



Piotr KRZEMIŃSKI*

Nowe dane na temat epigenetycznej mineralizacji Ni-Co-As z okolic Koźuchowa (SW Polska)

Streszczenie: Przedstawiono charakterystykę mineralogiczną żył kruszcowych rozcinających utwory wapienia cechsztyńskiego w nowo wykonanym otworze wiertniczym Zatonie C3. Badany otwór wiertniczy zlokalizowano w okolicy miejscowości Koźuchów, gdzie w latach 1960. prowadzono poszukiwania rud Cu-Ag w bliskim sąsiedztwie bloku przedsudeckiego. Nawiercone nowo wykonanym otworem żyły z arsenkami niklu, kobaltu oraz minerałami srebra rozcinają utlenione utwory wapienia cechsztyńskiego. Przeprowadzone obserwacje mineralogiczne, wykazały duże podobieństwo do znanych utworów typu Rücken z obszaru Mansfeld i Richelsdorf w Niemczech oraz epigenetycznych żył z obszaru złoża monokliny przedsudeckiej. Pojawienie się mineralizacji typu Ni-Co-As w utlenionej serii wapienia cechsztyńskiego, pozwoliło określić genezę badanych żył epigenetycznych. Wysunięto hipotezę, że badane żyły powstały w warunkach hydrotermalnych niskich temperatur i są młodsze w stosunku do wtórnego utlenienia zaznaczającego się w dolnocechsztyńskiej serii miedzionośnej.

Słowa kluczowe: żyły typu Rücken, mineralizacja epigenetyczna, żyłowa mineralizacja Co-Ni-As, cechsztyń, monoklina przedsudecka

New data on the epigenetic Ni-Co-As mineralization of Koźuchów vicinity (SW Poland)

Abstract: A mineralogical characterisation of the ore veins intersecting the Zechstein limestone sediments in the newly drilled Zatonie C3 borehole has been presented. The examined borehole is located near the town of Koźuchów, where prospecting for Cu-Ag ores took place in the 1960s in close vicinity to the Fore-Sudetic Block. The veins with nickel and cobalt arsenides as well as silver minerals recorded in the new drillhole intersect the oxidised Zechstein limestone sediments. The conducted mineralogical observations have proven major similarity to the known "Rücken" type sediments from the "Mansfeld" and "Richelsdorf" areas in Germany, as well as the epigenetic veins from the Fore-Sudetic Monocline deposit area. The presence of Ni-Co-As type mineralisation in the oxidised series of the Zechstein limestone allowed for determination of the origin of the examined

* Mgr, Mozów Copper Sp. z o.o., Warszawa.

epigenetic veins. A hypothesis has been formulated that the examined veins were created under low-temperature hydrothermal conditions and are younger as compared to the secondary oxidation visible in the lower-Zechstein copper-bearing series.

Key words: Rücken type veins, epigenetic mineralization, Co-Ni-As vein mineralization, Zechstein, Fore-Sudetic Monocline

Wprowadzenie

Pod względem geologicznym otwór Zatonie C3 usytuowano w południowej części basenu cechsztyńskiego w bliskim otoczeniu bloku przedsudeckiego. Lokalizację dokonano na podstawie analizy dotychczasowych prac poszukiwawczo-rozpoznawczych, prowadzonych w obszarze południowo-zachodniej części monokliny na przełomie lat pięćdziesiątych oraz sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. Pierwsze otwory wiertnicze przewiercające spąg cechsztynu: Stypułów IG-1, Lubanice IG-1, Kożuchów IG-1 i Kłépinka IG-1 wykonał Instytut Geologiczny w latach 1958–1960 (Wyżykowski 1959, 1963), precyzując przebieg sugerowanego wcześniej (por.: Zwierzycki 1951) północno-zachodniego zasięgu bloku przedsudeckiego. W otworach: Stypułów IG-1, Lubanice IG-1 i Kłépinka IG-1 ujawniono w spągu cechsztynu osady utlenione bez mineralizacji kruszcowej, natomiast w otworze Kożuchów IG-1 stwierdzono obecność bogatej mineralizacji miedziowej (Wyżykowski 1959, 1963, 1964; Rydzewski 1964, 1969). Występuje ona powyżej utlenionych utworów obejmujących łupek miedzionośny i dolną część wapienia cechsztyńskiego. Stwierdzono tu następujące siarczki: chalkopiryt, chalkozyn, tetraedryt oraz galenę, sfaleryt i piryt (Rydzewski 1969). Na następnym etapie poszukiwań złóż rud miedzi w latach 1961–1963, Instytut Geologiczny wykonał 6 kolejnych otworów: Broniszów IG-1, Urzuty IG-1, Kożuchów IG-2, Bulin IG-1, Mirosin IG-1 i Słocina IG-1 (Wyżykowski 1963, 1964; Rydzewski 1969) – wszystkie z utlenionymi utworami w obrębie spągu cechsztynu. Dane te mimo negatywnych wyników nie zamykały całkowicie możliwości usytuowania otworów wiertniczych pozwalających na rozpoznanie zasięgu występowania mineralizacji kruszcowej z pozytywnego otworu Kożuchów IG-1. W latach 1978–1981, na podstawie tych pozytywnych wyników oraz regionalnej analizy metalogenicznej (Rydzewski i in. 1977), Instytut Geologiczny zrealizował projekt poszukiwań złóż rud miedzi w rejonie Kożuchowa (wokół otworu Kożuchów IG-1), który objął wykonanie 9 otworów (w siatce 3 × 3 km): Wrociszów K-3, Ciepiałów K-4, Nowe Żabno K-5, Podbrzezie K-6, Kożuchów K-10, Solniki K-11, Zawada K-12, Stypułów K-13, Stypułów K-17. Niestety, żaden z nich nie ujawnił obecności bogatej mineralizacji kruszcowej, gdyż w otworach tych spągowe utwory cechsztynu wykształcone są w facji utlenionej. Jedynie w stropowych partiach wapienia cechsztyńskiego w kilku z tych otworów zaobserwowano obecność ubogiej mineralizacji miedziowej (Oszczepalski i in. 1982) oraz liczne relikty siarczków metali w otoczeniu tlenków i wodorotlenków żelaza (Chmielewski 2012).

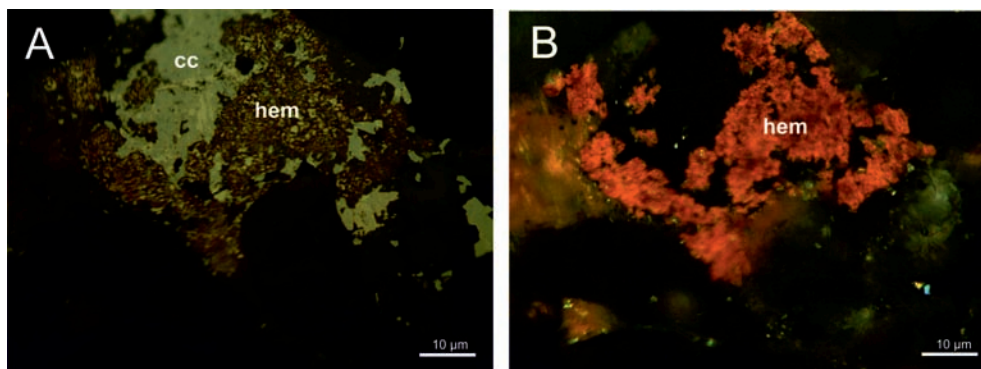
1. Metodyka badań

Głównymi metodami identyfikacji minerałów oraz określenia ich wzajemnych relacji były badania mikroskopowe w spolaryzowanym świetle odbitym. Badania petrograficzne

oraz dokumentację fotograficzną przeprowadzono z użyciem mikroskopu polaryzacyjnego marki Delta Optical POL-1000-TRF przy powiększeniach $\times 50$, $\times 100$, $\times 200$, $\times 500$.

2. Wyniki obserwacji w spolaryzowanym świetle odbitym

Otwór Zatonie C3 został ukończony w lipcu 2014 roku. Utwory serii miedzionośnej (wapienia cechsztyńskiego, łupku miedzionośnego oraz białego spągowca) przebito na głębokości 661 m pobierając materiał rdzeniowy do badań specjalistycznych. W serii miedzionośnej stwierdzono relikty siarczków miedzi w otoczeniu tlenków oraz wodorotlenków żelaza (rys. 1), ponadto wapień cechsztyński diagonalnie rozcinają, różnej grubości (od 1 cm do 10 cm), żyłki kalcytowo-gipsowe silnie okruszcowane arsenkami z szeregu Co-Ni-As, wraz z amalgamatami srebra oraz rodzimkami; srebra, bizmutu i siarczkami miedzi. Makroskopowo mineralizacja przyjmuje różne formy. Pierwszą z nich są pojedyncze drobne (do 0,2 mm) ziarna rozproszone w żyłkach lub skoncentrowane na kontakcie żyłki ze skałą. Najczęściej jednak odnotowano nagromadzenia ziaren, które tworzą duże (do 3 cm) gniazda kruszców. Analiza opisanych form w spolaryzowanym świetle odbitym wykazała, iż minerałami głównymi są: saffloryt, nikielin, gersdorffit, rammelsbergit, amalgamaty srebra i srebro rodzime; ponadto minerałami akcesorycznymi są: breithauptyt, bizmut rodzimy, arsenoargentyt, digenit oraz chalkozyn.



Rys. 1. Wybrane mikrofotografie reliktyw siarczków ze skał węglanowych wapienia cechsztyńskiego w otworze Zatonie C3. A – relikty chalkozynu (cc) otoczonego przez hematyt (hem); B – otoczka hematytu w skrzyżowanych nikolach, światło odbite

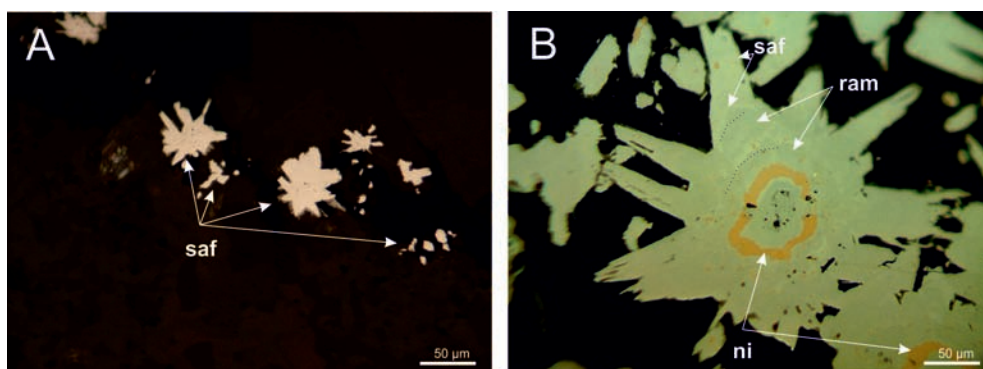
Fig. 1. Selected micrographs of sulphide relics from the carbonate rocks of the Zechstein Limestone in the Zatonie C3 borehole. A – relics of chalcocite (cc) surrounded by hematite (hem); B – hematitic halo under crossed polaroids, reflected light

Szczegółowy opis mineralizacji

Saffloryt

Struktury gwiazdkowe safflorytu złożone są w zrostach z trypletów igłowych. Najmniejsze wystąpienia (do 50 μm) to samodzielne, idiomorficzne igiełki rozproszone w ży-

łach, nieco większe (od 50 do 100 μm) są zrosty bliźniacze w postaci gwiazdek. Największe (powyżej 100 μm) skupienia safflorytu odnotowano w zrostach z nikielinem, rammelsbergitem oraz gersdorfitem. Wspólnie tworzą one struktury zonalne. Miejscami w safflorycie obserwowano inkluzje srebra rodzimego, amalgamatów srebra, bizmutu rodzimego oraz arsenoargentytu. Ponadto saffloryt występuje w zrostach z breithauptytem, chalkozynem i digenitem. Największe gniazda safflorytu uległy kataklazie, a powstałe spękania wypełnione są przez srebro rodzime wraz z amalgamatami i arsenkami srebra (rys. 2).



Rys. 2. Wybrane mikrofotografie epigenetycznych żył z wapienia cechsztyńskiego w otworze Zatonie C3.

A – drobne gwiazdki i tryplety safflorytu (saf); B – struktura zonalna składająca się z arsenków kobaltu (saf – saffloryt, ram – rammelsbergit) oraz niklu (ni)

Fig. 2. Selected micrographs of epigenetic veins from the Zechstein Limestone in the Zatonie C3 borehole.

A – fine stars and triplets of safflorite (saf); B – zonal structure consisting of cobalt (saf – safflorite, ram – rammelsbergite) and nickel (ni) arsenides

Nikielin

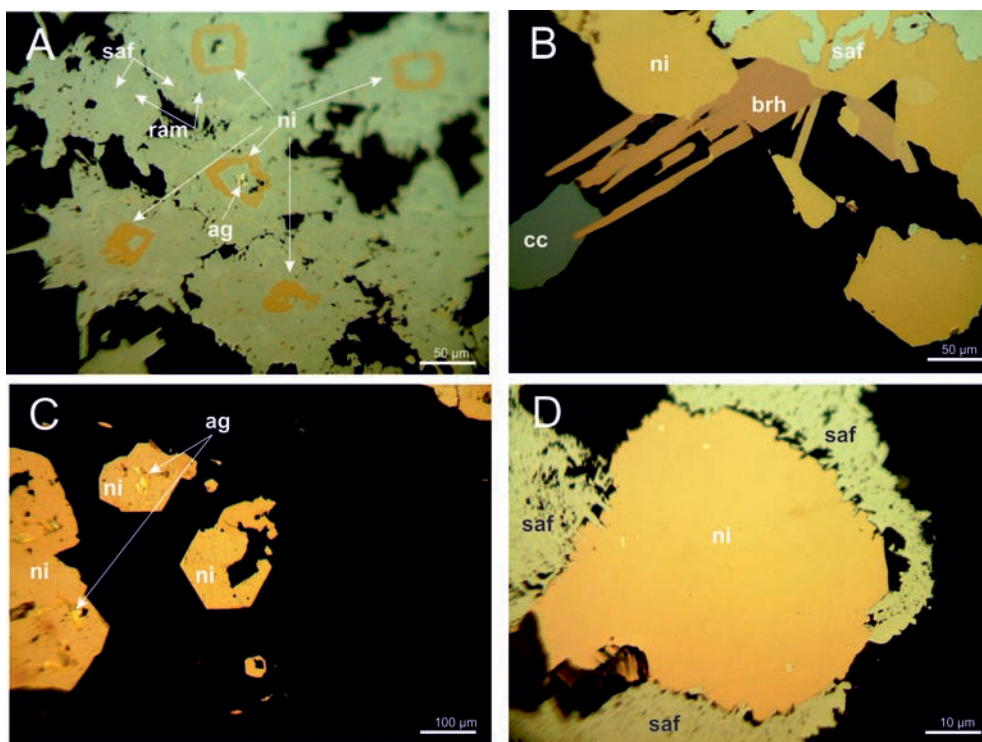
Najczęściej współwystępuje w paragenезie z safflorytem i gersdorfitem. Jego samodzielne ziarna pojawiają się jako idiomorficzne oraz ksenomorficzne małe (do 50 μm) mikrolity. Ponadto omawiany arsenek niklu tworzy struktury kokardowe w zonalnych zrostach z safflorytem oraz gersdorfitem tworząc duże (powyżej 100 μm) gniazda. Miejscami w nikielinie występują inkluzje srebra rodzimego oraz bizmutu rodzimego. Nikielin często rozcięty jest przez drobne (do 10 μm) kataklastyczne mikrospeknięcia wypełnione minerałami srebra (rys. 3).

Gersdorfit

W przerostach wraz z rammelsbergitem oraz miejscami chalkozynem i srebrem rodzimym gersdorfit tworzy ameboidalne mikrolity różnej wielkości (od 30 do 250 μm) otoczone safflorytem oraz nikielinem (rys. 4).

Rammelsbergit

Minerał ten został odnotowany nie tylko w przerostach z gersdorfitem, ale także w strukturach zonalnych. Stanowi jedną ze stref pomiędzy safflorytem i nikielinem (rys. 4).



Rys. 3. Wybrane mikrografie epigenetycznych żył z wapienia cechsztyńskiego w otworze Zatonie C3.
 A – zonalne struktury safflorytu (saf) skupione w gniazda, kokardowe struktury nikielinu (ni), w centrum wrostek srebra rodzimego (ag); B – mikrolity nikielinu (ni) w zroście z breithauptytem (brh), safflorytem (saf) ponadto chalkozyn (cc); C – autigeniczne mikrolity nikielinu (ni) zastępujące tło skalne, wrostki srebra rodzimego (ag) w nikielinie; D – ksenomorficzne ziarno nikielinu (ni) ograniczone przez saffloryt (ni)

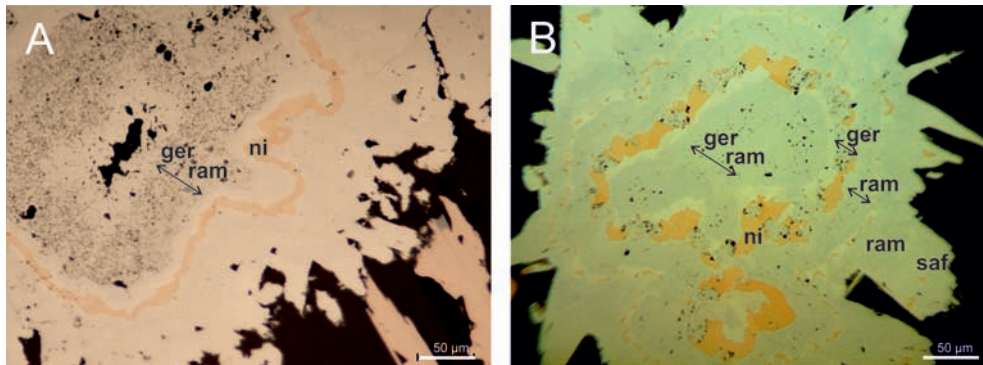
Fig. 3. Selected micrographs of epigenetic veins from the Zechstein Limestone in the Zatonie C3 borehole.
 A – zonal structures of safflorite (saf) concentrated into nests, ribbon-like structures of nickeline (ni), with an inset of native silver (ag) in the centre; B – microlites of nickeline (ni) intergrown with breithauptite (brh), safflorite (saf) with additional chalcocite (cc); C – authigenic microlites of nickeline (ni) replacing the rock background, insets of native silver (ag) in nickeline; D – xenomorphic grain of nickeline (ni) constrained by safflorite (ni)

Breithauptyt

Pojawia się w zrostach z safflorytem, nikielinem oraz chalkozynem. Tworzy autigeniczne, duże (do 100 μm) tabliczkowe kryształy. Ponadto omawiany minerał, podobnie jak saffloryt oraz nikielin, posiada drobne kataklastyczne spękania wypełnione srebrem rodzimym oraz amalgamatami srebra (rys. 5).

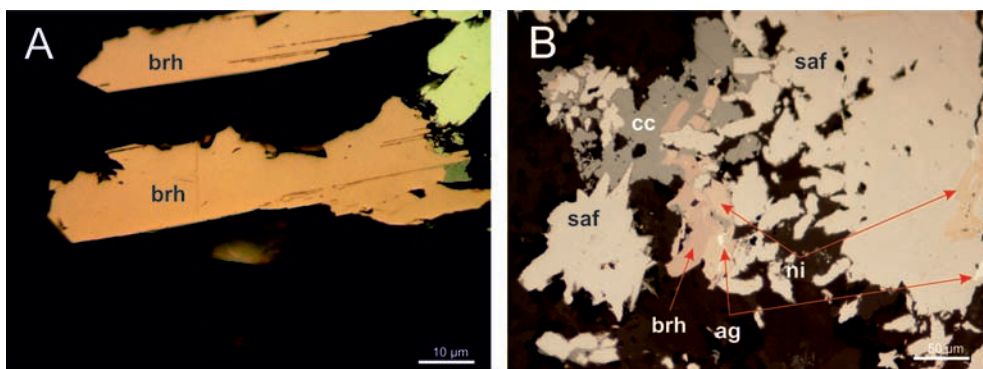
Amalgamaty srebra

Omawiane minerały występują w trzech formach. Pierwsza to różnej wielkości (od 10 do 2000 μm) samodzielne idiomorficzne i ksenomorficzne ziarna rozproszone w obrębie omawianych żył. Druga to wypełnienia kataklastycznych mikroszczelin (do 10 μm) roz-



Rys. 4. Wybrane mikrofotografie epigenetycznych żył z wapienia cechsztyńskiego w otworze Zatonie C3.
 A – zaznaczona strefa z występowaniem mieszaniny gersdorffit (ger), rammelsbergit (ram);
 B – zaznaczona strefa z występowaniem mieszaniny minerałów gersdorffit (ger), rammelsbergit (ram)

Fig. 4. Selected micrographs of epigenetic veins from the Zechstein Limestone in the Zatonie C3 borehole.
 A – demarcated zone with the presence of a mixture of gersdorffite (ger), rammelsbergite (ram);
 B – demarcated zone with the presence of a mixture of gersdorffite (ger), rammelsbergite (ram)



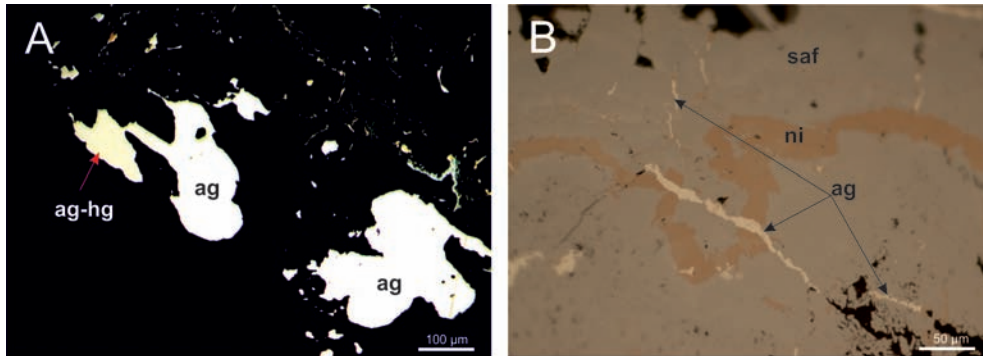
Rys. 5. Wybrane mikrofotografie epigenetycznych żył z wapienia cechsztyńskiego w otworze Zatonie C3.
 A – igielkowe pseudomorfozy breithauptytu (brh) po gipsie; B – gniazdo safflorytu (saf) z chalkozynem (cc), nikielinem (ni) z wrostkami srebra rodzimego (ag)

Fig. 5. Selected micrographs of epigenetic veins from the Zechstein Limestone in the Zatonie C3 borehole.
 A – needle-like pseudomorphs of breithauptite (brh) after gypsum; B – a nest of safflorite (saf) with chalcocite (cc), and nickeline (ni) with insets of native silver (ag)

cinających agregaty safflorytu i nikielinu. Trzecią formą występowania amalgamatów są różnej wielkości wrostki (od 3 do 100 µm) w wymienionych minerałach (rys. 6). Ponadto amalgamaty srebra pojawiają się w zrostach ze srebrem rodzimym, bizmutem rodzimym oraz arsenoargentylem.

Srebro rodzime

W odróżnieniu od amalgamatów, srebro rodzime nie tworzy dużych samodzielnych ziaren, natomiast wszelkie pozostałe formy występowania są podobne. Najczęściej jednak



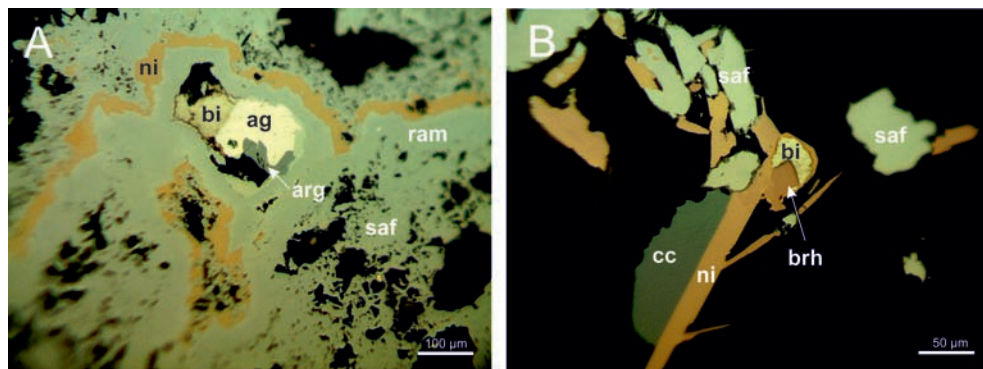
Rys. 6. Wybrane mikrofotografie epigenetycznych żył z wapienia cechsztyńskiego w otworze Zatonie C3.
A – duże ziarna amalgamatów srebra (ag-hg) oraz srebra rodzimego (ag); B – wypełnienia żyłek kataklastycznych rozcinających saffloryt (saf) oraz nickelin (ni) przez srebro rodzime (ag)

Fig. 6. Selected micrographs of epigenetic veins from the Zechstein Limestone in the Zatonie C3 borehole.
A – large grains of silver amalgams (ag-hg) and native silver (ag); B – native silver (ag) fillings of cataclastic veins intersecting safflorite (saf) and nickeline (ni)

srebro rodzime występuje jako wypełnienia mikrospekkań w gniazdach safflorytu z pozostałymi arsenkami (rys. 6).

Bismut rodzimy

Wszystkie zaobserwowane ziarna bizmutu rodzimego tworzą nieregularne drobne (od 3 do 50 μm) wrostki w wymienionych powyżej arsenkach. Ponadto w zrostach z minerałami srebra, tworzy drobne (do 50 μm) agregaty wypełniające pustki między ziarnami arsenków (rys. 7).



Rys. 7. Wybrane mikrofotografie epigenetycznych żył z wapienia cechsztyńskiego w otworze Zatonie C3.
A – wrostek bizmutu rodzimego (bi), ze srebrem rodzimym (ag) oraz arsenoargentytem (arg) w safflorycie (saf); B – zrost drobnych igiełek safflorytu (saf) z nickelinem (ni), inkluzja bizmutu rodzimego (bi) w nickelinie wraz z breithauptytem (brh)

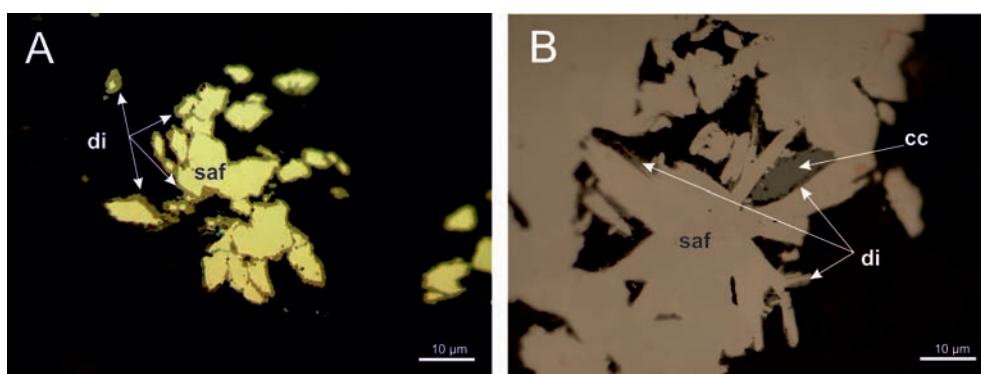
Fig. 7. Selected micrographs of epigenetic veins from the Zechstein Limestone in the Zatonie C3 borehole.
A – an inset of native bismuth (bi) with native silver (ag) and arsenoargentite (arg) in safflorite (saf); B – an intergrowth of fine needles of safflorite (saf) with nickeline (ni), inclusion of native bismuth (bi) in nickeline along with breithauptite (brh)

Arsenoargentyt

Minerał ten współwystępuje w zrostach z amalgamatami srebra, srebrem rodzimym i bizmutem rodzimym. Głównie wypełnia mikrospeknięcia w safflorycie oraz nikielinie (rys. 7).

Digenit

Siarczek ten wykształcony jest w formie ksenomorficznych mikrolitów o różnej wielkości (od 20 do 200 μm) wypełniających przestrzenie pomiędzy kryształami safflorytu w dużych gniazdach arsenków. Ponadto tworzy nieregularne ziarna w zrostach z saffloritem, nikielinem oraz amalgamatami srebra (rys. 8).



Rys. 8 Wybrane mikrografie epigenetycznych żył z wapienia cechsztyńskiego w otworze Zatonie C3.

A – igiełkowe mikrolity safflorytu (saf) z otoczką digenitu (di); B – gniazdo safflorytu z otoczką digenitu (di) zaznaczony strzałką oraz wrostkiem chalkozynu (cc)

Fig. 8. Selected micrographs of epigenetic veins from the Zechstein Limestone in the Zatonie C3 borehole.

A – needle-like microlites of safflorite (saf) with a halo of digenite (di); B – a nest of safflorite with a halo of digenite (di) indicated by an arrow and an inset of chalcocite (cc)

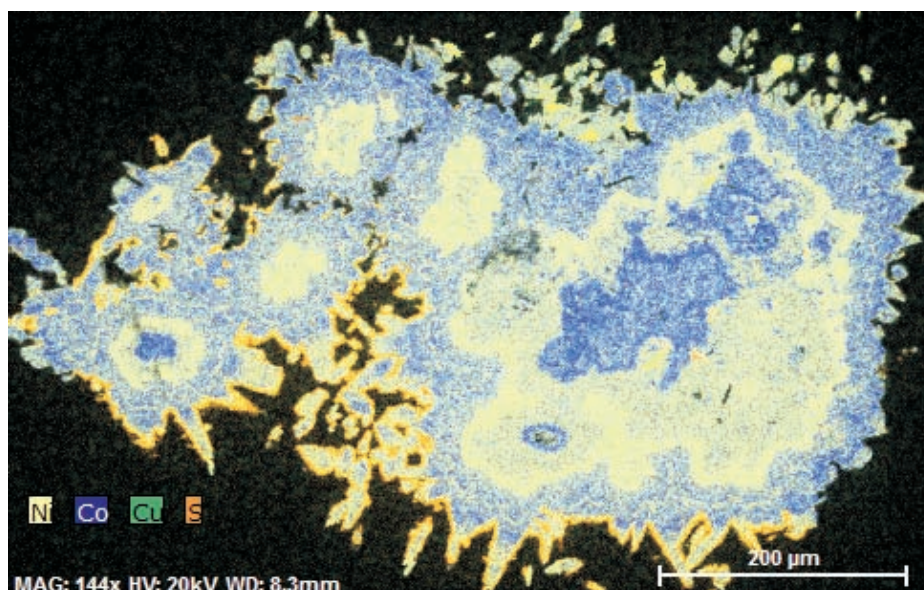
Chalkozyn

Tworzy on cienkie (do 3 μm) obwódki wokół safflorytu szczególnie dobrze widoczne, gdy w bezpośrednim kontakcie z saffloritem pojawiają się minerały krystalizujące w późniejszych fazach (rys. 8). Nie dostrzeżono samodzielnych wystąpień tego minerału.

Struktury zonalne

Na szczególną uwagę zasługują struktury zonalne utworzone z rytmicznych przerostów arsenków kobaltu oraz niklu otoczonych siarczkami miedzi. Najlepiej widoczne są one w dużych (ponad 150 μm) agregatach, gdzie stwierdzono największą ilość tripletów budujących omawiane struktury. Wspomniany triplet składa się z safflorytu w zewnętrznej strefie, rammelsbergitu w środkowej oraz nikielinu zamykającego całość. Tripletu układają się rytmicznie do wewnątrz, miejscami centralna część wypełniona jest mieszaniną mineralną składającą się z rammelsbergitu, gersdorfitu oraz srebra rodzimego, bizmutu ro-

dzimego, digenitu i amalgamatów srebra. Ponadto struktury tripletowe otoczone są przez cieką (do 3 μm) warstwę zbudowaną z drobnych igiełek chalkozynu. W miejscach, gdzie pełne triplety nie wykształciły się i pojawiają się jedynie drobne igiełki lub gwiazdki safflorytu, obwódkę chalkozynu widać najlepiej. Opisaną strefowość najlepiej obrazuje wykonany mapping agregatu zbudowanego z rytmicznie powtarzających się tripletów arsenkowych (rys. 9).



Rys. 9. Mapping agregatu safflorytu w zrostach z rammelsbergitem, nikielinem, gersdorffitem pokazujący rozmieszczenie poszczególnych pierwiastków

Fig. 9. The image of the distribution of elements in an aggregate of safflorite intergrown with rammelsbergite, nickeline and gersdorffite

3. Spojrzenie na genezę

Pierwsze prace zawierające informacje na temat żył kruszcowych występujących w złożu rud miedzi monokliny przedsudeckiej poruszały problematykę okruszcowania i genezy żył kalcytowo-barytowych (Harańczyk 1967; Harańczyk i Jarosz 1973). Wysłunięto w nich tezę, iż roztwory wodne nieco różniące się chemizmem (zasobniejsze w tlen oraz o odmiennych parametrach termodynamicznych) od tych, które sprzyjały powstaniu złoża, krążyły systemami spękań i ługowały istniejącą mineralizację, by ponownie wytrącić kruszce w obrębie żył kalcytowo-barytowych. Wyniki badań składu mineralnego żył i gniazd barytowych wskazywały na ługowanie nadległych warstw anhydrytowych przez krążące w skałach serii miedzionośnej wody meteoryczne (Jarosz 1973). W kolejnych pracach rozdzielono genezę drobnych żyłek kruszcowych występujących w obrębie złoża od genezy żył kalcytowo-barytowych oraz kruszcowych rozcinających złożo (Serkies 1969; Oberc i Serkies 1970). W pierwszym przypadku powstanie drobnych żyłek zbudowanych z prostych siarczków

powiązano z procesami hydrotermalnymi zachodzącymi w istniejącym złożu, natomiast żyły kalcytowo-barytowe skojarzono z późniejszym działaniem wtórnych roztworów utleniających uruchomionych w trakcie ruchów tektonicznych fazy laramijskiej. Podobne wnioski na temat późniejszych procesów epigenetycznych zachodzących po skonsolidowaniu osadów dolnego cechsztynu zaprezentowano w monografii przemysłu miedziowego w Polsce (Konstantynowicz 1971). Hipotezę dotyczącą związku mineralizacji żyłowej z aktywnością tektoniczną zaprezentowano nieco później (Salski 1975). W wyniku dalszych obserwacji mineralogicznych oraz badań geochemicznych przyjęto, iż za powstanie epigenetycznej mineralizacji żyłowej odpowiadają niskotemperaturowe roztwory izochemiczne krążące w szczelinach wapienia cechszyńskiego, łupku miedzionośnego oraz czerwonego spągowca (Banaś i Salamon 1990; Strengel-Martinez i in. 1993; Banaś i in. 1998). Jednocześnie wydzielono w złożu dwa typy genetyczne żył z uwagi na wypełniającą je treść, tj. żyły zawierające w przewodzie siarczki miedzi związane z działalnością roztworów krążących w złożu, natomiast żyły zawierające arsenki niklu i kobaltu uznano za rezultat późniejszej działalności tektonicznej (Piestrzyński i in. 2000).

4. Dyskusja wyników

Skład mineralny, a zwłaszcza obecność bizmutu rodzimego oraz arsenków kobaltu i niklu wskazują na hydrotermalne pochodzenie omawianych żył. Na podstawie opisanych struktur zonalnych minerałów głównych z grupy saffloryt-rammelsbergit oraz nikielin i gersdorfit stwierdzono, że optymalnymi temperaturami ich krystalizacji był przedział od 200°C do około 300°C (Ramdohr 1980; Edwards 1954). Badania inkluzji fluidalnych z obszaru złoża LGOM wskazywały natomiast na przedział temperatur od około 100°C do 150°C (Strengel-Martinez i in. 1993). Różnica ta może wynikać z faktu, że do badań inkluzji zakwalifikowane były w większości żyły z przewagą siarczków metali, które powstały na skutek krążenia roztworów izochemicznych w złożu (Piestrzyński i in. 2000). Omówiona parageneza arsenków kobaltu i niklu stanowi główną mineralizację omawianych żył, a w porównaniu do żył z obszaru złoża zawiera śladowe ilości siarczków miedzi. Z uwagi na powyższy fakt można porównać napotkane żyły z utworami typu Rücken eksploatowanymi w zagłębiu Mansfeld oraz Richelsdorf (Ekiert 1958; Kautzsch 1953; Messer 1955).

Przeprowadzone obserwacje wzajemnych relacji pomiędzy minerałami pozwoliły na określenie ogólnej sukcesji napotkanej mineralizacji. W pierwszym etapie krystalizowały arsenki kobaltu oraz niklu, a w wyniku odmieszania roztworu dodatkowo powstały amalgamaty srebra, srebro rodzime oraz bizmut rodzimy wraz z breithauptytem i digenitem. W etapie drugim po nieznacznym skataklazowaniu żył ponownie zostały uruchomione roztwory bogate w srebro i miedź, które odpowiedzialne były za wypełnienia spękań kataklastycznych oraz krystalizację samodzielnych ziaren amalgamatów srebra i chalkozynu.

Pojawienie się mineralizacji typu Rücken w utworach utlenionych wapienia cechszyńskiego w bliskim otoczeniu bloku przedsudeckiego umożliwia postawienie odważnej hipotezy na temat prawdopodobieństwa występowania znaczącej ekonomicznie mineralizacji żyłowej w obszarze dotychczas uważanym za mało perspektywiczny dla poszukiwań rud metali. Utwory cechsztynu dolnego w bezpośrednim kontakcie z blokiem przed-

sudeckim cechują się płytkim zaleganiem rzędu kilkuset metrów. Ponadto obszar bloku przedsudeckiego w wyniku ruchów laramijskich został wyniesiony do obecnego stanu, a jego bezpośrednie przedpole uległo silnemu zuskokowaniu. W powstałych spękaniach powiązanych z lokalnymi i regionalnymi uskokami mogły krążyć solanki hydrotermalne, dzięki którym doszło do powstania nagromadzeń minerałów podobnych do wyżej omówionych.

Autor pragnie wyrazić podziękowania za możliwość opublikowania wyników z przeprowadzonych obserwacji. Szczególnie dziękuję dyrektorowi generalnemu spółki Miedzicopper (MCC) prof. dr hab. Stanisławowi Speczikowi za cenne uwagi i dyskusje merytoryczne. Ponadto dziękuję kierownikowi ds. eksploracji Leo Hathway oraz Andrew Carstensen za zgodę na publikację.

Literatura

- Banaś, M. i Salamon, W. 1990. Polymetallic veins in the Permian copper deposits from SW Poland (Lubin Copper District). *8th IAGOD Symposium*. Abstracts, Canada.
- Chmielewski, A. 2012. The secondary oxidation of copper bearing shale in the Koźuchów area. *GeoShale 2012: recent advances in geology of fine-grained sediments*, 14–16 May 2012, Warsaw, Poland: Book of abstracts: field trip guidebook.
- Edwards, A.B. 1954. *Textures of the ore minerals and their significance*. Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
- Ekiert, F. 1958. Warunki geologiczne i objawy mineralizacji cechsztynu w niecce mansfeldzkiej. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 126, s. 57–110.
- Harańczyk, C. 1967. Minerale arsenowe lubińskiego złoża miedzi. *Rudy i Metale Nieżelazne* 6, s. 288–295.
- Harańczyk, C. i Jarosz, J. 1973. Minerale kruszcowe złoża miedzi monokliny przedsudeckiej. *Rudy i Metale Nieżelazne* 10, s. 290–296.
- Jarosz, J. 1973. Występowanie barytu w Lubinie i Polkowicach. *Rudy i Metale Nieżelazne* 12, s. 587–589.
- Kautsch, E. 1953. Tektonik und Paragenese der Rücken in Mansfelder und Sangerhauser Kupferschiefer. *Geologie* 31, s. 643–672.
- Konstantynowicz, E. 1971. Geologia złóż rud miedzi i przejawów miedzionośnych w Polsce. *Monografia przemysłu miedzianego w Polsce t. I*, Warszawa, s. 27–287.
- Messer, E. 1955. Kupferschiefer, Sanderz und Kobaltrucken in Richelsdorfer Gebrige (Hesses). *Hess Lagerstättenarchiv* 18, s. 849–857.
- Oberc, J. i Serkies, J. 1970. Geneza i rozwój złoża miedzi. *Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego*. 160B, s. 1–40.
- Oszczepalski, S., Rydzewski, A. i Ważny, H. 1982. *Wyniki poszukiwań cechsztynskich rud miedzi w rejonie Koźuchowa*. Warszawa: CAG.
- Piastrzyński, A., Kucha, H. i Reutt, R. 2000. Występowanie żył kruszczowych typu Rücken w złożu rud miedzi na monoklinie przedsudeckiej. *Prace Specjalne Polskiego Towarzystwa Mineralogicznego* 16, s. 83–84.
- Ramdohr, P. 1980. *The ore minerals and their intergrowth*. 2nd edition. Oxford: Pergamon Press.
- Rydzewski, A. 1969. Petrografia łupków miedzionośnych cechsztynu na monoklinie przedsudeckiej. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 217, s. 113–167.
- Rydzewski, A. 1964. Petrografia i mineralizacja osadów górnego permu na monoklinie przedsudeckiej i peryklinie Żar. *Przegląd Geologiczny* 12, s. 476–480.
- Rydzewski, A., Gospodarczyk, E. i Ważny, H. 1977. *Określenie zasięgu facji utlenionej w utworach złożowych monokliny przedsudeckiej pod kątem dalszych poszukiwań*. Warszawa: CAG.
- Banaś, M., Głuszek, A., Jarosz, J. i Salmon, W. 1998. Żyły polimetaliczne w permskich złożach miedzi na monoklinie przedsudeckiej. *Prace Specjalne Polskiego Towarzystwa Mineralogicznego* 10, s. 43–49.
- Salski, W. 1975 – Zmiany układu spękań w cechsztynskich skałach węglanowych monokliny przedsudeckiej. *Kwartalnik Geologiczny* 19(3), s. 583–595.
- Salski, W. 1975. Tektonika okolic Lubina. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 24, s. 61–199.

- Series, J. 1969. Wpływ czynników fizyko-chemicznych na występowanie niektórych pierwiastków śladowych w przedsudeckim i północnosudeckim złożu miedzi. *Archiwum Mineralogiczne* 28, s. 133–187.
- Strengel-Martinez, M., Speczik, S. i Jankowski, J. 1993. Epigenetic veins in Kupferschiefer deposits of SW Poland. *Archiwum Mineralogiczne* 39, s. 203–205.
- Wyżykowski, J. 1959. Poszukiwania rud miedzi na obszarze strefy przedsudeckiej. *Przegląd Geologiczny* 6, s. 17–22.
- Wyżykowski, J. 1963. Najnowsze wyniki badań geologicznych w rejonie Kozuchowa. *Przegląd Geologiczny* 11, s. 182–187.
- Wyżykowski, J. 1964. Zagadnienie miedzioności cechsztynu na tle budowy geologicznej strefy przedsudeckiej. *Prace Instytutu Geologicznego* 56, s. 5–57.
- Zwierzycki, J. 1951. Sole potasowe na północ od Wrocławia. *Prace Instytutu Geologicznego* 7, s. 257–295.