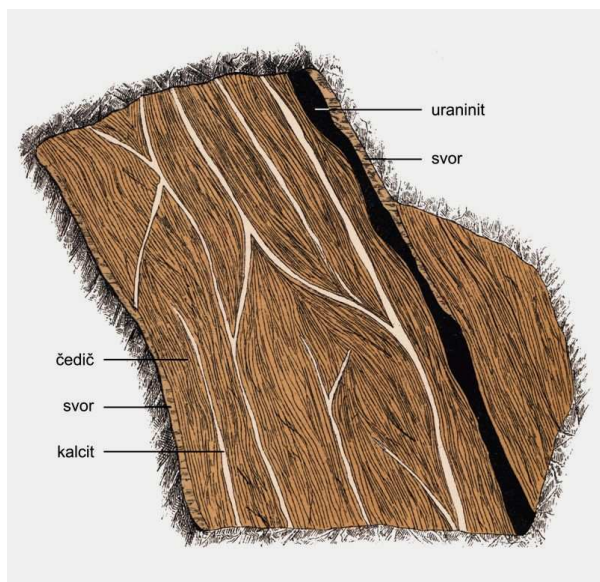
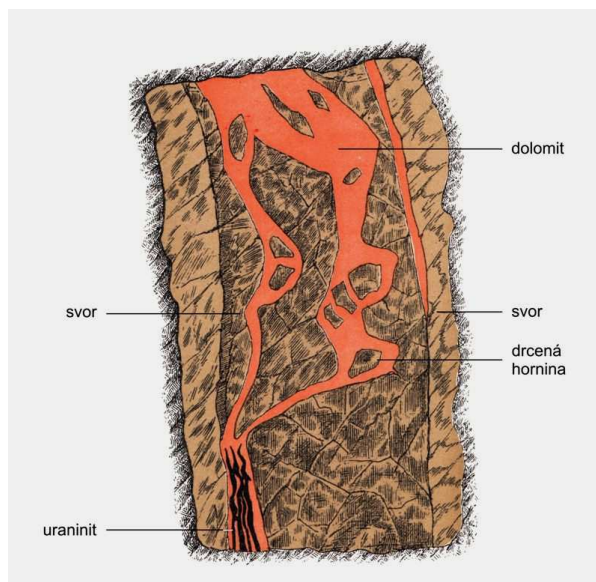


Charakteristika rudních žil s uranem a komplexními rudami

Žíly s uranem a komplexními rudami tvoří dva typy. Nejrozšířenější jsou žíly s jasnými tektonickými kontakty, vzniklé posunem nebo poklesem, které dosahují mocnosti i několika metrů. K nejznámějším patří Schweizer, Zdař Bůh, Bergkittler a Františka. Ke druhému typu patří druhořadé trhliny.



žíla Schweizer, 2. p., Důl Rovnost
(kreslil A. Mixa, 1885)



žíla Bergkittler, 2. p., Důl Rovnost
(kreslil A. Mixa, 1885)

Druhořadé trhliny, komplikující hlavní rudní struktury, měly jednodušší mineralogické složení. Přebládaly v nich karbonáty, především růžový dolomit, někdy se vyskytoval i mladý křemen a fluorit. Mylonity v nich chyběly. Tyto žíly nepřesahovaly délku 200 m, často měnily svou mocnost i sklon a jejich mocnost nepřesáhla 1 m. Tento typ se vyskytl v oblasti Dolu Panorama. Zrudnění provázelo karbonátovou mineralizací a bylo tvořeno smolincem. Uranové černě a slídy chyběly. Rudy zde měly masivní, někdy páskovanou nebo ledvinitou texturu.



mylonit
(halda Barbora, Jáchymov, 1999)



ultramylonit
(halda Barbora, Jáchymov, 2004)

Hlavní žíly se obecně jevily jako struktury čtvrtého řádu spojené se severozápadním směrem. Měly zpravidla složitou morfologii, byly tvořeny několika větvemi a doprovázeny četnými apofýzami. Sklon rudonosných žil kolísal od 30° do 90°, mocnost žil se pohybovala od několika milimetrů do několika metrů. Délka žil dosahovala až 2 km. Jejich mineralogické složení bylo různé a vyskytovaly se v nich všechny minerály, charakteristické pro krušnohor-

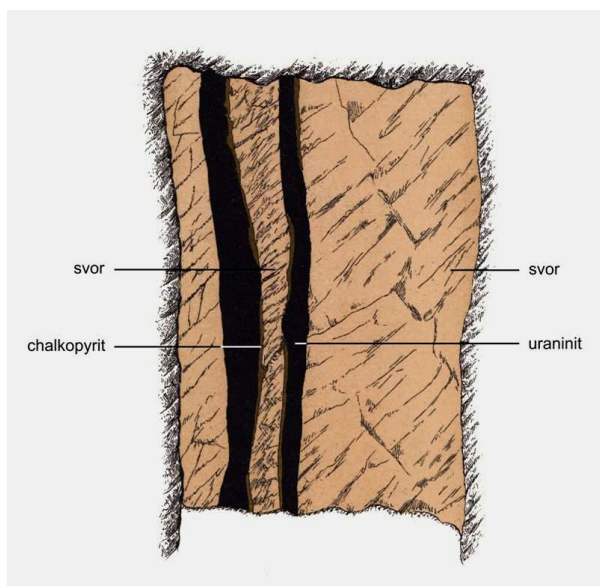
ské hydrotermální žíly. Převládaly v nich křemen, karbonáty, fluorit, sulfidy a minerály polymetalické formace. Uranové zrudnění bylo tvořeno smolincem, uranovými černěmi a při povrchu uranovými slídkami. Textury rud byly masivní, páskované, kokardovité a ledvinité.

Rudy jáchymovského ložiska dělili geologové JD (Jáchymovských dolů, n. p.), na pět typů:

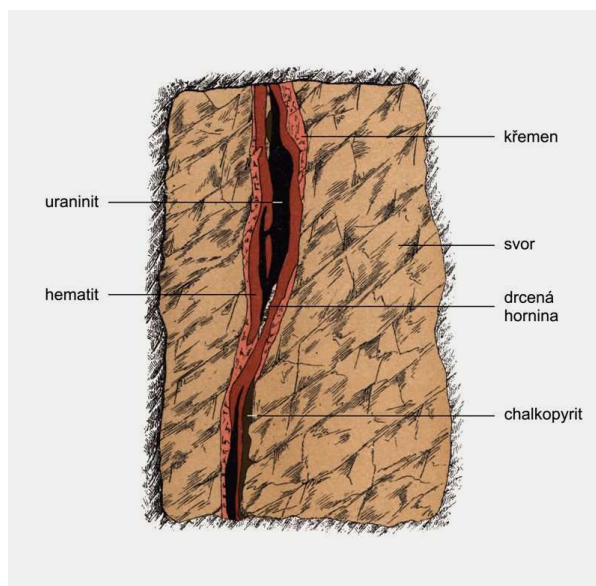
1) uran-smolincové rudy

Tyto zde byly nejvíce rozšířeny. V žilách zóny drcení tvořily obvykle čočky, v brekciovitých žilách byl smolinc rozšířen v karbonátech, v mylonitových žilách smolinc tvořil velké čočky a často rudní shluky protažené po sklonu žíly, v žilách puklinového typu byly charakteristické rudní intervaly s tenkými pásky smolince nebo jednotlivé úseky žil smolincem přímo vyplněné.

V uran-smolincových rudách se nacházelo i malé množství chalkopyritu, galenitu, sfaleritu, markasitu, hematitu a arsenopyritu.



Žíla Geister, 1. p., Důl Rovnost
(kreslil A. Mixa, 1884)



Žíla Widersinnischer, p. Daniel, Důl Rovnost
(kreslil A. Mixa, 1883)

2) komplexní U-Bi-Ni-Co-rudy

I tyto byly značně rozšířené a nejvíce se nacházely v mylonitových žilách. Rudy tohoto typu byly mladší než prvně jmenované, měly masivní texturu, kterou tvořila z 40-80 % jemnozrnná hmota rudních minerálů, převážně reprezentovaných šedým skutteruditem a ryzím vizmutem s křemenem. Zbývající část tvořily pozdní karbonáty a kromě minerálů, tvořících tyto shluky, nacházel se zde smolinc, nikelin a ryzí arzén.

3) U-Ag-Ni-Co-rudy

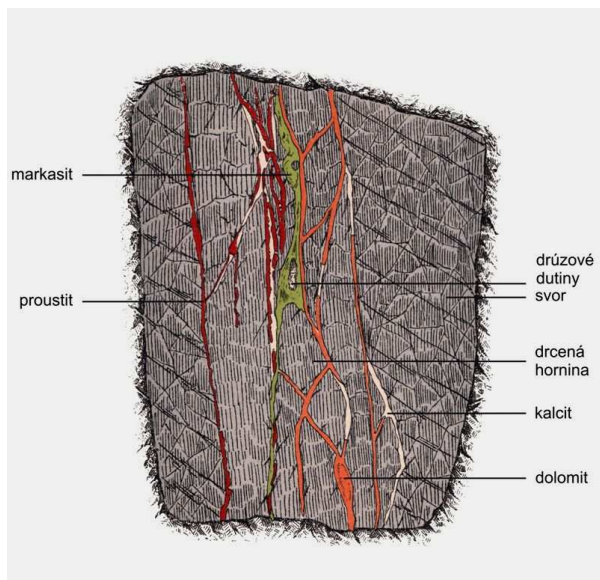
Byly velmi rozšířeny ve vrchních partiích ložiska a již od šestnáctého století byly předmětem dobývání (většinou na stříbro). Po druhé světové válce byly již tyto žíly vesměs vydobýty. Jejich mineralogické složení je shodné s předcházejícím typem s výjimkou toho, že stříbro nahradilo vizmut.

4) sulfidické rudy

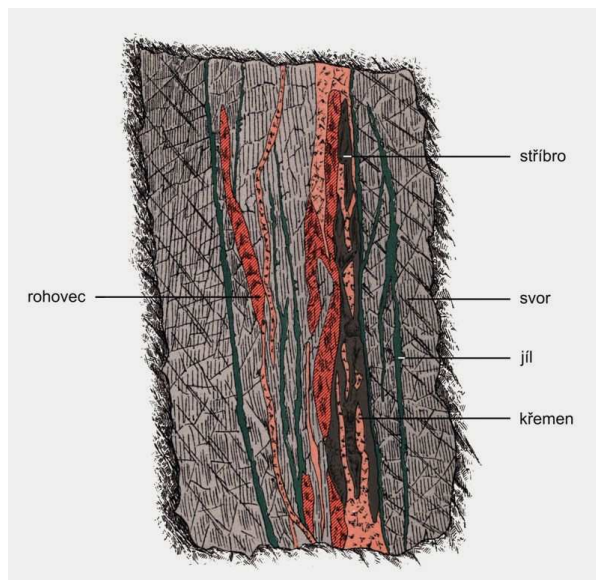
Nacházely se převážně spolu s uranovými rudními čočkami.

5) stříbrné rudy

K jejich tvorbě došlo v poslední fázi vývoje jáchymovské rudní oblasti. Byly rozšířeny hlavně v připovrchových partiích ložiska a dobývány v minulosti.



Žíla Hildebrand, Štolové p., Důl Svornost
(kreslil J. Němeček, 1882)



Žíla Prokop, 8. p., Důl Svornost
(kreslil J. Němeček, 1883)

Podle F. Mrni a D. Pavlů, kteří se v letech 1957-1960 zabývali geochemií jáchymovské oblasti, zde proběhlo několik mineralizačních cyklů:

- a) předrudní (chalcedonovitý, hematitový a hřebenovitý křemen)
- b) uranový (smolinec, dolomit, fluorit, pyrit, markasit, chalkopyrit, sfalerit, galenit)
- c) arzenidový (ryzí Ag a Bi, arzenidy Ni, Co a Fe, regenerovaný smolinec, bezbarvý, šedý až tmavý křemen, dolomit)
- d) sulfoarzenidový (ryzí As, proustit, pyrargyrit, realgar, dolomit až dolomitický kalcit)
- e) sulfidní (galenit, pyrit, markasit, sfalerit, chalkopyrit, kalcit)

V předrudním mineralizačním cyklu kladou autoři velkou úlohu koloidním roztokům, což měla dokazovat gelovitá struktura chalcedonovitého křemene i hojné drobné oolity hematitu.

V uranovém mineralizačním cyklu se naopak přiklání spíše k pravým roztokům než k roztokům koloidním. Podle hypotézy G. B. Naumova (1959) vznikly hydrotermální žíly se smolincem při teplotách do 150 °C, přičemž k jeho vysrážení došlo při rozpadu komplexních uranyl-karbonátových iontů. Jáchymovští geologové zastávali názor, že velký vliv na uložení smolince měly minerály s obsahem železa, jako jsou pyrit, biotit, amfibolit, a uhlíkaté sloučeniny. Pro tuto domněnku podle nich hovořilo, že místa s nejintenzivnějším uranovým zrudněním se vyskytovala právě v horninách silně pyritizovaných, v biotitických svorech nebo amfibolitech.

J. M. Dymkov zase předpokládal, že uran migroval v přehřátých hydrotermálních roztocích obsahujících volný fluór, jako UF_6 . Atakováním ankeritu docházelo k jeho dolomitizaci a k hematizaci a UF_6 disocioval na U^{6+} a $6F^-$, přičemž fluór dále reagoval s vodou na fluorovodík a kyslík. Složky, které se dostaly do roztoku z rozpuštěného ankeritu, daly základ dolomitu, fluoritu i komplexním uranyl-karbonátovým iontům.

Arzenidový cyklus mineralizace se podle Mrni a Pavlů od uranového cyklu lišil hlavně nižším oxidačním potenciálem. Neuplatnila se při něm hematizace, veškeré přítomné prvky získaly svou nejnižší valenci. Sulfoarzenidový cyklus považovali za přechod mezi arzenidovým a sulfidním cyklem. Oxidační potenciál prvků byl značně vyšší než v předchozím cyklu, vznikly složitější slouče-



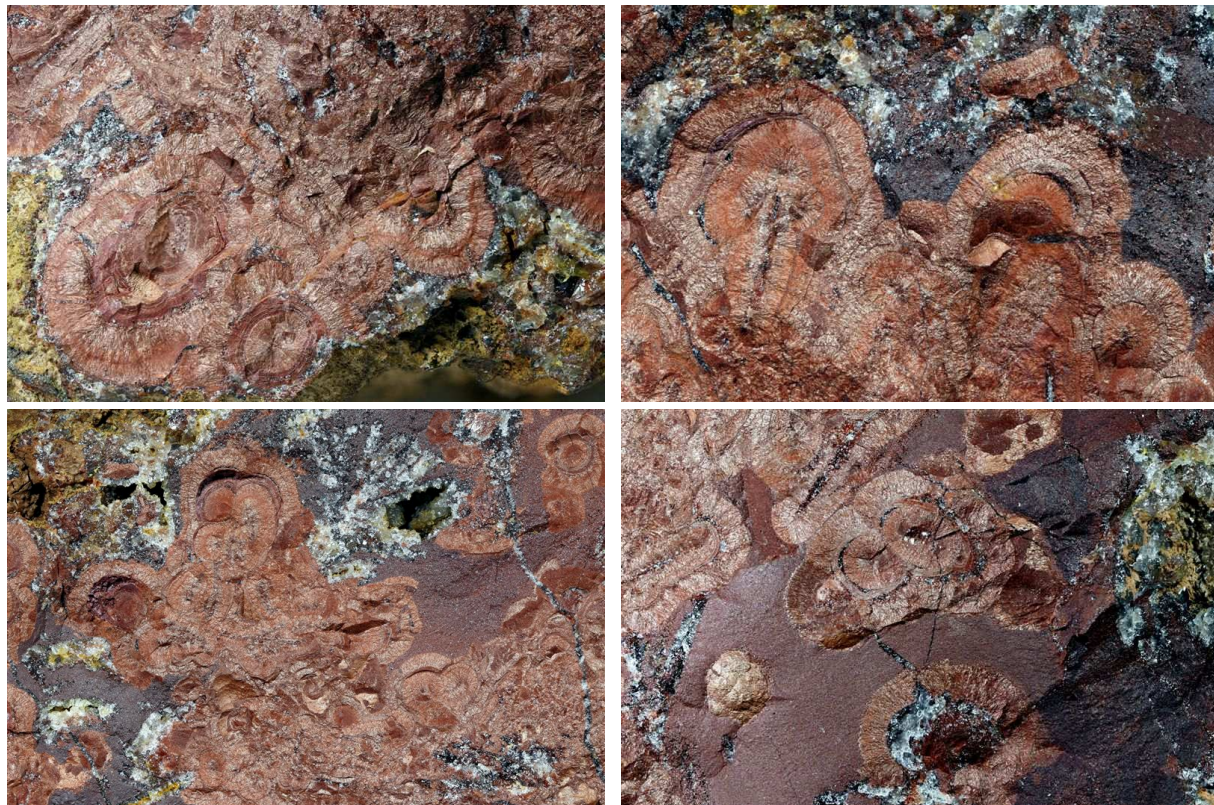
František Mrňa



Dana Pavlů

niny. Podle Mrni a Pavlů není vyloučeno, že část Ag a As pocházela ze zatlačených primárních minerálů arzenidového cyklu.

Sulfidní cyklus znamenal výraznou změnu v chemizmu roztoků. Arzén chybí, hlavně se uplatňuje olovo, méně zinek, železo a měď, malé množství smolince pochází podle autorů z hlouběji uložených starších výskytů. Jako nejmladší vydělují Mrňa a Pavlů žíly fluorit-barytové, přičemž baryt se v jáchymovské oblasti vyskytuje vzácně.



oolity hematitu z předrudního mineralizačního cyklu vznikly podle Mrni a Pavlů z koloidních roztoků
(halda na žíle Geister, Jáchymov, 2010)

Podle K. T. Saveljevové (1958) došlo v jáchymovském rudním poli ke vzniku (podle stáří):

- a) žil a metasomatických ložisek sulfidů,
- b) pyroxen-granátických skarnů s magnetitem, kassiteritem a sulfidy,
- c) greisenů a křemen-kassiteritových žil,
- d) křemenných žil s polymetalickým zrudněním,
- e) křemenných žil,
- f) karbonátových a křemen-karbonátových žil se smolincem,
- g) karbonát-křemenných žil s víceprvkovým zrudněním (U, Co, Ni, Bi, As, Ag),
- h) křemenných žil s minerály manganových rud

Metasomatická sulfidická ložiska se našla hlavně v amfibolitech a kromě pyritu obsahovala i sfalerit, galenit, chalkopyrit a arsenopyrit. Rozměry čoček či hnízd nepřesáhly 3 x 1 m. Sulfidické žíly nepřesáhly délku 5 m a mocnosti 2-5 cm. Jako rudní minerál převládal pyrit, v dutinách se vyskytl albit, flogopit, někdy i klence bílého kalcitu. Jejich průsečíky se žilami uranovými byly charakteristické velkými čočkami uranových rud. Počátek vzniku těchto žil klade Saveljevová ke konečným fázím metamorfizmu, doprovázenými koncentrací jednotlivých komponent v jemných trhlinkách. Vyskytly se v důlních polích Svornosti, Rovnosti I, Evy a Bratrství.

Skarny tvořily tělesa malých rozměrů v důlních polích Svornosti, Plavna, Panoramy, Barbory, ale i Prince Evžena (v Potůčkách) a v dalších, v minulosti dobývaných lokalitách (okolí Božího Daru a Zlatého Kopce).

Výskyt greisenů byl ve vlastním jáchymovském rudním poli poměrně vzácný. Jejich nevýznamné výskyty byly např. zjištěny na Dole Rovnost I, na překopecích J-VIII a Z-X-A. Křemen-kassiteritové žíly byly zjištěny v Potůčkách, Zlatém Kopci a v okolí Božího Daru. Převážně mají severozápadní směr, nestálá mocnost kolísá v rozmezí 1-15 cm.

Křemenné žíly s polymetalickým zrudněním jsou vázány na trhliny východozápadního směru a na mocné severozápadní zlomy. Hlavním žilným minerálem je křemen, někdy obsahující pyrit, chalkopyrit, sfalerit a galenit.

V některých úsecích severozápadních struktur se zachovaly křemenné žíly, kdy křemen je zachován ve formě úlomků v tektonických brekciích. V malém množství může být přítomen živec, pyrit, fluorit a kaolinit. Původ křemene je převážně metasomatický, částečně ale vyplnil i vzniklé dutiny. Pro svou podobnost s rohovcem byl metasomatický křemen nazván křemenem rohovcovitým a křemen uložený v dutinách byl pro svůj namodralý odstín (připomínající chalcedon) nazván křemen chalcedonovitý.

Podle Saveljevové jsou křemenné žíly charakteristické pro závěrečné fáze okoložilné hydrotermální metasomatózy, přičemž časově sblíženě se začaly tvořit i žíly kalcitové. Vznik ranných kalcitových žil je podle autorky geneticky spjatý se vznikem křemenných metasomatických zón ve vápencových horninách, neboť při intenzivní přeměně vápencových hornin křemenem došlo k vyluhování vápníku a kyseliny uhličitě, které vstupovaly do roztoků a migrovaly za hranice vápencových poloh po severozápadních trhlínách a vysrážely se v podobě kalcitu. Vzniklé kalcitové žíly se po vysrážení smolince změnily v tzv. karbonátové žíly se smolincem.

Karbonátové a křemen-karbonátové žíly s uranovým zrudněním byly dlouho spojovány se žilami tzv. pětiprvkové formace. Podrobná studia mineralizace jáchymovských žil však dokázala, že první a hlavní generace uranového zrudnění vznikla již před komplexním zrudněním. Tyto žíly jsou v jáchymovském rudním poli vázány na trhliny severozápadního a meridionálního směru hlavně IV. řádu, v V. řádu tvoří menší část a ve III. řádu ustupují žilám pětiprvkové formace (smolinec je zde přítomen pouze v malém množství a navíc je regenerovaný). Hlavními minerály jsou karbonáty a smolinec, dále hematit, hřebenovitý křemen, hřebenovitý albit, ortoklas, sulfidy a fluorit.

Do vysrážení smolince byly žíly mineralizovány kalcitem (karbonát I. generace), k jehož vzniku došlo vzápětí po hřebenovitém křemeni. V mnohem pozdější době došlo k dolomitizaci kalcitu (relikty kalcitu byly na některých žilách rozeznatelné i makroskopicky). Smolinec se objevoval v těsné paragenezi s masově červeným dolomitem (obsahuje jemnou disperzi hematitu; karbonát II. generace). Fluorit se sice vyskytl v malých množstvích, ale byl nedílnou součástí karbonát-smolincových žil, což je pro jáchymovské ložisko typické. Čím více byl fluorit vzdálen od rudních čoček, tím světlejší měl barvu. Sulfidy (chalkopyrit, galenit, sfalerit, pyrit, markasit, méně chalkosin a bornit) byly přítomny stále, ale jen v malých množstvích. Pyrit a markasit často pokrývaly ledvinky smolince, vzácněji v něm tvořily i jemné žilky.

Mineralizace těchto žil probíhala podle Saveljevové ve dvou etapách. První etapa následovala bezprostředně po vyloužení kalcitu z vápencových hornin, při vysrážení metasomatického rohovcovitého křemene. K vysrážení kalcitu v dutinách žil došlo o něco později než k vysrážení hřebenovitého křemene (a albitu s ortoklasem). Před vysrážením smolince, ale po kalcitu, došlo za přínosu fluóru ke vzniku fluoritu, vzápětí za ním i albitu druhé generace. Dále došlo k vysrážení smolince, které bylo doprovázeno vznikem dolomitu (částečně i magnezitu) z kalcitu a hematitu z pyritu. Vysrážením sulfidů byla mineralizace uzavřena.

Podle morfologických a strukturních zvláštností vydělily mineraložky JD ing. Dubinkina a ing. Geceva (1950) mezi karbonátovými a křemen-karbonátovými žilami s uranovým zrudněním čtyři typy žil, kterým odpovídaly různé formy výskytu smolince:

- a) drcené zóny s nestálou mocností (žilné minerály křemen, karbonát a smolinec se akumulovaly většinou v odžilcích do malých čoček) – žíly Schweizer, Geister, Evangelista, Čertova
- b) brekciovité zóny (smolinec tvořil impregnaci v žilovině a lemoval úlomky hornin) – svrchní části žil Hildebrand a Schweizer

- c) mylonitizované zóny se slabou žilnou mineralizací (smolinec tvořil čočky velkých rozměrů nebo impregnoval mylonit) – Čertova žíla
- d) žíly jednoduchého tvaru úplně vyplněné žilnými minerály (smolinec tvořil tenké žilky) – žíly Bergkittler a Protiklonná

Karbonát-křemenné žíly s víceprvkovým zrudněním vyplňují hlavně struktury III. řádu. F. Mrňa vyčlenil pro tuto mineralizaci dva cykly, arzenidový a sulfoarzenidový (viz výše). Ke vzniku těchto žil došlo opětovným rozevřením (vlivem nových tektonických pohybů) už zaplněných trhlin z doby uranového cyklu mineralizace. O těchto nových pohybech svědčí podle Saveljevovy úlomky křemene, mezi kterými byl nalezen i ranný křemen rohovcovitý, hřebenovitý a chalcedonovitý. Nové hydrotermální roztoky se od dřívějších lišily svým chemickým složením i nižším oxidačním stupněm (prvky měly svou v přírodě možnou nejnižší valenci). Oproti předcházejícímu typu žil se ke karbonátům prvé a druhé generace přidružil ještě karbonát třetí generace, tvořený mikroskopickou směsí dolomitu, kalcitu a magnezitu. Minerály Ag-As parageneze se koncentrovaly v kalcitových úsecích žil a minerály Bi-As parageneze v karbonátech třetí generace.

Vzájemný poměr smolince k minerálům arzenových rud a karbonátům studovala R. V. Geceva. Ze žil Františka, Růže z Jericha a Schweizer popsala případy cementace a pronikání smolince první generace minerály arzenových rud, v jejichž složení byl nalezen i smolinec druhé generace ve formě velmi malých kuliček. Smolinec druhé generace se vyskytoval spolu s diarzenidy Ni-Co a byl obrůstán ryzím vizmutem, stříbrem a nikelinem. Na žilách Geschieber, Čertova aj. zjistila, že smolinec první generace byl nahrazen jemnozrnným, bledě růžovým karbonátem třetí generace, který vznikl před minerály arzenových rud. V těchto karbonátech našla i shluky smolince druhé generace, který zde místy nahrazoval i skeletové krystaly stříbra. Na úsecích žil s převládajícím porudním karbonátem třetí generace významné uranové zrudnění chybělo, což přisuzovala intenzivnímu vyluhování uranu při vzniku porudních karbonátů.

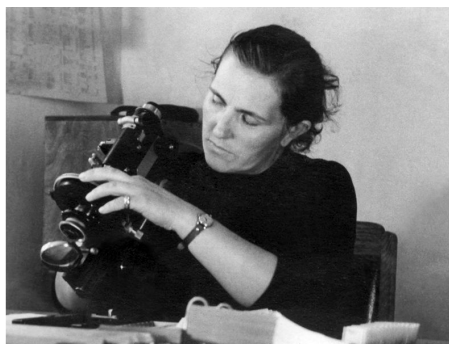
Křemenné žíly s minerály manganových rud byly vázány na struktury I. řádu. Ve vlastním jáchymovském rudním poli byly nalezeny v Centrálním zlomu a v zóně Plavna, mimo pak na ložisku Franz Sibenbrüder nad Eduardem. Mineralizace pravděpodobně probíhala ve dvou fázích, křemen-hematitové a křemen-manganové.



R. P. Dubinkina a R. V. Geceva v terénu
(spolu s prof. R. Kettnerem a prof. F. Slavíkem)
(foto Králík)



R. V. Geceva



R. P. Dubinkina