

Мирошникова Анастасия Петровна

6D070600 – «Геология және пайдалы қазбалар кенорындарын іздеу және барлау» мамандығы бойынша философия PhD докторы ғылыми дәрежесін алуға арналған диссертациясына

## АҢДАТПА

### **ШТОКВЕРК ТИПТІ АЛТЫН-СУЛЬФИД-КВАРЦТЫ КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУДЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ ЖӘНЕ БОЛЖАУ КРИТЕРИЙЛЕРІ (СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН, ВАСИЛЬКОВСКОЕ КЕНОРНЫ МЫСАЛЫ РЕТІНДЕ)**

Зерттеудің басты объектісі - Донгуальгагаш және Васильков-Березов жарылымдар қиылысының түйінінде орналасқан Васильковское кенорны болып келеді. Ол жыныстардың контрастті гидротемалды өзгерістер мен каркасты-блокты тектоникалық құрылысымен міңездемеледі. Кенорын Алтыбай интрузив массивінде орналасқан, габбро, габбро-диориттер, диориттер, кварцты диориттер, плагиограниттер және гранодиориттерден тұрады. Штокверкті кендену тастамырлы, тастамырлы-сеппелі және сеппелі кендермен ұсынылған. Арсенопирит басты кенді минерал болып табылады.

**Зерттеудің өзектілігі.** Алтын - пайдалы қазбалардың басым түрлерінің бірі болып келеді. Алтынның құны мемлекет экономикасының тұрақты дамуына, экономикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және өндірістің төмендеуі мен дағдарыс жағдайында қолданылатын, мемлекеттің валюталық резерві ретінде қажет. Қазақстанның аумағы өзінің минералдық ресурстарына бай, алтынның минералды-шикізат базасын нығайту басым бағыттардың бірі болып табылады. Қазақстан Республикасының алтын өндірісін ел Президенті белгілеген деңгейге дейін жылына 70 мың тоннаға жеткізуді тапсырды. Міндеттерді алтын кенорындарының болашақ типтерін пайдалану арқылы шешуге болады, олардың біреуі алтын сульфид-кварцты штокверкті кенорындары болып табылады.

Бұл кенорындарының болашағы, негізінен, олардың көпшілігі ірі және аса ірілерге жатады (Аляскадағы Форт-Нокс, Қырғызстандағы Джеруй, Тәжікстандағы Джилао және т.б.). Васильковское кенорны Қазақстандағы ең ірі алтын кенорны болып табылады, қазіргі кезде ол «Altyntay Kokshetau» компаниясымен өндіріледі. Дегенмен, әлі күнге дейін кен денелердің қалыптасу механизмі, жыныстрадың алтын кенденудің жасы, кен денелердің таралу тереңдігі және т.б. туралы көптеген мәселелері шешілмеген. нан минералданған тау жыныстары, рудалық ағзалардың таралу тереңдігі.

Осы мәселелердің кейбіреулері осы диссертациялық жұмыста шешім тапты.

**Зерттеу объектісі** Васильковское алтын-сульфид-кварцты кенорны болып табылады.

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты** (Васильковское кенорны мысал ретінде) штокверкті алтын-сульфид-кварцты кенорындарын іздеу және болжау критерийлерін анықтауы болып табылады.

**Зерттеу міндеттері:**

1. Габброид пен гранодиорит кешендері жыныстарының ұқсастығы және/немесе айырмашылықтары критерийлерін белгілеу үшін заманауи зерттеу әдістерін (оптикалық микроскопия, спектральді талдау және т.б.) пайдалана отырып, Алтынбай интрузивті массивінің жыныстарын зерттеу;

2. Васильковское кенорнының гранодиорит пен габбро кешендерінің абсолюттік жасын қазіргі изотоп-геохронологиялық әдістерімен анықтау;

3. Заманауи аспаптық зерттеу әдістерін (сканерлеуші электрондық микроскопия, микрорентгендік спектральді талдау) қолдана отырып, жаңа деңгейде Васильковское кенорны кендерінің минералдық құрамын толығымен зерттеу, минералданудың негізгі сатыларын анықтау және кенді ассоциациялардың қалыптасу дәйектілігін нақтылау;

4. Алтынның тасымалдауыш-минералдарын және оларды алу нысандарын анықтау, оның минералогия-геохимиялық ерекшеліктерін (құрамы, сынақтану) белгілеу;

5. Автордың жүргізген зерттеулері мен бұрынғы зерттеушілердің деректерін талдау негізінде, (Васильковское кенорны мысал ретінде) штокверк типті алтын-сульфид-кварцтық кенорындарының болжау және іздеу критерийлерін нақтылау.

Зерттеу нәтижесінде осы мәселелерді шешу үшін диссертант келесі **қорғау жағдайларын** қорғауға шығарады:

**Бірінші қорғау жағдайы.** Васильковское кенорнындағы алтын минерализациясы тектоникалық қарқынды геодинамикалық жағдайда қалыптасқан габброид пен гранодиорит интрузияның енуін байланыстырады, бұл контакт аймағында жыныстардың интенсивті метасоматикалық түрлендіруіне және эндогендік кендену үрдісінің көрінісіне ықпал етті. СЖЭ өзгеруінің әртүрлі үлгілері, шашыранды элементтердің (Rb, Th, Ce, Zr) контрастті құрамы және басқа да петрохимиялық көрсеткіштері балқыту кезіндегі әртүрлі магмалық көздерден кенді флюидтың сатылы қабылдауын көрсетеді.

**Екінші қорғау жағдайы.** Жергілікті U-Pb (SHRIMP) сыйыстырушы магмалық жыныстардың жасын анықтау әдісі габброид пен гранодиорит кешендері шағын уақыт интервалында (470-465 млн. жас бұрын) енгізілді, бұл орта-ордовик уақытқа сәйкес келеді.

**Үшінші қорғау жағдайы.** Кенорында екі генерациялардың алтыны көрініс табады: кварц-карбонатты желі тарамылары бар еркін және сульфидтармен байланысты. Алтынның негізгі тасымалдаушысы арсенопирит болып табылады, бірақ алтын арсенопириттің кристалдық торына кірмейді, ол механикалық қоспа түрінде қалады, бұл оның жоғары сынамалығымен және электрондық микроскопияның нәтижесімен дәлелденеді. Алтынның висмут минералдарымен тығыз байланыста болғаны байқалды.

**Төртінші қорғау жағдайы.** Васильковское кенорнында кенденудің дәйектілігі мен қалыптасу заңдылықтары белгіленді, штокверкті сульфид-кварц кенорындарын болжау және іздеу критерийлері анықталды (коллизиялық геодинамикалық жағдайлары, жоғары тектоникалық белсенділік, айырылымды тектониканың кенбақылаушы рөлі, қарқынды метасоматоз үрдістері және олардың аймақтануы, Au-As-Bi-Te минерализацияның көрінісі; алтын кенденуінің маңызды тік шамасы).

**Ғылыми жаңалығы:**

- сирек және шашыранды элементтердің бөлу заңдылықтарының интерпритациялау негізінде кенді флюидтың көздері нақтыланған;
- сыйыстырушы магмалық кешендердің (15 үлгі) жасын анықтау негізінде магмалық кешендердің жасы U-Pb әдісімен (SHRIMP) нақты анықталған;
- кенорынның кендегі алтынның табылу нысанын анықталды;
- әдебиетте бұрын анықталмаған жаңа минералдары анықталды (мальдонит, ингодит, хедлейит);
- кенденудің қалыптасу сатылары мен кезеңдері анықталды, сонымен қатар кенді ассоциациялардың қалыптасу дәйектілігі толығымен анықталған;
- Васильковское кенорнының мысалында штокверкті алтын-сульфид-кварцтық кенорындарының болжау критерийлері ұсынылған және қалыптасудың геологиялық жағдайлары нақтыланған.

**Іс-тәжірибелік маңызы**

Интрузивті кешендерді жасы бойынша енгізу және олардың көздері туралы мәліметтерді алудың жасалынған нәтижелері Солтүстік Қазақстан аумағында және іргелес аумақтарда одан әрі геология барлау жұмыстарын жоспарлауда және өткізуде тиімді пайдаланылуы мүмкін.

Кенорны кендерінің минералдық құрамы бойынша жаңа мәліметтері алтынды алу пайызын жоғарлатуда және алтын-мышьяк кендерін байыту үшін пайдаланылған технологиялық сұлбаларды түзетуге қолдануға мүмкіндік береді (Өндіріске енгізу актісін қараңыз).

Нақталынған болжау мен іздеу критерийлері штокверкті сульфид-кварцты белгілі кенорындарды зерттеу және жаңа кенорындарды ашу үшін пайдаланылуы мүмкін.

**Зерттеулердің негізгі нәтижелері:**

Васильковское кенорны жыныстары мен кендердің заттық құрамын зерттеуге бағытталған зерттеулер мен аналитикалық жұмыстардың үлкен көлемі жүзеге асырылды. Алғаш рет кешенді геохронологиялық зерттеулер U-Pb, Ar-Ar және Re-Os әдістермен жүргізілді. Аналитикалық жұмыстар Қазақстан, Ресей және Ирландияның ғылыми-зерттеу зертханаларында жүргізілді.

Жыныстарының петрографиялық мінездемелері, құрылымдық-бітімді мінездемелері және минералдардың қосылу мен алмастырулардың ерекшеліктері шлифтерде (86 дана) Olympus BX-51 (Өскемен қ. РМК «ҰО ҚР МШКӨ» «ВНИИцветмет» филиалында), Polam-MCP300 (Санкт-Петербург қ.

Карпинский А.П. атындағы ФМББ «ВСЕГЕИ») оптикалық микроскоптарымен зерттелді.

Гранодиорит пен габброидты кешендердің петрохимиялық ерекшеліктерін зерттеу үшін 27 сынама үшін толық силикатты талдау жүргізілді. Талдаулар ALS Minerals (Ирландия) Лугри қаласының зертханасында жүргізілді. Элементтердің концентрациясы ICP-AES, ICP-MS әдістерімен анықталды.

Кендер мен кенді минералдардың минералогиялық талдамасы 140 үлгілер (85 аншлиф, 55 брикет) үшін жүргізілді. Зерттеулер Olympus BX-51 РМК «ҰО ҚР МШКӨ» «ВНИИцветмет» филиалында оптикалық микроскопында орындалды.

Минералдардың мөлшерлі құрамы, алтынның таралуы және оның сынамалығы (Новосибирск қ.) Соболев В.С. атындағы СО РГА геология және минералогия институтының аналитикалық орталығында энергодисперсионды INCAEnergy 350 спектрометрмен жабдықталған Tescan Mira 3 LMU JSM-6510LV сканерлеу электронды микроскопында, сонымен қатар (Өскемен қ.) «ИРГЕТАС» инженерлік профилді зертханасының «JEOL Ltd.» фирмасы шығарған энергодисперсионды талдаманың пристакасы бар INCA Energy JSM-6390LV сканерлеу растрлық электронды микроскопында анықталды.

Әртүрлі генерациялардың арсенопиритіндегі асыл металдардың (Au және Ag) концентрациялары (Новосибирск қ.) СБ РГА Соболев В.С. атындағы геология және минералогия институтының АО-дағы Перкин-Элмер спектрометрінде атомды-абсорбциялы әдісімен анықталды.

(Новосибирск қ.) ГМИ СО РГА АО-да Finnigan D масспектрометрінде 16 үлгілері үшін күкірт сульфидтердің изотопты құрамы анықталды, талдама үшін қатты диоксидті тотығу кезінде сульфидтерден алынған SO<sub>2</sub> газы пайдаланылды.

(Санкт-Петербург қ.) Карпинский А.П. атындағы «ВСЕГЕИ» ФМББ-да сыйыстырушы гранодиорит пен габбро кешендерінің магмалық жыныстардың геохронологиялық зерттеу жүргізілді - барлығы 15 үлгі.

Ең тұрақты және ақпараттылығы бар минералы – циркон бойынша (SHRIMP) жергілікті U-Pb әдісімен жасы анықталды. Барлық циркондар үшін (300-ден астам кристалдар) CLI/QUA2 жүйесі бар CamScan MX2500 сканерлеуші электронды микроскопы көмегімен катодлюминесцентты талдау жүргізілді.

Кенді минерализациясының жасын анықтау үшін кенді ассоциациядағы биотит, серицит және КДШ үшін <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar талдау жүргізілді (барлығы 5 үлгі). Талдау кварцты реакторындағы баспалдақты қыздыру әдісі бойынша (Новосибирск қ.) ИГМ СО РАН АО-да Micromass Noble gas 5400 масспектрометрінде өткізілді.

#### **Автордың фактілік материалы және жеке үлесі**

Диссертациялық жұмыс далалық жұмыстардың материалдары мен (3 алаңдық маусым, 200-ден астам үлгілер) және докторанттың 2012-2018жж. кезеңнің зертеулерінде негізделген. Автормен жыныстар мен кендердің

заттық құрамы зерттелді, сонымен қатар алынған мәліметтердің геохимия, геохронология және изотопия бойынша интерпритациясы жүргізілді.

Жұмыстар ҚР БҒМ ғылым Комитетінің «Бақыршық, Васильковское және Секисовка кенорындар мысалдарында сілтілік магматизмі мен алтын кенденудің металлогендік талдауы» (2015-2017 жж.) гранттық қаржыландыруымен жүргізілді.

Диссертанттың өз материалдарымен қатар, алдындағы зерттеушілердің - В. М. Абишев, М. С. Рафаилович, В.Б. Чекваидзе, И.З. Исакович және басқа да отандық және шетелдік авторлардың бірқатар баспаға шығарылған мен фонд материалдары қолданылған, олардың сілтемелері пайдаланылған әдебиеттер тізімінде берілген.

**Жұмыстың апробациясы.** Зерттеулердің нәтижелері және диссертацияның негізгі жағдайлары «12 th SGA Biennial Meeting: Mineral deposit research for a high – tech world» (Sweden, Uppsala, 12-15 тамыз, 2013 ж.) 12-ші шетел ғылыми конференциясында, «37th Annual Meeting Mineral Deposits Studies Group» (Oxford, UK, 6-7 қаңтар 2014 ж.) халықаралық студенттік конференциясында, «Тау-кен металлургия кешеніндегі инновациялық технологиялар мен жобалар, олардың ғылыми және кадрлық қамтамасыз ету» (Алматы, 18-19 наурыз 2014 ж.) халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында, «Орта Азияның алтынның гигантты кенорындары» (Алматы, 2014 ж.) халықаралық симпозиумда жарияланды. «Қазақстанның алтынкенді әлеуетін арттыру» (Алматы, 2014 ж.), «13<sup>th</sup> Biennial SGA Meeting on Mineral Resources in a Sustainable» (Nancy, France, 24-27 тамыз 2015 ж.) 13-ші халықаралық конференция, «Ресурстарды тиімді пайдалану және қоршаған ортаны қорғау тау-кен металлургиялық кешенін дамытудың өзекті мәселелері» IX Халықаралық конференция және «Материалтану және наноминералдар үшін болашақ технологиялар, жабдықтар және аналитикалық жүйелер» (Өскемен қ., 20-23 мамыр, 2015 ж.) XII Халықаралық конференция, «Минералды шикізатты кешенді өңдеудегі инновациялар» (Алматы қ., 21-22 қаңтар 2016 ж.) Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция Абишев оқулары – 2016, «Кендену үрдістерінде жаңа білімдер» 6-шы Орыс жастар ғылыми-тәжірибелік мектебінде халықаралық қатысуымен, (Мәскеу қ., Ресей, 28 қараша – 2 желтоқсан 2016 ж.), «Mineral Deposits Studies Group» (Ireland, 4-7 қаңтар 2016 ж.), 38-ші Халықаралық қысқы конференция, SEG «Ore Deposits of Asia: China and Beyond Proceedings of International Conference» (Beijing, China, 17-20 қыркүйек 2017 ж.) Халықаралық конференция және «Дәстүрлі мәселелердің инновациялық шешімдері: техника және технология» (Алматы қ., 12 сәуір 2018 ж.) Сатпаев оқуларында.

**Басылымдар.** Диссертация тақырыбы бойынша 28 жұмыс жарық көрді, олардың 7-і ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдарында («ШҚМТУ хабаршысы», «Университет еңбектері», «Қазақстанның тау-кен журналы», «Геология және жер қойнауын қорғау»); Scopus және Web of Science Core Collection деректер базасына енетін журналдарындағы 4 мақала; бірлескен

авторлықтағы бір монография және шетелдік пен көрші елдердің халықаралық ғылыми конференцияларының материалдарында 16 мақала.