



## Mineralogy of the heavy metal and metalloid pollution of the sediments from the basin of Chiprovka Ogosta river and Ogosta dam lake, NW Bulgaria

### Минералогия на замърсяването с тежки метали и металоиди на дънните отложения от басейна на р. Чипровска Огоста и яз. Огоста, СЗ България

*Irena Ivanova<sup>1</sup>, Vassilka Mladenova<sup>1</sup>, Tsvetan Kotsev<sup>2</sup>, Tzvetoslav Iliev<sup>3</sup>*  
*Ирена Иванова<sup>1</sup>, Василка Младенова<sup>1</sup>, Цветан Коцев<sup>2</sup>, Цветослав Илиев<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Катедра Минералогия, петрология и полезни изкопаеми, София 1504, България; E-mail: iren@gea.uni-sofia.bg; vassilka@gea.uni-sofia.bg

<sup>2</sup> Географски институт, БАН, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 3, София 1113, България; E-mail: tsvetankotsev@mail.bg

<sup>3</sup> Геологически институт, БАН, София 1113, България

**Key words:** environmental pollution, heavy metals, arsenic, Chiprovtsi, Ogosta dam lake.

Проблемът с изучаването на степента на замърсяване в райони с преустановена миннодобивна и рудопереработвателна дейност става все по-актуален след влизането на България в Европейския съюз. Районът на р. Чипровска Огоста е едно от местата, свързани с експлоатация на находищата в Чипровската рудна зона – главно с железнорудното находище Мартиново, оловно-цинково-сребърното находище Чипровци и златорудните находища Говежда и Копиловци.

В района е осъществяван промишлен рудодобив в периода 1951–1999 г., след което рудниците и съпътстващата ги инфраструктура поетапно са консервирани и ликвидирани. Отпадъците (хвост) от преработката на рудите са събирани в три хвостохранилища – „Мечи дол“, „Чипровци“ и „Голям Буковец“, като общото им тегло е около 3,5 000 000 t. Хвостът се характеризира с високи съдържания на арсен и тежки метали, източник на които са добиваните руди. Рудничните води от основните извозни галерии в повечето участъци изтичат навън и се вливат в притоците на р. Чипровска Огоста, а от там постъпват в р. Огоста и достигат яз. Огоста, което допълнително допринася за замърсяване на реките от водосбора на яз. Огоста.

Настоящото изследване си поставя за цел да установи основните черти на замърсяването с арсен и тежки метали във водосборния басейн на яз. Огоста чрез геохимична и минераложка характеристика на дънните отложения от язовира и реките, вливащи се в него.

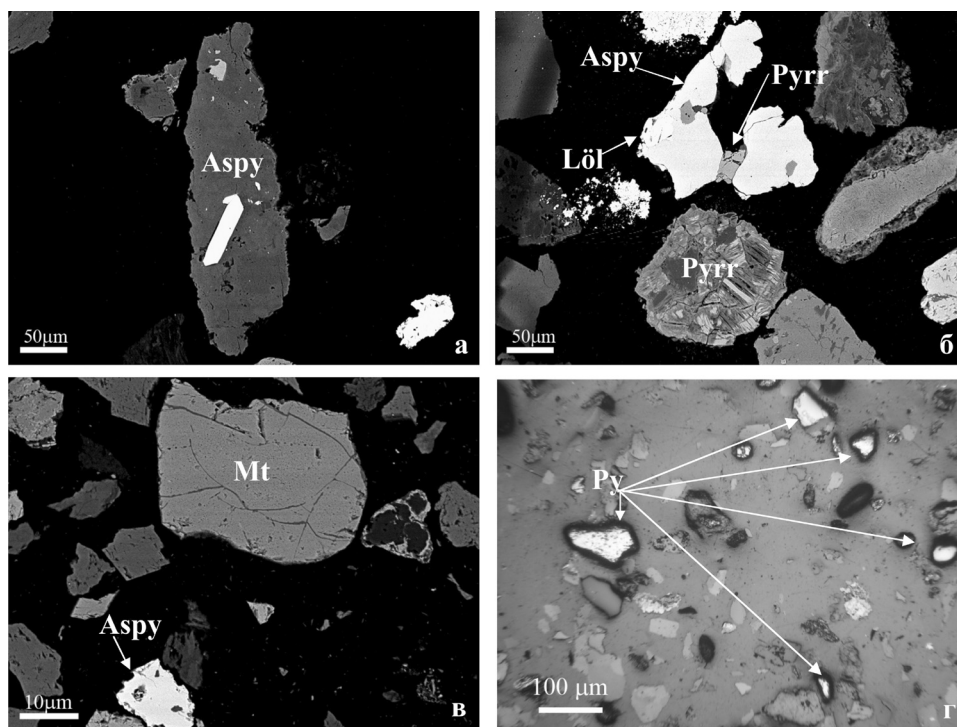
Опробването е извършено през 2007 г., в средата на месец май (високи води) и в началото на месец септември (ниски води). Дънните отложения от басейна на р. Чипровска Огоста са опробвани в 15 пункта, от яз. Огоста са взети общо 35 проби, а устията на вливащите се в язовира реки – р. Огоста, р. Златица и р. Бързия са опробвани в 3

пункта. Част от получените геохимични данни са вече публикувани от Mladenova et al. (2011).

### Геохимия

Съдържанията на тежките метали и металоиди (ТММ) – As, Pb, Zn, Cu, Cd, Sb, Mn и Fe, в изследваната фракция с размер по-малък от 0,063 mm са анализирани чрез ICP-MS метод. Mladenova et al. (2011) установяват значителни вариации в съдържанията на ТММ в басейна на р. Чипровска Огоста. ТММ в дънните отложения на яз. Огоста също показват значителни вариации в съдържанията. Разлика се наблюдава в стойностите на анализирани елементи в различните участъци. С по-ниски стойности се отличават елементите в отложенията на яз. Огоста в сравнение с тези от басейна на р. Чипровска Огоста. В язовира, по-високи съдържания на ТММ са установени по старото корито на р. Огоста в сравнение с тези от р. Златица и р. Бързия. Причина за високите съдържания е р. Огоста, която е главната водна артерия в района, допринасяща за замърсяването на язовира. Сезонният мониторинг на отложения от басейна на р. Чипровска Огоста не показва сезонни вариации в съдържанията на изследваните елементи.

Съпоставими статистически значими, положителни корелационни взаимоотношения се установяват между ТММ в дънните отложения на р. Чипровска Огоста и яз. Огоста. Характерни са тези на As-Cu, As-Mn, Cu-Sb, Cu-Mn, Pb-Cd, Pb-Zn, Pb-Sb, Zn-Cd, Zn-Sb, Zn-Mn, Cd-Sb, Cd-Mn, Sb-Mn. Този факт може да се разглежда като указание за единен източник и основен механизъм за постъпване на замърсяване в отложенията на яз. Огоста и неговия водосборен басейн. Геохимичните особености на замърсяването се запазват по протежение на цялата изследвана система. Наличието на



**Фиг. 1.** Микрофотографии на минерални зърна в дънните отложения от басейна на р. Чипровска Огоста (а, б) и яз. Огоста (в, г) а – идиоморфен арсенопирит (Aspy) в карбонат; б – зърна от арсенопирит (Aspy), льолингит (Löl) и пиротин (Pyrr) в асоциация; в – зърна от арсенопирит (Aspy) и магнетит (Mt); г – зърна от пирит (Py) обхванати от променителни продукти (железни хидроксиди)

Съкращения: Py – пирит; Pyrr – пиротин; Aspy – арсенопирит; Löl – льолингит; Mt – магнетит

ясно изразени положителни корелации между отделните елементи говори за евентуално присъствие в отложенията на собствени минерали на тези елементи.

## Минералогия

За характеристиката на минералите, носители на основните замърсявания, бяха подбрани проби с високи съдържания на As и тежки метали от басейна на р. Чипровска Огоста и яз. Огоста. На същите е отделена магнитна, електромагнитна тежка и немагнитната лека фракции. Зърната бяха споени в смола и от тях бяха изготвени дюн- и аншлифи.

В отложенията от басейна на р. Чипровска Огоста, където ТММ са в положителна корелация помежду си се установява, че има собствени минерали на As (арсенопирит и льолингит), Cu (халкопирит), Pb (галенит), Zn (сфалерит) и Fe (пирит, пиротин, магнетит, титаномагнетит и железни хидроксиди). В яз. Огоста също се наблюдават минерали на As, Cu и Fe. Установяването им, както в отложенията на р. Чипровска Огоста, така и на километри разстояние в язовира се дължи на факта, че преди построяването на трите хвостохранилища в района (1969 г.) отпадъкът е бил изхвърлян директно в р. Огоста и така е бил придвижван и отлаган на големи разстояния от източника. Вследствие на този транспорт, рудните минерали се наблюдават

под формата на дребни, напукани зърна, с неясни очертания и размер до 200 µm. Наблюдават се и зърна, обхванати от железни хидроксиди, образувани в хипергенни условия, които често псевдоморфозират кристалите. Някои рудни фази се установяват като отделни реликтови зърна в кварцова или в карбонатна матрица, която е допринесла за тяхното запазване (фиг. 1).

Извършените изследвания с ICP-MS анализ, оптичната микроскопия, електронната микросонда и сканиращ електронен микроскоп показват, че в дънните отложения от яз. Огоста и вливащите се в него реки се наблюдават запазени рудни минерали. Това може да се обясни с неутралните стойности на pH на водите, обусловени от присъствието на карбонати във вместващите скали и рудните жили. Това от своя страна предотвратява киселинно-скалното излужване от рудничните изработки и задържа ниска способността за сулфидно разтваряне.

## Литература

- Mladenova, V., T. Kotsev, Z. Cholakova, D. Dimitrova. 2011. Arsenic and heavy metals in mining-affected surface waters and stream sediments in Chiprovtsi area, NW Bulgaria. – In: *Proceedings of the international scientific technical conference "Ecology problems in mineral raw-material branch"*. 28 August – 1 September, 2011, Varna, Bulgaria, 118–125.