Bodycote

Tepelné zpracování ve vakuu



Tepelné zpracování ve vakuu přináší značné množství výhod. Kvalita, opakovatelnost a ekologie činí tuto technologii standardem pro tepelné zpracování vysoce kvalitních nástrojů a strojírenských dílů. V případě, že mají navazovat další procesy jako plazmová nitridace nebo povlakování technologií PVD, je tato technologie nenahraditelná. Flexibilita při volbě parametrů procesu jako jsou teplota, rychlost a směr proudění plynu při ochlazování umožňují optimalizaci tepelného zpracování vzhledem k užitým materiálům, tvaru a velikosti dílů. Společnost Bodycote provozuje v rámci skupiny CEG více než 170 zařízení na vakuové tepelné zpracování, z toho více než 18 se jich nachází v České republice a jejich počet stále roste.

Technologie

Tepelné zpracování ve vakuu nabízí různé technologické možnosti:

- kalení a popouštění
- běžné způsoby žíhání
- rozpouštěcí žíhání + stárnutí
- rekrystalizační a mezioperační žíhání
- kapilární pájení
- simulované izotermické kalení

Výhody technologie

- tepelné zpracování bez oduhličení a oxidace povrchu součástí
- minimální změny rozměrů a omezení deformací přizpůsobením procesních parametrů
- lesklé a čisté povrchy
- možnost použití vysokých teplot procesu (běžně až 1250 °C)
- vysoká rovnoměrnost teploty v pecní komoře (+/- 5 °C)
- reprodukovatelnost výsledků díky modernímu řízení, archivace záznamů procesu
- řízení procesu na základě měření teplot v jádře a na povrchu dílu nebo referenčního vzorku
- tepelné zpracování dílů s povlakem CVD nebo povlakování v návaznosti na tepelné zpracování

Zařízení

standardní rozměry (š x d x v)	600 x 900 x 600 mm	1200 x 1800 x 1000 mm
max. zchlazovací tlak N_2	**6 - 11 bar (abs.)**	6 bar (abs.)
max. vakuum	**$1x10^{-4}$ mbar**	**$1x10^{-2}$ mbar**
váha šarže	max. 600 kg	max. 3000 kg

V rámci CEG jsou k dispozici i další zařízení s různými rozměry a ochlazovacími možnostmi.
V České republice je v provozu i vakuová pec s možností kalení do oleje a zejména unikátní velká kalící a žíhací pec Schmetz s hmotností vsázky až 3000 kg.

Použití

- formy pro tlakové lití Al a Zn
- řezné a lisovací nástroje
- součásti forem pro zpracování plastů
- tvářecí nástroje a zápustky
- komponenty pro letecký průmysl
- turbínové lopatky
- díly z austenitických i martenzitických korozivzdorných ocelí
- hlubokotažné výlisky, přípravky a mnoho dalších





Informace

k tepelnému zpracování ve vakuu

Deformace a změny rozměrů

Deformace a rozměrové změny mohou mít různé příčiny. Důvodem může být nehomogenita, příp. segregace v materiálu, nesprávný výběr polotovaru a špatné obrobení nebo i nevhodná konstrukce. I běžné tepelné zpracování může způsobit změnu rozměrů, případně deformaci dílů. Při zpracování ve vakuu je možné tyto vlivy omezit prostřednictvím:

- minimalizace pnutí řízeným ohřevem s optimální křivkou ohřevu
- rovnoměrným ohřevem celé vsázky kombinací konvekčního a sálavého vytápění až na 850 °C v ochranné atmosféře např. dusíku. Při teplotách nad 850 °C probíhá ohřev sáláním, tj. ve vakuu, příp. pod parciálním tlakem.

Ohřev a ochlazení

- přizpůsobení rychlosti chlazení volbou ochlazovacího přetlaku v rozmezí 1 až 11 barů abs.
- rovnoměrné chlazení změnou směru chladicího plynu ze shora/ zdola, příp. zleva/ zprava nebo za rotace
- u dílů náchylných k deformaci (např. formy pro tlakové lití) je možné přerušit proces kalení **izotermickou prodlevou** tak, aby se tepelné rozdíly mezi povrchem a jádrem dílu vyrovnaly (není vhodné pro všechny materiály).
- pro rychlost chlazení platí pravidlo:
  Ochladit tak rychle, jak je potřeba, a přitom tak pomalu, jak je možné.

Vakuum a atmosféra

Na začátku každého procesu je pracovní komora evakuována na jemné vakuum, u některých aplikací až na vysoké vakuum. Pak je zařízení plněno ochranným plynem (dusíkem), nebo tepelné zpracování probíhá ve vakuu.
Pro proces ochlazení je zařízení plněno dusíkem až po dosažení nastaveného přetlaku. Pro zvláštní aplikace se používá argon.

Materiály

Materiál	Označení podle DIN	Tvrdost HRC (max.)
1.2083	X 42 Cr 13	56
1.2343	X 38 CrMoV 5 1	55
1.2344	X 40 CrMoV 5 1	55
1.2363	X 100 CrMoV 5 1	62
1.2367	X 38 CrMoV 5 3	55
1.2379	X 155 CrVMo 12 1	63
1.2380	X 220 CrVMo 13 4	64
1.2436	X 210 CrW 12	63
1.2601	X 165 CrMoV 12	62
1.2767	X 45 NiCrMo 4	56
1.3333	S 3-3-2	66
1.3343	S 6-5-2	65
1.3344	S 6-5-3	65
1.4034	X 46 Cr 13	56
1.4112	X 90 CrMoV 18	60
	ASP 2023 [1]	65
	ASP 2030 [1]	65
	CPM 10V [1]	63
	REX M4 [1]	65
	SPM 23 [2]	65
	Vanadis 4 [3]	60
	K340 Isodur [4]	63
	S390 Isomatrix [4]	68
	S690 Isomatrix [4]	66

1) registrovaná ochranná známka firmy Robert Zapp Werkstofftechnik GmbH & Co.
2) registrovaná ochranná známka firmy STM GmbH
3) registrovaná ochranná známka firmy Uddeholm GmbH
4) registrovaná ochranná známka firmy Böhler Edelstahl GmbH

Uvedené hodnoty maximální tvrdostí se mohou odchýlit směrem nahoru i dolů.
Požadované hodnoty tvrdosti jednotlivých dílů jsou dosaženy vhodným popouštěním.

V tabulce jsou uvedeny příklady jakostí ocelí, které je možné kalit ve vakuových pecích.

Další materiály, jako například

- **litinu**
- **měď a slitiny mědi**
- **nikl a slitiny na bázi niklu**
- titan a titanové slitiny

je též možné tepelně zpracovat ve vakuu.

Zeptejte se nás na Vaše materiály!

Bližší informace k výše uvedeným technologiím a kontakty na provozy, které jimi disponují, možno vyžádat na uvedené centrální adrese:

BODYCOTE HT s.r.o.
Tanvaldská 345 · 463 11 Liberec 30
Czech Republic
Tel.: +420 482 428 714 · Fax: +420 482 428 716
E-mail: info-cz@bodycote.com · www.bodycote.cz

Testing
Thermal Processing

www.bodycote.com
http://ceg.bodycote.com

10.2006/CZ