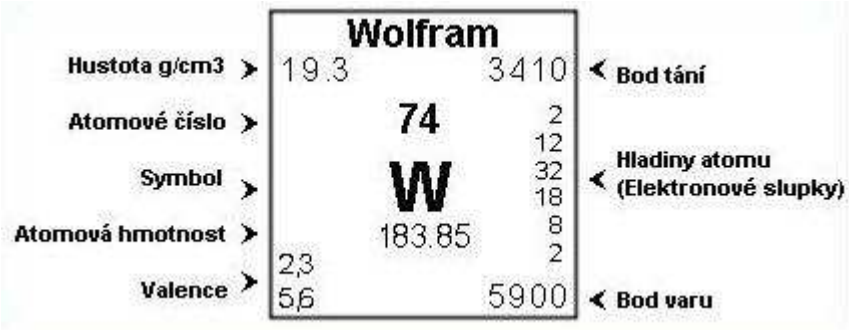
Základní informace o wolframu



Wolfram objevili roku 1793 páni Fausto de Elhuyar a Juan J. de Elhuyar. Jedná se o šedobílý těžký tažný tvrdý polyvalentní kovový element s vysokým bodem tání, který se v mnoha vlastnostech podobá chrómu a molybdenu a používá se především v elektrických aplikacích a jako zpevňující legura např. do ocelí nebo niklových slitin. Wolfram se v anglickém jazyce nazývá „Tungsten“, což ve švédštině znamená „těžký kamen“. Název „Tungsten“ vznikl ve středověkých německých hutích.

Wolfram zaujímá číslo 74 v periodické soustavě prvků mezi tantlem a rheniem. Wolfram má nejvyšší bod tání (3.410℃) ze čtyř běžných žáruvzdorných kovů. Hustota wolframu činí 19,3 g/cm3 a v tomto ohledu jej překonávají pouze rhenium a osmium.

Wolfram má velmi dlouhou historii v použití na výrobu různých vláken ve svítidlech. Nabízí výjimečně dobrou pevnost při velmi vysokých teplotách. Disponuje nejvyšší pevností za vysokých teplot ze všech čtyř žáruvzdorných kovů. Kombinace uvedené vlastnosti a výborné elektrické vodivosti jej předurčila pro využití v mnoha dalších aplikacích kromě svítidel. Wolfram např. nalezneme ve vakuových pecích v podobě topných těles, jež překonávají teploty molybdenu a tantalu, tj. 2.000℃. Dále se z něho vyrábí elektrické kontakty, elektrody, katody a anody obloukových lamp. Koeficient tepelné roztažnosti wolframu jej umožňuje aplikovat na výrobu neprodyšných ucpávek při stavování skla s kovem atd.

Wolfram slouží také jako legovací přísada do různých slitin, jimž propůjčuje své vlastnosti. Wolfram-karbidové řezné nástroje se používají pro svou výbornou odolnost. Wolfram svou vysokou hustotou ve spojení s mědí, niklem, železem a kobaltem vytváří speciální těžké kovy (Heavy metal). Jsou to slitiny obsahující 90-97 % wolframu, kdy ostatní jmenované kovy slouží jako pojivo k udržení slitiny pohromadě a dodávají žádoucí mechanické vlastnosti společně se snížením křehkosti, jež je vlastní čistému wolframu. Heavy metals se široce používají na vyvažovací součástky atd. (viz Heavy metals nebo sintrované materiály dále v textu).

Fyzikální vlastnosti wolframu

Atomová hmotnost	183,85
Hustota	19,3 g/cm3
Bod tání	3695 K, 3410℃, 6191℉
Bod varu	5828 K, 5900℃, 10031℉
Tlak par (2000℃)	8.15 × 10-8 Pa
Specifické teplo	135 J·kg-1·K-1 (298 K)
Koeficient tepelné roztažnosti	4.32-4.68 × 10-6·K-1 (298 K)
Elektrický odpor	5.28 µΩ·cm
Koeficient teplené vodivosti	1.75 ·W·cm-1 ·K-1(298K)
Modul pružnosti	390-410 GPa (298K)
Tvrdost	300-650 HV30
Elektrická vodivost	31% IACS
Pevnost v tahu (pokojová teplota)	100,000 - 500,000 psi
Pevnost v tahu při 500℃ (932℉)	75,000 - 194,000 psi
Pevnost v tahu při 1000℃ (1832℉)	50,000 - 75,000 psi
Poissonova konstanta	0.284

Čistý wolfram se velmi obtížně obrábí a zpracovává, se zkušeností může být soustružen. Frézování je prakticky nemožné, ti nejzkušenější jej mohou frézovat pouze za vysokých nákladů a značných potíží. Tváření může být prováděno pouze za velmi vysokých teplot a s opatrným uvolňováním vnitřního

napětí. Svařování není doporučeno a nýtování je zdaleka nejobtížnější. Při souhrnu výše uvedených vlastností je třeba konstatovat, že designu součástky z wolframu musí být věnována patřičná péče.

Aplikace wolframu

V elektronickém, jaderném a kosmickém průmyslu existuje rostoucí poptávka po materiálech, jež jsou schopny spolehlivě fungovat v neustále se zvyšujících teplotách pracovního prostředí. Vzhledem ke schopnostem wolframu dostát této výzvě se celosvětová poptávka neustále zvyšuje.

Vlastnosti, jež podporují poptávku v mnoha elektronických aplikacích, jsou:

- pevnost a tuhost ze vysokých teplot
- dobrá tepelná vodivost
- nízký koeficient tepelné roztažnosti
- nízká emisivita

Na wolfram se kvůli následujícím vlastnostem spoléhá také v pecích pracujících za vysokých teplot:

- pevnost a tuhost ze vysokých teplot
- nízká tepelná roztažnost
- nízký tlak par
- elektrický odpor
- nízká emisivita
- produktivnost a zpracovatelnost

Ucpávky sklo-kov

Wolfram disponuje koeficientem roztažnosti odpovídajícím tvrdému sklu. Z tohoto důvodu je široce používán v ucpávkách sklo-kov v svítidlech z tvrdého skla a v elektronických aplikacích. V určitých podmínkách může být použit také společně s křemíkem.

Všechny tyče, které slouží k zatavování kovu a skla, jsou vyrobeny s kvalitním rovným hladkým povrchem, jsou vyžíhány a tím pádem i odplyněny.

Podpory

Vzhledem k vysoké pevnosti za zvýšených teplot je wolfram vhodný na držení či podporu zdrojů vysokých teplot jako jsou například vlákna nebo hořáky svítidel.

Elektrody

Wolframové tyče speciálně vyrobené a zpracované pro svařovací aplikace jsou používány v procesech obloukového svařovaní v inertním plynu a obloukového svařování ve vodíkové atmosféře.

Ostatní typy wolframových materiálů jsou používány na svařovací elektrody. Tyto typy, jak uvedeno v souboru materiálových voleb pro svařování na našich stránkách, nacházejí uplatnění ve vakuově tavících procesech, odporovém svařování a elektroerozivním obrábění.

Odporové svařování většiny žáruvzdorných materiálů a jejich slitin se běžně neprovádí z následujících důvodů:

- Vzniká hrubá, zrnitá mikrostruktura, jež nedisponuje potřebnou tažností a tuhostí
- Koeficienty tepelné expanze jsou mnohem nižší než u ostatních běžných kovů, což má za následek praskání sváru po zchlazení odlišných spojených žáruvzdorných materiálů
- žáruvzdorné materiály jsou taktéž chemicky reaktivní a oxidují pokud nejsou zahřáty v inertním plynu nebo vakuu. Pouze občas se provádí svařování elektronovým paprskem za účelem spojení těchto materiálů pro výjimečné potřeby aplikací s malým zatížením.

Vlastnosti obrábění

Vzhledem k vysoké tvrdosti a nízké tažnosti je wolfram náročný na obrobení. Nejvhodnější metodou obrábění je elektroerozivní obrábění.

Soustružení

Při soustružení wolframu se doporučuje použít následující nastavení:

Nástroje	Karbid (H^2)
Úhel hřbetu nože	9°
Úhel čela nože (sklonu břitu)	27°
Boční úhel nože	0°
Rychlost řezu	40,23 m/minuta
Úhel hrotu nože	90°
Poloměr zaoblení špičky	0°

Broušení

Při broušení wolframu se doporučuje použít následující nastavení:

Typ disku	Karbid křemíku; tvrdost J až L; gramáž 100-120
Rychlost	3,66 m/s

Frézování

Při frézování wolframu se doporučuje použít následující nastavení::

Rychlost řezu	22,25 m/minuta
Úhel (zábřitu) hřbetu nože	8°
Boční úhel nože	10°

Tváření

Při ohýbání nebo lisování (tepání) je třeba dodržet následující:

Nástroje	Karbidové
Teplota	538 - 816℃

Lisování (tepání)

Je velmi obtížné. Může být úspěšné v případě dodržení dostatečně vysokých teplot a udržení nástrojů v ostrém stavu. Lisování (tepání) je více praktické na tenčím plechu, ale životnost nástrojů se přesto snižuje.

Pojení s ostatními kovy

Wolfram je nejlépe spojitelný s ostatními kovy pájením. Většina vysokoteplotních pájek může být použita. Wolfram může být pájen v následujících prostředích:

- v inertním plynu (helium, argon)
- v redukční atmosféře (vodík)
- ve vakuu

Při pájení je vhodné vyhnout se přídavným materiálům na bázi niklu, jelikož vzájemnou interakcí niklu s wolframem dochází k rekrystalizaci wolframu. Kontakt s grafitem by měl být také eliminován v důsledku tvorby křehkých karbidů wolframu.

V případě svaření wolframu bude svár velmi křehký a pravděpodobnost vzniku rozvrstvení a prasklin je značná.

Nýtování wolframu je extrémně náročné a nepraktické kvůli velmi křehké povaze wolframu. Může být úspěšně použito pouze v případech s minimálním zatížením.

Čištění wolframu

Proces čištění wolframu vyžadují následující situace:

- vznik šupin na povrchu
- běžné znečištění
- odstranění základního materiálu

Hlavním prvkem kontaminujícím tvářené polotovary je železo. Ostatní, jako např. hliník, uhlík, vápník, měď, nikl atd., mohou být také přítomny jako prvky, ale častěji se vyskytují ve formě oxidů.

Odstranění kontrolovaného množství základního kovu (wolframu) je vhodné pro ujištění, že byly odstraněny všechny možné kontaminující složky.

Existují 4 hlavní postupy, jak čistit wolfram:

Roztok roztavené soli (Molten Salt)

Toto je jeden z nejběžnějších čistících postupů, který vyžaduje pouze ponoření do moltenova roztoku obsahujícího oxidační složky. Tento postup nemá vliv na základní kov.

Vodní zásaditý roztok

Tento postup dobře funguje na zoxidovaném povrchu (žlutý povrch). Redukční oxidy (hnědé, růžové) budou na tento postup reagovat pomaleji, nebo vůbec. Proces je shodný s použitím roztoku roztavené soli v tom, že nenapadá základní kov a potřebuje oxidační složku, aby fungoval.

Těsně přilnavý černý povrch s uhlíkem nebo bez nalezneme na wolframu použitém za vysokých teplot. I v případě ponoření do horkého koncentrovaného roztoku je tento povrch velmi pomalu narušen. Spíše je to kvůli jeho hustotě, natavení a fyzikálním stavu než kvůli chemické povaze.

Kyseliny

Wolfram je o mnoho méně reaktivní s jednotlivými kyselinami než většina běžných kovů. HCI, HF, a H_2SO_4 nemají prakticky žádný účinek. V případě ošetření wolframu kyselinami se často stává, že se wolfram zbarví skvrnami reziduálních oxidů i v případě použití rychlého a kompletního promytí.

Elektrolytické metody

Elektrolytické moření spočívá v odstranění základního kovu použitím proudu a média schopného rozpustit produkty elektrolytické reakce. Může být provedeno v roztaveném solném nebo vodním roztoku. Elektrický proud a čas jeho působení určuje objem odstraněného kovu.

Pět základních metod čištění wolframu

- ponořit materiál do 20% roztoku přivedeného k varu.
- moření materiálu v 20% roztoku hydroxidu potassia
- moření materiálu v roztoku 50 vol. % $HN0_3$ - 50 vol. % HF.
- ponořit do roztoku hydroxidu sodného.
- ponořit do roztoku hydridu sodného.

Shrnutí

Rychlý účinek velkého rozsahu získáme při užití metody ponoření do roztoku roztavené soli. Pokud není přítomen žádný oxidační prvek, nemusíme se ani obávat ztráty základního materiálu.

Pokud mají být zpracovány větší množství materiálu, zvláště pak se značným odstraněním základního materiálu, představuje řešení pomocí kyselin problém jak v uspořádání postupu tak i v následném provedení.

Použitelnost elektrolytického moření závisí na tvaru čištěného polotovaru. Bude dobře fungovat na drát v jedné délce, avšak není vhodné na čištění více malých dílů.

U všech metod, jež představují úbytek základního materiálu, je potřeba definovat přesnou míru úbytku, koncentraci média, teplotu a čas expozice v médiu.

Wolframové slitiny

Wolframové slitiny mohou nahradit tvářený čistý wolfram v mnoha aplikacích. Mají podobné vlastnosti, avšak disponují nižší pevností díky sintrované (slinované) struktuře oproti struktuře tvářené. Výchozí prášek je zformován a za vysokých teplot sintrován ve vodíkové atmosféře. Vzhledem k vysokým teplotám sintrování může být tento materiál bez újmy použit v aplikacích dosahujících cca 2000℃. Pro aplikace vyžadující vyšší teploty může být materiál zpracován tak, aby se těmto vyšším teplotám přizpůsobil. Výchozím práškem je 99,9% čistý wolfram.

Heavy metals (Těžké kovy)

Těžké kovy jsou vyráběny metodou práškové metalurgie kdy wolframový prášek je smíchán s práškem niklu, železa nebo mědi. Přidané prvky slouží jako pojivo základního materiálu. Výsledkem jsou dobře obrobitelné materiály s vysokou hustotou a homogenní strukturou bez směrování jednotlivých zrn. Tyto materiály jsou svými vlastnostmi a aplikacemi jedinečné.

Oblasti použití Heavy metals

Těžké kovy se vzhledem ke svým fyzikálním vlastnostem často používají např.jako vyvažovací prvky rotorových listů u vrtulníků, závaží v automaticky se natahujících hodinkách a dalších aplikacích viz níže:

Stínění záření

Vzhledem k absorpčním charakteristikám těžkých kovů je potřeba o 1/3 méně materiálu než při použití olova. Dalším benefitem oproti olovu je zdravotní nezávadnost. Jsou nasazovány nejen na zdrojové stínění v ropných vrtech a průmyslových nástrojích, ale i v různých detektorech a lékařských zařízeních.

Rotační součástky

Materiál představuje jedinečnou kombinaci vlastností a vysoké hustoty a vydrží rotace za extrémních rychlostí. Tato vlastnost jej předurčuje pro použití v rotorech gyroskopů, setrvačnících a rotačních součástí regulátorů.

Projektily

Vlastnosti jako prodloužení a tvrdost vyzdvihují výhody sintrovaných materiálů pro oblast pronikání jinými materiály pomocí kinetické energie. Tyto vlastnosti mohou být upraveny výrobními postupy a aditivy. Používá se tedy na čtvercové, sférické a projektilové tvary pro vysokorychlostní průrazné střelné aplikace.

Vrtací tyče a brusné prostředky

Sintrované materiály se používají na vrtání bez chvění a broušení. Jsou vhodné zejména tam, kde je potřeba dosáhnout minima vibrací. Větší řez a lepší kvalita řezu je dosahována s nástroji z těžkých kovů. Je možné prodloužení nástroje vzhledem k jeho průměru s poměrem až 9:1.

Ostatní výhody zahrnují:

- delší životnost nástrojů vzhledem k nižšímu generovanému množství tepla díky minimálnímu chvění a vysoké teplotní vodivosti sintrovaných materiálů
- těžké kovy nežíhají v průběhu pájení, takže karbid může být přímo spájen bez vlivu na násadu, což umožňuje průběžné použití
- větší přesnost a bezproblémové broušení jsou dosaženy brusnými prostředky z Heavy metals. Zde opět hraje roli schopnost tlumit vibrace a rotacím odolné vlastnosti.

Těžký kov je často používán místo wolfram-karbidových vyvrtávacích tyčí, protože:

- má vyšší hustotu
- je snadno obrobitelný
- je méně náchylný k odlupování a lámání
- lze dosáhnout nižších nákladů na materiál a jeho úpravu

Obrábění a úprava materiálu

Obrábění sintrovaných materiálů je podobné jako u odlitého železa. Obvykle se nepoužívá chladící médium a jsou doporučeny karbidové řezné nástroje.

Soustružení

Hrubé operace jsou prováděny prostřednictvím C-2 karbidů a řezná hloubka se pohybuje od 0,762 mm s posuvem od 0,203 do 0,381mm při 70 až 92 povrchových metrech za minutu.

Závěrečné povrchové úpravy jsou prováděny hloubkou řezu od 0,254 do 0,381 mm s posuvem od 76,2 do 121,92 povrchových metrů za minutu.

Vrtání

Vrtání se provádí vysokorychlostními vrtáky s ocelovými hladkými hroty. Zvýšené úhly vstupu a automatický posun prodlouží životnost nástrojů. Občas se k chlazení používá chlorinový olej.

Řezání vnitřních závitů

Řezání vnitřních závitů je prováděno vysokorychlostními ocelovými nebo karbidovými dvoubřitovými spirálovitými závitníky. K chlazení se doporučuje použít chlorinový olej nebo závitový přípravek.

Broušení

Vhodné přípravky jsou disky střední tvrdosti z oxidu hlinitého nebo karbidu křemíku.

Obrábění

Lehké řezy jsou dělány M-2 vysokorychlostní ocelí. Vysokorychlostní ocel musí být použita i při hlubších řezech. Karbidové řezné vložky zvýší životnost přípravku.

Řezání nebo pilování

V případě pilování se používají bimetalové listy pro vysoké rychlosti. Pro nižší rychlosti lze použít ocelová ostří. Chladící médium je volitelné. Materiál může být také uříznut s vysokorychlostním abrazivním kotoučem.

Spojování

Heavy metals mohou být spojeny mezi sebou nebo s jinými kovy pomocí stříbrné pájky, měděné pájky, mechanickým spojením nebo difúzní vazbou.