

## **Р е ц е н з и я**

на дисертационния труд на **Елена Славчева Тачева** на тема:

**“Минералого-геохимична характеристика на акцесорни минерали от  
Петроханския плутон”,**

представен за получаване на научната степен **“Доктор”**

рецензент: проф. д-р **Огнян Евтимов Петров**

Процесите на смесване на магмите имат важно значение за обяснение на особености по време на тяхното внедряване в приповърхностните части на земната кора и свързаните с това етапи на придвижване и модификации на мобилната магма.

Индикаторна роля за реконструкция на променителните процеси имат определени акцесорни минерали, чието внимателно изследване (взаимоотношения с останалите минерали, промени в структурата им, разпределение на елементите-примеси, морфология) е с потенциал за тълкуване на процесите на магмена еволюция.

Предлаганата дисертация се фокусира върху подобна проблематика на примера на скалните разновидности на Петроханския плутон (в района на селата Спанчевци и Бързия). При изследване на представителни проби от този обект се прилагат и изотопно-геохронологички изследвания (върху циркони, титанити, монацити). Опробвани са скали, които отразяват различната степен на смесване на магми с базичен и кисел състав в този регион: гранодиорити, вместиращи мафичните магматични включения; мафични магматични включения с габро-диоритов състав; хибридни скали; базични дайки.

Цел на представения дисертационен труд е установяване на минералого-геохимични характеристики на акцесорни минерали от главните скални разновидности и от скали с различна степен на смесване на магми с контрастен състав в Петроханския плутон.

В предлаганата дисертация актуалността на горните проблеми е ясно очертана и са специфицирани конкретните цели на изследването, от които следват и поставените задачи за решаване – внимателна литературна справка по проблемите; теренно изследване, опробване и детайлно описание на геоложките и петрографските

особености на скалите, представителни за смесване на магми в района; минералого-геохимичните изследвания на широко разпространени във всички скали от Петроханския плутон акцесорни минерали (апатити, циркони, титанити, илменити и магнетити) с определяне на характерни особености, маркиращи процесите на взаимодействие на магми и постмагматични промени; пространствено и времево обвързване на магмените процеси чрез изотопно-геохронологско датiranje на акцесорните минерали и изотопно-геохимичните им характеристики.

Важен аспект за успешното решаване на поставените научни проблеми е сполучливо подбрания комплекс от методи на изследване.

Химизмът на скалообразуващите минерали е определен със сканиращ електронен микроскоп JEOL JSM 35 CF с анализатор Tracor Northern TN и с електронносондов микроанализатор JEOL JXA8200.

Химичните състави на скалите са определени чрез рентгено-флуоресцентен анализ (XRF) за главните елементи и LA-ICP-MS за редкоземните и елементите следи.

Морфологията на кристалите и зоналните фрагменти на акцесорните минерали са извършени със SEM, CL и BSE снимки. Микросондовите анализи (EMPA с WDS) на титанити и апатити са извършени с апарат JEOL JXA8200 и с CAMECA CAMEBAX SX 50. Специално приготвени полирани повърхности на обектите са изследвани с оптичен микроскоп на Leitz Orthoplan-Pol в отразена светлина и сканиращ електронен микроскоп ZEISS SEM 25LS. Микросондовите анализи на илменити и магнетити са извършени на Philips SEM 515-WEDAX 3A и ZEISS SEM EVO 25 LS-EDAX Trident

Приложена е процедура на смилане, квартоване и стриване на валовите проби, фракциониране с електромагнит и тежки течности и селектиране на подходящи минерални кристали за анализ.

Геохимичните и изотопни данни са получени с използването на LA-ICP-MS, а геохронологички изследвания са реализирани с In-situ LA-ICP-MS и конвенционален ID-TIMS метод.

От изложеното до тук може да се заключи, че заложените в представената за рецензиране дисертация научни цели и задачи са убедително обосновани, методично обезпечени и успешното им решаване е възможно.

Представеният дисертационен труд е в обем от 139 страници, включващи 43 фигури, 25 таблици, 3 приложения и 73 цитирани литературни източници, 57 от които на латиница, и 16 на кирилица.

Приложен е списък с публикациите на дисертантката по темата на дисертацията, състоящ се от 6 статии в съавторство – 5 от тях в сборника *Proceedings of National Conference Geosciences* и 1 статия в *Comp. rend. Acad. bulg. Sci.* (списание с импакт фактор)

В 3 от статиите докторантката е първи автор и във всичките работи основен съавтор е нейния научен ръководител.

Дисертацията е написана на много добър терминологичен език и е с техническо съдържание и оформление от високо качество.

**В раздела** “Геоложко положение и изученост” дисертантката представя подробна литературна справка за разкриващите се разнообразни по състав и размери плутони в палеозойските ядки на Западно- и Централнобалканските антиклинали, образувани като резултат от херцинското развитие, протекло в колизионен режим и като резултат плутоните от гранодиорит-гранитовия комплекс се оказват с постколизионен характер, имат пъстър фациален строеж, обусловен от широко развити процеси на нормална диференциация, както и асимилация на побазични съставки от диабаз-филитоидния комплекс.

Специално внимание се отделя на Петроханският плутон (обект на изследването) - едно от най-крупните магмени тела в обхвата на „Старопланински калциево-алкални плутони”, вместен в долнопалеозойските скали на диабаз-филитоидния комплекс. Скалите на Петроханския плутон променят контактното вместицата ги нискостепенни метаморфити. Анализирайки публикуваните данни авторката прави извода, че наблюдаваните взаимоотношения между гранитоиди и габра и наличието на мафични магматични включения в гранитоидите на Петроханския плутон показват, че освен процеси на магмена диференциация и асимилация, значителна роля са играли и процесите на смесване на магми, които досега не са били обект на изследване. В дълго живеещите магматични центрове в различни тектонски обстановки контрастни по състав, едновременно съществуващи магми могат да реагират помежду си. След застиването се образува скален продукт, който се различава

по състав от скалите, които биха се образували от отделните магми. Процес на смесване на магми в горнокорова камера е установен и в Петроханския плутон. Дисертантката обосновава, че в последните години върху процесите на смесване на магми се обръща все по-голямо внимание, но конкретни изследвания на акцесорните минерали, като носители на генетична информация за тези процеси, са малко. В резултат е налице важна предпоставка за осъществяване на заложените в дисертация цели и задачи.

В същината на изследванията дисертантката се концентрира върху избор на подходяща методология. Приложената методология за изследване на акцесорни минерали от смесени магми на Петрохански плутон включва теренни наблюдения, минералого-петрографски, геохимични и геохронологички изследвания. В методичния комплекс са подбрани съвременни подходи с използване на **сканираща електронна микроскопия, електрон-микросондов анализ, рентгенофлуоресцентен анализ, оптична микроскопия, лазерна аблация с индуктивни свързана плазма, геохронологички и изотопен анализ.**

Изследвани са задълбочено скалите, изграждащи Петроханския плутон (гранодиорити, биотит-амфиболови гранити, биотитови диорити и тоналити, с преходи до габро-диорити или габра). Описват се и характерни за процесите на смесване на магми взаимоотношения между гранодиоритите и вместените в тях мафични магматични включения.

Следва анализ на изграждащите ги минерали - плагиоклаз, калиев фелдшпат и кварц, мафични минерали (биотит и амфибол) и акцесорни минерали (апатит, титанит, циркон, магнетит и илменит). Дава се детайлно обсъждане на **мафичните магматични включения**, които са важен индикатор за наличието на процеси на смесване на магми с диоритов състав в гранитоидите на Петроханския плутон. По подобен начин са описани и **хибридните скали** с габро-диоритов и диоритов състав. Теренните взаимоотношения, както помежду им, така и с вместиците гранитоиди са обусловени от процесите на смесване, които водят до сближаване на химичните състави на първоначално контрастните магми.

В отделни раздели се представят резултати и компетентно обсъждане на геохимичната характеристика на изследваните скали, минералого-геохимична

характеристика на индикаторните акцесорни минерали – апатити, титанити, циркони, магнетити и илменити от скалите на Петроханския плутон.

В цялата част на материала, свързан с резултатите от изследването и интерпретацията им прави добрио впечатлени структурирането, онагледяването с качествени фигури и съдържателни таблици, но най-вече убедителната интерпретация на резултатите и компетентните заключения. Не буди съмнение способността на дисертантката да навлезе в дълбочина да интерпретира многобройните резултати, получени с изпозваните модерни аналитични техники, които в смисъла на поставените цели в дисертацията са от изключителна важност.

Като естествен резултат от проведените изследвания авторката достига до важни научни приноси, даващи нови данни за изучавания геоложки район:

- за първи път са наблюдавани и описани скални взаимоотношения, свидетелстващи за процеси на смесване на базична и кисела магма в обхвата на Петроханския плутон, при генерирането и еволюцията на плутона..

- дават се данни от минералого-геохимични изследвания на акцесорни минерали (apatiti, циркони, титанити, илменити и магнетити) от всички скали на Петроханския плутон и са определени характерни особености, маркиращи процесите на смесване на магми с контрастен състав, като се установява увеличено съдържанието на Sr в апатитите с нарастване на силициевото съдържание в скалите, което е индикативно за процесите на смесване на магми; също така отношенията Zr/Hf и Nb/Ta в цирконите отразяват процесите на смесване на магма - Zr/Hf индикира източника на магмата, а по-високите стойности на Nb/Ta в цирконите от хибридните диорити в сравнение с тези от гранитоидите са резултат от смесването; установени са аномално високите съдържания на U, Th, и REE в цирконите от базичните и средните състави; липсва закономерно понижаване на съдържанията на LREE (La, Ce и Pr) в титанитите с увеличаване на силициевия компонент в скалите; химизмът на илменита показва по-широки вариации в резултат както от смесването на магми, така и от специфичното въздействие на химическия състав на скалите. Ефектът от смесването на магми се отразява и в аномално високите стойности на мангановия компонент в илменитовите зърна от хибридните скали.

- С комбинация от in-situ LA-ICP-MS и ID-TIMS U-Pb геохронологско датирание на циркони и титанити е доказано по-късното внедряване на базичната (габрова) магма.

### **Заключение**

Представената дисертация е изработена на високо научно ниво и без съмнение е лично дело на докторантката. Получени са поредица от важни и нови резултати за скалите и минералите (с акцент върху акцесорните минерали) от Петроханския плутон с обосновани тълкувания на процесите на смесване на магмите по време на формиране на плутона.

Може да се препоръча в бъдеще, получените резултатите да бъдат обобщени в 1-2 публикации в международни минераложки списания като съм убеден, че тези статии ще предизвикат оправдан интерес.

Докторантката е осъществила успешно заложените от научния ръководител идеи и стратегия, достигайки до съществени и нови за науката резултати, които своевременно са публикувани.

Елена Тачева е овладяла набор от съвременни методи за изследване и се е справила успешно до ниво на завършен специалист, като не буди съмнение способността ѝ да решава и други подобни петролого-геохимични задачи с тази методология.

Авторефератът отразява убедително основните научни приноси в дисертационния труд. Много добре е структуриран и илюстриран с фигури, графики и таблици.

Въз основа на изложеното дотук, мога убедено да препоръчам на почитаемото научно жури да оцени високо дисертационния труд на Елена Тачева и ѝ присъди научната степен “Доктор”.

30.07.2013 г.

Рецензент:

проф. д-р. Огнян Е. Петров

гр. София