

# Wolfram a molybden - bratři z oceli

Jindřich Pařízek

V tomto a následujícím článku bude řeč o dvou důležitých novodobých kovech, jejichž historie až na pár výjimek nesahá příliš daleko do hlubin lidského vědění. V každém případě mají oba kovové prvky, coby důležité legury kvalitních ocelí, právem významné postavení v metalurgickém odvětví. Současná doba a vyspělá technologická náročnost, stále více závislá právě na takovýchto odolných materiálech vůči mnoha vlivům, se nedokáže bez výše uvedených tvrdokovů obejít. Bez jejich slitin bychom nedokázali dobývat vesmír, provozovat leteckou dopravu, ovládat řetězové reakce v jaderných elektrárnách, obrábět tvrdé oceli či stavět výškové budovy až do „mraků“. Ceny obou kovů v závislosti na zvyšující poptávku za posledních deset let několiknásobně stouply natolik, že několik těžařských společností má evidentní zájem o znovuotevření dříve dobývaných tuzemských ložisek. Například prozkoumané zásoby wolframu v ČR jsou odhadovány na 70 tisíc tun v hodnotě 60 miliard korun. Ložisko wolframových rud v Kašperských Horách je dokonce v současnosti považováno za největší naleziště této důležité suroviny ve střední Evropě.

## Wolfram - kovový vlk

První zmínky o wolframu zaznamenal ve světoznámých, dodnes inspirujících knižkách o hutnictví a hornictví Georgius Agricola (1494-1555), báňský odborník a lékař, působící v 16. století i v jachymovských dolech. Ve svých stěžejních spisech se nechvalně zmiňuje o černém minerálu Lupi spuma, v hojné míře doprovázejícím dobývanou cínovou rudu, který



dělal velké potíže již středověkým německým a českým hutníkům. Při tavbě se spékal s cínovcem a doslova „požíral“ cín jako hladový vlk ovce, přičemž vytvářel tzv. vlčí pěnu, německy zvanou Wolframen. Staří taviči si tento neblahý jev vysvětlovali tím, že zmíněná psovitá šelma upouštěla jedovaté sliny na cínovou rudu a proto během hutního procesu docházelo ke značným ztrátám v tavení

ně. Staří němečtí horníci z Rudohoří, kteří wolframit považovali za nevídanou příměs v greisenových či zwitterových cínonosných rudách, nerost nepříteli lichořivě nazývali der Zinnvernichter, čili cínokaz, případně der Schwernichtsnutz, v českém překladu těžký ničema.

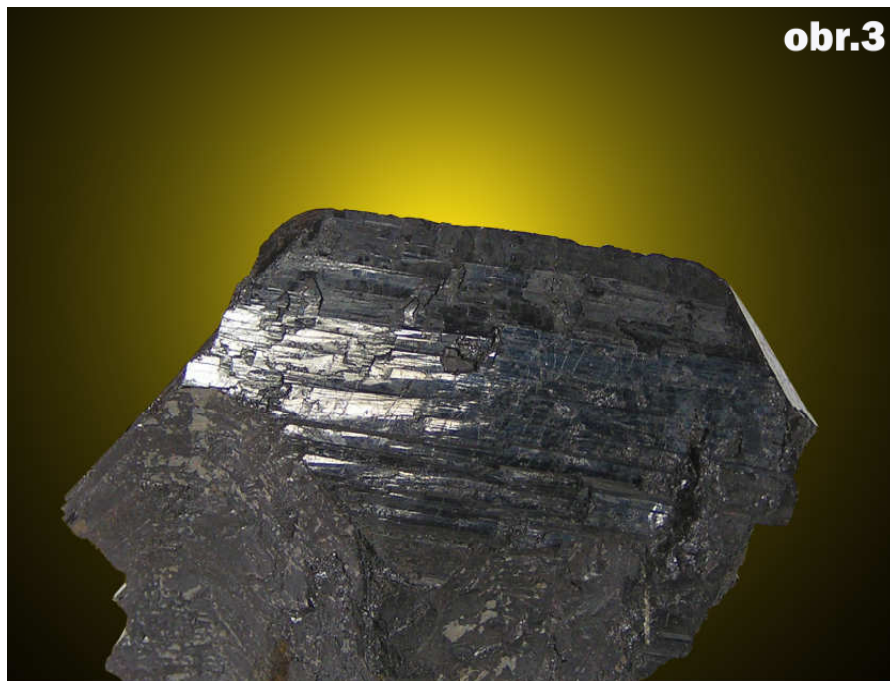
„Vlčí“ ruda byla havíři co nejdůkladněji selektována od vytěženého kasiteritu a následně vyvážena na hlušinové odvaly coby nežádoucí jalovina. Až teprve po objevu nového kovu a jeho následném průmyslovém využití se těžaři s nadšením vrhli na staré haldy, aby zde

relativně lacino přišli ke kvalitním výtěžkům wolframové rudy. Příkladem jsou rozsáhlé pozůstatky těžby keltských Kernowanů, obývajících oblast Cornwallu, kteří byli schopni odlišit vysoce ceněný kasiterit od wolframitu, o čemž svědčily pečlivě vytríděné hromádky rudy, ponechané ve starověkých sypech. Tyto pinky byly během I. světové války přetěžovány anglickými důlními společnostmi, financovanými ministerstvem námořnictví, které se snažilo získat cennou a potřebnou komoditu pro výrobu lodních děl.

Objev tehdy zázračného kovu je přičítán španělským bratřům Juanu José a Faustovi de Elhuyar, kteří v roce 1783 podrobně zkoumali minerál wolframit s velmi úspěšným výsledkem.

O dva roky dříve se zabýval švédský chemik Carl Wilhelm Scheele jiným významným zástupcem wolframových rud - scheelitem, kterému se ve Skandinávii přezdívalo tungstenit, podle slov tung a sten, v překladu těžký kámen. Rozborem prokázal v nerostu přítomnost vápníku a neznámého prvku v substanci pracovně nazvané kyselina tungsteinová. Zkoumaný rudní minerál získal po svém badateli v roce 1821 jméno pro mineralogický systém. V evropských hutních centrech se pro wolfram rychle ujal rozšířený švédský název tungsten kvůli své hmotnosti. Latinopisci mu dali název Lapis ponderosus. Dokonce ani čeští obrozenci nezůstali se svým poněkud zábavným a bizarním názvoslovím

**obr.2**



**obr.3**

nikterak dlouho pozadu a pro wolfram našli příznačný název těžík. Rovněž Sir Isaac Newton (1643-1727), britský matematik, fyzik a astronom, který byl současníky považován za největšího z géníů lidstva, tušil existenci wolframu. Nový předpokládaný kovový prvek nazval fengir, podle vlka ze severských legend, nepřítele bohů a požírače hvězd. Samotné označení wolfram se novému kovu dostalo od Jönse Jacoba Berzeliuse, dalšího významného švédského chemika, který vycházel ze starých hutnických zkušeností o vlčích schopnostech při tavbě společně s jinými kovy, zejména s cínem. Prioritu

nikterak dlouho pozadu a pro wolfram našli příznačný název těžík. Rovněž Sir Isaac Newton (1643-1727), britský matematik, fyzik a astronom, který byl současníky považován za největšího z géníů lidstva, tušil existenci wolframu. Nový předpokládaný kovový prvek nazval fengir, podle vlka ze severských legend, nepřítele bohů a požírače hvězd. Samotné označení wolfram se novému kovu dostalo od Jönse Jacoba Berzeliuse, dalšího významného švédského chemika, který vycházel ze starých hutnických zkušeností o vlčích schopnostech při tavbě společně s jinými kovy, zejména s cínem. Prioritu

na čas získal i návrh německého chemika Martina Heinricha Klaprotha, prosazující název scheelium na počest proslulého švédského kolegy Scheeleho. Po objevu už byl jenom malý krůček k metalurgickému zhodnocení „zázračné“ komodity. Na světě se objevila první wolframová rychlořezná ocel coby velmi užitečný vynález americké společnosti Bethlehem Steel. Svůj legovaný ocelový zázrak představila hutnímu průmyslu v roce 1900 na světové výstavě v Paříži. Věhlasná kovolijecká firma z Pensylvánie se stala důležitým a v podstatě výhradním dodavatelem velkých námořních kanónů během 1. světové války, ve 30. letech dvacátého století ocelových komponentů pro stavbu slavného mostu Golden Gate v San Franciscu a poté dokonce kompletních bitevních lodí v průběhu 2. světové války. První metalurgické pokusy se samozřejmě odehrávaly již o 50. let dříve, ale vzhledem k tehdejším extrémně vysokým cenám wolframu nedošlo k průmyslovému zhodnocení a použití kovu v praxi.

V roce 1903 se podařilo firmě W.D.Coolidge zvládnout výrobu velmi tenkých wolframových drátů, což následně vedlo k revoluční náhradě dosavadně používaných bambusových žárovkových vláken. Na nápad použít jemnou wolframovou spirálu v žárovce přišel r. 1884 po mnoha neúspěšných pokusech s uhlíkovým vláknem Derenik Sargis, neprávem téměř zapomenutý spolupracovník amerického vynálezce a podnikatele Thomase Alvy Edisona (1847-1931). Toto zlepšení se zprvu příliš neosvědčilo, stejně jako původní patent z roku 1876, podaný ruským vynálezcem Pavlem Nikolajevičem Jabložkovem (1847-1894), který žhavl elektrickým proudem kaolinovou tyčinku. Použitý wolframový drátek byl

**obr.4**



totiž příliš hrubý a maximálně po několika desítkách minut se přepálil. Vynálezce se tedy vrátil k pokusům se žhavaným uhlíkovým vláknem ve vzduchoprázdné skleněné baňce. Coby materiálu k experimentům používal různé druhy bambusu, kokosové pletivo, ba dokonce umně splétané nitě z pavoučího hedvábí. K myšlence na využití wolframové spirály se vrátil teprve roku 1909, kdy jeho

spolupracovníci vyrobili dostatečně jemný spirálovitý drát, který po naplnění ochranné skleněné baňky netečným plynem, aby bylo sníženo nežádoucí odpařování kovu, pro daný účel dokonale vyhovoval. Teprve poté zahájil převratný objev využití elektrické energie k výrobě světla vítěznou cestu napříč všemi kontinenty. Autorovi původního návrhu to však nebylo nic platné. Několik let předtím zmizel v guatemalské džungli, kde pátral po dalších druzích rostlin, vhodných k výrobě dostatečně odolných uhlíkových vláken.

Za zmínku taktéž stojí nechvalné využití wolframu coby kriminálního náčiní. Velmi užitečný vynález byl koncem 19. století učiněn zásluhou několika anonymních bankovních lupičů, kteří si k navrtávání ocelových trezorů a sejfů s cennostmi nechali od liverpoolského zámečníka, kováře a obratného metalurga Samuela Andrewse zhotovit první sadu vrtáků s

wolframkarbidovým hrotem. Nadaný řemeslník byl průkopníkem moderní metody slinování - spékání kovových karbidů se snáze tajícím kovem. O několik desítek let později se výrobci nedobytných pokladen uchýlili k protitahu, když okolo mechanismu zámků nedobytných pokladen upevnili desku z kobaltové slitiny, pokrytou úlomky karbidu wolframu, o které se vrtáky nenechavců tříštily.

Během druhé světové války v počáteční fázi útoku na Sovětský svaz odolávaly pancíře německých Pantherů a Tigerů ruským střelám z kanonů a děl. Nedostatečnost v průraznosti napravily až nově vyvinuté projektily s dvojitým pláštěm, kdy jádro střely bylo vyrobeno z wolframu. Totalitní vý-

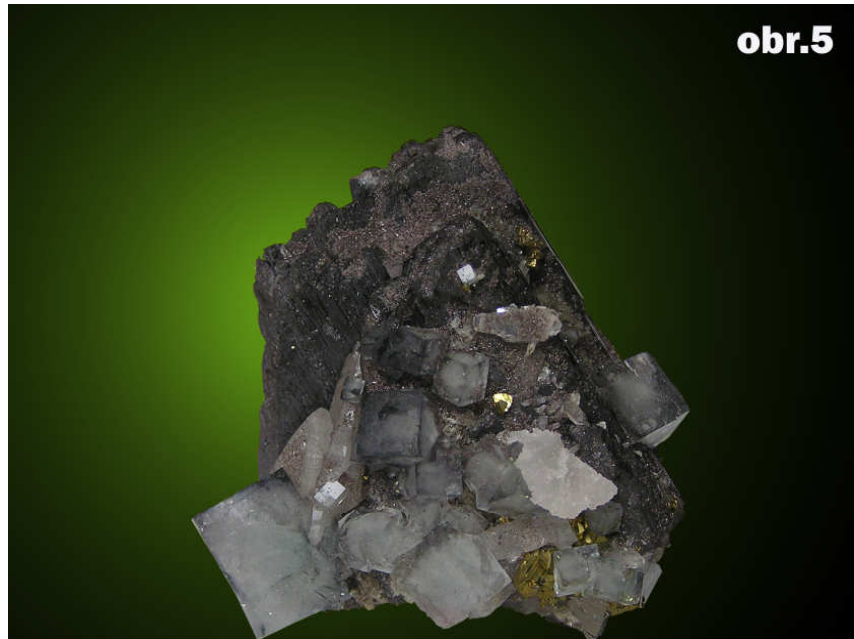
chodní kolos si nemohl stěžovat na nedostatek zásob vzácného kovu. Už ve třicátých letech nahnal sovětský dikátor Josif Vissarionovič Stalin (1879-1953) při národnostních čistkách mezi původním sibiřským obyvatelstvem množství burjatských lámů včetně chambalámy do wolframových dolů poblíž Ulan-Ude a na Čukotce. V nelidských podmínkách zde zahynuly tisíce nositelů domorodé kultury a vzdělanosti. Průrazné projektily na bázi wolframového



**obr.6**

jádra používali rovněž letectví stíhači německé Luftwaffe. Proto měli i Němci potřebu zajistit si dostatečné množství strategicky důležitého kovu. Z těchto více než opodstatněných důvodů získalo důležitou strategickou roli Portugalsko, které bylo během války neutrální zemí a vlastnilo tehdy největší ložisko wolframu na světě. O žádanou surovinu usilovaly obě nepřátelené strany, Spojenci i Osa. Tungsten, který se v angličtině ujal jako odborný termín pro wolfram,

sehrál významnou úlohu také při vývoji atomové zbraně. Wolfram zde vystupuje v roli neutronového zrcadla, kdy odražené neutrony opětovně bombardují jádra uranu. Roku 1945 v laboratořích Los Alamos v americkém Novém Mexiku, „rodišti“ první atomové bomby, manipuloval fyzik H.K. Daghlian s kostkou wolframu. Ta mu z neopatrnosti vypadla z rukou přímo na kostku plutonia a okamžitě došlo k řetězové reakci. Výzkumník sice pohotově oba materiály od sebe oddálil, ale silnému ozáření svého organismu zabránit nedokázal. Na následky vysoké radiace tři týdny po nehodě zemřel.



**obr.5**

Pouze několik málo historických zmínek vyvrací současný názor o tom, že wolfram je v podstatě novodobou záležitostí. Například ve výrobě mečů z wolframové oceli se ve středověku dokonale vyznali čínští zbrojíři. Tato znalost však v následující době několikrát zanikla. Mnozí čínští vládci nechtěli, aby vědění starých dob zůstalo zachováno i pro budoucnost. Tuto skutečnost potvrzují různé obsahy wolframu, molybdenu, titanu a dalších kovových příměsí v ocelových hrotech šípů, kopí, čepelích mečů a dýk, vzácně i v plátech brnění. Díky tomu jsou dnešní metalurgové schopni velmi přesně odvodit, za které panující dynastie byla zbraň zhotovena. Ke zněním technologií výroby docházelo takřka pravidelně v období pádu vládnoucího rodu. Alchymisty a další učence, patřící ke dvoru,

**obr.7**



většinou pobili vítězové, zatímco řemeslníky, zejména zbrojíře a kovolijsce, nechával před definitivní porážkou povražditi ohrožený panovník, aby nepřátelé neměli prospěch z jejich umění. Za zmínku stojí spíše legendární historka z roku 73, kdy čínský generál Pan Čchao zahájil válečné tažení proti Hunům a obyvatelům nezávislých měst v západních oázách. Období nezávislosti tamních městských státek netrvalo dlouho. Mezi domorodci se rychle roznesla zpráva, že v držení nepřátelského vojevůdce je pověstný meč Ki-an, neboli Královna věčné noci. Tato legendární nezničitelná vražedná čepel s jílcem ze světlé mosazi, kalená v krvi tří set zajatců, údajně dokázala nositeli pokaždé zajistit vítězství. Proto bylo zbytečné proti němu bojovat. Čínskou obdobu u nás známějšího Excaliburu prý osobně vykoval a věnoval generálovu prapředkovi sám legendární Chuang-Ti (2698-2673 př.n.l.), zvaný též Žlutý císař, který naučil lidi zpracovávat železo. Pověstný meč se nezachoval. Patří však k zajímavým skutečnostem, že v hrobce generála Čeng I-tua, nevlastního bratra slavného vojevůdce, objevené archeology v letech 1972-1973 u města Wu-wej na jižním okraji pouště Alašan, byl mezi předměty pohřební výbavy nalezen meč z tvrdé a pružné oceli, obsahující okolo 7% wolframu, 2% niklu a 1,5% vanadu.

Pověstné japonské meče katany a wakizaši jsou nejlépe propracovanou chladnou zbraní a zároveň nejskvostnějšími uměleckými předměty, vyrobenými lidským důmyslem.

Mistři mečíři ze Země vycházejícího slunce vymysleli v průběhu období Heian (794-1191) způsob, jak dodat čepeli tvrdost a zároveň houževnatost a vysokou ostrost. Nejdříve byla vytavena hematitová ruda na dřevěném uhlí v jílové peci tatara. Celý proces tavby trval tři dny. Po dokončení získal tavič nehomogenní železnou housku, zvanou tamahagane, kterou předal k dalšímu zpracování kováři. Před samotnou další manipulací s tamahagane proběhly očistné rituály. Kovář se několikahodinovým pobytem v horké lázni obracel s modlitbou k Sózu Baba, strážci říše duchů, aby ho zbavil špatných myšlenek. Buddhistický mnich, zenový mistr, požehnal kovárně i řemeslníkům a vyslovil účinnou kawabaru, zaklínadlo proti zlým duchům a černým přízrakům, kteří by mohli započaté dílo zkazit. Samotné kování bylo prováděno technikou stálého překládání materiálu. Proslulý mečíř Jasacuna, působící v letech 890-925 ve městě Hoki, používal k výrobě čepelí cihličky kovu různé tvrdosti, získané z vsázek čtrnácti hutníků, tavících rudu na různých místech pečlivě tajených místech ostrova Honšú. Tyto kousky železa, obsahující různé příměsi se specifickými vlastnostmi, byly zahřívány a poté skovány. Nakonec hotovou čepel rychle zchladil v kalící lázni, většinou ve vodě, někdy v krvi zajatců. Meč tím získal typické prohnutí. U některých z mála zachovaných



čepelí z dílny mistra Jasacuny zjistili moderní japonští metalurgové spektrometrickou sondou v jednotlivých vrstvách poměrně stálé obsahy wolframu, molybdenu, vanadu, titanu, manganu, chromu a niklu, lišící se pouhými desetinami procenta. Příměs těchto kovů spolu s použitou technologií dodávala mečům jedinečnou pružnost, tvrdost a ostrost, takže byly v boji prakticky nezníitelné. Ruský cestovatel Nikolaj Michajlovič Prževalskij (1839-1888) podnikl v letech 1870-1873 expedici z Irkutsku do Mongolska a Číny, která ho nakonec přivedla až do Tibetu. Kromě jiných artefaktů odsud přivezl ral-gri, tradiční tibetský široký meč, vyrobený neznámou technologií z wolframové oceli.

Na počátku 5. století byla v Indii založena proslulá lékařská škola v Gondishapuru. Tamní léčitelé byli neobyčejně skvělými chirurgy. Při operacích používali natolik progresivní metody, že některé jejich postupy, například při vyjmutí žlučníku, nebyly nikdy překonány a jsou uplatňovány prakticky dodnes. Během archeologických vykopávek, uskutečněných r. 1973 indicko - ruským týmem v místech s předpokládanými pozůstatky po objektech lékařské školy a nemocnice, bylo kromě jiného nalezeno několik chirurgických nástrojů z tvrdého bronzu a neobyčejně kvalitní oceli se značným obsahem wolframu, titanu, niklu a velmi vzácného hafnia. Slitina vyrobená neznámou technologií, údajně vynalezenou staroindickým mudrcem Ríšim, je slabě magnetická a vyznačuje se vysoce antikorozními vlastnostmi.



**obr.9**

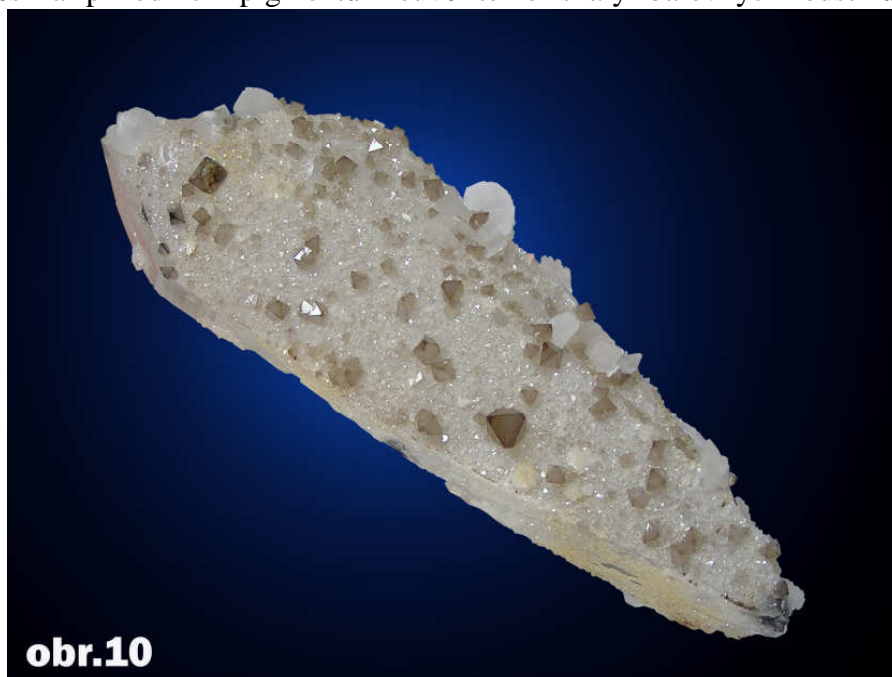
Předmětem intenzivního bádání soudobých historiků, zabývajících se temným obdobím německé Třetí říše, jsou tzv. texty Ahnenerbe, elitní organizace SS, pátrající na rozkaz reichsführera Heinricha Himmlera (1900-1945) po obskurních předmětech. Mezi artefakty, ukořistěné v Berlíně sovětskou armádou, patřil i středověký chirurgický nástroj z iráckého Kurdis-

tánu, vyrobený z wolframové oceli, který byl používán k ženské obřízce. V tomto případě jde zřejmě o podvrh. Není známo, že by se hrdí Kurdové k podobným praktikám vůbec kdy uchýlovali. Sonorské město Hermosillo je proslulé oslavami svátků Svaté smrti. Tento podivný církevní obřad vznikl syntézou víry domorodých Aztéků a římsko-katolického ritu. Místní františkánští mniši vybudovali za tímto účelem koncem 18. století ossárium, které bylo zároveň hojně navštěvovaným svatostánkem. Kostnici dominoval oltář zhotovený z lidských pozůstatků a zvláště obrovský lustr z dvanácti lidských lebek a dalších částí skeletů, zavěšený na železných řetězech s vysokým obsahem wolframu. V ossáriu se nachází také drobnější umělecké skulptury, spojené rovněž kroužky z wolframové oceli, či malý betlém z lidských kostí a minerálů, darovaných mnichům prospektory, křižujícími v honbě za bohatstvím vyprahlou sonorskou poušť. Klášter i ossárium byly značně poničeny během mexické revoluce v letech 1910-1917, kdy povstalci Emiliana Zapaty a Pancha Villy použili kovové součásti k výrobě kartáčových střel, jimiž rozprášili vládní jednotky generála Huerty. Kostnice byla později postupně renovována do původního stavu.

Oxidační produkty zvětrávání wolframitu sloužily od počátku čínského středověku k výrobě barev. Za vlády Thuc Phana (258-206 př.n.l.), vlastním jménem An Duong Vuong, jehož lid sídlil v oblasti dnešních čínských provincií Kuang-si a Kuang-tung, vzniklo na severu dnešního Vietnamu rané království kmenů Au Viet. Dobyvatel ze severu nejdříve svrhl roku 258 př.n.l. posledního panovníka dynastie Hông Bang a posléze v deltě Rudé řeky a na jejím středním toku založil raně otrokářský stát Au Lac, jehož řemeslníci ovládali vyspělou techniku zpracování kovů. Umělecké předměty, vycházející z jejich dílen, patří k dongsonské bronzové kultuře. Poblíž ruin zaniklé starověké metropole bylo nalezeno několik kutišť

rozsypových cínových rud, které byly na místě hutněny a následně zpracovávány. Ve zbylých zachovalých hromadách strusky bylo moderními metalurgickými rozbory zjištěno značné množství tzv. stržené spěže, čili silně znečištěného, dále neodlévatelného bronzu, obsahujícího poměrně vysoké procento ne zcela vyredukovaného kovového wolframu. Jeho následnou oxidací vzniklo časem na hutním odpadu relativně značné množství sekundárních produktů, zejména wolframových okrů, které o několik staletí později posloužily místním řemeslníkům coby surovina k výrobě barev. Roku 262 byl z rozkazu císaře Jüan-tiho (260-266), vládce čínského státu Wej, popraven pro urážku ješitného prvního ministra alchymista, taoistický filozof a básník Si-Kchang, virtuos hry na citeru čchin, muž mimořádných schopností a sil, nazývaný současníky studnicí zkušeností a zřídlem moudrosti. Tento vynikající učenec znal a popsal ve svých spisech asi osmdesát druhů kovů a jejich slitin, v té době jeho evropským kolegům zcela neznámých. Zvláštní zálibu měl ve výrokě barevných skel, u nichž dosáhl za pomoci různých příměsí a přírodních pigmentů neuvěřitelné škály barevných odstínů.

Experimentoval rovněž se žlutými oxidačními produkty wolframitu a minerálem wulfenitem. Po mnoha pokusech se mu podařilo vyrobit průhledné sklo s jemně hořčičným odstínem, které si rychle získalo oblibu u císařského dvora. Roku 317 dokončil neotaoistický mistr Ke Chung, který působil u dvora císaře Jüan-ti (317-323), vládce státu Východní Ťin, stěžejní spis Pao-pchu-c', pojednávající



o alchymii a magických praktikách. Kromě dalších cenných informací se v něm zmiňuje o přírodních wolframových okrech, které jsou pro přípravu trvanlivých barev vhodnější, než uměle připravené sloučeniny. Pokusnou surovinu zřejmě získával ve větším množství od dahurských kočovníků z pouště Gobi, křižujících s koňskými stády šterkovité pláně Ša-mo jižně od Dalan Dzagadu. Z přírodních oxidů wolframu byly vyráběny žluté iluminační inkousty, jimiž byly psány na pergameny vyrobené z kůže bílých neposkvřených hříbat posvátné lamaistické texty Kandžuru mongolských Chalchů. V hlavním mongolském buddhistickém klášteře Erdene dzú v karakorumském údolí působili během jeho výstavby v 17.-18.století četní malíři a sochaři. Ke zdejším specialitám patřily reliéfy z kozího tuku, obarveného přírodními barvivy, mezi nimiž se vedle velmi ceněného cinabaritu, realgaru, auripigmentu, malachitu, jemně rozetřeného lazuritu, kysličníků manganu a zinkové běloby uplatnily v hojné míře i wolframové okry. Šlo o velmi náročnou uměleckou technologii, při níž byl tuk zpracováván v kádi s ledovou vodou a konečný produkt potažen silnou vrstvou laku. Mongolové nazývají minerál tungstit, vodnatý kysličník wolframu, šar-čalút, čili žlutý kámen. Kolem roku 1720 se pokusy s wolframovými okry zabýval i český alchymista Josef Mladota ze Solopysk, velký milovník lučby a mechaniky, jemuž se podařilo vyrobit velmi žádané malířské žlutě a okry atypických odstínů, známé vysokou trvanlivostí.



Za důkladné zamyšlení stojí informace od ruských geologů, provádějících začátkem devadesátých let minulého století průzkum v perspektivních zlatonosných náplavech na horním toku řeky Vasjugan, levobřežního přítoku západosibiřského Obu a dalších řek Narada, Kozgim a Balbanju. Šokujícími nálezy byly hojné miniaturní spirálky z vysoce tvrdé neznámé slitiny, tvořené 83% wolframu, 9% železa, 5% niklu, 2% kobaltu, 1% molybdenu a titanu a stopově germánium a křemíkem. Některé z nich byly dlouhé jen několik tisícín milimetrů. Ty největší dosahovaly velikosti až tří centimetrů. Nacházely se v hloubce od dvou do dvanácti metrů, jejichž jednotlivé vrstvy geologové řadili ve věkovém rozmezí mezi dvaceti a více než třemi sty tisíci lety. V žádném případě nemohly být odpadním produktem některé z ruských továren, poněvadž pocházejí z neporušených říčních náplavů ze svrchního pleistocénu. Nejmladší vrstvy sedimentů jsou datovány do doby ledové. Jelena Matvejevna z moskevského Centrálního institutu geol. výzkumů, koordinující celý prospekční projekt, odhadla věk záhadných artefaktů na 100 tisíc let. Analýzou bylo nejprve pověřené pracoviště Ruské akademie věd v Sylytkvaru, hlavním městě autonomní republiky Komi. Posléze prováděly nezávisle analýzy další výzkumné instituty v Petrohradu a Helsinkách. Jiné záhadné kovové artefakty s převažujícím obsahem wolframu byly nalezeny během tzv. „tomské zlaté horečky“ koncem 19. století v povodí říčky Federovky, levobřežního přítoku

**obr.11**



řeky Orton. Nejzáhadnějším předmětem byl kromě obligátních mikrospirál, známých z více nalezišť, asymetrický ozubený pentagon o hmotnosti několika desítek gramů s nepravidelně rozmístěnými otvory. Povrch artefaktu, zhotoveného ze slitiny obsahující asi 83% wolframu, 11% železa, 2% křemíku, dále měď, nikl, vanad, chrom, tantal, niob, zirkon

a další kovové prvky, byl vysoce lesklý a navzdory relativně dlouhému transportu (jednotlivé nálezy byly roztroušeny na čtrnácti kilometrech délky toku) zcela neporušený. Na ozubení byly při poměrně nedávné analýze zjištěny otěrové stopy vzácného hafnia. Z hlediska záhadologů nález podstatně zastínil osm a půl tuny zlata, vytěženého rýžováním v blízkém okolí.

Významnou rudou wolframu je směsný minerál wolframit (wolframan železatomanganatý) s obsahem až 59% W, který je blíže rozdělen na ferberit  $\text{FeWO}_4$  a hübnertit  $\text{MnWO}_4$ . Velmi pěkné silně tabulovité a klínovitě zakončené krystaly wolframitu poskytly i naše významné rudní revíry Cínovec a Horní Slavkov. Ve Slavkově a blízkém Krásně má firma KMK Granit dokonce evidentní zájem obnovit těžbu, která zde skončila v roce 1991. O rok dříve potkal stejný osud i důlní závod Cínovec, kde během 2. světové války pracovali kromě místních havířů i váleční zajatci, zejména Francouzi, Rusové a posléze Italové. Totálně nasazený byl i nemalý počet Čechů. Z obou významných lokalit pocházejí

jedinci o velikosti přes 10 cm, které jsou právem chloubou mnoha evropských muzeí. Při skrývce pro stavbu průmyslového objektu v Jeřmanicích nedaleko Liberce bylo objeveno několik křemenných žil s lištovitými krystaly wolframitu, dosahující délky až 8cm. Vynikající exempláře wolframitu poskytly zejména zahraniční rudní ložiska. Příkladem je rudní deposit Li-Sn-W rud v portugalské Panasqueire, kde jsou dodnes nacházeny jedny z nježších ukázek krystalů wolframitu-ferberitu spolu s krystaly apatitu, křišťálu, kasiteritu a arzenopyritu. Důlní společnost dokonce obzvlášť estetické vzorky od horníků vykupuje, aby je posléze nabídla k odprodeji sběratelům. Opomenout nelze ani excelentní krystaly wolframitu z čínských dolů v provincii Yaogangxiang, kde se velmi často vyskytují v zajímavých srůstech s krychlemi fluoritu či se stříbřitým arzenopyritem. Mineralogickou „honoraci“ ovšem představují drúzy tence tabulkovitých, červeně prosvítajících lištovitých krystalů hübneritu z bohatých ložisek v Peru a Bolívii.

Dalším důležitým minerálem wolframu je scheelit (wolframan vápenatý), obsahující až 64% kovu. Krušnohorští horníci scheelit někdy mylně označovali za cínovou kroupu, jelikož jeho pyramidální srůsty byly podobné volným krystalům cínové rudy kasiteritu. Oproti tomuto minerálu je však šedobílý, žlutavý a nahnědlý. Čeští sběratelé především obdivují oktaedrické krystaly scheelitu žlutohnědé barvy z krkonošského ložiska Helena v Obřím dole, narůstající na tenké krystaly křišťálu. Z křemenných žil, prorážejících tamní skarnové těleso, pochází i špičkové ukázky zeleného vzácného silikátu pumpellyitu, který rovněž nasedá na křišťál v kuličkovitých agregátech. Krystaly scheelitu se nachází i na ložisku Cínovec, kde narůstá na krystaly záhněd a mnohdy vytváří estetické ukázky. Špinavě žluté krystaly scheelitu jsou nalézány v reakčních lemech na kontaktu vápenců se žulami ve Starém Podhradí u Žulové. Hojný je na severoitalských metasomatických ložiskách Monte Muletto v Jižních Tyrolech a Traverselle v Piemontu, kde se objevují pěkné dipyramidy do 10cm v mastko-chloritické břidlici. Skvělé oranžové exempláře do deseti centimetrů se vyskytly na zlatonosných křemenných žilách v Tournebise u Pontgibaudu ve francouzském departmentu Haute-Vienne. Až 10 cm velké hnědožluté a oranžové krystaly spolu s drahokamovými odrůdami berylu na muskovitu jsou hojně nalézány v pegmatitových žilách v čínské provincii Sichuan a patří v současné době k nejnabízenějším estetickým vzorkům na mineralogickém trhu. Za zmínku stojí i skutečnost, že Čína v dnešní době disponuje 75% veškerých světových zásob wolframu. Až 16 cm velké lesklé oranžové a pryskyřičně hnědé krystaly pochází z dolů Taewha a Tongwha v Koreji. Bohatými žilnými ložisky wolframových rud je Sandog a Kamet Pulai v Malajsii, odkud pochází zajímavé dipyramidy do 20cm. Stejně velké čiré pomerančově oranžové dipyramidy se skorylem a bílým apatitem byly nalezeny na Sn-W žilách v Santa Cruz v mexické Sonoře. Mimořádně velké, čiré, až 100 kg těžké krystaly pochází z žil málo mocných pegmatitů v břidlicích u Omaruru v Natasu jihozápadně od Windhoeku v Namibii, kde jej kromě velkých plechů ryzího zlata provází apatit, turmalín a chalkopyrit. Jak svědčí nálezy z domorodých pohřebišť v kalaharské oblasti, umělecky nadaní Khoinové vybírali odpradávná drobnější exempláře a úlomky krystalů z odkrytých dutin, s precizní řemeslnou dovedností je provrtávali a vyráběli z nich náramky, náhrdelníky či další ozdoby pro své ženy.

foto 001: Drúza hranolovitých krystalů hübneritu z dolu Huallapon v Peru

foto 002: Drúza tence lištovitých krystalů hübneritu z peruánského depositu Mundo Nuevo

foto 003: Lesklý klínovitý krystal wolframitu z českého Cínovce

foto 004: Krystal ferberitu s narostlými krystaly arzenopyritu a kalcitu z ložiska Panasqueira v Portugalsku

foto 005: Krystal wolframitu s krychlemi fluoritu z významného čínského depositu Wo rud Yaogangxiang

foto 006: Tabulkovitý krystal hübneritu ze západočeského Horního Slavkova

- foto 007: Rýhovaný krystal wolframitu s nárůstem krystalů bertranditu a křišťálu z Kara-Oba v Kazachstánu
- foto 008: Excelentní lesklý krystal scheelitu na lupenech muskovitu z Pingwu v čínské provincii Sichuan
- foto 009: Srůst několika krystalů scheelitu na křišťálu z dolu Helena v Obřím dole v Krkonoších
- foto 010: Skelně lesklé oktaedry scheelitu na velkém krystalu křemene z Yaogangxiang v Číně
- foto 011: Drobné voskově lesklé krystaly scheelitu na krystalu záhnědy z českého rudního ložiska Cínovec