

ADAM PIESTRZYŃSKI

## FACTORS CONTROLLING GOLD DEPOSIT, KUPFERSCHIEFER TYPE IN POLAND AND TSAGAAN TSAKHIR UUL IN CENTRALNA MONGOLIA

*Two different types of gold deposit are discussed in the paper. The first one is a famous, World class, Kupferschiefer type deposit, located in the SW Poland that hosts polymetallic mineralization. The second one is mesothermal-epithermal gold deposit - Tsagan Tsakhir Uul in Central Mongolia.*

### KUPFERSCHIEFER TYPE DEPOSIT

The copper deposit was described in over 600 papers and books, e.g. Harańczyk (1972); Kucha and Pawlikowski (1986); Vaughan et al. (1989); Oszczepalski 1999; Piestrzyński (1996a, b, 2007, 2008a, b). The mineralogy of this deposit was described in details by (Piestrzyński, 1996, 2007; Pieczonka and Piestrzyński, 2000, 2006; Pieczonka et al., 2007). In general, sulphide copper mineralisation transgresses all sediments close to the Lower-Upper Permian border. The Kupferschiefer organic shale contains the highest metals concentrations, however i.e. the Permian Weissliegendes sandstone that overlies Rotliegende sandstone, host the biggest Cu-Ag reserves.

Gold deposit was discovered in 1994 during routine mineralogical study Piestrzyński et al. (1997, 2002), however since 1973, precious metals occurrences were well know (Kucha 1973, 74). Gold deposit is located in a continuous, thin horizon with an average thickness of 0.22 m (0.05 to 2 m), showing an average content of 2.25 ppm Au, 0.14 ppm Pt and 0.08 ppm Pd and characterized by low copper and organic matter contents (Piestrzyński et al., 2002). Pt and Pd occur also out of the gold horizon.

Gold deposit was found in secondary oxidized sections of the copper deposit (Piestrzyński et al., 1996a; Piestrzyński et al., 1997, 2002; Pieczonka, 1998; Pieczonka et al., 2008). In the literature exists several common opinions about the genesis of the oxidation facies, but only secondary oxidation system (SOS) is related to the gold deposit. The horizontal shape of the SOS is so complicated, that it was classified as epigenetic (Pieczonka, 1998, 2000; Pieczonka and Piestrzyński, 2000; Piestrzyński et al., 2002; Pieczonka et al., 2008). An average content of gold in the Kupferschiefer horizon is 5.78 ppb only. It is not enough to be a source for the gold deposit.

Gold horizon is also characterized by low copper and low organic matter contents (Piestrzyński et al., 2002). Typical black Kupferschiefer is discolored in the contact with the SOS and became maroon variety. The maroon type of the Kupferschiefer is characterized by a high content of  $Fe_2O_3$  presence of coarse-grained hydrothermal hematite and gold (Piestrzyński et al., 2002).

Two factors are controlled position of gold horizon: redox barrier, that is usually independent on sedimentary textures, and tectonic system (fig. 1-3), that is usually not easy for documentation.

The copper mineralisation is oxidized and transported away to the more reducing surrounding environment. Copper-enriched zones surround the areas affected with the SOS.

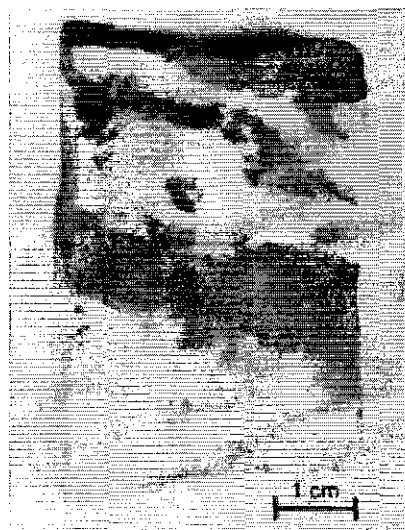


Fig. 1. Small white circles show linear position of gold grains. Polkowice mine, sandstone ore

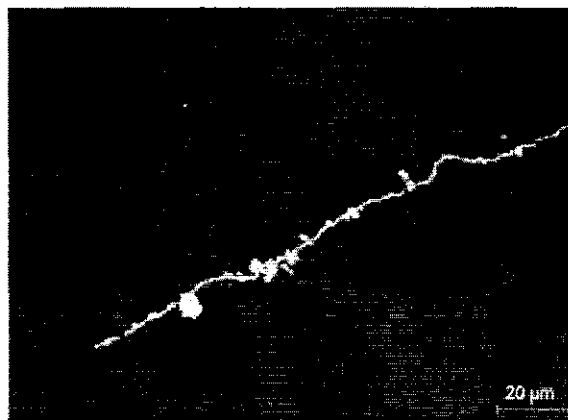


Fig. 2. Native gold veinlet, Polkowice mine, rear variety of the black shale ore

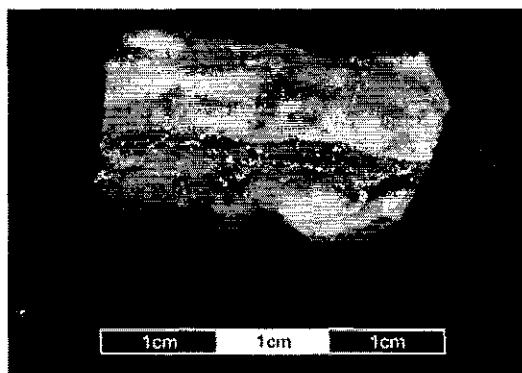


Fig. 3. Two tectonic systems containing native gold concentrations. Tsagaan Tsakhir Uul gold deposit, vein no. 6

Gold was transported in thiosulphate complexes  $\{Au(S_2O_3)_2\}^{-3}$  (Piestrzyński 1996b, 2008b and Piestrzyński and Wodzicki 2000). The system is enrich in trivalent iron. It also suggests that gold was transported in complexes of  $(FeAu)(S_2O_3)_2^{-1}$  (Pieczonka et al., 2008).

#### TSAGAAN TSAKHIR UUL - METHOTHERMAL-EPITHERMAL

Tsagaan Tsakhir Uul deposit lies in the central part of the metallogenic province of Bayanhongor. Bayanhongor zone is composed of carbonates and full sequence of the ultramafic layer intrusions, that is covered with a pillow lava. An age of this sequence is classified from Vendian to Carboniferous. In the southern part of this area small intrusions of biotite adamellites and quartz diorites of Devonian age are outcropping. In the NE part lamproites and porphyrites and granites of the Upper Permian age occurred. Gold deposit is related to the contact zone of the Permian granitoids and carbonate-clastic rocks of the Vendian-Riphean age.

Within this zone 55 veins were discovered. Three genetic type of vein have been recognized. Gold mineralisation was only found in the mesothermal quartz vein, however Au-mineralisation is probably epithermal. Gold contents differ widely 0.5-750 ppm. Apart from gold, pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite, tennantite, galena, sphalerite, covellite, bournonite, bourmonite, chalcocite, enargite. Epithermal origin of gold is proposed due to presence of numerous tellurides like altaite, calaverite, nagyagite, petzite, hessite, volynskite, tellurobismutite, sylvanite, crennerite and some others. Some oxide association composed of Fe-hydroxides, cerussite, anglezite and malachite is also presented.

Gold in this deposit is related to the secondary fissures, that cut mesothermal quartz veins. Presence of native gold and gold tellurides suggest transportation of Au (I) in following complexes:  $Au(Te_2)_2^{-2}$ ,  $Au(TeS)_2^{-3}$ ,  $Au(Te_2)HS^{-2}$  and  $AuTe_2^{-3}$  (Forster 1993).

In the both cases tectonic is a key factor controlling gold horizons. Mechanisms of gold precipitation can be different, because their depends on chemistry of fluids and host rocks.

#### REFERENCES

1. Foster R.P. (1993). Gold metallogeny and exploration. Chapman & Hall.: 432 pp.
2. Harańczyk C. (1972). Mineralizacja kruszcowa dolnoeocenytyńskich osadów eusynicznych monokliny przedsudeckiej (in Polish). *Archiwum Mineralogiczne*, XXX: 1-172.
3. Kucha H. (1973). Organiczne związki złota w łupku miedzionośnym z monokliny przedsudeckiej (in Polish). *Rudy i Metale Nieżelazne*, 6: 302-303.
4. Kucha H. (1974). Złoto rodzime w złożach miedzi na monoklinie przedsudeckiej (in Polish). *Rudy i Metale Nieżelazne*, 4: 174-175.
5. Kucha H. & Pawlikowski M. (1986). Two-brines model of the genesis of strata-bound Zechstein deposits (Kupferschiefer type), Poland. *Mineral. Deposita* 21: 70-80.
6. Oszczepalski S. (1999). Origin of the Kupferschiefer polymetallic mineralisation in Poland. *Mineral. Deposita* 34: 599-613.
7. Pieczonka J. (1998). Okruszcowanie utworów typu rote Fäule w złożu rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej w obszarze Polkowice-Sieroszowice (in

Polish). Unpublished PhD Thesis, AGH-University of Science and Technology, Kraków, (text) 158 pp.

8. Pieczonka J. (2000). Strefy utlenienia w złożu rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej. (in Polish). *Prace Specjalne PTMin.*, 16: 9-54.

9. Pieczonka J. & Piestrzyński A. (2000). Model genetyczny koncentracji złota w obszarze występowania złóż rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej (in Polish). *Prace Specjalne PTMin.*, 16: 55-82.

10. Pieczonka J. & Piestrzyński A. (2006). Minerale kruszcowe złoża rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej i ich znaczenie dla genezy (in Polish). *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, T 22, zeszyt specjalny 3:187-202.

11. Pieczonka J. & Piestrzyński A. 2008: Gold and other precious metals in copper deposit, Lubin-Sieroszowice mining district, SW Poland. (in press)

12. Pieczonka J., Więclaw D., Kotarba M. & Piestrzyński A. (2006). Forms of organic matter and mineralization in kupferschiefer, Lubin-Sieroszowice deposit, SW Poland. In: Understanding the genesis of ore deposits to meet the demands of the 21<sup>st</sup> century, 12<sup>th</sup> Quadrennial IAGOD Symposium: 284-287 pdf.

13. Pieczonka J., Piestrzyński A., Lenik P. & Czerw H. (2007). Rozmieszczenie minerałów kruszczowych w złożu rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej (in Polish). *Biuletyn PIG*, Nr 423: 95-108.

14. Pieczonka J., Piestrzyński A., Mucha J., Kotarba M., Głuszek A. & Więclaw D. (2008). The red-bed type precious metals deposit in the Sieroszowice-Polkowice copper mining district, SW Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae* (in press)

15. Piestrzyński A. (1996a). Okruszcowanie (in Polish). W: *Monografia KGHM Polska Miedź S.A.* Piestrzyński A. et al. (eds): 200-237.

16. Piestrzyński A. (1996b). Geneza złoża (in Polish). W: *Monografia KGHM Polska Miedź S.A.*, Piestrzyński A. et al. (eds): 282-302.

17. Piestrzyński A. (2007). Historyczny rozwój poglądów na genezę złoża rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej - dyskusja (in Polish). *Biul. Państwowego Inst. Geol.* Nr 423: 69-76.

18. Piestrzyński A. (2008a). Ore mineralisation (in Polish). W: *Monografia KGHM Polska Miedź S.A.*, Piestrzyński A. et al. (eds.): 167-197.

19. Piestrzyński A. (2008b). Genesis of copper deposit (in Polish). W: *Monografia KGHM Polska Miedź S.A.*, Piestrzyński A. et al. (eds.): 228-244.

20. Piestrzyński A. & Wodzicki A. (2000). Origin of the gold deposit in the Polkowice-West Mine, Lubin-Sieroszowice Mining District, Poland. *Mineralium Deposita*, 35: 37-47.

21. Piestrzyński A., Wodzicki, A. & Banaszak, A. (1996b). Złoto w złożu rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej (in Polish). *Przegląd Geologiczny*, 44/11: 1098-1102.

22. Piestrzyński A., Pieczonka J. & Głuszek A. (2002). Redbed-type gold mineralisation, Kupferschiefer, south-west Poland. *Mineral. Deposita* 37: 512-528.

23. Vaughan D.J., Sweeney M., Diedle G.F.R. & Harańczyk C. (1989). The Kupferschiefer: an overview with an appraisal of the different types of mineralization. *Econ. Geol.* 84: 1003-1027.

24. Wodzicki A. & Piestrzyński A. (1994). An ore genetic model for the Lubin-Sieroszowice mining district, Poland. *Mineral. Deposita* 29: 30-43.

**РЕЗЮМЕ**

В статті розглядаються два типи золоторудних местороджень - перший представлений всемирно известным месторождением в медистых песчаниках (Kupferschiefer), в котором содержится полиметаллическая минерализация (северо-запад Польши) и второй - мезотермально-эпitherмально-золоторудным месторождением Цаган Цахир Ууль (Tsagaan Tsakhir Uul), Центральная Монголия.

**РЕЗЮМЕ**

У статті розглянуто два типи золоторудних родовищ - перший представлений всесвітньо відомим родовищем в мідистих пісковиках (Kupferschiefer), в якому міститься поліметалева мінералізація на північному заході Польщі і другий - мезотермально-епітермальним золоторудним родовищем Ца'ан Цахир Ууль (Tsagaan Tsakhir Uul), Центральна Монголія.

AGH-University of Science and Technology, Krakow  
e-mail: piestrz@geol.agh.edu.pl

УДК 550.93 : 551.24(477)

О.М. ПОНОМАРЕНКО, Г.Г. ПАВЛОВ, О.О. ПАВЛОВА

## КАЛІЙ-АРГОНОВА ГЕОХРОНОМЕТРІЯ РОЗЛОМНИХ ЗОН ДОКЕМБРІУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

*Розглянуто досвід використання К-Аг геохронометрії для датування процесів у докембрійських зонах діафторезу. Показано, що комплексні петрографо-геохронометричні дослідження порід зон тектонічних порушень дозволяють правильно інтерпретувати ізотопні дати, що отримані за допомогою різних методів за різними мінералами, проводити хронометраж магматичних, метаморфічних та тектонічних подій у докембрії.*

**ІСТОРІЯ ПИТАННЯ**

Вивчення досвіду використання К-Аг методу в геохронології докембрію показало тенденцію поступового зменшення інтересу до нього, особливо якщо необхідно визначити вік утворення метаморфічних та магматичних порід архею та протерозою, які неодноразово підлягали впливу метаморфізму. Це пов'язане із фактами втрати радіогенного аргону та калію під час повторного метаморфізму, що призводить до невідповідності цих датувань результатам, отриманим за допомогою інших методів ізотопних досліджень за цирконами, монацитами, роговими обманками (U-Pb, Rb-Sr, K-Ar) для тих самих порід. З одного боку, спостерігається "омолодження" порід, що пояснюється втратою Аг при накладанні повторних динамометаморфічних перетворень на досліджувані породи, що досліджуються, з другого, - збільшення значення віку внаслідок накопичення Аг мінералами-адсорбентами.

Фундаторами К-Аг досліджень у Росії - Х.І. Амірхановим, С.Б. Брандтом, А.С. Батирмурзаєвим та іншими було показано, що, застосовуючи континуальну модель отримання вихідного віку гірських порід, можна безпосередньо оцінити мінімальне значення міграційних властивостей радіогенного аргону в мінералах та термодинамічні умови. Крім цього, якщо можливе відновлення вихідного значення абсолютного віку у випадку епізодичної метаморфічної події за геологічними обставинами, тепловим моделюванням та іншими методами визначення віку, К-Аг метод надає можливість задати момент початку події та оцінити її тривалість. Дискордантні К-Аг датування в комплексі з дифузійними параметрами Аг можуть бути використані, наприклад, для оцінки температури та тривалості впливу інтрузій на контактні породи, температури закриття К-Аг систем мінералів і швидкості остигання різних геологічних систем [1, 2]. Поряд з цим, К-Аг

датування знайшло своє використання для визначення швидкості тектонічних піднять та глибини залягання порід за втратою Аг.

**ПОСТАНОВКА ПИТАННЯ**

Спираючись на експериментальні дані щодо повної втрати радіогенного аргону в результаті епізодичних метаморфічних подій, а також на досвід використання К-Аг методу для датування магматичних і тектонічних подій у фанерозої [1], автори дійшли висновку, що петрографічні, мікроструктурні та структуро-генетичні дослідження разом з К-Аг визначенням віку утворення калійвмісних мінералів можуть бути використані для відтворення геологічної історії розвитку як окремих метаморфічних порід, так і цілих регіонів, особливо тектонічних процесів у їх межах, що має важливе значення для розуміння геологічних подій у докембрії.

**ВИБІР ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Для вирішення питання можливості використання К-Аг методу для хронометрії тектонічних подій у докембрії обрана ділянка зчленування Волинського та Росинсько-Тікицького мегаблоків Українського щита (УЩ). Вибір цієї ділянки обумовлений наявністю з боку тектонічно-активного Росинсько-Тікицького блоку групи біотитизованих амфіболітів, в яких проаналізовані К-Аг методом рогові обманки та біотити, що співіснують [3], на Волинському блоці - тектонічно переробленого Корнинського масиву гранітів, у складі яких присутній також весь спектр мінералів для хронометричних досліджень - циркон, рогова обманка та біотит.

Корнинський гранітний масив знаходиться в межах південно-східного замикання Кочерівської синкліноної структури північно-західної частини УЩ і вскритий відслоненнями на площі 35 км<sup>2</sup>. Цей субмеридіально витягнутий масив належить до житомирського