



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по научната специалност „Геология и проучване на полезни изкопаеми“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Георги Людмилов Лютов – Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, Геологопроучвателен факултет, Катедра „Геология и проучване на полезни изкопаеми“

Тема на дисертационния труд: Минерални асоциации и развитие на рудообразователните процеси в златно-сребърното находище „Седефче“

Член на Научното жури: доц. д-р Желязко Костадинов Дамянов – Институт по минералогия и кристалография „Акад. Иван Костов“ - БАН

Златото и другите благородни метали винаги са били първостепенни обекти на научноизследователската дейност практически във всички области на човешкото познание. В сферата на геологията у нас има натрупан дългогодишен опит на няколко поколения полеви специалисти и академични учени, който преди време бе обобщен в монографични издания за златото, неговите находища и технологии за преработка в България. Радващ е факта, че през последните няколко години редица млади изследователи, подпомагани от техните научни ръководители и колеги, избраха да продължат своето развитие и да формират научна компетентност върху златото от нови или недостатъчно изучени златорудни находища и райони в страната.

Представеният от Г. Лютов труд на тема “Минерални асоциации и развитие на рудообразователните процеси в златно-сребърното находище „Седефче“ е четвъртата дисертация у нас за последните 5 години с фокус върху минералого-геохимичните и геолого-генетичните особености на златото и съпътстващите го минерални асоциации. Работата е в обем от 121 стр., вкл. 98 фигури, 29 таблици и 123 цитирани източника (53 – на кирилица, 62 – на латиница, и 8 фондови доклада), както и едно Приложение (топографски план на находище Седефче с местоположенията на взетите образци).

След продължителни дискусии върху предварителни варианти на дисертацията, в които рецензентът взе участие, в окончателния текст авторът е успял да намери сравнително приемлив баланс между заявената в заглавието тематична област (респ. претенция за докторска компетентност!) и представения изследователски материал. Въпреки това заглавието на дисертацията се нуждае от допълнителен коментар, тъй като да се опише „развитието на рудообразователните процеси“ дори в едно „съвременно“ находище, което не е претърпяло никакви промени след формирането си, е изключително сложна и трудоемка задача. А какво остава за фосилно находище с продължителна еволюционна история! За да се направи достатъчно приемлива схема за развитието на един рудообразователен процес, трябва да бъдат изяснени (с безспорни факти и непротиворечиви аргументи) множество негови елементи,

напр.: геодинамична обстановка и геоложки процеси, породили рудообразуването; възраст и продължителност на рудообразуването; източници на рудно вещество и рудообразуващ разтвор; физико-химични характеристики на разтвора; термодинамични условия на рудообразуването; среда и механизъм на рудоотлагане; взаимодействие с вместващите скали, зоналност и рудни ореоли; пострудни изменения и др. Редките коментари в текста по отношение на рудообразувателните процеси, както и декларативно поднесения схематичен генетичен модел, показват, че изследванията върху този проблем трябва да продължат и занапред.

Находище Седефче е известно отдавна на нашата професионална общност и неколkokратно е било обект на търсецо-проучвателни работи и научни изследвания в близкото минало. Налице са много публикувани и непубликувани (фондови) материали за неговите минераложки, геохимични и геоложки особености. Затова е важно да се подчертае, че авторът правилно е обосновал несъмнената **актуалност на проведените изследвания** с необходимостта от надграждане на наличните данни и детайлно изучаване на минералого-геохимичните и геолого-генетичните характеристики предвид предстоящата експлоатация на находището. На тази база декларираниите **основна цел и задачи** на дисертационния труд са адекватно формулирани и кореспондират с представените в текста изследователски резултати.

Последователността на изложението е добре структурирана в 8 глави със съответните раздели в тях и следва логиката на проведеното научно изследване: от състоянието на изученост на проблема и използвания методично-аналитичен апарат през диагностиката и характеристиката на рудните и нерудните минерали към структурно-текстурния и минерало-парагенетичния анализи, завършвайки с интерпретацията на рудообразувателните процеси и моделните генетични конструкции. Смятам обаче, че дисертационният труд в известна степен е дебалансиран, тъй като твърде голяма част от него (около 45%) обхваща обзора по литературни данни на вече известни факти за геологията на района, находището и методиките на изследване, докато собствените изследвания на автора са представени в останалите 55%.

Дисертационният труд е богат на фактологичен материал, представен основно от таблици с микросондови анализи за почти всички описани минерали, както и от микроснимки за някои техни особености и взаимоотношения. Много често снимки и таблици се включват в една обща фигура, което излиза извън стандартите и изискванията за публикуване на специализираните професионални издания. Авторът е избрал също така „нестандартен“ начин за номерация на таблиците и фигурите – не в последователността на появяването им, а с нова номерация към всяка глава. На редица места са представени таблици (напр. Таблица III.1.17 и V.1) и особено фигури, които не са цитирани в текста на дисертацията, напр. почти всички обобщителни фигури в гл. I. Геоложка характеристика на района (Фиг. I.2.1, I.5.1, I.7.1, I.7.2, I.8.1, I.9.1, I.11.2). В работата

не липсват и терминологични грешки, напр. *окиси* и *хидроокиси* вместо *оксиди* и *хидроксиди*. Като цяло в представения труд не са спазени редица, може би формални, но все още действащи у нас изисквания за оформянето на дисертации съгласно стандарта БДС ISO 7144:2011.

Г. Лютов е добре запознат със **състоянието на изученост** на находище Седефче, на Звездел-Пчелоядското рудно поле към което то принадлежи, както и на региона на Източните Родопи, където те са локализирани. Геолого-структурната характеристика на района е представена по литературни данни с няколко обобщителни карти, схеми и таблици и в съответствие със съвременните ни познания за геологията на тази част от страната. Основната част от ползваните в дисертацията 123 литературни източника включва именно работи върху геологията на района и особеностите на рудните минерализации в него. В това отношение авторът е показал умение за анализ и синтез на наличните литературни източници за целите на своето изследване.

На този фон и предвид авторските претенции за научна степен по специалността „Геология на полезните изкопаеми“, смятам за недостатъчен обема на ползваните литературни източници в областта на рудната минералогия и геология. Тук дори не става дума за тясно специализирани обобщителни монографии върху специфични минералого-рудоложки проблеми, свързани с тематиката на дисертацията (напр. *Mineral chemistry of metal sulfides*, 1978; *Блеклые руды*, 1983; *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 1979, 1997; *Sulfide Mineralogy and Geochemistry*, 2006), макар че според мен тяхното ползване е задължително за адекватната интерпретация на получените аналитични данни в дисертацията. Но авторът не е ползвал дори настолните за рудоложката професия класически монографични издания, които оформят базовата компетентност в нашата научна област – тези на Рамдор, Бетехтин и др., Крейг и Воган, Смирнов, Мичел и Гарсън... И всичко това си личи в дисертационния труд – представени са значително количество аналитични и морфо-структурни данни за минералите от находище Седефче, но те се коментират по правило от формална гледна точка – „равномерно/неравномерно“, „по-голямо/по-малко от“, „кристал/агрегат от“. Липсва задълбочена научна интерпретация на фактологичния материал или поне елементарна сравнителна характеристика с минералния състав на подобни орудявания у нас и по света. Генетично-информационният потенциал на многобройните микрохимични изследвания и оптични наблюдения така си остава неразкрит.

Друг забележим пропуск на представения труд е наличието на публикации в раздела „Литература“, които не са цитирани в основния текст (напр. *Bojkova*, 1999; *Gill*, 2009; *Graf*, 2001; *Sabeva et al.*, 2017; *Roedder*, 1984). Броят им е твърде голям, за да става дума за обикновена небрежност. Въобще в граматично, лексикално и стилово отношение представената работа търпи доста критики. Като (сравнително) млад изследовател, авторът трябва да се стреми стриктно да спазва приетите стандарти и изисквания за публикуване в научната периодика.

Използваният от Г. Лютов **комплекс от теренни, лабораторни и аналитични методи и методики** позволява оптималното изпълнение на поставените цели и задачи на дисертацията. Получените резултати са базирани на изследването на достатъчно представителни рудни и скални образци от кариерата на находището и от сондажни ядки. Използвани са както стандартните рудоложки методи (оптична микроскопия, микротермометрия, прахов рентгеноструктурен анализ), така и най-съвременни такива (електронна микроскопия с микросондов анализ, LA-ICP-MS). Не смятам за уместно в дисертационен труд да се дават учебникарски формулировки на принципите на действие на дадени методи (напр. що е рентгеноструктурен анализ или изследване на флуидни включения) или на базови научни термини (що е текстура и структура, минерална асоциация и парагенеза). Трябва да се подчертае, че авторът е имал изследователския шанс собственооръчно да изучи в детайли подобрите материали, работейки като оператор в лабораторията по електронна микроскопия в МГУ. Професионалната му подготовка в това отношение е изиграла много важна роля при работата върху дисертацията. Несъмнено Г. Лютов е овладял в голяма степен съвременния методично-аналитичен апарат за провеждане на полеви и лабораторни изследвания на минерали, руди и продукти от тях.

Основният **научен принос** на представения дисертационен труд според мен се състои в значителното разширяване на нашите познания върху минералого-геохимичните особености на рудите от златно-сребърното находище Седефче, както и на някои елементи на формиралата го палеохидротермална рудообразователна система. С помощта на овладян от автора комплекс от модерни аналитични методи са изследвани с различна степен на детайлност основните първични и вторични рудни минерали от находището. В резултат на проведените изследвания са получени много нови данни за техния химичен (вкл. микрохимичен) състав, формата на присъствие на ценните компоненти, концентрацията, разпределението и вариациите на другите примесни елементи, както и структурно-текстурните особености на рудите. Установени са няколко неописани досега за находището минерала – самородно злато, борнит, фаматинит-лузонит, прустит, англезит. Присъствието на редица други (основно вторични) минерали също може да се счита за потвърдено с голяма степен на вероятност, макар те да не основни обекти на изследване в настоящия труд. Изказано е предположение за формата на присъствие и основният минерал – носител на златото в находището. Изследвани са флуидните включения в съпътстващите орудяването минерали (кварц и калцит), в резултат на което са получени данни за температурите на хомогенизация и соленост на рудоносните разтвори за различни стадии и парагенези. Ревизирани са досегашните представи за наличните минерални парагенези в находището и е предложена актуализирана схема за последователността на минералообразуването. На базата на наличните данни и на сравнителна характеристика е предложен схематичен генетичен

модел на находището, базиран на класическите представи за вулканогенно-хидротермалните системи в работите на Хеденкуист, Уайт, Арибас и др.

Несъмнено представеният дисертационен труд е в голяма степен **лично дело** на Г. Лютов. Той е самостоятелен автор на три статии по темата на дисертацията в Годишника на МГУ, публикувани през 2016 и 2017 г. Публикациите отразяват резултатите от неговите изследвания върху самородното злато и елементите-примеси в сулфидните минерали от находище Седефче и професионалната геоложка общност у нас е запозната с тях. Данни за цитирания на негови работи не са представени.

Авторефератът отразява правилно актуалността на проблема, поставените цели и задачи, състоянието на изученост на находището, използваните методични подходи и аналитичен апарат, постигнатите нови резултати, основните приноси на автора и главните изводи от изследването. Резюмето на английски език към автореферата е твърде кратко и неинформативно. Силно препоръчително е то да отразява в значителна степен основните резултати и изводи от проведените изследвания.

Тъй като съм запознат с дисертационния труд на Г. Лютов още от етапа на предварителните обсъждания и дискусии, до голяма степен съм удовлетворен, че в окончателния текст авторът е взел предвид редица мои бележки и предложения за подобряване на работата преди насочването ѝ за защита. По-горе в текста на рецензията също съм представил някои **забележки и въпроси**, но бих желал да обърна внимание и на следното:

- Авторът е отдал твърде голямо значение на химичния състав на минералите, както и на техните взаимоотношения основно при наблюдения с микроскоп (оптичен или електронен). Това, разбира се, съвсем не е укорително, но в същото време липсват описания и обобщения на други важни (особено за технологичната преработка) характеристики, като напр.: морфология и размери на минералните индивиди, агрегати и зърна; структурно-текстурни макро взаимоотношения; пространствено разпределение на рудните и нерудните минерални асоциации и парагенези.

- Богатата фактологична база от данни за химичния и микрохимичния състав на минералите от находище Седефче практически не е коментирана и интерпретирана за индикаторно-генетични цели. А за голяма част от тях (пирит, арсенопирит, сулфосоли и др.) съществуват обобщителни публикации с изведени схеми и дискриминационни диаграми по типове и видове рудни находища и минерализации, зависимости на съставите от характеристиките на минералообразуващите разтвори и параметрите на рудоотлагане и т.н. Това би помогнало на автора в голяма степен да преодолее декларативния начин на представяне на рудообразователните процеси в находището, което всъщност е и единият от двата основни елемента на неговата дисертация.

- Авторът е показал напредък по отношение на представения схематичен генетичен модел на находище Седефче в сравнение с предишните варианти на неговата дисертация, но все още липсва яснота по редица основни елементи на рудообразователната система, формирала находището (изброени на стр. 2 от рецензията). Причисляването на Седефче към находищата тип *hot springs* за мен не е защитено с убедителни аргументи. Посочените от автора елементи на прилика (тектонска обстановка, възраст, вместиращи скали и геохимична характеристика) въобще не са определящи за този тип находища, защото те са същите и за класическите нискосулфидни епитермални такива. *Hot springs* се формират в приповърхностни условия при температури по-ниски от установените в настоящото изследване и „кипене“ (boiling) на хидротермалните разтвори. Самият автор е представил обобщена схема по литературни данни на този тип находища в текста на дисертацията (Фиг. VIII.3) и тогава възниква резонният въпрос: Кои точно белези на епитермалните находища тип *hot springs* присъстват в находище Седефче съгласно представената на Фиг. VIII.3. схема? Аз не видях в дисертацията нито едно доказателство за наличие в Седефче на характерните за *hot springs* процеси, продукти и зони. И докато такива не бъдат представени, не виждам основание да се коригира мнението на другите изследователи, че находище Седефче е епитермално нискосулфидно.

- Какъв е бил принципът на последователност при описанието на минералите в глава III. Минерален състав? По класове, групи и видове, по относително присъствие в находището, или по нещо друго?

- Авторът твърди, че златото в находището най-вероятно присъства под формата на колоидни нановключения главно в арсенопирита, но също и в други сулфиди. Това твърдение е твърде важно, за да бъде оставено без поне някакви доказателства – напр. с изследване чрез ТЕМ или дори косвено (при наличие на силна корелация между Au и As по данни от геохимичното опробване). Този въпрос трябваше да бъде решен еднозначно в настоящата дисертация, още повече, че Г. Лютов е имал възможност да използва най-съвременни аналитични методи при специализацията си в чужбина. Защото ако не се знае формата на Au и неговата локализация в рудите, техноложката преработка ще бъде силно затруднена.

- Може ли авторът на базата на настоящите изследвания и на наличните в литературата данни за самородното злато в нискосулфидните епитермални находища да направи обосновано предположение за пробността на тези „нановключения“ (високо-, средно- или нископробно злато?).

- При описанието на пирита на стр. 53-54 не се отделят никакви негови генерации. Как тогава авторът си обяснява наличието на пирит с вариращи микрохимични особености (със и без примеси от цветни и благородни метали), който според него трябва да е формиран в рамките на една и съща парагенеза?

Като цяло, дисертационният труд на Г. Лютов е богат на нов фактологичен материал за химичното и микрохимичното разнообразие на рудните и нерудните минерали и техните взаимоотношения в рудите от находище Седефче. Представените от автора нови данни са негово лично дело и могат да бъдат използвани в бъдеще за минералого-генетични интерпретации на рудообразователните процеси в находището и района, за сравнителни изследвания с други орудявания от подобен тип у нас и по света, както и за подпомагане на целенасочени търсецо-проучвателни дейности в региона. Същевременно те са ценен източник на информация за технолозите, които ще разработват схеми за оптимално извличане на полезните компоненти при бъдещата експлоатация на находището.

В заключение смятам, че Г. Лютов е овладял в достатъчна степен методично-аналитичния апарат за провеждане на самостоятелни изследвания и решаване на научни проблеми в областта на рудната минералогия и геологията на полезните изкопаеми. В неговия дисертационен труд са представени резултатите от едно актуално и методически обосновано изследване с оригинални научни и научно-приложни авторски приноси. Той отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав и Правилника за неговото прилагане.

Оценявам положително представения дисертационен труд и подкрепям присъждането на образователната и научна степен „доктор“ по научната специалност „Геология и проучване на полезни изкопаеми“ на Георги Людмилов Лютов.



27.01.2020 г.
гр. София

Изготвил:

/доц. д-р Ж. Дамянов/
damyanov@clmc.bas.bg