

Рецензия

от проф. д-р Камен Богданов, Софийски Университет „Св. Кл. Охридски“, Геолого-географски факултет, катедра „Минералогия, петрология и полезни изкопаеми“

На: Дисертационен труд на маг. инж. Даниела Иванова Николова, редовен докторант към катедра „Геология и проучване на полезните изкопаеми“ на Геологопроучвателния факултет при Минно Геоложкият Университет „Св. Иван Рилски“ на тема: *„Минералогия и геохимична характеристика на находище „Милин камък“, Западно Средногорие“*, представена за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 5.8. „Проучване, добив и преработка на полезни изкопаеми“ по научна специалност „Геология и проучване на полезни изкопаеми“.

Представеният дисертационен труд в обем от 177 стр., с включени 120 фигури, 17 таблици и 132 заглавия цитирана е актуален, добре технически оформен и илюстриран, логично структуриран в 8 раздела и отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав на Република България и Правилника за неговото приложение.

Работата на инж. Даниела Николова е посветена на изследвания на минералния състав, геохимичните и генетичните особености на злато-полиметалното находище „Милин камък“, което е част от Брезнишкото рудно поле в Западното Средногорие. Епитермалните злато-сребърни рудявания свързани с Брезнишкият вулкански комплекс са обект на засилен интерес от наши чуждестранни геолого-проучвателни фирми, в резултат на което през последните години се проведеха детайлни геолопроучвателни работи. Натрупаните нови данни обуславят необходимостта от провеждането на съвременни геоложки, минераложки и геохимични изследвания, в подкрепа на геолого-проучвателните дейности, както и технологичните изследвания при бъдещата експлоатация на нах. „Милин Камък“, което определя научната и практическата актуалност на работата.

Основна цел на представеното изследване е свързана с изясняване на минералния състав, последователността на минералообразуване и пространственото групиране на елементи въз основа на получените нови геохимични данни от детайлното проучване през периода 2016-2019г. на находището, в които участва и авторът на дисертацията.

Основните задачи, които са удачно поставени в работата са свързани с изследването на геоложките, геохимичните и минераложки характеристики на златно-полиметалните минерализации в нах. „Милин Камък“,закономерностите в пространственото разпределение на геохимичните асоциации и изготвяне на генетичен модел. С решаването на тези задачи се цели да се подпомогнат бъдещите проучвателни и тхнологжки работи при експлоатацията на находището.

Получените нови данни за геоложкия строеж, последователността в отлагане на минералните парагенези и съответстващите им геохимични асоциации се базират на фактически материал от 62 броя шлифи и проби от сондажи и подземни минни изработки за лабораторни изследвания. Статистически анализ се основава на данни за 22 химични елементи от 4500 проби, предоставени от „Трейс Рисорсиз“ ЕООД, които покриват пространствено и темпорално литологията, хидротермалните промени и рудните минерализации и правят изследването достоверно и представително в съответствие с добрите практики на геолого-проучвателните работи. Материалите за дисертацията са системно и лично събирани от докторанта по време на теренните изследвания, като геолог към „Брезник Минералс“ ЕООД, където работи от 2016г. до сега и е придобила значителни практически умения при водене на търсещо-проучвателните работи на епитермални залаторудни находища.

След детайлната и добре илюстрирана геоложка и структурна характеристика на района на нах. „Милин Камък“ детайлно е характеризиран минералният състав на злато-сребърните и полиметалните орудявания, отделени са три стадия на минерализация и е извършена статистическа обработка на геохимични данни включващи 22 химични елемента (Ag, Bi, Cu, Sb, Cd, Zn, Pb, As, Au, Mn, Mo, Ba, Be, Cr, Ni, W, Co, Fe, Ti, V, Ca и Mg) от детайлното проучване на рудни зони 1-7.

Основният акцент в работата е посветен на детайлната минераложката и геохимична характеристиката на минералите, които представляват икономически интерес, като носители и на злато и сребро. Установени са нови за находището минерали: селигманит, йорданит, робинсонит и грейтонит. Логично, особено внимание е отделено на количественото разпределение, формите на присъствие, минералните асоциации и особеностите в разпределението на златото по рудни зони. Чрез едномерен статистически анализ (Табл 11-14, фиг. 96-99), клъстер анализ (Фиг. 106) и факторен анализ (Табл. 15) са изяснени корелационни зависимости, сходството между групи елементи, факторните тегла, техните пространствени закономерности (Фиг. 111-117) и връзката им с минералните

асоциации (Табл. 17). Установено е, че асоциацията $[Au, As] Mn \pm Fe$, която е с отрицателна корелация с Ca и Mg от фактор 6, представлява главното рудно тяло и съвпада с участъците с най-високите съдържания на злато. . В източната и част на находището са геохимичната асоциация на $([Cu, Sb] Bi) + Ag, Pb \pm As, Fe, Au, Ba, Zn$ характеризира минералите на изоморфните редици тенантит-тетраедрит и бурнонит-селигманит. Златото е участва в две фактори групи – отчетени от фактори 4 и 6. Свързва се с пирита, барита и сулфосолните минерали.

Системното и логично подбиране на материали и образци от повърхностни и сондажни изработки, както и добрата документация (Фиг. 3-17, 21- 29, 32-72) без съмнение е задължителната методична основа за решаване на основните задачи на изследването, с които маг. Даниела Методиева се е справила успешно. Много добро впечатление в работата прави комплексният подход с комбинирането на минераложките изследвания с едномерен статистически анализ, клъстер и факторен анализи, което позволява интерпретацията на широк спектър от информация за минералните и геохимичните асоциации, тяхното пространствено разпределение и процесите довели до тяхното образуване.

Последователният методичен подход към разработката, доброто структуриране на материала (гл. 2-7) показва, че докторанта познава съвременното състояние на проблемите касаещи изследванията на, минералния състав приложението на съвременни статистически методи при геохимичните изследвания и генетичните собености на епитермални златни находища, критично оценява известната литература по тях и достига до собствени изводи.

Използването на подходящо подбрани методи на изследване позволяват установяването на корелационни връзки между елементи-примеси в основните минерали (Табл. 12-14) и обвързването им с пространствените геохимични характеристики на рудните тела (Фиг. 117), създаването на 3D модели (Фиг. 118-120) и тяхната генетична интерпретация. Установени са специфични особености за нах. „Милин Камък“ по отношение на минералния състав в сравнение с подобни по генетичен тип находища.

Тълкуването на получените нови резултати е логично и показва много добро владение на основните методи на теренните, минераложките и геохимичните изследвания. Много добро впечатление в работата прави обективно отношение на докторанта при анализа на собствените резултати и при интерпретацията на публикувани литературни данни, например: при обсъждането на хидротермалните промени на скалите (стр. 49-52); при описанието на морфологията на рудните тела (гл.III.4); при минераложката

характеристика (стр. 74-104), при приложението на статистически методи на изследване (гл. VI), и тълкуването на генетични проблеми (гл.VIII).

Основните научни и научно-приложни приноси в дисертационния труд са лично дело на инж. Д. Николова и се заключават в получаване и доказване на нови факти за минералния състав, геохимичните характеристики на елементи-примеси в рудите и техните пространствени характеристики.

Детайлно се разглеждат генетичните особености на изучаваните орудявания на базата на 3D моделиране на рудните тела, с интерпретацията и на геофизични данни, с което се обогатяват и допълват съществуващите представи за техния генезис.

Логично са обособени високосулфиден (представен в рудни зони 4 и 8, по данни от предишни изследвания) и умереносулфиден (в рудни зони 1, 2, 3, 5, 6 и 7) тип минерализации и възможността за порфирен тип орудяване в дълбочина в една телескопирана система.

Отделени са шест факторни групи, които позволяват логично да се обвържат пространствените факторни оценки с химичните елементи и минералните асоциации.

По-важните приноси в работата кратко могат да се формулират по следния начин:

- Получени са нови данни за минералния състав и текстурно-структурните особености на рудната минерализация по рудни зони 1, 2, 3, 5, 6, а за зона 7 в находище „Милин камък“ за първи път е изследван минералният състав.
- В централните части на рудна зона 1 са описани нови минерали за находището: селигманит, йорданит, робинсонит и грейтонит. Изучена е формата на присъствие на златото и са установени стадите през които се е отлагало.
- Изследвана е връзката между минералния състав и статистически отделените геохимични асоциации, като е установена зоналност в тяхното пространствено разпространение.
- Съставени са 3D модели по отделените чрез метода на главните компоненти (PCA) шест факторни групи отчитащи пространственото поведение на геохимичните асоциации спрямо рудните зони.
- Предложен е схематичен генетичен модел за формирането и еволуцията на находище „Милин камък“.

Логичното тълкуване на получените нови и съществуващи данни, които са богато илюстрирани с подходящи карти и разрези (Фиг. 15, 112, 116), таблици (4, 6, 11, 16), снимки (Фиг. 58-91) и генетични модели (Фиг. 117-120) допринася за много доброто впечатление от работата. Прави впечатление и факта, че предложената работа е написана на добър професионален език и показва умело прилагане от докторанта на съвременните методи на минераложките и геохимичните и статистическите изследвания и коректна интерпретация на получените резултати.

Инж. Д. Николова е автор на 3 публикации, които отразяват отделни части и приноси от дисертацията. Всички работи са на английски език две от които са публикувани в списание на БГД и една в Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“. Това е позволило някои от приносите и изводите, които докторанта защитава да бъдат представени и оценени от нашата и международната геоложки общности.

Представеният текст за автореферат е добре структуриран, отговаря на изискванията и правилно отразява съдържанието, изводите и основните приноси в дисертацията.

Към работата и докторанта имам следните въпроси и забележки:

- Какъв смисъл се влага в понятието „етап на минералообразуване“ (Табл. 16) и как се отнася към понятието „стадий на минерализация“ (стр. 28-30, 48, 50)?
- Има ли разлика между термините „минерална парагенеза „ и „ минерална асоциация“ (Табл. 17) ?
- На стр. 148 авторът отбязва наличието на вторични кварцити и кавернозни структури вследствие на излужване. В резултат на какви процеси и флуиди се образувани кавернозните структури и кои минерали се излужват?
- Имайки пред вид модела на фиг. 119, геофизичните данни и резултатите от проучването, къде според докторанта е удачно да се зададе сондаж за търсене на медно-порфирно орудяване и на каква дълбочина?

Ще отбележа някои пропуски и препоръки биха могли да се вземат пред вид от автора при публикуване на резултати от дисертацията: На стр. 87 неправилно е изписано: As-ов (Zn-тенантит) и Sb-ов – Ag-съдържащ Zn-тетраедрит; В таблица 16 и на стр. 136 е записано гратонит вместо *грейтонит*, колузит вместо *колусит*; церузит вместо *церусит*; На фиг. 119 липсват означения за мащаб. При изписване на формулите на минералите от тетраедритовата група (Табл. 5) има несъответствие при анализ 16 на сумата от формулните единици на As и Sb; При

анализи 26-28 на тетраедрит е правилно първо да се запише елементът Sb, който има по-високи стойности на формулните единици; Формулите и съответно названията на тетраедритовта група е препоръчително да съответстват на приетата от IMA номенклатура (*Biagioni et al., 2020*). В рудната микроскопия се предпочита терминът алотриоморфен вместо ксеноморфен (Табл.10). При изписване на съкращенията на минералите е желателно да се съобразят със стандартните съкращения предложени от IMA (*Warr, 2021; Mineralogical Magazine, 2021, 85, 291–320*).

В заключение считам, че представеният дисертационен труд представлява едно съвременно и комплексно изследване с реален теоретичен и практически принос в изучаването на миинералния състав, закономерностите в пространственото разпределение на геохимичните асоциации и генезиса на находище „Милин Камък“.

Като имам пред вид много добре разработената дисертационна тема, опита от теренна работа на докторанта, съчетана с прилагането на комплекс от съвременни методи на изследване, оригиналните приноси и доброто изложение на материала предлагам на уважаемото Научно жури да присъди на маг. инж. Даниела Иванова Николова образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 5.8. „Проучване, добив и преработка на полезни изкопаеми,“ по научна специалност „Геология и проучване на полезни изкопаеми“

Рецензент:

/Проф. д-р Камен Богданов/

27.01. 2026г.

София