

DENSIMET®

pro dokonalé lití hliníku a barevných kovů

Naše materiály pro lití zejména hliníku ale i jiných barevných kovů.

Během lití hliníku a barevných kovů se tavenina buď gravitačně nalévá, nebo pod tlakem vstříkne do formy. Tento proces se používá například k výrobě hlav válců, auto kol a mnoha dalších odlitků z barevných kovů. Zde musí forma opakovaně odolávat tavenině kovů při teplotě nad 600 ° C: vložky vyrobené z naší slitiny wolframu **Densimet D2M** a slitiny molybdenu **TZM** odolávají lépe tepelným šokům.

Výhody pro vás:

- Kratší doby cyklu
- Špičková kvalita povrchu vašich výrobků
- Dlouhá životnost nástrojů pro lití (formy, jádra atd.)
- Žádné praskliny ve vložce formy

Dodáváme na míru vyrobené vložky do forem, pouzdra vtoku, chladič vložky a další jednotlivé díly i polotovary pro formy a licí linku.



Praskliny a koroze Proč mají tradiční formy potíže?

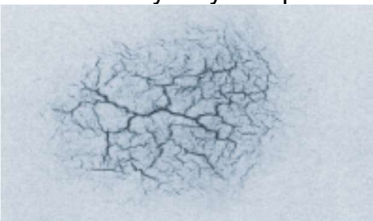
Ocelové formy jsou náchylné ke korozi, erozi a adhezi hliníku k povrchu, když roztavený hliník proudí přes povrch formy. Pokud se části forem rozpustí v hliníkové tavenině nebo dojde-li k erozi oceli vysokými rychlostmi toku, povrch formy se postupně opotřebovává.

Časté teplotní cykly také vystavují nástroje a součásti namáhání při lití kovů: Odchyly v rozložení teploty a různé koeficienty tepelné roztažnosti vedou k tepelnému namáhání. Praskliny a deformace způsobené tepelnou únavou mohou způsobit úplné selhání nástroje.

Ideální materiál pro formy používané k odlévání neželezných kovů tedy musí splňovat nejvyšší mechanické, termo-fyzikální, chemické a tribologické požadavky. Tradiční nástrojové oceli tyto požadavky dlouhodobě nespĺňují. Co se tedy dá dělat?

Každý, kdo si přeje vyšší produktivitu lití a lepší povrchové vlastnosti odlitků, by měl použít kvalitnější materiály s delší životností.

Potřebné vlastnosti jsou chemická odolnost v roztaveném kovu, vysoká tepelná vodivost a dobrá stabilita za vysokých teplot.



Naše materiály pro nástroje lití hliníku a barevných kovů



Molybden a wolfram jsou známé jako kovy s vysokou teplotou tavení. Teplota tavení molybdenu je 2610 ° C, teplota tavení wolframu je 3407 ° C. Oba materiály mají nízký koeficient tepelné roztažnosti, asi třetinový v porovnání s ocelí. Jejich tepelná vodivost je naproti tomu zhruba čtyřikrát vyšší než u klasických nástrojových ocelí.

Vysoký modul pružnosti 385 GPa zaručuje dostatečnou tuhost i při vysokých teplotách. Stabilita při pokojové teplotě je nižší než stabilita žárupevných ocelí. Při teplotě 650 ° C je stabilita srovnatelná se stabilitou

žárupevných ocelí.

Typické hodnoty pro naše materiály pro odlévání hliníku ve srovnání s klasickou nástrojovou ocelí 1.2343.

	TZM	D2M	D185	1.2343 steel
Corrosion	++	+	+	--
Oxidation	from 400 °C	from 600 °C	from 600 °C	negligible
Thermal conductivity (500 °C) [W/m K]	127	65	90	28
Resistance to cyclic thermal stress	++	++	++	--
Impact strength	0	-	-	++
Tensile strength Rm (RT*) [MPa]	780	990	800	1200-1600
Tensile strength Rm (500 °C) [MPa]	500	670	600	100-1400
Yield strength Rp_{0.2} (RT*) [MPa]	730	700	600	1000-1400
Yield strength Rp_{0.2} (500 °C) [MPa]	490	460	420	650-900
Elongation at failure A_g (RT*) [%]	19	18	10	10-15
Elongation at failure A_g (500 °C) [%]	15	16	7	
Modulus of elasticity [GPa]	320	360	385	214
Coefficient of thermal expansion α_{th} (500 °C) [10⁻⁶ K⁻¹]	5.5	5.6	5.2	13.0
Hardness [HV]	25	max. 31	max. 31	>45

*RT = room temperature

TZM: molybden s 0,5% titanu, 0,08% zirkonia, 0,01-0,04% uhlíku

D185: 97% wolframu, zbytek: nikl a železo

D2M: 90% wolframu, zbytek: nikl, molybden a železo

Slitina molybdenu TZM

Fyzikální vlastnosti TZM se velmi málo liší od vlastností čistého molybdenu. Ale malá množství extrémně jemných karbidů činí TZM odolnější než čistý molybden a dávají mu vyšší teplotu rekrytalizace a vyšší odolnost proti tečení.

Wolframové slitiny D2M a D185

Čistý wolfram se extrémně obtížně zpracovává a je velmi křehký při nízkých teplotách. Při výrobě forem se proto wolfram používá pouze v kompozitních materiálech. V kombinaci se železem a niklem nebo železem, niklem a molybdenem získáme Densimet®, což je náš dvousložkový materiál obsahující pojivovou fázi s vloženými částicemi wolframu.

Díky železu, niklu a molybdenu je zpracování wolframového materiálu mnohem snazší než u čistého wolframu. Naše materiály Densimet® obsahují až 97% wolframu.

Vložky pro odlévání hliníku primárně vyrábíme z materiálů Densimet® 185 (D185) a Densimet® D2M.

Kvůli jeho větší mechanické pevnosti naši zákazníci většinou používají D2M pro vysokotlaké lití.

Jeho obzvláště dobrá tepelná vodivost znamená, že D185 se používá hlavně v aplikacích gravitačního a nízkotlakého lití k zajištění optimálního rozložení teploty ve formě.

Rádi vám poradíme a najdeme ten správný materiál pro vaši aplikaci.

Densimet® WR:

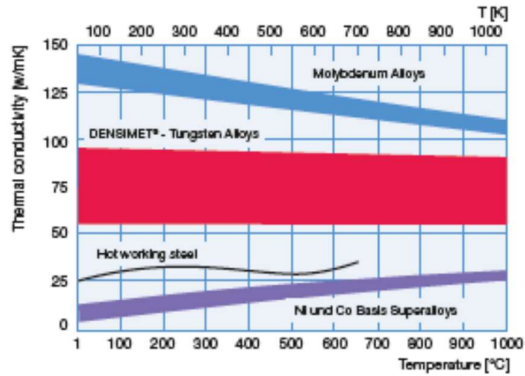
Využijte svou formu na maximum

Pokud si všimnete jakékoli eroze nebo vybledlých částí materiálu Densimet® ve vašich formách po jejich dlouhodobém používání, není to problém: Navařením pomocí našich svařovacích elektrod Densimet® WR vám umožní opravit postižené oblasti a prodloužit životnost vaší formy na mnoho dalších cyklů. Tyče Densimet WR dodáváme v různých délkách a průměrech – abychom vyhověli vašim přesným požadavkům.

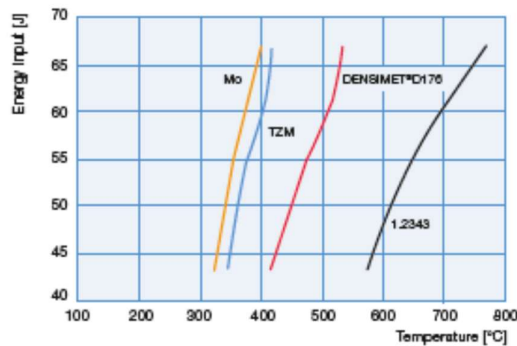
Rychlý odvod tepla. Kratší doby cyklu.

Tepelná vodivost naší slitiny wolframu Densimet® a slitiny molybdenu TZM je až čtyřikrát vyšší než u běžné oceli.

Výhoda pro vás: Na kritických místech se forma výrazně rychleji ochladí a vy můžete provádět více licích cyklů za kratší dobu. Navíc díky rychlému rozptylu tepla je mikrostruktura (vzdálenost dendritových ramen) hliníkových odlitků výrazně jemnější. To zase pomáhá optimalizovat mechanické vlastnosti vašich výrobků, například zvýšením jejich pevnosti. Vysoká tepelná vodivost molybdenu a wolframu umožňuje rychlý odvod tepla, čímž je zajištěn nízký teplotní rozdíl mezi povrchem vložky formy a jádrem odlitku.

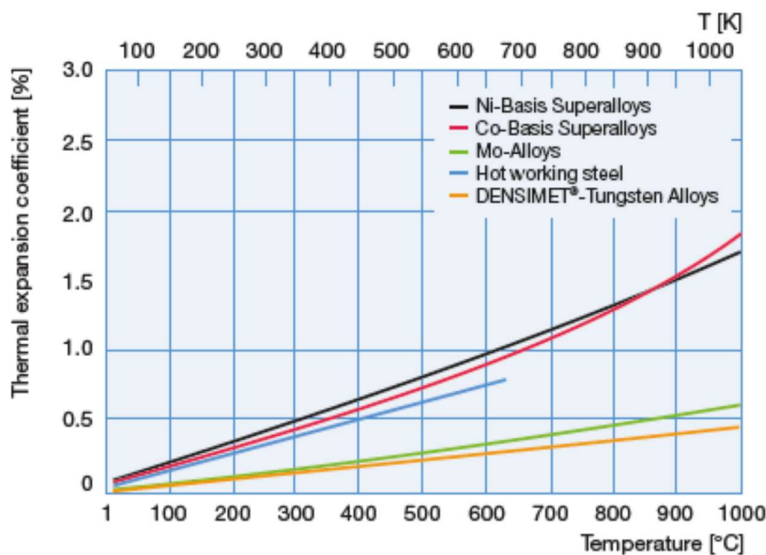


Při stejném vstupu energie je povrchová teplota našich vložek do forem výrazně nižší než u oceli. V kombinaci s vysokou tepelnou vodivostí Densimet® to znamená, že při lití nehrozí nebezpečí vzniku trhlin ve vložce formy, a **povrchová kvalita odlitku je též mnohem lepší.**



Nízká tepelná roztažnost

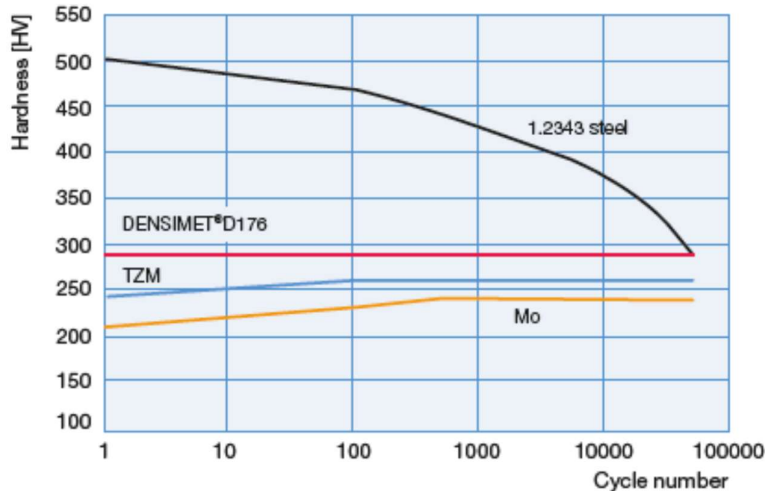
Protože taveniny hliníku přicházejí do styku s chladnějším povrchem vložky formy během odlévání, v materiálu často vznikají praskliny díky tepelné únavě ocelových materiálů. To může způsobit vznik trhlin ve formě, zejména při vysokotlakém lití. Koeficient tepelné roztažnosti Densimet® a TZM je o třetinu nižší než u oceli a zamezuje tak ve formě vznik trhlin z tepelné únavy materiálu.



Tvrdość povrhu

Tvrdość povrhu ocelových forem pracujících za tepla se začíná snižovat po určitém počtu odlévacích operací.

Naopak u žáruvzdorných kovů jako jsou wolfram a molybden není pozorováno žádné snížení tvrdosti, i když vycházejí z nižší úrovně pevnosti.



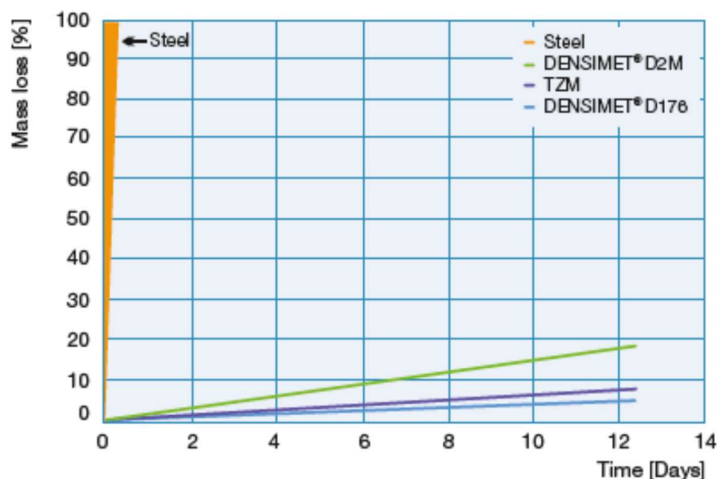
Protože není možné u molybdenu a wolframu zvýšit tvrdost tradičními metodami tepelného zpracování, může být na hotovou součást nanesen ochranný povlak. K tomu jsou vhodné tradiční PVD povlaky jako CrC nebo TiAl. Nabízíme také vlastní povlak odolný proti opotřebení, který zvyšuje tvrdost povrhu na více než 1000 HV, aniž by to mělo vliv na odolnost materiálu proti korozi.

Pozn.: Zvýšení HV je momentálně úkolem našeho R&D, pracuje se na finální podobě této technologie. Informace podají naši obch. tech. zástupci.

Vysoká odolnost proti korozi

Tradiční vložky a jádra forem jsou obzvláště náchylné k erozi, když se hliník vstříkuje vysokou rychlostí. Molybden a wolfram se nerozpouštějí v hliníkové tavenině. Vložky formy vyrobené z Densimet® a TZM jsou obzvláště odolné proti erozi a korozi. Protože náš materiál nereaguje s hliníkovou taveninou, nelepi se na vložku formy žádné zbytky kovu, například při odstraňování odlitků.

Výhoda pro vás: Vložky lze používat déle, nemusíte podstupovat časově náročné čištění a brzy budete připraveni na další odlévání.

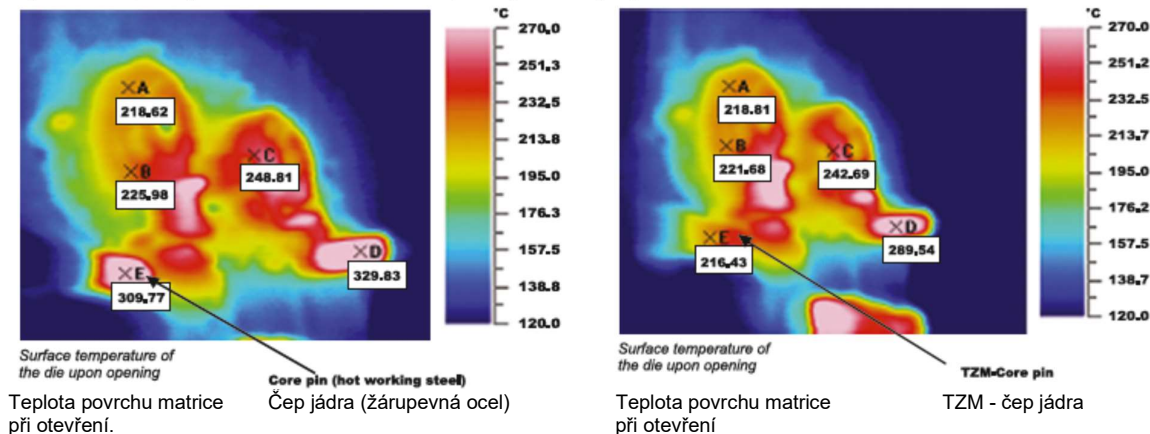


Goodbye casting defects Hello molybdenum and tungsten

Pokud tavenina hliníku neztvrdne rovnoměrně, vede to často k vadným odlitkům, jako jsou dutiny a pórovitost. K tomu obvykle dochází v oblastech, kde se mění tloušťka stěny. Tomu lze zabránit cíleným odvodem tepla. Wolframové a molybdenové slitiny odvádějí teplo čtyřikrát efektivněji než horká ocel a chladí hliníkový odlitek přesně tam, kde má materiál rychleji tvrdnout. V mnoha případech, to umožňuje vyhnout se vadám lití a upustit od potřeby komplexního dodatečného chlazení.

Efektem je lepší povrchová kvalita odlitku.

Dobré vlastnosti tepelné vodivosti molybdenu a slitin wolframu také urychlují vaše procesy. Výrazně vyšší potenciál chlazení = rychlejší doby cyklu.



Tepelný obraz formy po otevření. Ocelová jádra v pozicích D a E. Tepelný obraz formy po otevření. Jádra TZM na pozicích D a E.



To nejlepší z doporučení

Spolehněte se na naše zkušenosti ve všech oblastech týkajících se obrábění molybdenu a wolframu.

Rádi vám dodáme naše vložky vyrobené podle vašich výkresů a tolerancí. Ale pokud to chcete udělat sami? Pak vám můžeme dát několik doporučení pro obrábění materiálu Densimet® a TZM:

Densimet® je vyroben technologií práškové metalurgie. Vezměte prosím na vědomí naše doporučení pro obrábění v níže uvedených tabulkách. Materiály z molybdenu lze také dobře obrobit. Přesto mají určité vlastnosti, které je třeba při obrábění zohlednit. Postupujte prosím podle našich pokynů. Pro obrábění molybdenu doporučujeme nástroje z tvrdokovu s pozitivní řeznou geometrií od společnosti Ceratizit.

Složité tvary a perforace můžete dosáhnout pomocí elektroerozivního obrábění. V tomto procesu působí molybden nebo slitina wolframu jako anoda a pracovní elektroda jako katoda. Naše elektrody Sparkal® doporučujeme jako materiál na výrobu elektrod pro elektroerozivní obrábění.

TZM slitina molybdenu

Frézování pomocí vyměnitelných břitových destiček z tvrdokovu s následující řeznou geometrií

Milling using hard metal indexable cutting inserts with the following cutting geometry	
Rake angle γ	$\geq + 10^\circ$
Cutting edge inclination	0 through 10°
Hard metal grades	H 216 T / H 210 T
Cutting speed [m/min]	vc = 100 - 150
Feed / tooth [mm]	f = 0.03 - 0.10
Coolant	Emulsion
HSS tools	
Cutting speed	vc = 20 - 25 m/min
Rake angle γ	$\geq + 10^\circ$
Coolant	Emulsion

Soustružení

Lathing	
Tools	CERATIZIT Maxilock-S with Code-27 und -25, hard metal grades H 216 T / H 210 T
Cutting speed [m/min]	vc = 100 - 140
Feed [mm/U]	f = 0.05 - 0.35 (depending on corner radius)
Cutting depth [mm]	ap = 0.3 - 0.6 (depending on type of insert)
Coolant	Emulsion

Vrtání, průměr vrtání do 18 mm

Drilling, drill diameter up to 18 mm	
Drill bit	HSS (preferably with internal coolant duct)
Cutting speed [m/min]	vc = 10 - 15
Feed [mm/U]	f = 0.05 - 0.10
Coolant	Emulsion

Řezání závitů

Thread cutting	
Inserts	Hard metal grades H 10 T / H 20 T
Cutting speed [m/min]	vc = 300 full cooling with emulsion
Infeed	ap = 0.002mm / pass

Oxidace: Na vzduchu nebo v jakékoli kyslíkové atmosféře při teplotách do 400 ° C je oxidace molybdenu zanedbatelná. Při teplotách nad 600 ° C dochází k silné oxidaci nebo sublimaci!



Wolframové slitiny Densimet®

Frézování

Použijte systémy frézovacích nástrojů CERATIZIT Maximil a Helimax s pozitivním geometrií břitu:

Milling	
Use the CERATIZIT milling tool systems Maximil and Helimax with positive cutting edges using the following geometry:	
Rake angle Cutting edge inclination Hard metal grades	0° through + 10° 0° through + 5° H 216 T / H 210 T / AMZ
VHM end mill micrograin K10 uncoated	DIN 2535 HB
Cutting speed [m/min]	vc = 70 - 150
Feed / tooth [mm]	fz = 0.03 - 0.15
Coolant	dry

Vrtání

Drilling	
Hard metal grades	micrograin K10 uncoated
Drill diameter	< 18mm
Drill bit	HSS or hard metal twist drill
Cutting speed [m/min]	HM: 30 HSS: ≥ 8 - 15
Drill diameter	≥ 18mm
Drill bit	Short hole drill
Cutting speed [m/min]	HM: 70 - 160
Insert taps	WCGT Sorte CTWN415
Cutting speed [m/min]	vc = 70 - 100
Feed [mm]	f = 0.03 - 0.10
Coolant	Emulsion

Řezání závitů

Thread Cutting	
Tools	Nitrided stainless steel thread cutter, straight fluted with tensile strength of 1400 N/mm ²
Coolant	Cutting oil

Oxidace: slitiny wolframu DENSIMET® začnou mírně oxidovat od 600 ° C. Zkušenosti ve slévárenském průmyslu však ukazují, že nevznikají žádné problémy. Teplota formy, když je otevřená, je někde mezi 400 ° C a 500 ° C a běžně nanášené povlaky nabízejí další ochranu. Když je forma naplněna, tavenina vytlačí atmosféru, čímž zabrání oxidaci. Součásti, které jsou současně vystaveny tavenině a kyslíkové atmosféře, bude obvykle nutné chránit proti oxidaci.

TZM								
T [°C]	ρ [g/cm ³]	c_p [kJ/kg K]	λ [W/m K]	α [10 ⁻⁶ 1/K]	E [GPa]	R_m [MPa]*	$R_{p_{0.2}}$ [MPa]*	A_5 [%]*
20	10.20	0.256	148	5.32	339	789	738	19
200	10.19	0.266	137	5.38	328	702	554	16
500	10.18	0.281	127	5.53	309	502	493	15
800	10.15	0.296	121	5.73	289	445	440	15
1000	10.14	0.306	119	5.88	274	386	374	19
1500	10.10	0.330	114	6.30	231	150	140	40

*TZM rod \varnothing 25 mm diameter stress-relief annealed, data from tensile test

D2M								
T [°C]	ρ [g/cm ³]	c_p [kJ/kg K]	λ [W/m K]	α [10 ⁻⁶ 1/K]	E [GPa]	R_m [MPa]*	$R_{p_{0.2}}$ [MPa]*	A_5 [%]*
20	17.3	0.149	65	5.3	360	990	670	18
200	17.2	0.156	66	5.5	350	890	600	17
500	17.1	0.160	68	5.6	333	700	460	16
800	17.0	0.163	69	5.7	320	490	330	14

D185								
T [°C]	ρ [g/cm ³]	c_p [kJ/kg K]	λ [W/m K]	α [10 ⁻⁶ 1/K]	E [GPa]	R_m [MPa]*	$R_{p_{0.2}}$ [MPa]*	A_5 [%]*
20	18.5	0.145	90	5.0	385	800	600	10
200	18.4	0.149	91	5.1	365	720	420	9
500	18.3	0.154	92	5.2	350	600	420	7
800	18.2	0.158	93	5.3	340	480	320	5

Steel 1.2343							
T [°C]	ρ [kg/cm ³]	c_p [kJ/kg K]	λ [W/m K]	α [10 ⁻⁶ 1/K]	E [GPa]	R_m [MPa]*	$R_{p_{0.2}}$ [MPa]*
20	7740	0.461	25.0	8.7	217.6	1500	1300
100	7720	0.496	26.0	11.5	212.9	1450	1250
300	7670	0.568	28.9	12.2	198.2	1300	1100
500	7600	0.550	29.5	12.9	178.9	950	750
700	7540	0.610	29.2	13.2	158.2	550	400

Proč tedy DENSIMET?

Jeho nasazením získáte:

- **Lepší lití, zabíhavost, atd.**
- **Snazší údržbu díky minimální lepivosti hliníku na wolfram, vyšší produktivitu**
- **Lepší povrchovou kvalitu odlitků**
- **Vyšší životnost nástrojů (jádra, vložky do forem, části licích linek)**
- **Při větším odlitém množství se vyšší náklady s profitem vrátí**