

## С т а н о в и щ е

От *Проф. д-р Росен Недялков Недялков* (катедра МППИ при ГГФ при СУ,) – член на научното жури определено със заповед на Ректора на Софийския Университет СУ „Св. Климент Охридски“ РД – 38 – 658/15.12.2023 г.

Относно дисертационния труд на *редовен докторант Християна Василева Георгиева* на тема *„Околорудни хидротермални изменения на скалите от медно-порфирно находище Елаците“* за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 4.4. *„Науки за Земята“*, по научната специалност *„Петрология“*.

През 2014 година Християна Василева Георгиева завършва висше образование (Магистър по геохимия) в СУ „Св. Климент Охридски“ към катедра „Минералогия, петрология и полезни изкопаеми“ при ГГФ. От 2015 до 2018 година тя е редовен докторант към същата катедра в професионално направление: 4.4. „Науки за Земята“, специалност „Петрология“. През есента на 2018 тя е отчислена с право на защита, като по ирония на съдбата, същата година, тя става многодетна майка с три деца, а по късно и с четвърто. Въпреки всички неочаквани трудности, тя намира сили и добра организация, така че да завърши оформянето на докторската си работа. Работата ѝ е посветена на един от най-добре изучените обекти в България, медно-порфирно находище Елаците. Изследването е посветено на хидротермалните изменения на скалите в находище Елаците, които са били многократно, частично „попътно“, изучавани при осъществяването на изследвания на структурата и орудяванията на находището, но не са били обект на комплексни целенасочени изследователски работи.

### *Обща характеристика на дисертационния труд*

Дисертационният труд се състои от 320 страници, от които 227 страници са текстът и фигурите (126 на брой) на самата дисертация. Ползваната литература е изложена в 19 страници и е съставена от 58 заглавия на кирилица и 208 заглавия на английски. Ползвани са също така и 6 фондови доклада. Към дисертацията са дадени и две приложения с допълнителна графична и таблична информация в обем от 72 страници.

Самата дисертация е организирана в десет глави, плюс заключения и изводи, приноси и литература. Основна тежест в дисертацията имат гл. 4 – „Теренни наблюдения“ (32 стр.), гл. 5 – „Петрографска характеристика на хидротермално променените скали“ (25 стр.), „гл. 6 – „Минераложки и геохимични особености на вторичните минерали“ (80 стр.), гл. 7 – „Привнос-износ на елементи и индекси на промяната“ (22 стр.), както и гл. 10 – „Дискусия и модел на системата“ (15 стр.).

В дисертацията си Християна Георгиева показва едно добро познаване на предходните изследвания свързани с находището. Теренните наблюдения, които са с обща продължителност над три месеца за трите години на редовната докторантура, са позволили провеждането на едно целенасочено опробване на хидротермално променените скали. С разрешението на рудника са опробвани и няколко сондажа. Въз

основа на теренните и петрографските изследвания е определен почти целия набор от хидротермално променени скали свързани с медно-порфирните находища с изключение на тези образувани близо до земната повърхност, които са еродирани. Отделени са скарни, натриево-калциеви (Na-Ca) хидротермално променени скали, преходните Na-Ca-K-силикатни скали, K-силикатни, преходните K-силикатни филитови хидротермално променени скали, кварц-серицитови скали, кварц-адулар-карбонатни скали, аргилизитоподобни скали и пропицити.

Проведени са: анализ на наличната литература за находище Елаците; полеви изследвания с опробване на скали; петрографски анализ; геохимични изследвания на скали и минерали за главни компоненти и елементи следи (мокър силикатен анализ, РФА за главни и микрокомпоненти, LA-ICPMS); рентгенофазов анализ; изотопни анализи за S, O, C на пирит и калцит от жили свързани с кварц-адулар-карбонатните хидротермални промени; определяне на някои термо-барични условия на хидротермалната кристализация; обсъждане на получените резултати и изграждане на модел на хидротермалната система.

#### *Научни и научно-приложни приноси*

Като научно-приложен принос може да се определи извеждането на макроскопски признаци за теренното разграничаване на свежите от K-силикатните променени скали както и разграничаването на K-силикатните от K-силикатно-филитовите хидротермално променени скали. Така изведените признаци вече се прилагат от геолозите работещи на рудника.

За първи път при всички детайлно петрографски описани хидротермално променени скали е определен химичния (микрорентгеноспектрален) и геохимичния (LA-ICPMS) състав на минералите, които ги изграждат.

За всички хидротермално променени скали, по различни протолити, са определени химичния и геохимичния им състави, въз основа на които са изведени привноса и износа на главни и микрокомпоненти и са приложени различни индекси на промяната, за да се проследят процесите на промяна при хидротермалната система.

За първи път са установени и описани детайлно скарни (гранат-епидотови, гранат-пироксен епидотови и др.), епидозити, натриево-калциеви (Na-Ca), преходните Na-Ca-K-силикатни хидротермално променени скали.

Макар и твърде оскъдни на брой, за първи път са дадени изотопни данни за леките стабилни изотопи на S, O, C по пирит и калцит от жили свързани с кварц-адулар-карбонатните хидротермални промени.

Показано е дискретното, импулсно освобождаване на магматичните флуиди. Доказани са поне два импулса с образуване на K-силикатна хидротермална промяна, които взаимно се пресичат. Въз основа на магматично хидротермални брекчи, свързани с различни магматични импулси, се установява, че първите най-високотемпературни хидротермални промени са K-силикатните. За този тип промяна, всички изотопни резултати от различни находища по Света, показват, че флуидите са магматични по характер.

Обърнато е внимание върху многообразието на морфологията и химизма и върху характера на разпределението и ниската температура (между 320 и 160 °C) на образуването на хлорита. Като полигенен минерал, включването му в една или друга минерална парагенеза е много деликатно. Твърде вероятно е образуването му да е

значително по-късно и при други физико-химични условия в сравнение с главните минерали, които определят някои от хидротермалните промени. Така например при К-силикатната промяна, в която някои от изследователите включват и хлорит, вторичния биотит е образуван при температури 730-650 °С, докато хлоритът е образуван при температури от 300 °С и по-ниски, при това той замества вторичния биотит.

Въз основа на всички теренни, петрографски и богати аналитични данни за медно-порфирно-златно находище Елаците, както и съобразявайки се с многобройните и богати изследвания на други медно-порфирни находища по Света, в работата е направен опит да се даде нов модел на хидротермалната система на находище Елаците. Целта на изработването на такъв нов модел е да се даде приемливо обяснение на някои от наблюдаваните нееднозначни и дори противоречиви взаимоотношения между наблюдаваните минерали при различни хидротермално променени скали, както и нееднозначните данни от изотопните анализи. Постановката за паралелното функциониране на термично задвижваните формационни и метеорни води от една страна, и дискретно освобождаваните магматичните флуиди от друга, откриват възможността за обясняване на нееднозначните резултати от изследвания описвани при много находища и конкретно при Елаците.

#### *Критични бележки към дисертационния труд*

Към дисертацията на Християна Георгиева могат да се отправят следните критични бележки:

- Някои от описанията и обосновките на изводите не винаги са достатъчно ясно изложени, така че да се възприемат еднозначно;
- Текстовата информация към допълнителните таблици и графики изложени (антетки и допълнителни текстов обяснения) в приложенията би могла да бъде по-пълна и по-точна и по-изчерпателна.

#### *Самостоятелност в изследователската работа*

Въпреки, че на някои места от време на време се усеща влиянието на ръководителя на докторантката, няма никакво съмнение, че дисертацията е лично дело на докторантката Християна Георгиева.

#### *Публикации по темата на дисертацията*

По темата на дисертацията са представени 9 публикации, като всичките са свързани с международни конференции или български конференции с международно участие. Представени са: две резюмета от световните геохимични конференции Goldschmidt 2017 и 2019; един доклад и едно резюме от конференции на КБГА (от Прага 2019 и от Пловдив 2022); пет разширени резюмета (от две до четири страници) от годишните конференции на БГД „Geosciences“ съответно от годините 2016, 2017, 2018, 2021, 2023, публикувани в списание на БГД. Всичките публикации са реферирани. Във всичките публикации Християна Георгиева е първи автор.

#### *Съответствие на автореферата с дисертационния труд*

Автореферата на дисертацията е доста обемист (53 страници) и съдържанието му, както и заключенията в него, съответстват на тези от дисертацията. Автореферата дава достатъчно ясна и пълна представа за дисертационния труд.

*Общо заключение*

Дисертационния труд на Християна Василева Георгиева, посветен на хидротермалните изменения на скалите в находище Елаците е едно завършено, комплексно, самостоятелно научно изследване, осъществено на съвременно научно ниво (при широк набор от модерни лабораторни изследвания). То е богато на нови поледи, петрографски и геохимични данни. Резултатите и интерпретациите са оригинални и допринасят за пълното охарактеризиране на различните хидротермални изменения, както и за условията, при които са се осъществили – обяснявайки комплексния ход на хидротермалната активност. Те имат както приложен така и теоретичен характер. Направените интерпретации и заключения разширяват познанията за находището като цяло и дават нови насоки за изследването на медно-порфирните находища изобщо. Направените критични бележки не накърняват достоинства на работата.

Всичко гореизложено ми дава основание да оценя положително дисертационния труд на Християна Василева Георгиева и да предложа на уважаемото научно жури, и на научния съвет на ГГФ, да ѝ бъде присъдена образователната и научна степен Доктор – в направление „Науки за Земята“.

София

30.01.2024 г.

Член на научното жури:

/Проф. Р. Недялков/