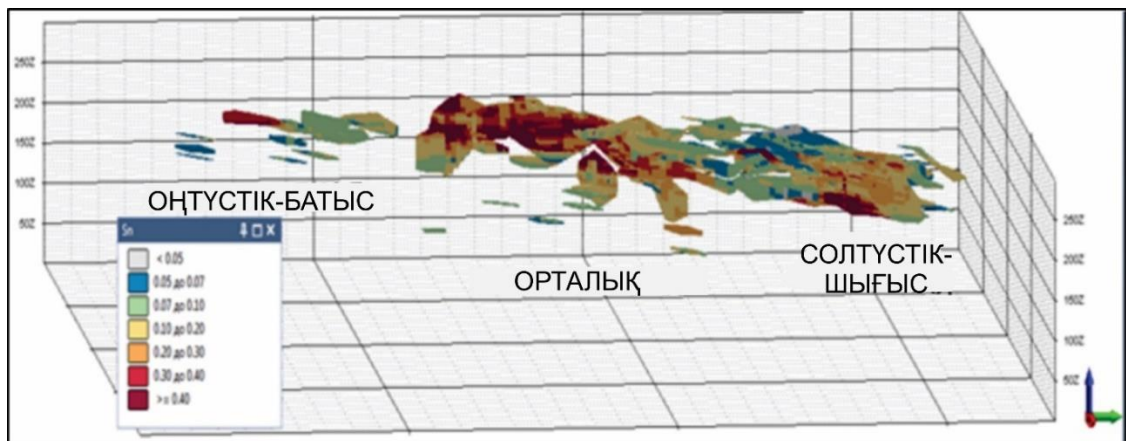
- оңтүстік-батыс бөлікшеден Орталық арқылы солтүстік-шығысқа қарай көлденең бағытта қалайы құрамының өзгеруі байқалады, мұнда оңтүстік-батыс және солтүстік-шығыс бөлікшелерінің көрсеткіштері бір-бірімен салыстырмалы және сәйкесінше шегінде өзгереді. 0,05-тен 0,29%-ға дейін және 0,07-ден 0,30%-ға дейінгі диапазон (сурет 5.6 А,В Micromine бағдарламасы бойынша);

- 0,40%-дан жоғары қалайының жоғары мөлшері Орталық ауданда байқалады, мұнда геологиялық деректер бойынша «кен бағанасы» қалыптасады. Бұл аймақтағы минералданған ұзындығы 1200 м, ені 230 м-ге жетеді, ал қалыңдығы 250 м-ден асады. Кенорнының негізгі қоры осында шоғырланған байқауға болады (сурет 5.7, Leapfrog Geo бағдарламасы бойынша).

Сирек металдар мен сирекжер кенорындарының мұндай үш өлшемді модельдері кенорнының геологиялық құрылымын көрсететін кен денесі мен негізгі тау жыныстарын геометризациялаудан басқа, кен элементтерінің (сирек металдар, сирек металдар) кен денесі кеңістігінде [76, 98-106 б.].



А

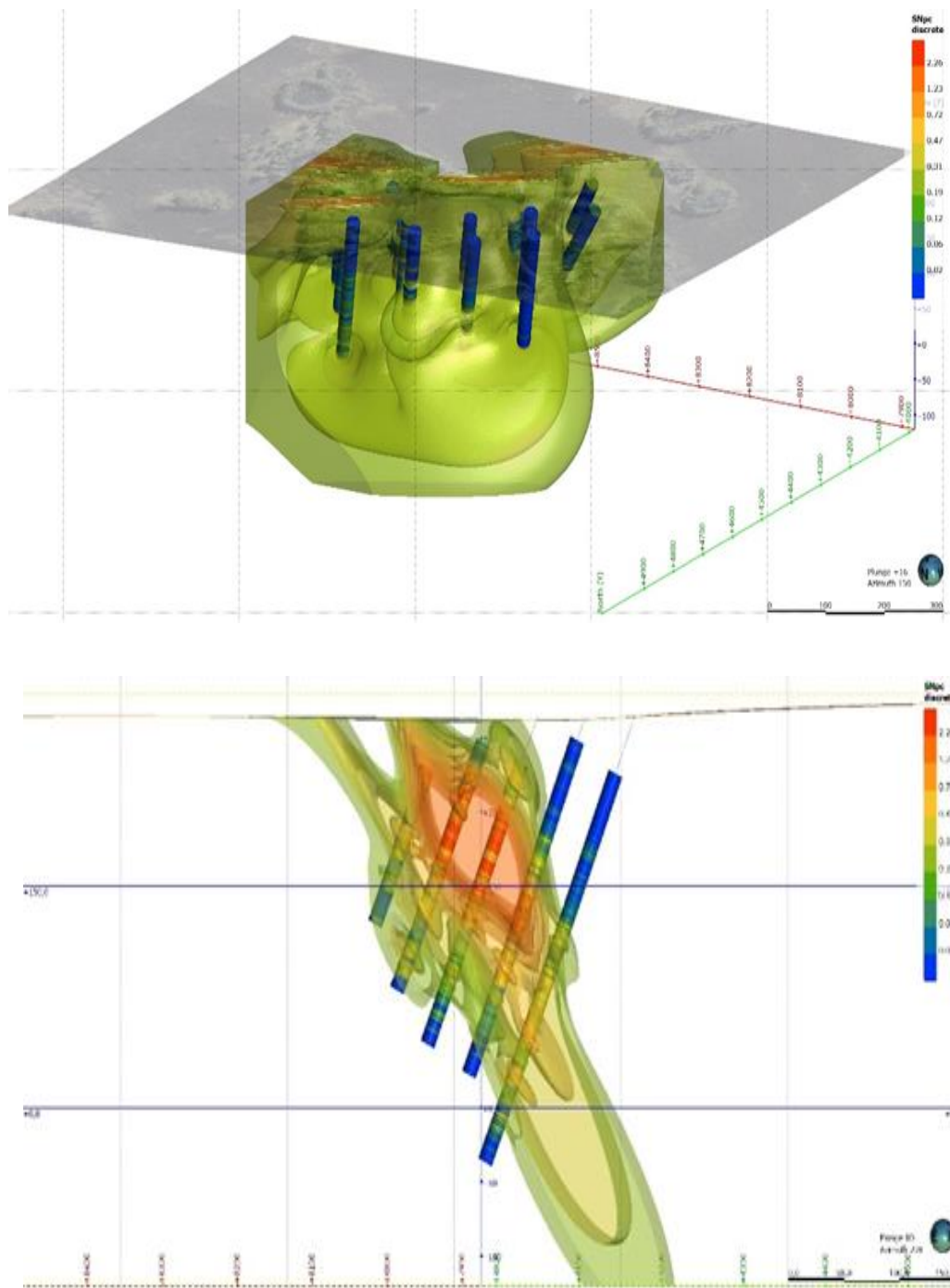


Б

Сурет 5.6 – Сырымбет кенорнында қалайы құрамын бөлу бойынша блоктық модельдер. А-жоспарда; Б-3D форматында

Модельдеудің түпкілікті нәтижесіне байланысты қойылған тапсырмаға сәйкес перспективті аймақтар анықталып, пайдалы қазбалардың қорлары бағаланады.

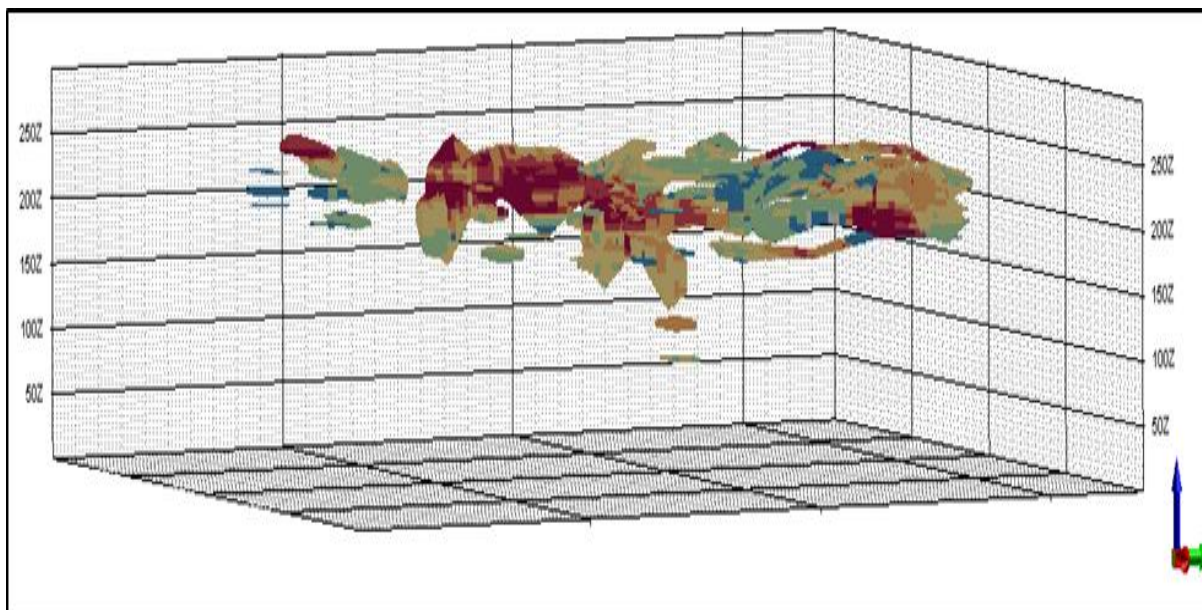
Геологиялық деректер бойынша Сырымбет кенорнындағы кен массасының негізгі бөлігі метасоматоздық өзгерген тау жыныстарында (скарндар мен грейзендерде) шоғырланған. Гранитті-порфирлі экзоконтакт аймақтарындағы метасоматикалық өзгерістер ореолдарының ені 300 м-ге дейін жетуі мүмкін.



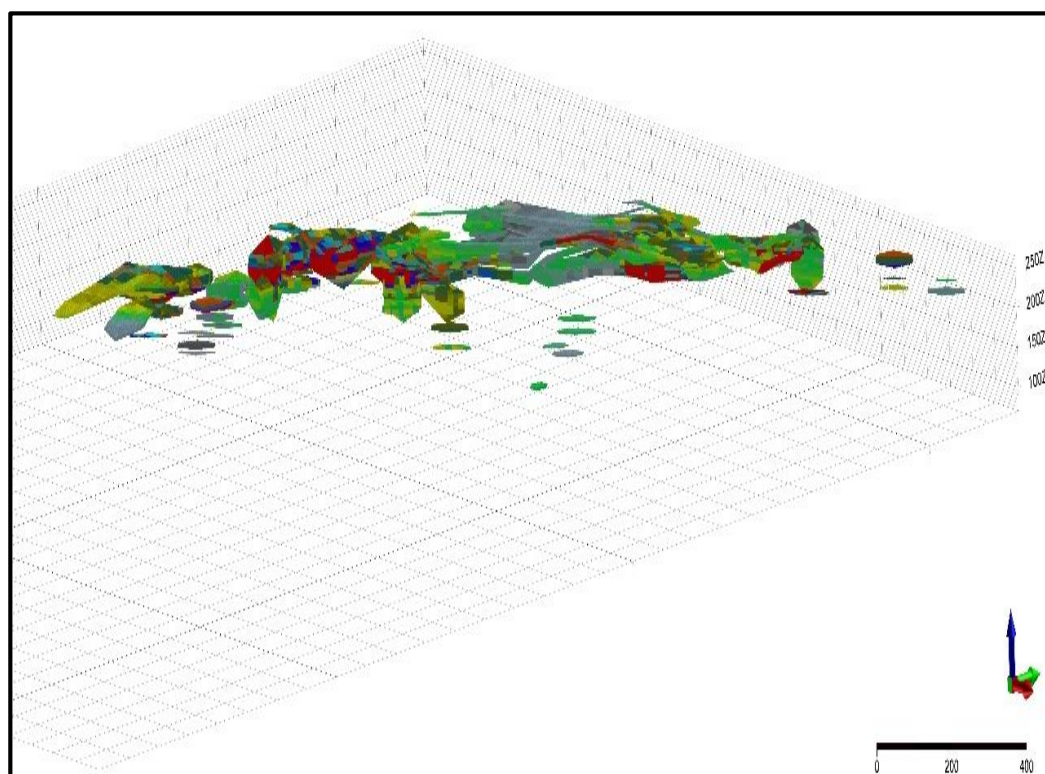
Сурет 5.7 – Сырымбет кенорнында қалайы таралуының 3D моделі және 2D қимасы

Демек, кенорнының үш өлшемді модельдері бойынша анықталған геометриялық параметрлер геологиялық мәліметтерге сәйкес келеді:

- төменгі қабаттан (сазды-қиыршық тасты) мору қыртысынан жоғарғы (сазды) қабатқа тік бағытта қалайы құрамының тиісінше борттық (0,05%) 0,30% - ға дейін және одан жоғары ұлғаюы байқалады. Ең байытылған мору қыртысының қабығы бастапқы кен бағаналарының үстінде жатыр, оның максималды қалыңдығы 50 м дейін жетеді (5.8, 5.9-суреттер).



Сурет 5.8 – 3D форматындағы Сырымбет кенорнының блоктық моделі.
Бүйірлік көрінісі



Сурет 5.9 – Мору қыртысының блоктық моделі

1) Көлденең бағытта қалайының мөлшері Орталық бөлікшеден рудалық кенорнының қапталдарына дейін табиғи түрде азаяды, ал мору қыртысында тік бағытта төменгі қабаттан жоғарғы қабатқа қарай табиғи түрде жоғарылайды.

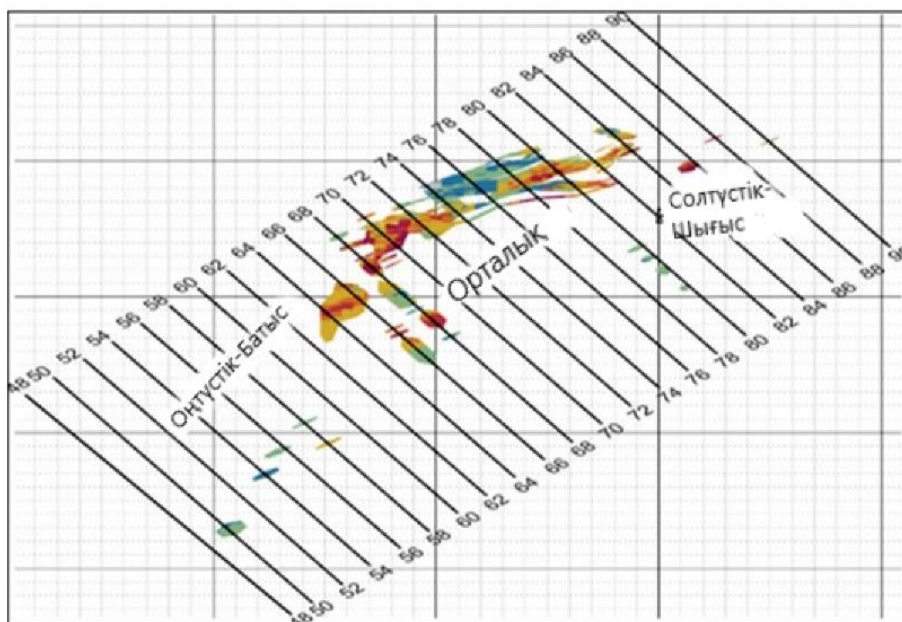
2) Қалайының ең жоғары мөлшері 1%-ға дейін және одан да жоғары болатыны Орталық ауданда байқалады, бірақ бұл аймақта қалайы мөлшерінің орталық бөлігінен шеткі жаққа қарай бүйірге азаюы байқалады.

Сырымбет кенорындарының географиялық ақпараттық жүйесін қалыптастыру негізінде олардың қаңқалық және блоктық үлгілері, сондай-ақ барлау профильдері бойынша блок моделінің бөлімдері жасалды. Нәтижесінде кенорындар мен кен денелерінің литологиялық құрылымының қаңқалық үлгілері, олардың морфологиясы мен геометриялық өлшемдері белгіленді, сондай-ақ олардың мазмұнын визуализациялау мен барлау профильдері бойынша блок-модельдері мен қималары жасалды. Кен элементтерінің (таралу үлгісін құруға әкелетін рудалық денелер ішіндегі кен элементтері: қалайы, тантал, сирекжер [86].

1) өнеркәсіптік кенденген кенорны гранит-порфирлер интрузиясының экзоконтактілі бөлігінде локализацияланады.

2) минералданған аймақтың қаңқалық моделі өнеркәсіптік минералдану 4 км-ге созылу арқылы, максималды қуаты 200-250 м-ге дейін байқалатынын көрсетеді. минералданған аймақтың кеңістіктік формасы күрделі болғанымен, гранит-порфир массивінің экзоконтактілі аймағында конформды түрде контактіге жатады.

3) ұңғыма деректерін компьютерлік өңдеу (геостатикалық талдау) кенорнындағы қалайы мөлшері бірнеше жүзден 9,0-10,0% -ға дейін өзгеретінін, қалайы құрамының ең жоғары мөлшері Орталық бөлікшеде шоғырланғанын, оның ұзындығы 1200 м, ені 230 м-ге дейін, қуаты 250 м-ге дейін жететінін көрсетеді.



Сурет 5.10 – Барлау профильдері бар Сырымбет кенорнының блоктық моделі

Сырымбет кенорнының барлау профильдері бойынша қалайы құрамын визуализациялау нәтижесінде қалайы құрамын бөлудің келесі үлгілері алынды:

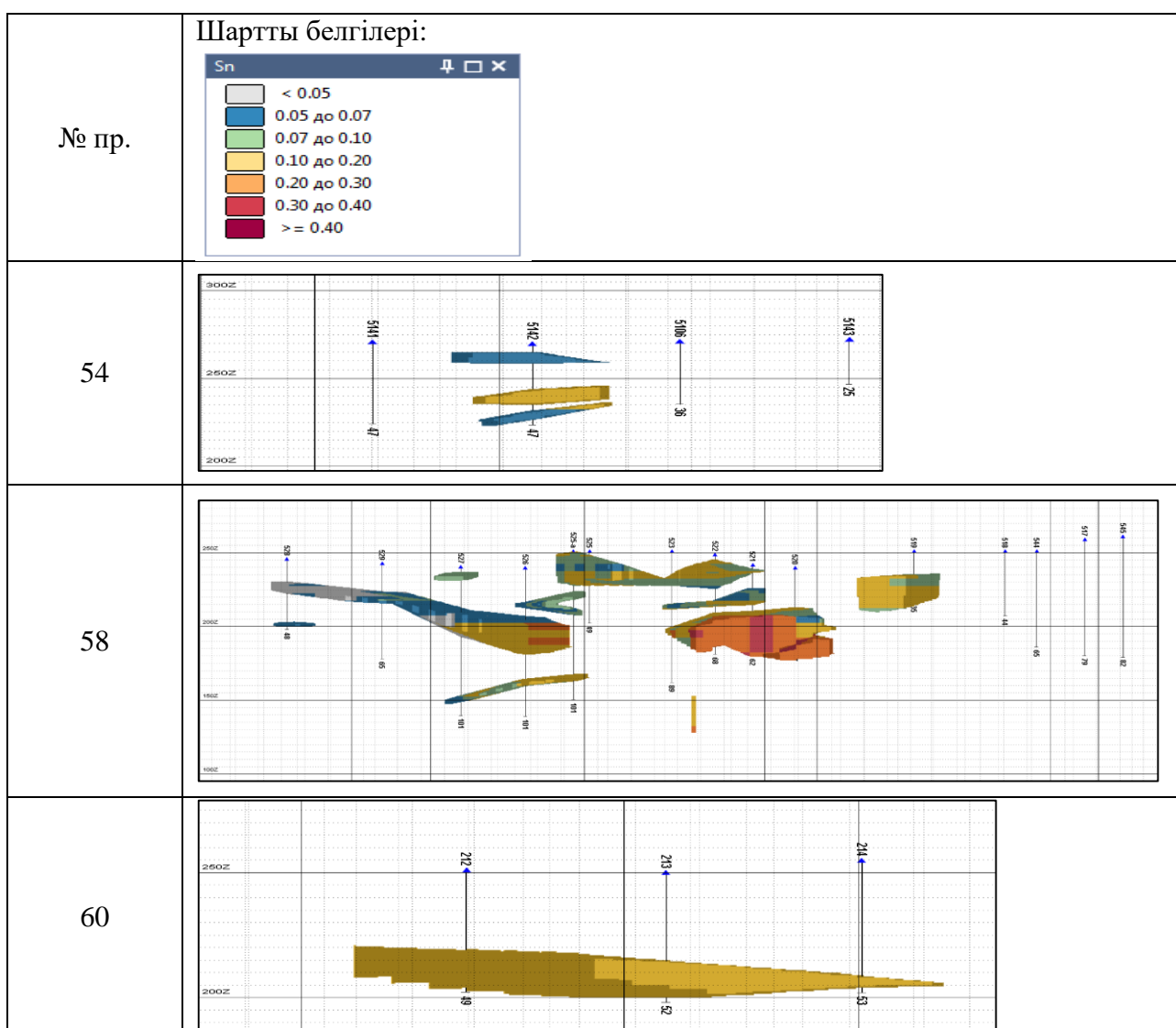
1) Оңтүстік-батыс бөлікшесі үшін (кесте 5.1):

- № 58 профиль бойынша қалайыға бай бөлікшелер байқалады, мұндағы таужыныстарының кендеріндегі қалайы мөлшері 0,30%-ға дейін жетеді, ал мору қыртысында 0,07-ден 0,20%-ға дейін өзгереді;

- № 54, 60 барлау профилдеріндегі қалайы құрамы шамамен бірдей мәндерге 0,20% дейін;

Сонымен, бұл аймақтың ішінде қалайы құрамының таралуының белгілі бір заңдылығы бар, мұнда аймақтың орталық бөлігі аумақтың бүйір бөліктеріне қарағанда байытылған қалайы құрамымен ерекшеленеді. Сонымен қатар, қалайының мөлшері берілген аумақта тереңдікте артады.

Кесте 5.1 – Оңтүстік-Батыс бөлікшесі бойынша блоктық моделінің 2D қималлары



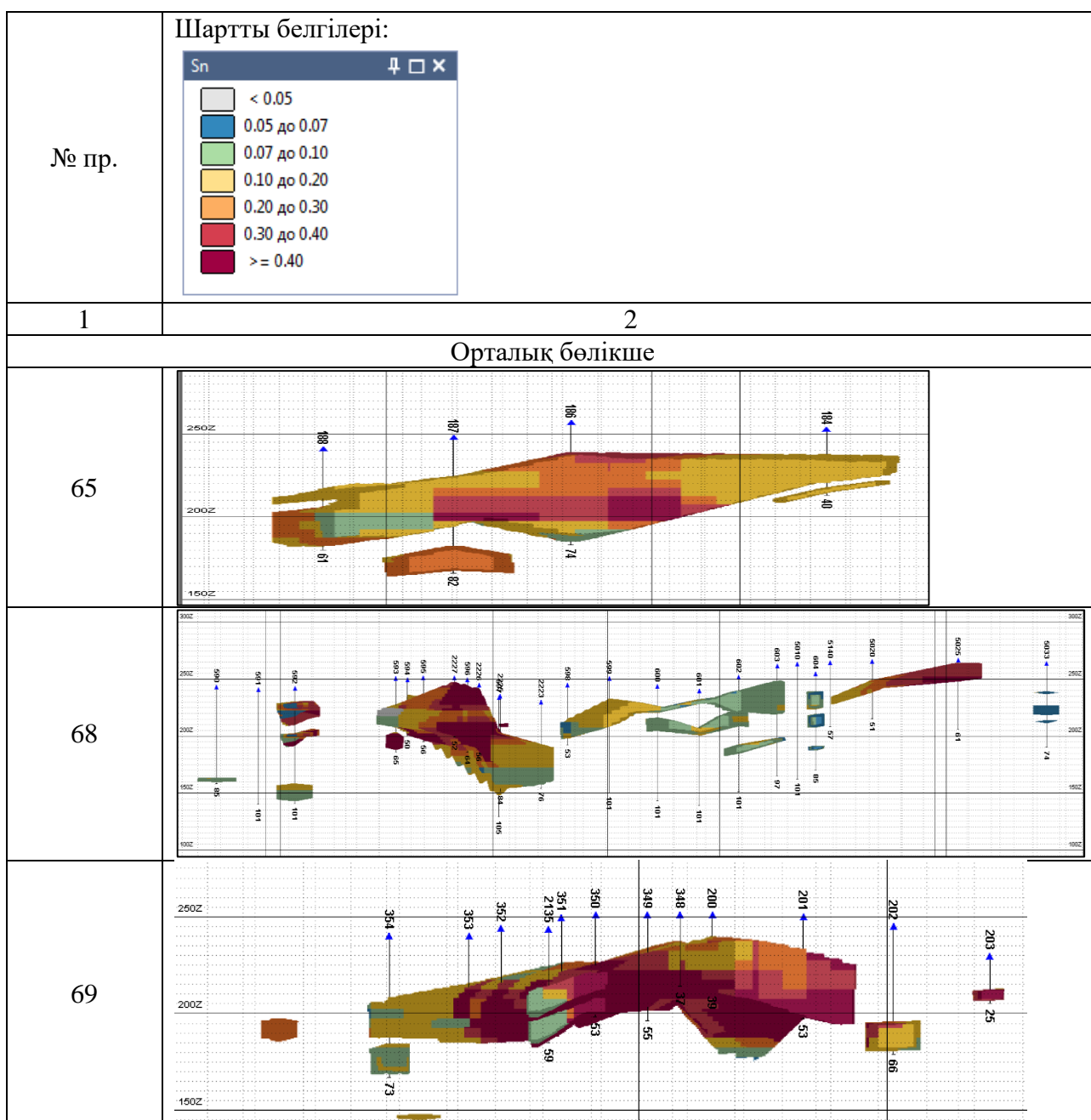
2) Орталық бөлікше бойынша (кесте 5.2):

- мұнда кейбір барлау профильдеріндегі қалайының жоғары болуы тек негізгі тау жыныстары мен рудалар аймағын ғана емес, сонымен қатар мору қыртысын да қамтиды және олар ең байытылған аймақтар болып табылады (№ 68-72 профильдер);

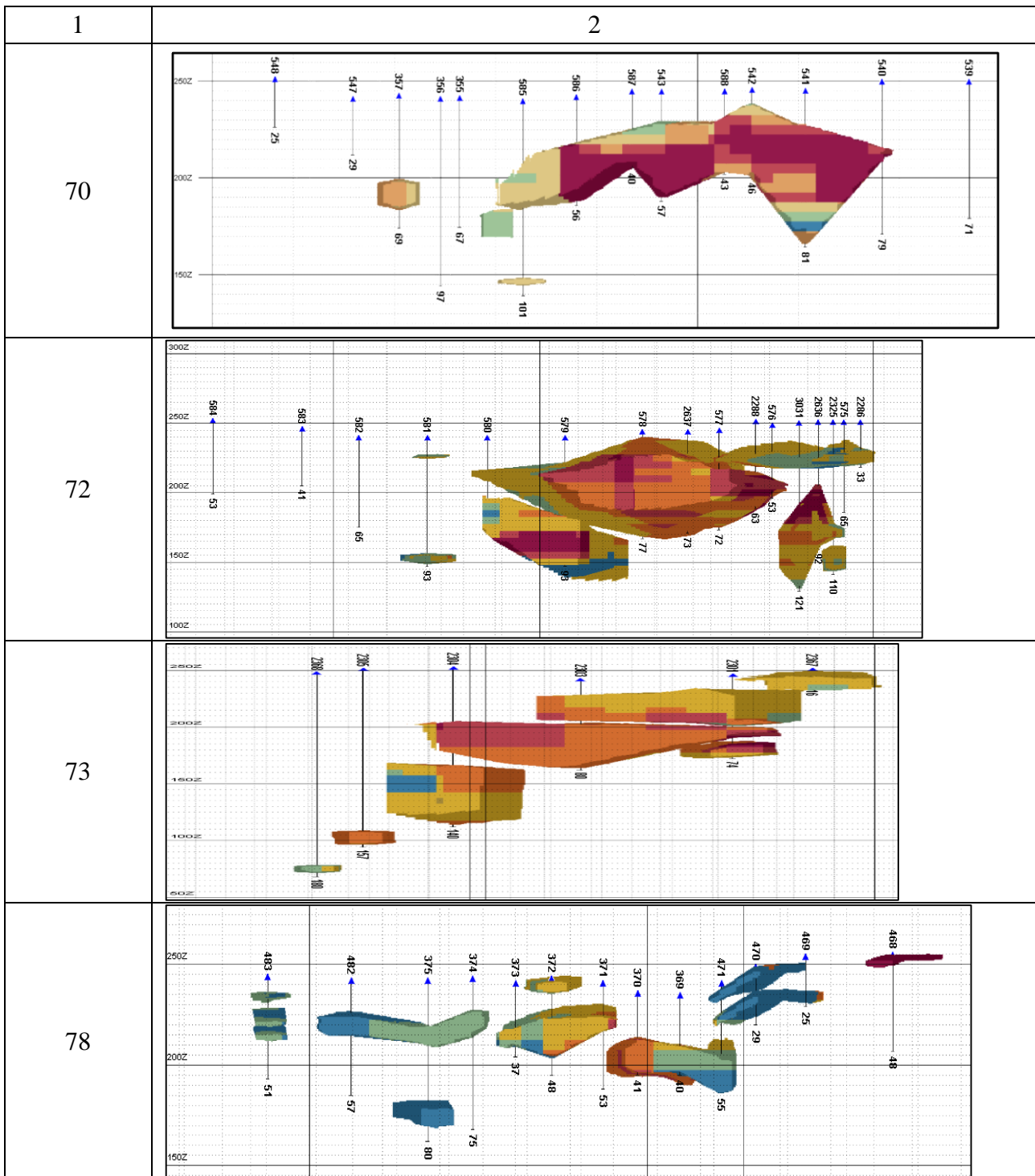
- геологиялық мәліметтерге сәйкес, Орталық бөлікшеде рудалы мору қыртысы аймағында (№ 68-72 профильдер арасында) негізгі тау жыныстарының рудалары бар. Осыған байланысты, № 68-73 барлау профилі бойынша қалайы құрамын визуализациялау қалайы концентрациясының 0,7% дейін жететінін көрсетеді;

- Солтүстік-Шығыс бөлікшеде (№78 профиль) қалайы мөлшері 0,07%-ға дейін төмендейді.

Кесте 5.2 – Орталық бөлікшесі бойынша блоктық моделінің 2D қималары



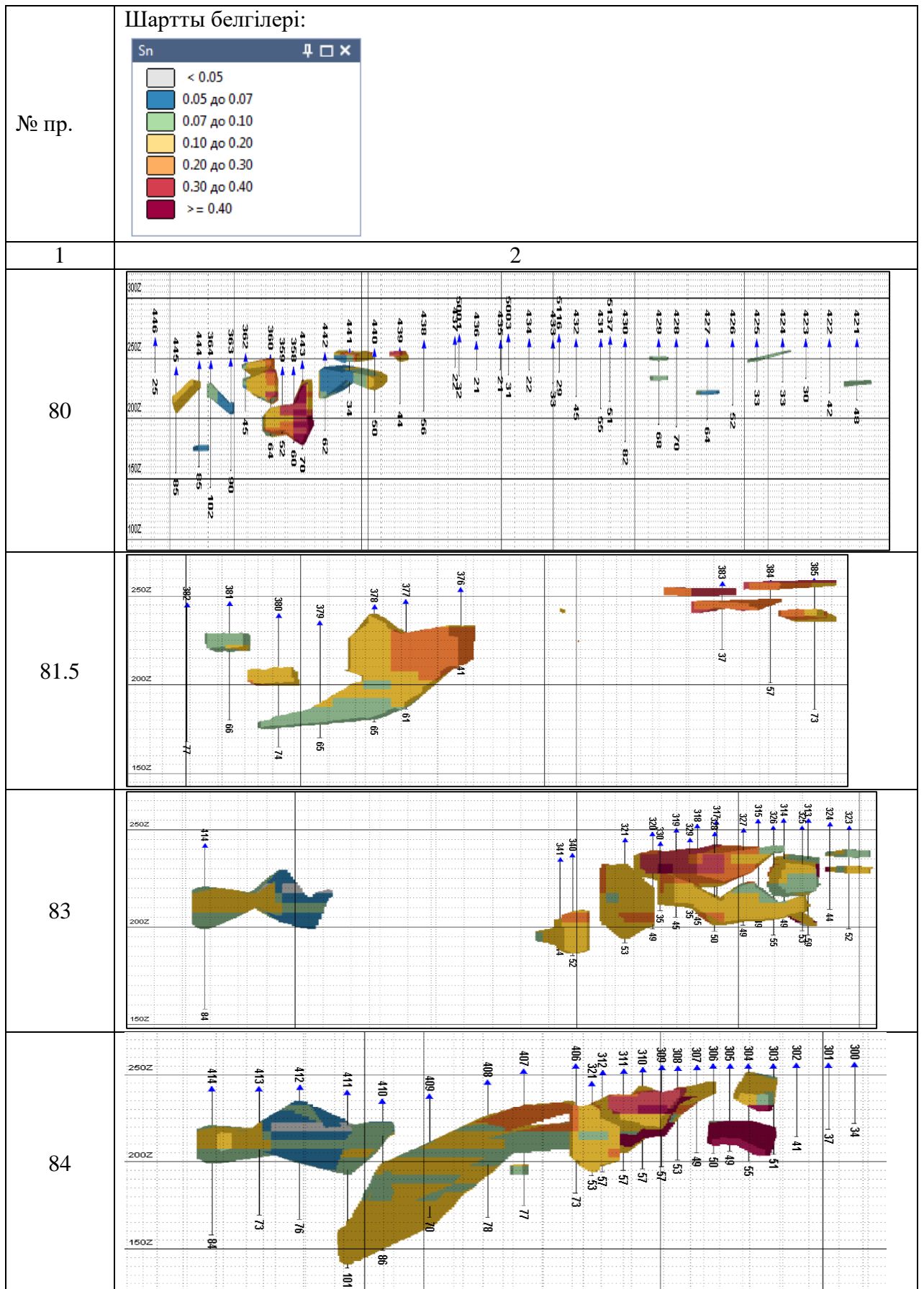
5.2 – кестенің жалғасы



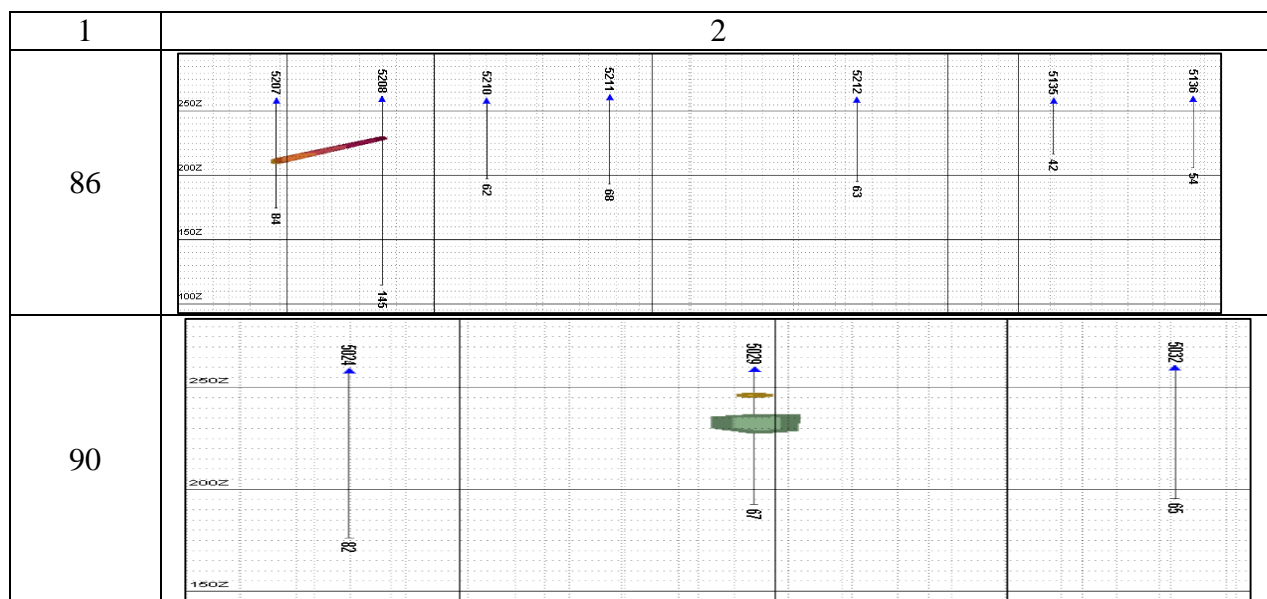
Кенорнының негізгі қоры осы аумақта шоғырланған, мұнда негізгі таужыныстарындағы қалайы мөлшері іс жүзінде тұрақты және тереңдікке байланысты аздап өзгереді.

3) Солтүстік-Шығыс бөлікше үшін (кесте 5.3):

Кесте 5.3 – Солтүстік-Шығыс бөлікшесі бойынша блоктық моделінің 2D кималары



5.3 – кестенің жалғасы



- осы бөлікше бойынша қалайының неғұрлым жоғары мөлшері (0,3% дейін) Орталық бөлікшеге жақын мору қыртысында шоғырланған (№80-84 профильдердің кесінділері);

- байырғы кендерде қалайы мөлшері 0,2% - дан аспайды (№84 профиль бөлімі);

- №88, 90 барлау профильдері бойынша қалайы құрамы мору қыртысындағы борттық мәнге дейін азаяды, бұл Солтүстік бөлікше бойынша кенорнының шекарасын контурлауға сәйкес келеді.

Кенорнында қалайы құрамының таралуының жалпы заңдылығына карамастан (кенорнының қапталына қалайы құрамының азаюы) барлау профильдері бойынша блоктық модельдің 2D бөлімдерін интерпретациялау нәтижелері әрбір кен бөлікшесінің өзіндік заңдылығымен ерекшеленетінін көрсетеді, атап айтқанда:

- Оңтүстік-Батыс бөлікшесі бойынша бөлікшенің қапталына қалайы құрамының азаюы, тереңдікке ұлғаюы байқалады;

- Орталық бөлікше бойынша барлық бағытта қалайы мөлшері жоғары;

- Солтүстік-Шығыс бөлікшесінде солтүстікке қарай, сондай-ақ тереңдікте қалайы құрамының азаюы байқалады.

6 СЫРЫМБЕТ КЕНОРНЫНЫҢ КЕН БАҚЫЛАУШЫ ФАКТОРЛАРЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ПЕРСПЕКТИВТІ АЛАҢДАРДЫ БӨЛУ

6.1 Сырымбет кенорнының кен бақылаушы факторлары және болжау-іздеу критерийлері

Құрылымдық-тектоникалық факторлар. Сырымбет кенорнының негізгі құрылымдық элементі солтүстік-шығыс созылу аймағындағы көне тектоникалық зонасы, ол гранит-порфирлердің Сырымбет интрузиясына еруге қолайлы орта болып табылады. Оның экзожапсар бөлігінде 8-10 км бойы кен зонасы орайластырылған қуатты жарықшақ зонасы байқалады, катаклаз және сынық тақтатас зонасы дамып, кенді зона орналасады. Сирек металл-қалайы кендері гранит-порфир денесінің тік құлау контактісімен (СБ 70°) бақыланады. Гранит массиві жапсарының төмендеуі және кеңеюі кенді зонаның морфологиясына тікелей әсер етеді. Интрузив денеде жазық жапсарлар болған жерде кен денесінің қуаты артады, жапсардың тіктігі 50-60°—қа дейін ұлғайған жерлерде денелердің бөлінуі, үзілістер пайда болады және төмен кен құрамды блоктар шоғырланады [87].

Желілі-қиылысқан және шашыраңқы кен минералдануы кварц және кварц-далашпаттарында орналасқан, қалыңдығы 50-ден 250 м-ге дейін және 820 м тереңдікке дейін бұрғыланған сызықты штокверк зонасын құрайды. Өнеркәсіптік кендену 3000 м-ге созылып, солтүстік-шығыс қапталында контурланған. Оңтүстік-батыс қапталында кендену контурланбаған және бұрғылау жұмыстарының деректері бойынша тағы 4 км бойы бақыланады, біртұтас геологиялық-құрылымдық позицияны сақтайды және тереңдеу үрдісіне ие болады [88].

Кенорынның орталық бөлігінде кен зона ең үлкен қалыңдығы 200-250 метрге жетеді Мұнда қалайы мөлшері 1 % немесе одан да жоғары байытылған кендер болып табылады.

Магмалық фактор. Орлиногор кешенінің гранит-порфирлер интрузиясы Сырымбет кенорнында қалайы кендерінің таралуын бақылайды, ол кен алаңының орталық бөлігін құрайды, солтүстік-шығыс бағытта созылған және жер бетіндегі ұзындығы 6700 м, ені 100-600 м өлшемдері бар.

Заттық фактор. Сырымбет кендерінің негізгі пайдалы құрамдас бөлігі негізінен касситеритте шоғырланған қалайы болып табылады. Қалайының қышқылмен еритін формалары варламовит, станнин және гидростаннаттармен шамамен бірдей қатынаста. Қалайыдан басқа, негізгі ілеспе компоненттер - вольфрам, молибден, бериллий, тантал, ниобий және висмут.

Геохимиялық факторға кендердің индий, пириттер, арсенопириттер және халькопириттерде жоғарғы мөлшері жатады.

Метасоматоздық фактор. Кенорынның кендері екі процестің әсерінен пайда болды – скарнделу және қышқылды шаймалау (грейзенделу). Негізгі кен түзілу рөлін грейзендену процесі атқарды. Сырымбет кенорны генетикалық тұрғыдан күрделі полиформациялық түзілім болып табылады, мұнда скарнделу, грейзендену және кенді сульфид минералдануды аяқтау процестері дәйекті түрде

көрсетілген. Кенорында минерал түзудің үш кезеңінің: кенге дейінгі, кенді және кеннен кейінгі өнімдері кеңінен дамыған. Ең бастапқысы – шикізат гранитті интрузиямен байланыста дамитын мүйізтастар (роговиктер) мен скарндар (бастапқы сілтілі) кезеңінің өнімдері.

6.2 Сырымбет кенорны шегінде өнеркәсіптік кендер үшін перспективті алаңдарды бөлу

Кен бақылаушы факторлар. Фактілі материалдар мен ГАЗ технологиясының деректерін жүйелеу және талдау нәтижесінде Сырымбет кенорны шегінде перспективті бөлукшелерді бөлу үшін кенді бақылаушы факторлар мен болжау-іздеу өлшемдерін жүйелеуге мүмкіндік беретін мынадай бастапқы деректер белгіленді [89].



Сурет 6.1 – Сырымбет кенорнының 2017 ж. барлау ұңғымалары белгіленген ғарыштық суреттегі көрініс. Масштабы: 1:25000

Сырымбет кенорнында перспективті алаңдарды бөлу үшін келесі мәселелер талданады:

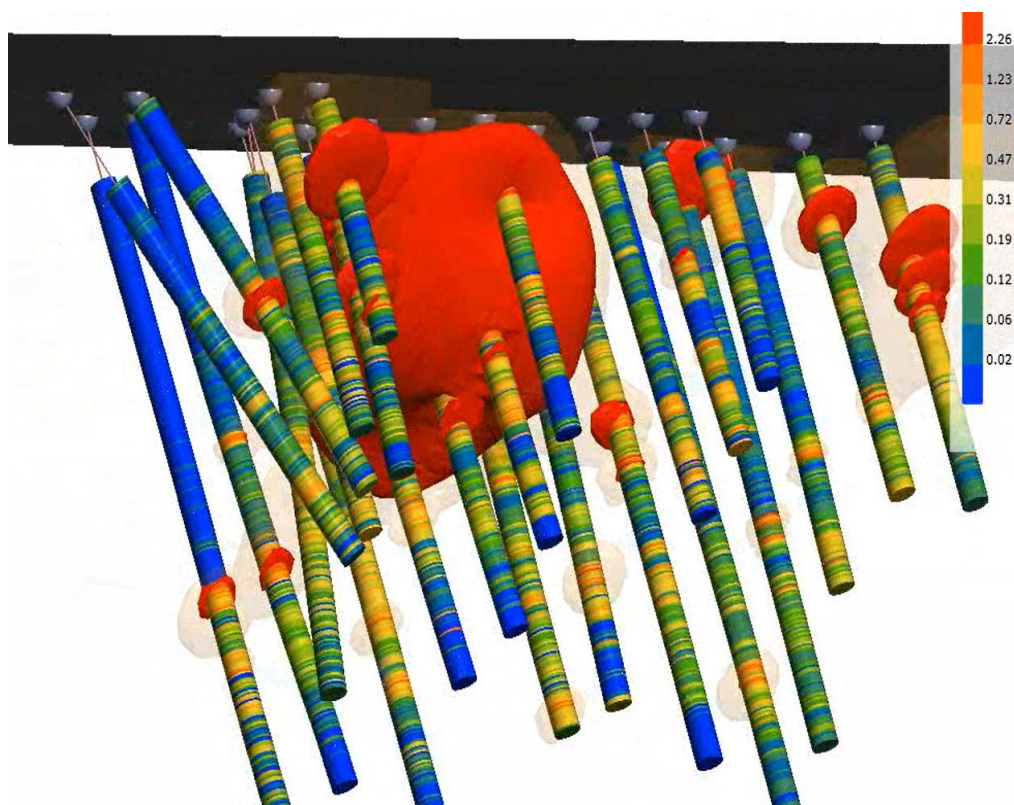
- өнеркәсіптік минералдану зоналарын контурлау жөніндегі геологиялық деректерді;
- кеңістіктегі қалайы құрамы бейнеленген кенорнының үш өлшемді моделін;

– барлау профильдері бойынша қалайы қамтитын визуализациялаумен 2D кескіні;

– Сырымбет кенорны бойынша кен бақылаушы факторларды.

1) Геологиялық деректер бойынша Сырымбет кенорнында өнеркәсіптік минералдану солтүстік-шығыс қапталында контурланған. Оңтүстік-батыс бағытта кендеу контурланбаған және біртұтас құрылымдық позицияны сақтай отырып, тағы 3-4 км бойы бекітіледі және тереңдеуге бейім. Кендену тереңдікке контурланбаған, кенорнының орталық бөлікшесінде максимал тереңдігі (№71 профиль) 578 м құрайды [90].

2) Үш өлшемді кеңістіктегі қалайы құрамын визуализациялау кондициялық кендену экзожапсар бөлікте, ені 50-ден 200 м-ге дейінгі зоналар түрінде орналасатынын көрсетеді (сурет 6.2).



Сурет 6.2 – Үш өлшемді кеңістіктегі қалайы құрамын визуализациялау

3) Геологиялық мәліметтер мен кенорнының үш өлшемді модельдеріне сүйене отырып, практикалық маңыздылық тудыратынын атап өтуге болатын бөлікшелер: оңтүстік-батыс және орталық.

Кенорнының оңтүстік-батыс бөлігі. Бұл бағыт бойынша кендеу контурланбаған. Барлау профильдері бойынша қалайы бейнелеу нәтижелері осы бөлікше шегінде қалайы құрамын бөлуде белгілі бір заңдылық байқалғаны анықталды, онда бөлікшенің қапталына қарай кеннің азаюы және тереңдікке ұлғаюы байқалды.

Кенорнының орталық бөлікшесі. Бұл бөлікшеде кенорынның негізгі қоры шоғырланған, мұнда бастапқы кендердегі қалайы мөлшері жоғары және тереңдігі сақталған.

Барлау желілері бойынша 2D кескіндер және кенорнының үш өлшемді модельдері тереңірек горизонттардың бастапқы қалайы кендерін анықтауға перспективті екенін көрсетеді, өйткені ол қалайы мөлшері жоғары шағын кен денелерін шығарады. Геологиялық мәліметтер бойынша олар гранитоидтардың эндожапсар бөлігінде орналасқан және кенді зоналарға біріктірілмеген. Мұндай денелердің қуаты алғашқы метрден 15-30 м-ге дейін, қалайы мөлшері 0,1-ден 1,0% - ға дейін және одан жоғары [91].

Айта кететін жәйт, басқа сирек кездесетін металл элементтер (молибден, вольфрам және т.б.) қалайымен әртүрлі дәрежеде байланысты. Бұл қалайы ғана емес, басқа металдардың кендері үшін терең горизонттарды бағалауды алдын-ала анықтайды.

4) Сырымбет кенорнына қатысты геологиялық деректер бойынша кенді таужыныстар екі топқа бөлінетінін атап өткен жөн: ортаңғы-жоғарғы девон; төменгі және жоғарғы пермь шекарасы (355-392 млн жыл, 266-277 млн жыл). Көрсетілген жас аралықтары байланыс зонасындағы температураның изотермалық тұрақтану зоналарының қалыптасуын және кенді таужыныстардың пайда болуының екі кезеңін көрсетеді. Біріншісі – ортаңғы-жоғарғы девонда гранит-порфирлер интрузиясының енуімен байланысты, оның әсерінен экзожапсар штокверк зонасы пайда болады; ал екіншісі – бастапқы және соңғы пермь шекарасында гидротермалық белсенділіктің артуымен байқалады, бұл штокверк зоналарының пайда болуына әкелді. Кенорындағы геологиялық мәліметтерге сәйкес конденсатты кендеу экзоконтакттілі бөлікте, ал гранитоидтардың эндожапсар бөлігінде жекелеген кенді денелер айтарлықтай бөлінуіне байланысты кенді зоналарға біріктірілмеген [92].

Көріп отырғанымыздай, эндо- және экзожапсар зоналары 480-330°C шегіндегі температураның изотермалық тұрақтандыру осы кенорнында сирек металл кендерінің түзілуіне ықпал етеді.

5) Кенорын бойынша кен бақылаушы факторларды (заттық, термодинамикалық) жүйелеу және толықтыру геологиялық құрылымдық кешендердегі кенді элементтердің құрамын олардың белгілі бір заттық құрамы мен құрылымының ерекшеліктерімен бөлу заңдылықтары анықталатын болжау-іздеу жағдайларын толықтыруға мүмкіндік берді (кесте 6.1).

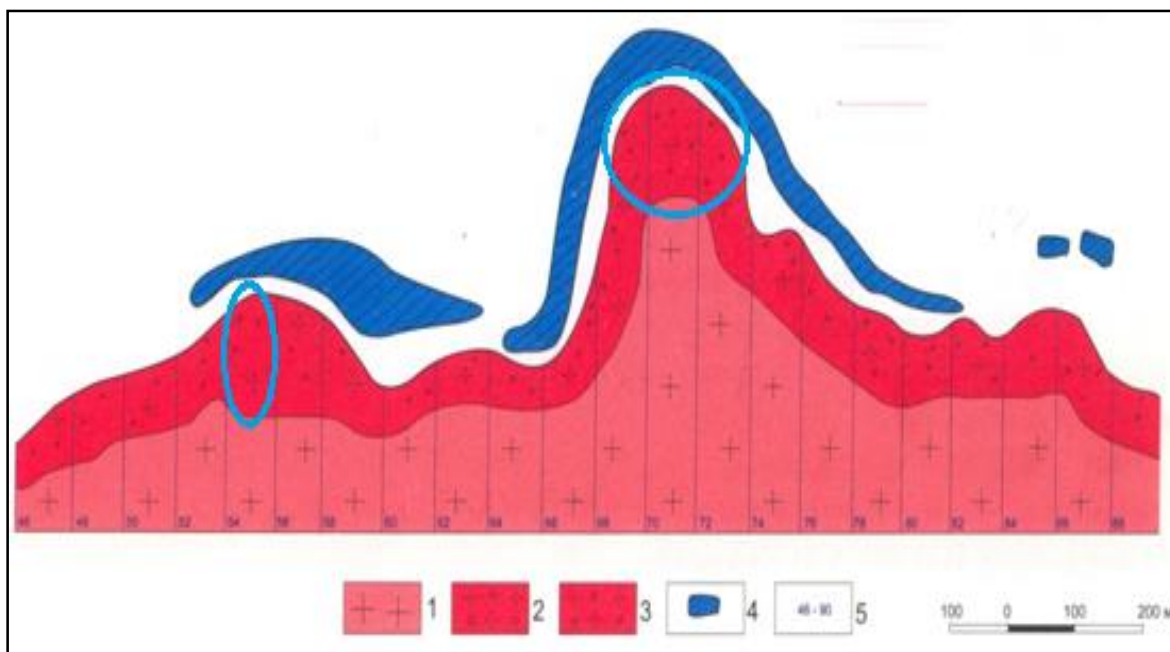
Кесте 6.1 - Сырымбет кенорны бойынша негізгі кен бақылаушы факторлар және болжау-іздеу критерийлері

Негізгі кен бақылаушы факторлар	Факторлардың сипаттамасы	Кенді құрылымдар	Болжау-іздеу критерийлері

6.1-кестенің жалғасы

Құрылымдық-тектоникалық	Терең солтүстік-шығыс созылымды жарылымдарда орналасқан тектоникалық белдем (Шок-Қарағай, Круглов, Саумалкөл)	Кен массивтерін оқшаулаудың геологиялық орта	Тектоникалық жарылымдардың үгітілу аймақтары
Литологиялық	Мору қыртысы, қалыңдығы 0-50 м	Кен денесі шоғырланған геологиялық орта	Интрузивті түзілімдер бойынша мору қыртысы
Магмалық	Ортаңғы-жоғарғы девон Орлиногор интрузивті кешенінің лейкократтық гранит-порфирлері	Сирек металды-сирекжерлі кенденуінің көзі	Орлиногор кешенінің гранит-порфирлі денесінің экзо-эндоконтакттері
Метасоматоздық	Гранит-порфирдің калишпаттануы, альбиттенуі және грейзенденуі	Кен сыйыстырушы орта	Интрузивті жыныстарда метасоматиттік процестердің дамуы
Геофизикалық	Магнит өрісінің жоғары мәндері	Кен денесі шоғырланған геологиялық орта	Кенді белдемде оң магниттік ауытқулар
Заттық	Кенді денелердегі құрамның таралу заңдылықтары	Кен минералдану аймағы	Кен бөліктерінің құрамы
Термодинамикалық	Ұзақ уақыт бойы жоғары температураны сақтау	Температураны изотермиялық тұрақтандыру белдемдері	Термостаттау аймағында 480-330°C аралағындағы температураның мәні

Кейбір зерттеушілер кенді интрузияның салқындауымен байланысты кенорынның термодинамикалық моделі минералдану аймағының таралуының жергілікті масштабтарын бағалауға мүмкіндік беретінін атап өткен Сырымбет кенорының термодинамикалық моделін (сурет 6.3) перспективті аудандарды бөліп көрсету үшін пайдаланды [93].



Сурет 6.3 – Сырымбет интрузиясының жабыны бойынша перспективті алаңдардың тік қимасының сызба көрінісі (көк түсті шеңберлер)

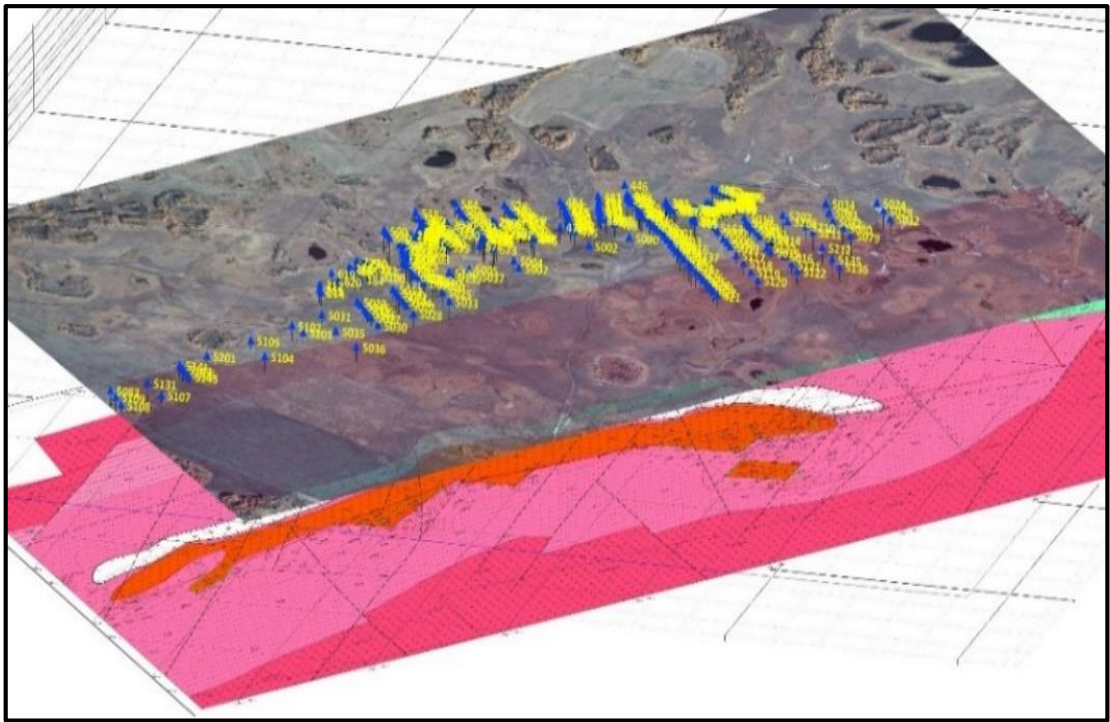
– тантал-ниобий және молибден минералдануы үшін гранит-порфирдегі эндожапсары альбитизацияланған зона 500-550 м дейін; минералданған штокверк үшін - гранит-порфирлер жапсарының 300 м шегіндегі экзожапсар зонасы; минералдану аймағының тік таралуы 800-850 м-ге дейін;

– сирек металды кендерді анықтаудың перспективті бағыты – гранит-порфирлер интрузиясының күмбез бөліктері.

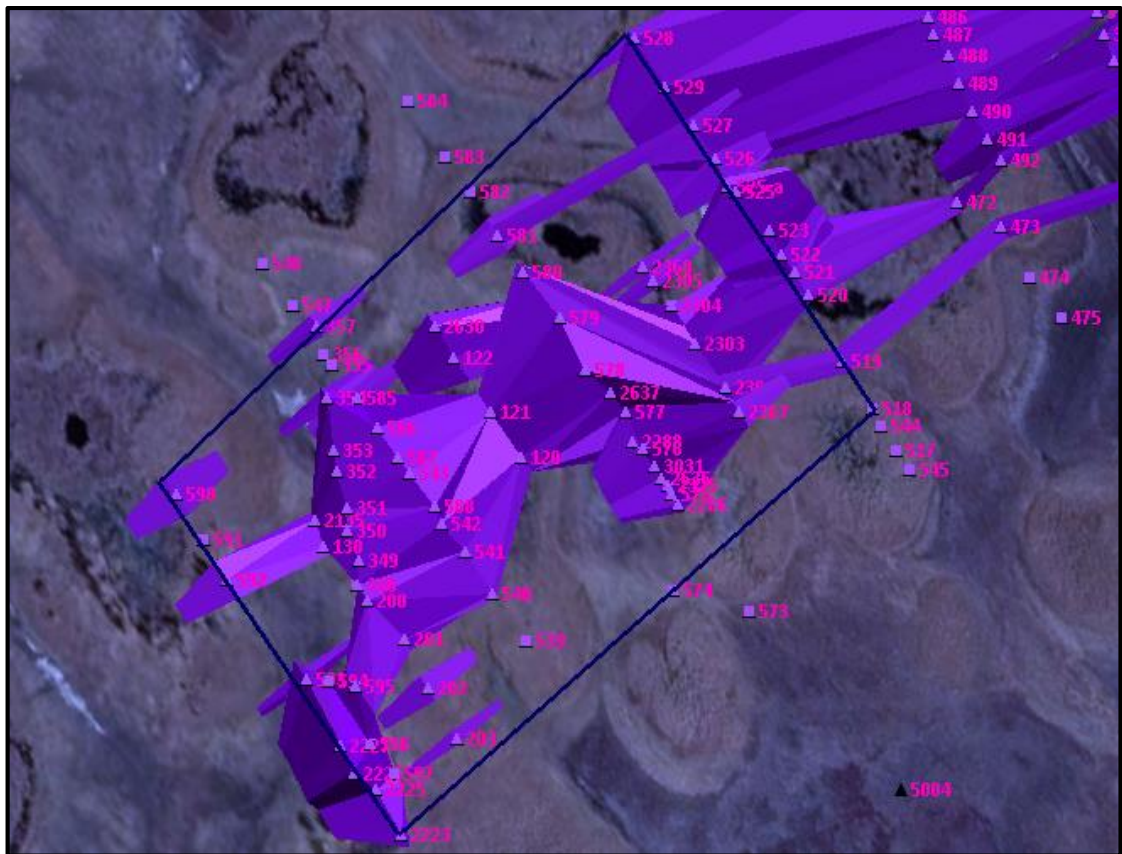
Сонымен қатар, 3D модельдер және қалайы мөлшерін визуализациялайтын 2D бөлімдері жаңа аумақтарды анықтауға ең перспективті екенін көрсетеді:

– ауданы $828 \times 400 = 331200 \text{ м}^2$ № 68-74 барлау желілері арасындағы Орталық бөлікшенің терең горизонттары бастапқы қалайы және басқа сирек металл кендерін анықтауға перспективті (сурет 6.4: А, Б);

– қабатты карталар (төменнен жоғарыға қарай: кенорынның геологиялық картасы, барлау ұңғымаларын салумен ауданның ғарыштық суреті-сары түс). Б, В - № 68-74 және № 54-58 барлау профильдері арасындағы қабаттық карталарда (төменнен жоғарыға қарай: кен денесінің біріктірілген модельдері бар нақты материалдардың картасы, ауданның ғарыштық суреті) бөлінген перспективті алаңдар. Масштабы 1: 5000.



А)



Б)

Сурет 6.4 – Сырымбет кенорны бойынша перспективті алаңдар, 1 бет



в)

Сурет 6.4 – 2 бет

– ауданы $560 \times 350 = 196000 \text{ м}^2$ № 54-58 барлау желілері арасындағы оңтүстік-батыс бөлігінің терең горизонттары бастапқы қалайы кендерін анықтауға перспективті, өйткені мұнда оның орналасу тереңдігі артып келеді (№ 58 даңғ.). Бұл зонадағы гранит-порфирлердің мору қыртысы, қалайыдан басқа, тантал-ниобий минералдану зонасының анықталуы перспективті екенін байқауға болады (сурет 6.4: А, В).

ҚОРЫТЫНДЫ

«Сырымбет кенді алаңындағы кенорындардың үш өлшемді модельдік құрылымдарын зерттеу негізінде сирек металды кенденуді болжау» тақырыбындағы диссертациялық жұмысты орындау арқылы мынадай нәтижелер алынды:

1. Солтүстік Қазақстанда Сырымбет кенорнының ашылуымен республикада қалайы кендерінің шикізат базасын және оның негізінде қалайы өнеркәсібін құрудың нақты перспективасы пайда болды, тұтастай алғанда, Қазақстанның қажеттіліктерін толық қанағаттандыратын мөлшерде метал қалайы алуға болады.

2. Кенорынның геологиялық құрылымының ерекшеліктері келесідей: геологиялық құрылымға алюмосиликат (сазтастар, алевролиттер, көміртекті саз тақтатастар) және карбонат (эктастар, мергельдер) таужыныстардан тұратын неопротерозой шарық дестесінің (R3sr) терригендік түзілімдері қатысады. Сырымбет кенорны кеңістіктік және генетикалық жағынан лейкократ гранит-порфирлердің өзі аттас интрузиясымен байланысты. Кенорын шегінде кенденудің геологиялық-құрылымдық позициясының ортақтығымен, кенді таужыныстардың гидротермалық-метасоматоздық өзгерістерінің әртүрлі дәрежесімен және тиісінше қалайының әртүрлі құрамымен (оңтүстік-батыс, орталық, Солтүстік-Шығыс) сипатталатын үш бөлікше бөлінеді.

3. Сырымбет кенорны шегінде түзілу және оқшаулану жағдайларының белгілері бойынша кендердің үш табиғи түрі бөлінеді:

а) Түпкілікті таужыныстар. Кендер вольфрамит, шеелит, колумбит, сондай-ақ темір, қорғасын, мырыш, висмут сульфидтері мен арсенидтері бар касситерит болып табылады. Сырымбет кенорнының негізгі жыныстарындағы бастапқы кендердің минералды құрамы сынамалар мен үлгілерді зерттеу деректері бойынша анықталады. Сирек металдар құрамды үлгілерді зерттеу нәтижелері бойынша касситерит тантал-колумбит, вольфрамит негізгілері болып табылады. Екінші дәрежелі минералдарға шеелит, молибденит, ильменит-рутил жатады. Сирекжер минералдарының ішінде монацит негізгі болып табылады. Сырымбет кенорны үлгілерінің химиялық құрамы S-3700n сканерлеуші электрондық микроскоптың көмегімен зерттелді. Нәтижесінде касситерит пен шеелиттің, молибдениттің сапалық химиялық құрамы анықталды, мұнда касситерит үшін сирек және шашыранды элементтер шамамен 10 %, шеелит үшін – 30 % - дан аз, молибденит үшін-шамамен 32 % құрайды, алынған микрозондтық талдау нәтижелер сирек элементтері ерекшеленеді, касситеритте Sn шамасы 90 % - дан асады, ал микрозондтық талдауда 80 % - дан асады. Сонымен қатар, біз жүргізген зерттеулер бастапқы кендерде алтын концентрациясының 0,02 г/т дейін жоғарылағанын растайды, олар мору қыртысы таужыныстарында орналасқан. Сырымбетте сирек кездесетін кенорнын кендерінен алтынды оқшаулау шарттары, алудың технологиялық мүмкіндіктері туралы ақпарат Солтүстік Қазақстан кен провинциясындағы асыл металдардың шикізат базасын едәуір ұлғайту үшін алғышарттар жасайды.

б) *Мору қыртысы* бастапқы таужыныстарды құрайды. Мұнда элювийлік касситерит шашылымдары дараланған. Сырымбет кенорнының мору қыртысындағы кендердің негізгі бөлігін гипергендік минералдар құрайды: гетит, лимонит (орташа мөлшері 23 %), слюда және гидрослюда (19,9 %), сондай-ақ монтмориллонит (8,0 %) қосылған каолинит кездеседі. Мору қыртысындағы қалайы касситеритпен байланысты, оның түйірлерінің орташа мөлшері 0,206 мм-ге дейін жетеді және 84 % бос күйде (құмдар), ал құм бөлігі қалайының 50 % шамасын құрайды. Микрошлих сынамаларының нәтижелерін талдау (ұңғымалар №70.5-5, №71.5-1), спектрлік және электрондық зондпен талдаулар арқылы алынған сынамалар касситеритпен бірге жоғары мөлшерде (г/т) Sn (7790-нан 13811-ге дейін), As (55-тен 457-ге дейін), Pb (150-ден 1500-ге дейін), Ti (700-ден 1500-ге дейін), Be (300-ден 500-ге дейін), Bi (50-ден 150-ге дейін) құрамымен сипатталатынын көрсетеді.

Кейбір үлгілерде иттрийдің (0,01 және 0,015 %) және итербийдің (0,0007 және 0,001 %), церийдің (0,015 %) және лантанның (0,01 %) жоғарылауы байқалады.

в) *Қопсық шөгінділер*. Касситериттің шашылым концентрациясы сазда, құмды сазда, құмда анықталды. Касситеритпен бірге циркон, рутил, лейкоксен, монацит, дистен, ставролит кездеседі.

Көріп отырғанымыздай, Сырымбет кенорнының бірегейлігі – кенді таужыныстардың барлық негізгі петрографиялық түрлерінде құмды-сазды түзілімдерде (0.03-тен 0,3 % - ға дейін), таужыныстарда (1.0 % - ға дейін) және олар бойынша дамыған химиялық мору қыртысында да (0.05-тен 0.3 % - ға дейін) қалайы кенденуінің болуы байқалады.

4. *Micromine және Leapfrog Geo компьютерлік бағдарламалары* бойынша кенорынның 3D модельдері салынды:

а) кенорын аймағының литологиялық құрылымының қаңқалық моделі кенорын аймағындағы қабаттардың, жабындардың (неоген-төрттік және палеоген) және қопсық мезозой түзілімдерінің (мору қыртысы) күрделі емес геометриялық пішіндерге ие екендігін көрсетеді, бірақ олар әртүрлі геометриялық параметрлерге ие, әсіресе тік бағытта. Орташа қалыңдықтың қатынасы сәйкесінше 1: 2,5 құрайды.

Практикалық маңызы бар мородың қалайылы қабығы, оның өлшемдері: жалпы ұзындығы - 3820 м, ені - 128-ден 1082 м – ге дейін, қуаты - 40-тан 117 м-ге дейін.

б) *Кенорынның қаңқалық моделі* кен денесінің морфологиясын анықтайды. Сырымбет кенорнының қаңқалық моделі үшін кен денесінің шекаралары 0.05 % қалайының борттық құрамы бойынша контурланған, өйткені ол кен зоналарының түпкілікті кендер мен мору таужыныстарының шекараларында дараланған. Минералданған зонаның қалыңдығы 200 м-ге дейін және ұзындығы 4 км-ге дейін, кенді бағаналары бар. Кенорынның орталық бөлігінің құрылымы күрделі болып келеді, ол негізгі кен денесінен тұрады. Минералданған аймақтың кеңістіктік формасы күрделі болса да, жанасуға сәйкес гранитті-порфирлі массивтің экзоконтакт аймағында мантия тәрізді жатыр.

в) *Кенорынның блоктық моделі* негізінен үш өлшемді кеңістіктегі кен компонентінің құрамын визуализациялауға мүмкіндік береді. Бұл кенорынның кендерінің пайдалы компоненті негізінен касситеритпен (80,4 %) ұсынылған қалайы болып табылады.

а) төменгі қабаттан (сазды-қиыршық тасты) мору қабығынан жоғарғы (сазды) қабатқа тік бағытта қалайы құрамының тиісінше борттық (0,05 %) 0,30 % - ға дейін және одан жоғары ұлғаюы байқалады.

б) Оңтүстік-Батыс бөлікшеден орталық арқылы солтүстік-шығысқа қарай көлденең бағытта қалайы құрамының өзгеруі байқалады, мұнда оңтүстік-батыс және Солтүстік-Шығыс учаскелерінің көрсеткіштері өзара салыстырылады және тиісінше 0,05-тен 0,29 % - ға дейін және 0,07-ден 0,30% - ға дейін өзгереді.

Қалайының ең жоғары мөлшері 0,40 % - дан жоғары, Орталық бөлікшеде байқалады. Бұл бөлікшедегі минералданған зонаның ұзындығы 1200 м, ені 230 м – ге дейін, қуаты 250 м-ден асады.

Сырымбет кенорны бойынша геоақпараттық жүйені қалыптастыру негізінде олардың қаңқалық және блоктық модельдері, сондай-ақ барлау профильдері бойынша блоктық модельдің қималары жасалды. Нәтижесінде осы кенорындарымен кенді денелер ауданының литологиялық құрылымының қаңқалық модельдері салынды, онда олардың морфологиясы мен геометриялық өлшемдері, сондай-ақ кенді элементтердің (қалайы, тантал, сирек кездесетін жерлер) таралу заңдылығын белгілеуге әкелетін кенді денелер шегіндегі кенді элементтердің құрамын визуализациялай отырып, барлау профильдері бойынша блоктық модельдер мен олардың кескіндер жасалады.

5. Төмендегі материалдарды талдау негізінде Сырымбет кенорны шегінде перспективті алаңдар бөлінді:

– өнеркәсіптік минералдану зоналарын контурлау жөніндегі геологиялық деректер;

– кеңістіктегі қалайы құрамын визуализациялайтын кенорнының 3D модельдері;

– барлау профильдері бойынша қалайы құрамын визуализациялау мен 2D кескіндері;

б. *Сырымбет кенорны бойынша кен бақылаушы факторлар анықталды.* Сырымбет кенорны үшін гранит-порфирлер интрузиясының күмбез бөліктері жаңа алаңдарды анықтау үшін перспективті зона болып табылады, минералдану аймағының тік ауқымы 800-850 м дейін бағаланады. Жаңа алаңдарды анықтауға анағұрлым перспективті болатындар: ауданы 331200 м² Орталық бөлікшенің терең горизонттары бастапқы қалайы және басқа да сирек металл кендерін анықтауға № 68-74 барлау профильдері перспективті болып табылады; ауданы 196000 м² оңтүстік-батыс бөлікшесінің терең горизонттары бастапқы қалайы кендерін анықтауға № 54-58 барлау профильдері перспективті, өйткені мұнда оның орналасу тереңдігі артып келеді. Бұл зонадағы гранит-порфирлердің мору қыртысы қалайыдан басқа, тантал-ниобий минералдану аймағын анықтауға перспективті болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана: справочник. - Алматы, 1998. -136 с.
- 2 Геология, геохимия и минералогия месторождений редких элементов Казахстана. - Алма-Ата: ҚазМШИ, 1966.
- 3 Редкие металлы и редкие земли Казахстана. - Алматы, 2011.
- 4 Селифонов Е.М., Фрейман Г.Г. Возрождение минерально-сырьевой базы танталовой промышленности Казахстана // Геология и охрана недр. - Алматы, 2002. – 5 с.
- 5 Костыгин А.А. Результаты поисково-оценочных работ на тантал и олово в пределах Кокчетавской области. Отчет. КГРЭ. Кокчетав. 1969. - 200 с.
- 6 Денисенко В. К., Лобков В. Л. и др. Стратиформные редкометалльные месторождения. - Л.: Недра, 1986. - 227 с.
- 7 Зорин Ю.М., Костыгин А.А. Результаты поисково-разведочных работ на редкие металлы в пределах Кокчетавской области. Отчет. КГРЭ. - Кокчетав, 1967. 231 с.
- 8 Аналитический обзор инвестиционных возможностей Казахстана по отраслям. - Кокшетау, 2003.
- 9 Ужкенов Б.С., Бекжанов Р.Г., Иванов Л.Б. Редкие металлы и редкие земли Казахстана. Академия минеральных ресурсов РК. Казахстанское геологическое общество «КазГео». - Алматы, 2011.
- 10 Рошин Ю.В., Эльгер Ю.С. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Серия Улутау-Кокчетавская // Лист N-42-XXI. Изданная карта. - Караганда, 1962.
- 11 Подольский А.М., Корыткин А.А. Промежуточный отчет Айртавской тематической партии за 1958 г. Фонды СКТГУ, 1959.
- 12 Гончар А.А. Геолого-геофизические работы на площади листов N-42-89, 100. Отчет. СКГЭ. - Щучинск, 1963.
- 13 Гончаренко В.Е., Попков В.Н. Результаты поисково-оценочных работ на редкие металлы в пределах Лавровского участка. Отчет. КГРЭ. - Кокчетав, 1973.
- 14 Летников Ф.А. Гранитоиды глыбовых областей. – Новосибирск, 1975. -214 с.
- 15 Адамьян Н.Х., Бегмагамбетов Б.И. и др. Эволюционная колумбит-касситеритовая россыпь Сырымбетского рудного поля – «Минерально-сырьевые ресурсы тантала, ниобия, бериллия, циркония и фтора: геология, экономика, технология». - Усть-Каменогорск, 2003. - С. 33-35.
- 16 Уколов М.М., Шаманаева З.В. Составление карт прогнозов на олово в масштабе 1:200000 для отдельных оловоносных районов Кокчетавского поднятия Отчет по теме V Б.1.4. Каз.ИМС Алма-Ата, 1980. 223. 311(30)34-1/449.
- 17 Мякшин Н.И., Курбанаев М.С. Обобщение и анализ геолого-геофизических материалов в масштабе 1:200000 в Западной части Кокчетавского поднятия с целью оценки прогнозных ресурсов редких элементов. Отчет по теме 45-3/341. КГРЭ. ҚазМШИ. - Кокчетав, 1986. – 192 с.

- 18 Семенов В.П. Результаты поисковых работ на олово на участках Сергеевском I и II за 1984-1989 гг. КПСЭ. - Кустанай, 1989. – 248 с.
- 19 Кузовенко А.И. Результаты поисковых работ на Сырымбетском рудопоявлении олова за 1986-1990 гг. КГРЭ. - Кокчетав, 1990. – 659 с.
- 20 Зорин Ю.М. Сырымбетское месторождение олова в Кокшетауской области Республики Казахстан. Результаты детальной разведки оловоносных кор выветривания и предварительной разведки первичных руд. Отчет. ГП «Недра». - Кокчетав, 1996. – 351 с.
- 21 Адамьян Н.Х., Мякшин Н.И. Проведение поисково-оценочных работ в пределах юго-западного фланга Сырымбетского рудного поля // Проект. КГРЭ. -Кокчетав, 1991.
- 22 Ракишев Б.М. Геохимическая специализация и районирование металлогенических провинций и поясов Казахстана. - Алматы, 2006.
- 23 Литавр Т.Н. и др. О групповой геологической съемке глубинном геологическом картировании и геологическом доизучении масштаба 1:50 000: (Листы ГС №-42-77-В, 89-А-Б-Г.; ГДП-89-В, ГГЛ-89-А,Б,В,Г, 77-В) Лавровская площадь за 1988-1996 гг". -Книга 1.
- 24 Геологическое строение листов №-42-88-Г и №-42-89-В: отчет. (Отчет о результатах поисково-съёмочных работ масштаба 1:50 000, проведенных Елецкой ПСП в 1972-74 гг) // в 4-х т. -Т.1.
- 25 Тетерев Г.М. О результатах поисковых работ на олово на участках Шок-Карагай Южный, Лесничество, Орлиногорский, Карабеловка в 1969-71 гг. (Кокчетавская и Северо-Казахстанская обелгіасті): отчет // в 2-х т. -Т.1.
- 26 Поисково-оценочные работы на месторождении Шок-Карагай (Северо-Казахстанская область): Отчет о научно-исследовательской работе по проекту 1.1. - Алматы, 2012.
- 27 Поисково-оценочные работы месторождения Шок-Карагай (Кокшетауская об.), изучение вещественного состава руд, выделение промышленных рудных тел, оценка редкоземельного оруденения по категории Р2 и прогнозных ресурсов по категории Р1 (за первое полугодие 2013): Отчет о научно-исследовательской работе по проекту 1.1. - Алматы, 2013.
- 28 Магматические комплексы Казахстана. -Алма-Ата, 1982. -168 с.
- 29 Акшолоаков Е.Б. Субдукционное погружение континентальной коры в над и подсубдукционную область / Сборник тезисов. Кар.ТУ. - 2013. - 27 с.
- 30 Абдулкабирова М.А. Интрузивные комплексы Северного Казахстана и их металлогения. - Алма-Ата: Фонды ИГН АН КазССР, 1958.
- 31 Геология СССР. // Тургайский прогиб, геологическое описание. - М.: Недра, 1971. - Т. 24. - 536 с.
- 32 Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. N-42-XXI. -1966.
- 33 Құрманғажина М.М., Тогизов К.С. Месторождения Сырымбет и Шок-Карагай – эталонные объекты редкометалльно-редкоземельного типа оруденения Северного Казахстана // «Сатпаевские чтения – 2021, Секция: Повышение геологической изученности территории и восполнение минерально-сырьевого комплекса Республики Казахстан. - 2021. - Т.1. – С. 117-121. ISBN 978-601-323-246-1.

- 34 Государственная карта полезных ископаемых масштаба 1:200000. N-42-XXI. - 1969.
- 35 Рудные провинции Центральной Азии. - Алматы, 2008.
- 36 Геология СССР. - М.: Недра, 1971. -Т. 34.
- 37 Геология СССР. Тургайский прогиб, геологическое описание / под ред. Захарова А.М., Удриса К.П. - М.: Недра, 1971. - Т. 34. - 312 с.
- 38 Togizov K., Issaeva L., Muratkhanov D., Kurmangazhina M., Maciej Swęd, A. Duczmal- Czernikiewicz. Rare Earth Elements in the Shok-Karagay Ore Fields (Syrymbet Ore District, Northern Kazakhstan) and Visualisation of the Deposits Using the Geography Information System // Minerals. – 2023. - Vol. 13, Iss. 11. - P.1-17. ISSN 2075-163X. <https://doi.org/10.3390/min13111458>
- 39 Ниязов А.Р. Рудоносные коры выветривания северного Казахстана: дис. док. геол.-мин. наук. - Свердловск, 1987.
- 40 Геологическая карта СССР масштаба 1:500 000. N-42-B. - 1959.
- 41 Минерагения мезозой-кайнозой Казахстана. – Алматы- 2012.
- 42 Каулдашев Д.К., Тогизов К.С., Омирсериков М.Ш. Геология и перспективы района месторождения Баян // Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса. - Алматы, 2017. - С. 95-98.
- 43 Құрманғажина М.М., Аршамов Я.К., Антоненко А.А. Месторождения олова Кокшетауского рудного района и перспективы расширения минерально-сырьевой базы олова региона // Труды университета. 2023. - №3 (87). - С. 199-205. DOI 10.52209/1609-1825_2023_3_199.
- 44 Шарапатов А., Акшолоков Е., Тогизов К. Редкоземельноносные коры выветривания Северного и Центрального Казахстана. // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. - М.: Занджан, 2013. – С. 263-264.
- 45 «Атлас закономерностей размещения месторождений твердых полезных ископаемых». - Алматы, 2023. - С. 153-154.
- 46 Акшолоков Е.Б., Тогизов К., Шарапатов А. О рудоносных корах выветривания Казахстана / Подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века: Тр. междунар. науч.-практ. конф. - Алматы: КарТУ, 2013. -С. 13-16.
- 47 Минерагеническая карта Казахстана, масштаба 1:1000000. // Объяснительная записка. – Алматы. - 2007.
- 48 Құрманғажина М.М. Некоторые особенности образования оловорудной минерализации на месторождении Сырымбет // Труды университета. 2023. №1 (87). С. 95-99 https://DOI.10.52209/1609-1825_2023_1_95.
- 49 Абдулкабирова М.А. Особенности металлогении Северного Казахстана. // Изв. АН КазССР, сер. геол. -Алма-Ата: Наука,1967. -№ 5. -С 70-78.
- 50 Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Справочник Академия наук РК. Алматы, 1998. 136.
- 51 Кузовенко А.И. Вещественный состав и природные типы оловянных руд месторождения Сырымбет//Известия НАН РК. 2005. №6. С.62-72.

- 52 Мякшин Н.И., Киселев А.Л. Особенности геологического строения месторождений редкометалльных гранитов и перспективы Казахстана на их выявление. Алматы, 2003. С. 24-25.
- 53 Минерагеническая карта мезозой-кайнозоя Казахстана масштаба 1:1000000. // Объяснительная записка. Алматы; Астана. 2012.
- 54 Абдулкабирова М.А., Адамян Н.Х., Гуляев А.П. и др. Об оловоносности Кокчетавского срединного массива // Изв. АН КазССР, сер. геол. -1980. -№2. -С. 11-20.
- 55 Губайдулин Ф.Г, Лаумулин Т.М., Серых В.И. и др. Грейзеновый тип оловянных месторождений в Северном Казахстане и его перспективы // Геология Казахстана, Алматы: Гылым. 1994. № 4. С. 36-46.
- 56 Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. Алматы, 2004. -140 с.
- 57 Кузовенко А.И., Иванов О.П., Ефроменко Л.Я и др. Минералоготехнологические особенности новых промышленных типов оловянных руд. Записки Всесоюзного минералогического общества, 1992, № 5.
- 58 Кузовенко А.И. Геологическое строение и особенности формирования месторождения олова Сырымбет в Северном Казахстане. Автореферат. Алматы, 2004.
- 59 Кузовенко А. И. Геолого-технологическое картирование руд Сырымбетского месторождения олова // Геология и охрана недр. 2002. №3.
- 60 Металлогения Казахстана. Месторождения руд редких металлов. - Алма-Ата: Наука КазССР, 1981. -207 с.
- 61 Бабук А. В., Галютин А. Ю., Голиков В. В., Анисимов И. С. Исследования вещественного состава оловосодержащей руды Центрального участка месторождения Сырымбет. Обогащение руд. 2008. № 1. С. 24–29.
- 62 О результатах детальных разведки оловоносных кор выветривания и предварительной разведки первичных руд. Геологическое предприятие недр. Кокшетау, 1996.
- 63 Гурвич С.И. Закономерности размещения редкометалльных и оловоносных россыпей. Москва, Недра, 1978г.
- 64 Перегудов В.В. Платиноиды в углеродсодержащих породах Северного Казахстана // Геология и охрана недр. – 2004. – № 2 (11). – С. 34–38.
- 65 Николаева Л.А. Генетические особенности самородного золота как критерии при поисках и оценке руд и россыпей. Москва. Недра, 1978г.
- 66 Поцелуев А.А., Перегудов В.В., Бабкин Д.И., Ананьев Ю.С. Золото в рудах редкометалльного месторождения Сырымбет (Северный Казахстан) // Геология и полезные ископаемые. 2012. С. 41-45.
- 67 Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Николаев С.Л., Зорин Ю.М. Редкие элементы и золото в месторождениях олова Северо Казахстанской рудной провинции // Известия вузов. Сер. Геология и разведка. 1997. № 3. С. 74–80.
- 68 Перегудов В.В., Шаутенов М.Р. Золотая минерализация Казахстана. Монография (I том). –Алматы, Изд-во КазНУ им. К.И. Сатпаева, 2017, стр. 533. ISBN 978-601-323-087-0

69 Поцелуев А.А., Рихванов Л.П., Николаев С.Л., Наумов С.С. О комплексном характере урановых руд и редкометальных месторождений Северо-Казахстанской рудной провинции // Минеральные ресурсы – важнейший фактор интеграции Республики Казахстан в систему мировой экономики: Матер. Междунар. конф. – Алматы, 1993. – С. 169–171.

70 Перегудов В.В. Микрошлихогеохимические поиски месторождений золота, вольфрама, олова, ниобия, тантала на примере месторождений Северного Казахстана. Рудный. Топорковские чтения, 1999г.

71 Доброцветов Б.Л., Антипов Н.И. Физико-химические исследования технологических проб руды месторождения «Сырымбет» // Стратегия использования и развития минерально-сырьевой базы редких металлов России в XXI веке. Тез. докл. Междунар. симп. – М.: Изд.во БМРИ МПР, 1998. – С. 325–327.

72 Антипов Н.И., Шамин А.А., Тарасов А.В. Экологически безопасная технология обогащения руды месторождения «Сырымбет» // Стратегия использования и развития минерально-сырьевой базы редких металлов России в XXI веке: Тез. докл. Междунар. симп. – 5–9 октября 1998 г., Москва. – М.: Издво БМРИ МПР, 1998. – С. 241–243.

73 Акшолоков Е.Б., Тогизов К.С. Характер распространения редкоземельных месторождений Казахстана в корях выветривания / Труды Сатпаевских чтений «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК». – Алматы. - 2019. – Т. I. - С.12-16. ISBN 978-601-323-145-7.

74 Зорин Ю.М. Сырымбетское месторождение олова в Кокшетауской области Республики Казахстан // Отчет о результатах детальной разведки оловоносных кор выветривания и предварительной разведки первичных руд с подсчетом запасов по состоянию на 1 октября 1996 года. кн.1. 120с. кн.2. - 118 с.

75 Отчет о результатах поисковых работ на олово на участках Шок-Карагай Южный, Лесничество, Орлиногорский, Карабеловка в 1969-71 гг. - Фонды СКТГУ, 1972.

76 Isaeva L.D., Asubaeva S.K., Kembayev M.K., Togizov K.S.. The formation of a geoinformation system and creation of a digital model of Syrymbet rare-metal deposit (North Kazakhstan) // 19th international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2019, Albena (Bulgaria). P.609-616. ISBN 978-619-7408-76-8. ISSN 1314-2704. DOI: [10.5593/sgem2019/1.1](https://doi.org/10.5593/sgem2019/1.1).

77 Togizov K.S., Zholtayev G.Zh., Isaeva L.D. The role of three-dimensional models of deposit and thermodynamic conditions of its formation at selecting and evaluating resources of perspective sites // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – Алматы. - 2019. - №5 (435). ISSN 2224-5278.

78 Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. Москва: ООО «ИПЦ» «Маска», 2009. 376 с.

79 Ажихан А.А., Каменский Н.Г., Асубаева С.К.. Использование 3D моделирования рудных тел для эффективной отработки месторождения Северный Харасан / Труды Сатпаевских чтений «Инновационные технологии –

ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК». – Алматы. - 2019. – Т. I. - С.143-148. ISBN 978-601-323-145-7.

80 Михайлов В.А. Редкоземельные руды мира – Геология, ресурсы, экономика. Киев: Киевский университет, 2010. 223 с.

81 Омирсериков М.Ш., Агата Душмал-Черникеевич, Исаева Л.Д., Асубаева С.К., Тогизов К.С. «Прогнозирование ресурсов редкометалльных месторождений на основе анализа рудоконтролирующих факторов» // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. Алматы. - 2017. - №3. - С.35-43.

82 Омирсериков М.Ш., Степаненко Н.И., Исаева Л.Д., Асубаева С.К., Тогизов К.С., Кембаев М.К. Исследование редкометалльного месторождения Баян на базе ГИС – технологии и прогнозная оценка его дополнительных ресурсов на промышленные руды // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук №6, Алматы, 2017. - С.56-64.

83 Отчет промежуточный на тему AP05133743 «Создание цифровой геоинформационной системы, термодинамической и 3D моделей эндогенных и экзогенных месторождений сырымбетовского рудного узла и оценка их потенциальных ресурсов на редкие металлы и редкие земли», Алматы. - 2019.

84 Лаумулин Т.М. Редкометаллоносные структуры в геотектоногенах Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1977. 207 с.

85 Попков В.Н., Граф О.В. Поисково-оценочные работы на тантал, ниобий, редкие земли в юго-восточной части Сырымбетского рудного поля // отчет ОАО «КПСЭ» ТУ «Севказнедра», г. Костанай, июнь 2003 г., N-42-89. (РЦГИ, СКТГФ), Северо-Казахстанская область Республика Казахстан. - 2003.

86 Issayeva L., Togizov K., Duczmal- Czernikiewicz A., Muratkhanov D., Kurmangazhina M. «Ore-controlling factors as the basis for singling out the prospective areas within the Syrymbet rare-metal deposit, Northern Kazakhstan (article)», Mining of Mineral Deposits. – Dnipro (Ukrainian). - 2022. – Vol.16, Iss. 2. -P.14-21. ISSN 2415-3435. <https://doi.org/10.33271/mining16.02.014>.

87 Кузовенко А.И., Васильев А.М. Отчет о результатах поисковых работ на Сырымбетском рудопроявлении олова в 1986-1990. - 226 с.

88 Свойства, потребление и производство основных видов минерального сырья. Кокшетау, 2003.

89 Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (выпуск 1 принципы и методы оценки). – СПб.: ВСЕГЕИ. - 2005.

90 Бекжанов Г.Р., Раденко Н.Л., Иванов Л.Б., Ниязов А.Р. Редкие земли Казахстана // Геология и охрана недр. Алматы, 2008. -№ 3(28). С. 40-48.

91 Актуальные проблемы современной геологии и минерагении Казахстана. Алматы, 2012.

92 Уколов М.М., Шаманаева З.В. Составление карт прогнозов на олово в масштабе 1:200000 для отдельных оловоносных районов Кокчетавского поднятия Отчет по теме V Б.1.4. Каз.ИМС Алма-Ата, 1980. 223. 311(30)34-1/449.

93 Omirserikov M., Isaeva L. Toward a theory of rare metal ore formation illustrated by rare metal fields in Central Kazakhstan. -Lambert Academic Publishing, 2015. -46 p.

94 Байбатша Ә.Б., Бекботаев А.Т., Удербает А.Ж. Орысша-ағылшынша-қазақша геологиялық терминдер сөздігі. – Алматы: Қазақ тілі, 2019.- 432 б.

ҚОСЫМША А

Қалайы кенорындарының жіктемесі

Кесте А.1 - Солтүстік Қазақстандағы негізгі қалайы кенорындары мен рудалық кенбілінімдердің жіктелуі

№	Кенорынның генетикалық типі	Мнералдық құрамы	Негізгі кен түзуші минералдар		Кен түзуші элементтер		Кен денелерінің морфологиясы	Пайдалы компонент құрамы, %	Кенорындар мен кенбілінімдердің мысалдары
			Рудалық	Бейрудалық	Негізгі	Қосалқы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пегматитті	Кварц-микроклин-мусковитті-касситерит	Касситерит	Кварц, турмалин, апатит, топаз, мусковит	Sn	Ta, Nb, Be	Желілер	10 г/т	Ольгинск
2	Скарн-грейзенді	Граниттердегі кварц-касситерит және скарндардағы флюорит-касситерит	Касситерит, молибденит, пирит, халькопирит, пирротин, висмутин, сирекжер элементтер	Флюорит, топаз, турмалин, кварц, мусковит, хлорит, эпидот, гроссуляр, диопсид	Sn	W, Bi, Nb, TR	Ұя, құбыр, линза тәрізді шөгінділер, штокверкті зоналар	0,3	Өскен

А.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Скарн-грейзенді	Скарндағы флюорит-касситерит; Граниттегі варц-касситерит	Касситерит, шеелит берилл, монацит, ксенотим, пирит, халькопирит, висмутин, галенит, сфалерит, арсенопирит	Гроссуляр, диопсид, актинолит, тремолит, везувиан, эпидот, турмалин, кварц, мусковит, топаз	Sn, Y, F	Be, W, Bi, TR, Au	Метасоматитті денелер, линзалар	Sn- 0,1-0,9 Be -0,2-1 Bi -0,1 F =14,2	Новосветловск
4	-	Граниттегі кварц-касситерит Скарндағы флюорит-касситерит	Касситерит, берилл, пирит, халькопирит	Кварц, топаз, мусковит, флюорит, турмалин, гранат, диопсид, тремолит	Sn	Be, Си	Метасоматитті денелер, граниттердегі грейзендік аймақтар	0,216	Сарыбұлақ
5	-	Флюорит-касситеритті	Касситерит, молибденит, пирит, галенит, арсенопирит	Флюорит, топаз, гроссуляр, андрадит, эпидот, тремолит	Sn	Be, Mo, Y, TR, As, Pb, Zn	Метасоматитті денелер	Sn-0,1-1%	Раисовское

А.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	Скарно-грейзенді	Флюорит-касситеритті	Касситерит, шеелит, висмутин, хризоберилл, монацит, халькопирит, галенит, сфалерит	Гроссуляр, андрадит, эпидот, тремолит, хлорит, флюорит, турмалин	Sn	W,Be, Bi,TR, Cu,Pb, Zn,B	Метасоматитті денелер	Sn-0,1-1	Князевское II
7	-	-	Касситерит, монацит, малакон, берилл	Кварц, мусковит, флюорит, ортит, гранат, эпидот, тремолит, хлорит	Sn,W	Ta,Nb	Метасоматитті аймақтар	Sn-0,04-0,1 Nb ₂ O ₅ -0,17 Zr-0,66 BeO-0,17 TR-0,11-0,78	Солтүстік Шоқ-Қарағай
8	-	-	Касситерит, колумбит, магнетит, гематит	Кварц, мусковит, флюорит, гранат, эпидот, тремолит, хлорит	Sn	Ta,Nb	Параллельді грейзендік аймақтар қатары	Sn-0,1 Nb-0,03 Mo-0,1 Be-0,2	Оңтүстік Шоқ-Қарағай
9	Кварц-грейзенді Скарно-грейзенді	1. Граниттердегі кварц-касситерит	Касситерит, станнин, вольфрамит, монацит, висмутин,	Кварц, топаз, флюорит, мусковит, турмалин, калишпат,	Sn	W,Bi, Ta,Nb, TR, Mo	Сызықтық штокверк аймақтары	0,208	Донецк

А.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-	2.Скарнлағы флюорит- касситерит	молибденит, берилл, пирит, халькопирит, сфалерит, пирротин, гематит, циркон,	диопсид, гроссуляр, андрадит, эпидот,	-	-	-	-	-
10	Грейзен- кварц желілі	Кварц-касси- теритті	Касситерит, пирит, халькопирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, вольфрамит, танталит, берилл	Кварц, мусковит, турмалин, топаз, флюорит, альбит, микроклин, хлорит, сидерит, кальцит	Sn	W, Ta, Nb, Be, TR, Pb, Zn	8 кен аймағы, м-1,5 м; желілер, штокверк аймақтары	0,2-1,2 ср.-0,32	Сопочное
11	Кварц.- грейзенді	-	Касситерит, колумбит, циртолит, вольфрамит	Мусковит, топаз, флюорит	Sn	Ta, Nb, Be, TR, W	Линзалар, желілер	0,01-1,32	Орлиногорск
12	-	-	Касситерит, вольфрамит, пирит, халькопирит, молибденит,	Кварц, турмалин, флюорит,	Sn, W	Be, Bi	Апофизді дайқадағы грейзенді аймақтар	Sn- 0,0 п-0,5	Дальненск

А.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-	-	берилл, висмутин	полевой шпат, мушквит	-	-	-	-	-
13	-	-	Касситерит, вольфрамит	Кварц, турмалин, мушквит	Sn	Be, W, Ta,Nb, Mo,Y	Зрейзенделген аймақтар	Sn-0,01-0,1 Be-0,015 Y -0,003- 0,01	Сергиевск
14	Грейзенді штокверк ті	<u>Касситеритті:</u> а) серицит- альбитті, б) слюдалы- топазды, в) слюдалы- топаз-кварцты <u>Станнин-</u> <u>касситеритті:</u> а) амфибол- плагиоклазды, б) флюорит- магнетит- слюдалы	Касситерит, станнин, вольфрамит шеелит, берилл, висмутин, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, монацит, ксенотим, арсенопирит, сфен, гематит, магнетит	Кварц, микроклин, альбит, муш- квит, сери- цит, топаз, флюорит, диопсид, гроссуляр, андрадит, эпидот, тремолит, цоизит, хлорит	Sn	Cu, Pb, Zn, W, Bi, Ag, Ti, F, TR	Желілер, линзалар штокверкті аймақтар, Метасоматитті денелер	Sn-0,312 основная рудная зона	Сырымбет
15	-	Кварц- касситеритті	Касситерит, пирит, халькопирит	Кварц, тур- малин, флюорит	Sn	Cu	Ұсақ штокверкті денелер	Sn-0, 0п-0,п	Келлеровск

А.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-	-	Касситерит, колумбит, монацит	Кварц, мусковит, флюорит	Sn	Ta, Nb, TR	Линзалар, метасоматитті денелер	Sn-0,08 Be-0,012 Bi-0,02	Комтукенск
16	Сульфид- ті-касси- теритті	Халькопирит- касситеритті	Касситерит, халькопирит, пирит, галенит, сфалерит	Кварц, мус- ковит, орто- клаз, хлорит	Sn	-	Линзалар, метасоматитті денелер	Sn-0,01 Bi-0,01 Ag-60 г/т Cd-0,08 Pb-5,77 Cu-0,51	Февральск
ЭКЗОГЕНДІ (шашылымдар, мору қыртысы)									
17	Мору қыртысы	<u>Касситеритті</u> а) гидрослюда- лы кварц- каолинитті <u>Варламовит-</u> <u>гидростаннат-</u> <u>касситеритті</u> а) каолинитті; <u>Варламовит-</u> <u>касситерит-</u> <u>гидростаннатты</u>	Касситерит, шеелит, вольфрамит, тунгстит Касситерит, варламовит, тунгстит Варламовит, касситерит, тунгстит	кварц, сери- цит, каоли- нит Кварц, каолинит Монтморилло нит, каолинит	Sn Sn Sn	W W W	Жабын және линза тәрізді денелер -	Sn-0,199- 2,335; среднее- 0,337; борт 0,1	Сырымбет

А.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	-	а)гидрослюдады -монтморилло- нит-каолинді	-	-	-	-	-	-	-
18	-	Касситеритті	Касситерит, колумбит	Монтморил- лонит	Sn	Ta,Nb	Жабын тәрізді денелер	Sn- 10 г/т	Гавриловск m қоры-8-10м
19	-	-	Касситерит, вольфрамит, колумбит	Серицит, кварц, каолинит	Sn	Ta,Nb, W	Линза тәрізді денелер	Sn до 67 г/т; Ta,Nb- 1-65 г/т	Лавровское
20	-	-	Касситерит, танталит, колумбит, монацит, циркон, циртолит	Кварц, топаз, анатаз, гранат	Sn	Ta,Nb, Zr,TR	Жадағай тәрізді денелер	Sn - 87- 870 г/м ³ Та до 350 г/м ³	Лесничество
21	-	Касситерит- вольфрамитті	Касситерит, вольфрамит	Кварц, то-паз, дала шпаты	Sn, W	Ta,Nb, Be	Жабын тәрізді денелер	Sn - до 1 кг/т	Бериславск
	Мору қыртысы	Касситеритті	Касситерит, монацит, циркон	Кварц, дала шпаты	Sn	Zr,TR	Жабын тәрізді денелер	Sn-150 г/м ³	Корабеловск
22	-	Циркон- касситеритті	Касситерит, циркон, монацит, ильменит, рутил, гематит	Кварц, топаз	Sn	Zr,TR, Ti,Fe	-	Sn-206-552 г/м ³ Zr 14,2кг/м ³ TR 1,72кг/м ³	Орлиногорск (шашылым)

А.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	-	Касситеритті	Касситерит, циркон, магнетит	Кварц, топаз	Sn	Zr,Fe, Ti	Линза тәрізді денелер	1-2,4 км Sn-10 г/т max -3кг/т	Князевск
24	-	-	Касситерит	Кварц, то-паз, гранат, анатаз	Sn	Ta,Nb, TR	Жабын тәрізді денелер	Sn до 200 г/м ³	Дальненск
25	-	-	-	Кварц, топаз	Sn	Ta,Nb, TR	-	Sn - 300 г/м ³	Лог№15
26	-	-	Касситерит, циркон, рутил	Кварц, топаз, полевой шпат	Sn	Zr,Ti	-	Sn-220 г/м ³ циркон-180 г/м ³	Стрельниковск

ҚОСЫМША Б

Минералогиялық талдау нәтижелері

Кесте Б.1 - $>>10\text{мм} \pm 0,5\text{ мм}$ өлшемдер класындағы қопсық шөгінділерден және керн үлгілерін минералогиялық талдау нәтижелері

№ п/п	Байытылған өзек үлгілерінің саны, №	Борпылдақ керн сынамалардың бастапқы салмағы, г	Үлкендік класы (мм) және сынама фракциялары	Үлкендік класының заттық құрамы 0,5 мм-ден асады	Сынамалар құрамының мөлшері, %
1	2	3	4	5	6
Ұңғыма №70.5-5					
1	Сынама №1		>>10мм	Карбонатталған таужыныстардың сынықтары (Fe гидроксидтерімен сіндірілген, ашық қоңыр түсті) Мөлдір кварц пен кальциттің ұсақ қосындылары бар каолинит агрегаттары Пелиттелген таужыныстар Сұр түсті кремнийленген таужыныстар Дала шпаттары	90 3-6 2 7 0,3
			>>0,5мм	Карбонатталған таужыныстардың сынықтары Каолинит сынықтары Кварцит тәрізді таужыныстардың сынықтары Сұр-қара түсті минералдар қосындылары бар пелиттелген жыныстардың сынықтары Лимониттенген жыныстардың сынықтары (қоңыр) Марганецті таужыныстардың сынықтары (қара қоңыр) Дала шпаттары	8 ~5 3-4 белгі белгі 0,5 0,3

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	
			≤0,5мм	Маг. фр.	Қара сфералық магнетит Техногендік темір	0,1 Сирек белгі
				Эл. маг. фракция	Марганец тотықтары Темір гидроксидтері Хлориттелген амфибол Турмалин Ильменит Гематит Карбонаттар сіңдірілген темір гидроксидтері Сирек кездесетін пирит фенокристи бар сазды агрегаттар Сомтума мыс	50 15 бір белгі бір белгі белгі белгі 2-3белгі белгі белгі
				Маг. емес фракция	Циркон Касситирит Малахит	белгі 4-5белгі белгі
				Жеңіл фракция	Түссіз кварц Серициттенген таужыныс сынықтары Каолиниттелген таужыныс сынықтары Карбонаттар	79 ~3 15 ~0.5
2	Сынама №2		>>10мм	Ашық сары түсті карбонатты жыныстардың сынықтары Кварц сынықтары Каолиниттелген жыныстардың сынықтары (ДШ) Ашық сұр сазды серициттенген жыныстардың сынықтары	90 ~0,5 5-6 3-4	

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	
			>0.5мм	Ашық сары түсті карбонатты жыныстардың сынықтары Қоңыр темірленген кварцты құмтастардың сынықтары Кварц Дала шпаттары	95 1-2 2 1	
			≤0,5мм	Маг. фракция	Магнетит қара түсті, біркелкі емес бұрышты, сирек шар тәрізді	белгі
				Эл. маг. фракция	Fe гидроксидтері (қоңыр) Гематит топырақты, борпылдақ, қызғылт Ильменит Турмалин Ашық сұр таужыныс сынықтары Mn тотықтары Өзгерген пироксен Карбонаттар	65 10 белгі жалғыз.белгі ~3 белгі белгі белгі
				Маг. емес фракция	Пирит Циркон Топаз (қара минералдар қосылған дәндер түрінде жақсы түзілген, ашық түсті, катодты сәулелерде көк түске боялады. Фракцияның негізгі бөлігін жеңіл фракциялы минералдар құрайды	белгі сирек.белгі
				Жеңіл Фракция	Карбонатты кварц Кварц мөлдір, жиі кездеседі қызыл-қоңыр түйірлер темір тотықтары сіндірілген гидроксидтер Каолинит	негізгі масса жалғыз.белгі

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
	Сынама №3		>>10мм	Ақ түйіршікті кварц құмтастары (цемент ақшыл каолинит) лимониттің реликті дақтарымен сирек кездеседі Кварц сұр Fe гидроксидтері сіңдірілген ашық қоңыр кварц	негізгі масса 0,5
			>>0.5 мм	Қара пироксенитті таужыныс сынықтары	1-2белгі
			Маг. фр.	Магнетит Техногендік темір Жеңіл фракция минералдары	жалғыз белгі белгі негізгі масса
			Эл. маг. фракция	Гематит Ильменит Гидрокислы Fe Амфибол Эпидот-цоизит Гранат (розовый) Марганец тотықтары Жеңіл фракция минералдары	бір белгі бір белгі белгі 2белгі 1белгі 3белгі 1-2белгі негізгі масса
			Маг. емес фр.	Циркон (ұсақ призма тәрізді)	2белгі
Жеңіл фр	Кварц дөңгелектенбеген, ақшыл мөлдір, гидроксидтермен сіңдірілген жеке қара темір ашық сарғыш түсті. Кварц бетіндегі дәндерде майдың болуы, ал терең жерлерінде ақ саздар (каолинит) мен карбонаттың жинақталуы байқалады	негізгі масса			

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	
	Сынама №4		>>10мм	Слюда саздарының сынықтары, сіңдірулері бар сарғыш-қоңыр Fe гидроксидтерімен Сары саздардың қоспалары мен өсінділері бар кварцит тәрізді жыныстардың сынықтары	көп көп	
			>>0.5мм	Кварц Каолинит Fe гидроксидтері	40 58 2	
			≤0,5мм	Маг. фр.	Магнетит Техногендік темір	бір белгі бір белгі
				Эл. маг. фракция	Интенсивті темірлі сазды жыныс Fe гидроксидтері Гематит (қызғылт) Жасыл амфибол (пироксен?) Пириттегі лимонит Ильменит (ұсақ пластина) Марганец тотықтары Турмалин	негізгі масса көп 3-4 3 белгі бір белгі бір белгі бір белгі 1белгі
				Маг. емес фракц	Пирит Лейкоксен	2белгі 1белгі
	Жеңіл. фр.	Кварц Сары түсті саздардың сынықтары Ашық сұр кремнийленген жыныстардың сынықтары Каолинит ақ (ашық сарғыш болып көрінеді)	негізгі масса көп 3белгі белгі			

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	
5	Сынама №5		>>10мм	Ашық сұр жартылай шырышты сазды жыныстардың сынықтары (шұңқырлар)	40	
				Кварц фрагменттері	25	
			>>0.5мм	Ашық сары түсті, сирек кварц қосындылары, каолиниттелген жыныстардың (темір гидроксилдерімен сіңдірілген) сынықтары	25	
				Ашық сұр түсті таужыныс сынықтары	45	
			≤0,5мм	Эл. маг. фракция	Кварц	35
					Кварц қосылған темір гидроксилдерімен сіңдірілген каолиниттелген сынықтар	20
Магнетит сфералық пішінде кездеседі	11 белгі					
Маг. емес фракция	Эл. маг. фракция	Fe гидроксилдерімен сіңдірілген каолинденген жыныстар	40			
		Fe гидроксилдері	50			
Маг. емес фракция	Эл. маг. фракция	Пириттегі лимонит	5-7			
		Гематит	бір белгі			
Маг. емес фракция	Эл. маг. фракция	Ильменит	2 белгі			
		Малахит	2 белгі			
Маг. емес фракция	Эл. маг. фракция	Саздар (алеврит)	3			
		Марганец тотықтары	бір белгі			
Маг. емес фракция	Эл. маг. фракция	Темірлі марганецті жыныстар	белгі			
		Пирит	бір белгі			
Маг. емес фракция	Эл. маг. фракция	Топаз	1 белгі			
		Жеңіл және эл. магниттік фракциялардың минералдары (Fe гидроксилдері және т.б.)	негізгі масса			

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4		5	6
				Жеңіл фракция	Слюдалы ашық сұр түсті сазды жыныстардың сынықтары Мөлдір кварц Кварцит тәрізді жыныстардың сынықтары Fe гидроксидтерінің пигментациясы дөңгеленбеген, мөлдір емес, қаттылығы б-дан жоғары (сары-сұр болып көрінеді)	много 10-12 негізгі масса негізгі масса
6	Сынама №6		>>10мм		Қабаттарда қарқынды лимониттенген, кремнийленген, гематиттелген, ішінара каолинденген, жарылған, дөңгеленбеген, көбінесе марганецті сазды жыныстар, тау жыныстары тот басқан сары, қою қоңыр сары, қызыл, қою қоңыр. Ашық сұр ұсақ түйіршікті құмтастар кластары Серициттенген және кремнийленген тау жыныстарының сынықтары Ақшыл кварцтың сынықтары Жасыл-сұр түсті хлорланған жыныстардың сынықтары	негізгі масса белгі белгі бір белгі
			>>0.5мм		Қою-қоңыр, қызыл-тот басқан-сары қоңыр шекті және қызыл-гематиттелген саздардың сынықтары (каолинит) Ашық сұр ұсақ түйіршікті құмды жыныстардың кластары Каолинитті өсінділері бар сұр, ақ кварц тәрізді жыныстардың сынықтары және т.б. Марганец оксидтерімен сіңдірілген қара борпылдақ сазды жыныс	негізгі масса ~4 ~5 белгі
			≤0,5мм М	Маг. фр.	Магнетит (14) Тегногенді темір	белгі бір белгі

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
			Эл. маг. фракция	Fe гидроксидтері Fe гидроксидтері сіңдірілген каолинит Гематит Mn тотықтары Сұр түсті ұсақ түйірлі құмтас Жартылай мөлдір кварц Дала шпаттары Серициттенген сұр түсті слюдалы минерал	50-51 35 5-7 белгі белгі 0,7 бір белгі белгі
			Маг. емес фр.	Топаз	1 белгі
			Жеңіл. фр.	Кварцтың, кварциттің, құмтастың, лимониттелген каолиниттің, серициттің, дала шпаттарының сынықтары, сирек хлорит (сырты тот басқан қоңыр)	белгі
Ұңғыма №71.5-5					
1	Сынама №1		>>10мм >	Кварц қосындылары бар кремнийленген каолиниттер, сирек темір гидроксидтері, ашық сарғыш, ақ түсті Fe гидроксидтері Кварц, темір гидроксидтері, гематит, марганец оксидтері, каолинит қосылған құмды толтырғыш жыныстар Қызыл түсті гематит Түссіз кварц	негізгі масса 20-22 3-4 1 0,7

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
			$\leq 0,5\text{мм}$	Карбонатталған таужыныс сынықтары Кварц Темір гидроксидтері қоңыр түсті Гематит қызыл, қызыл-қоңыр дөңгелекті Марганец тотықтары қара бүйрек тәрізді, дөңгелектенген Магнетит шар тәрізді, ішінара мартиттенген, кейде бұрыштық- тұрақты емес	негізгі масса көп ~7 2-3 0,3 негізгі масса
				Магнетит	негізгі масса
				Эл. маг. фракция	Fe гидроксидтері Гематит Ильменит Та-Nb Турмалин Марганец тотықтары Кварц Кремнийленген каолиниттердің ақ ақшыл сары түсті сынықтары
			Маг. емес фракция	Пирит Мөлдір кварц көбінесе темір гидроксидтерінің (гематит) сіңдіруімен және қосындыларымен қызыл түсті болады. Карбонаттар ақ, сарғыш реңкті, борпылдақ түйіршіктер, HCl-де ериді Карбонатталған және каолиниттенген дала шпаттары Қара марганец карбонаттары, бүйрек тәрізді саз сынықтары Жасыл сұр түсті хлорозды жыныстардың сынықтары Гематит	2белгі 70 25 3-4 ~0,7 1-2 белгі

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4		5	6
				Жеңіл фракция	Кварц Каолинит Карбонаттар Mn тотықтары Fe гидрооксидтері	70 25 3 2 белгі
2	Сынама №2		>>10мм		Fe гидрооксидтері сынықтары	53
					Гематит сынықтары марганец тотықтарымен	30
			>>0.5мм		Сығымдалу агрегаттары	5
					Кварц сынықтары	5
≤0,5мм		Маг.ф р.	Карбонатталған каолинит сынықтары	3		
			Сұр түсті жыныс сынықтары	1-2		
≤0,5мм		Эл.маг. фракция	Кварц сынықтары	85		
			Fe гидрооксидтері	12		
≤0,5мм		Эл.маг. фракция	Әлсіз карбонатталған каолинит	0,5		
			Гематит марганец тотығымен	1-2		
≤0,5мм		Эл.маг. фракция	Сығымдалу агрегаттары	0,3		
			Техногенді минерал	0,2		
≤0,5мм		Эл.маг. фракция	Шар тәрізді магнетит	бір белгі		
			Мартит	бір белгі		
≤0,5мм		Эл.маг. фракция	Fe гидрооксидтері	негізгі масса		
			Гематиты	много		
≤0,5мм		Эл.маг. фракция	Ильменит	рбір белгі		
			Турмалин	1белгі		
≤0,5мм		Эл.маг. фракция	Mn тотықтары	белгі		
			Сомтума мыс	2белгі		
≤0,5мм		Эл.маг. фракция	Рудалы қара түсті минерал сынықтар	2белгі		

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4		5	6
					Жеңіл фракция минералдары	көп
				Маг. емес фр.	Пирит Касситерит Эл. магнетитті және жеңіл фракция минералдары	3 белгі 5 белгі негізгі масса
				Жеңіл фракция	Кварц Карбонатталған Fe гидроксидтері, Mn тотықтарымен сіңірілген каолинит Fe гидроксидтері Mn тотықтары	негізгі масса 17 3-4 белгі
3	Сынама №3		>>10мм		Темір гидроксидтерімен аздап сіңдірілген, дөңгеленбеген кварц сынықтары Саздар	негізгі масса белгі
			>>0.5мм		Дөңгеленбеген мөлдір кварцтың сынықтары, кейде кварц сынықтарында ұсақ пирит фенокристалдары кездеседі Ашық сұр алевролит сынықтары	осн. масса белгі
			≤0,5мм	Маг.фр.	Шар тәрізді магнетит Мартит	белгі белгі

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
			Эл. маг. фракция	Саздар Fe гидроксидтері Гематит Ильменит Пироксен Турмалин Mn тотықтары	негізгі масса белгі бір белгі бір белгі 2 белгі 3 белгі бір белгі
		Маг. емес фрак.		Пирит Касситерит	белгі 2 белгі
		Жеңіл фр.		Кварц Каолинит	негізгі масса 0,7
4	Сынама №4		>>10мм	Ашық сұр түсті мөлдір, дөңгелектенбеген кварцтың сынықтары	негізгі масса
			>>0,5 мм	Кварц Серицит	негізгі масса бір белгі
			≤0,5мм Маг.фр.	Шар тәрізді магнетит Мартистенген магнетит	бір белгі бір белгі

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
			Эл. маг. фракция	Fe гидрооксидтері Гематит қызыл түсті Ильменит Пироксен Турмалин Жеңіл фракция минералдары Қара түсті минерал	много много бір белгі 1 белгі 1 белгі негізгі масса бір белгі
			Маг. емес фракция	Пирит Флюорит Малахит Лейкоксенделген жыныстардың сынықтары	рбір белгі бір белгі 2 белгі 0,7
			Жеңіл фр.	Кварц Каолинит	негізгі масса 2-3
5	Сынама №5		>>10мм	Кварц сынықтары көбінесе ашық сұр түсті агрегаттардың өсінділерімен, ұсақ кварц түйірлерінің конкрецияларымен және қара кенді минералдармен араласады Ашық сұр топырақты саздардың агрегаттары	негізгі масса 2-3
			>>0.5мм	Кварц сұр түсті Кварц, дала шпаттары және карбонат қосындылары бар топырақты саздар, кенді минералдар сазда ұсақ қара нүктелер түрінде кездеседі	негізгі масса 4-5
			≤0,5мм Маг. ф р.	Шар тәрізді магнетит Пирротин? Техногенді темір	1 белгі 3 белгі белгі

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
			Эл. маг. фракция	Гематит (екі түрлі) Лейкоксенделген ильменит Турмалин Пироксен Малахит Халькопирит Пириттегі лимонит Тантал-ниобий	0,01 0,01 белгі бір белгі 2 белгі 2 белгі бір белгі 1-2 белгі
			Маг. емес фракция	Пирит Касситерит Лейкоксен Рутил Циркон	бір белгі бір белгі белгі 2 белгі 1 белгі
			Жеңіл фр.	Кварц мөлдір мөлдір ақ, сирек өсінділерде (сазды каолинит) Каолиниттелген дала шпаттары, Fe гидроксидтерімен сирек сіндірілген	негізгі масса 7-8
6	Сынама №6		>>10мм	Ашық күл-сұр мөлдір кварц (ашық қызғылт балшық қосылған қоспалармен жарылған) Пироксенит (қара жасыл) Слюда ашық қызғылт түсті сазды материал Ақ түсті каолинит	негізгі масса 2 белгі белгі 3 белгі
			>>0.5мм	Сұр түсті мөлдір кварц Слюда ақ түсті саз Пироксенит Қара түсті везувиан	негізгі масса бір белгі 2-3 белгі 2 белгі

Б.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	
			≤0,5мм	Маг. фр.	Магнетит	рбір белгі
				Эл. маг. фракция	Fe гидроксидтері Гематит (қызыл) Ильменит Пироксен Турмалин Mn тотықтары Везувиан (жасыл)	белгі 0,01 белгі бір белгі 1 белгі 3-4 белгі 2 белгі
				Маг. емес фракция	Лейкоксен Касситерит Пирит	бір белгі бір белгі 2-3 белгі
				Жеңіл фракция	Мөлдір кварц Каолинит Ақшыл түсті эл.магнитті минерал	негізгі масса белгі бір белгі

ҚОСЫМША В

Спектрлік талдау нәтижелері

Кесте В.1 - Жартылай сандық спектрлік талдау нәтижелері бойынша Сырымбет кенорны мору қыртысындағы сирекжер элементтерінің мөлшері, г/т

№п /п	Сына ма	Au	Ag	Mo	Tl	Sb	Nb	As	Sn	Bi	Cu	Pb	Zn	P	Ba	Be
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ұңғыма № 70. 5-5 (Орталық бөлікше)																
1	70-5-5,1	<0,0002	0,00003	0,0002	<0,0005	<0,002	0,001	<0,001	0,0003	0,0002	0,0015	0,0015	0,01	<0,007	0,002	0,0001
2	70-5-5,2	<0,0002	0,0001	0,0001	<0,0005	<0,002	0,002	<0,001	0,0005	<0,0002	0,002	0,002	0,01	<0,007	0,005	0,0001
3	70-5-5,3	<0,0002	0,00003	0,0002	<0,0005	<0,002	0,002	<0,001	0,0005	<0,0002	0,0015	0,001	0,005	0,15	0,002	0,0003
4	70-5-5,4	<0,0002	0,00002	0,0001	<0,0005	<0,002	0,0015	<0,001	0,0005	0,0003	0,0015	0,007	0,03	0,2	<0,002	0,0007
5	70-5-5,5	<0,0002	0,00003	0,0001	<0,0005	<0,002	0,003	<0,001	0,001	0,0002	0,003	0,005	0,02	0,2	0,002	0,001
6	70-5-5,6	<0,0002	0,00007	0,0002	<0,0005	<0,002	0,001	<0,001	0,0002	<0,0002	0,003	0,003	0,04	0,07	<0,002	0,002
Ұңғыма № 71. 5-1 (Орталық бөлікше)																

В.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	71- 5- 1,1	0,0 002 ?	0,0000 5	0,00 03	<0,000 5	<0,0 02	0,00 2	<0,0 1	0,00 2	0,0003	0,00 2	0,00 5	0,007	0,1	<0, 02	0,0002 5
8	71- 5- 1,2	<0, 000 2	0,0000 3	0,00 03	<0,000 5	<0,0 02	0,00 3	<0,0 1	0,00 3	0,0005	0,00 1	0,00 2	0,005	0,07	0,0 2	0,0003
9	71- 5- 1,3	<0, 000 2	0,0002	0,00 05	<0,000 5	<0,0 02	0,00 2	<0,0 1	0,00 25	0,0005	0,00 2	0,00 3	0,005	0,15	<0, 02	0,0002
10	71- 5- 1,4	<0, 000 2	0,0000 5	0,00 1	0,0005	<0,0 02	0,01	<0,0 1	0,00 7	0,0015	0,00 2	0,00 3	0,007	0,15	0,0 2	0,0003
11	71- 5- 1,5	<0, 000 2	0,0000 7	0,00 05	<0,000 5	<0,0 02	0,00 3	<0,0 1	0,02 5	0,0002	0,00 2	0,00 3	0,01	0,1	0,0 2	0,0003
12	71- 5- 1,6	<0, 000 2	0,0000 5	0,00 2	<0,000 5	<0,0 02	0,01	<0,0 1	0,01	0,001	0,00 3	0,00 3	0,005	0,2	0,0 3	0,0003
Карьер (Орталық бөлікше)																
13	Кар ьер 1	<0, 000 2	0,0000 3	0,00 15	0,0005	<0,0 02	0,00 5	<0,0 1	0,00 15	0,0005	0,00 15	0,00 2	0,005	0,15	0,0 2	0,0003
14	Кар ьер 2	<0, 000 2	0,0001	0,01	<0,000 5	<0,0 02	0,00 2	<0,0 1	0,05	0,015	0,02	0,03	0,025	0,1	0,0 3	0,0015
15	Кар ьер 3	<0, 000 2	0,0000 3	0,00 25	<0,000 5	<0,0 02	0,00 2	<0,0 1	0,07	0,005	0,01	0,00 5	0,007	0,07	0,0 3	0,001

В.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
№п /п	Сынам а	La	Ce	Y	Yb	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Lu	Tm	Pr	Nd	Sm	Eu
Ұңғыма № 70. 5-5 (Орталық бөлікше)																
1	70-5-5,1	0,005	0,007	0,0015	0,0001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	<0.00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
2	70-5-5,2	0,002	0,005	0,002	0,0001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	<0.00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
3	70-5-5,3	0,002	0,005	0,002	0,00015	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
4	70-5-5,4	0,002	0,005	0,002	0,0002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
5	70-5-5,5	0,005	0,01	0,003	0,00025	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,00003	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
6	70-5-5,6	0,005	0,007	0,001	<0,0001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	<0.00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
Ұңғыма № 71. 5-1 (Орталық бөлікше)																
7	71-5-1,1	0,007	0,015	0,0025	0,00025	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
8	71-5-1,2	0,002	0,005	0,0025	0,0003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
9	71-5-1,3	0,003	0,007	0,002	0,00015	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	<0.00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
10	71-5-1,4	0,005	0,01	0,01	0,0007	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,0001	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003
11	71-5-1,5	0,002	0,01	0,0025	0,00015	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,00002	<1.0	<0.001	<0.003	<0.003

В.1 – кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
12	71-5-1,6	0,005	0,01	0,015	0,001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,0001	<1.0	<0.01	<0.003	<0.003
Карьер (Орталық бөлікше)																
13	Карьер 1	0,002	0,007	0,005	0,0003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	0,00005	<1.0	<0.01	<0.003	<0.003
14	Карьер 2	0,005	0,02	0,0015	0,0002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	<0.00002	<1.0	<0.01	<0.003	<0.003
15	Карьер 3	0,01	0,015	0,0015	0,00015	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.001	<0.00002	<1.0	<0.01	<0.003	<0.003