



TECHNICKÉ DODACÍ PODMÍNKY
PRO VRTACÍ VŘETENA

OBN 065 b

Listů: 6

TECHNICKÉ DODACÍ PODMÍNKY
PRO VRTACÍ VŘETENA

Vypracoval: Ing. I. Tenora Technická kontrola

Podpis:

Schválil: Ing. V. Hlavatý – Ředitel TÚ

Podpis:

Ověřil: Ing. D. Baláž Ved. konstr. Mechanika

Podpis:

Datum vydání: 1.11.2021

Platnost od: 1.11.2021

Index: b

Tyto Technické dodací podmínky (dále jen TDP) platí pro objednávání, výrobu, zkoušení, kontrolu a dodávání vrtacích vřeten do ŠKODA MACHINE TOOL a.s. (dále jen ŠMT).

1. Zásady

Kompletní výroba výkovků, včetně tepelného zpracování, třískového obrábění, nitridace, zkoušení a kontroly se řídí předpisy definovanými v normě ČSN 42 0276, ČSN 41 5340 a těchto TDP. V případě rozporů mezi předpisy ČSN 42 0276, ČSN 41 5340 a těmito TDP, platí definice předpisů a požadavků dle těchto TDP.

2. Výroba výkovku

2.1 Materiál a výroba oceli

Ocel pro výkovky vrtacích vřeten musí být vyráběna v elektrických obloukových pecích nebo kyslíkových konvertorech a následně vakuově odplyněna pro minimalizaci nepříznivých - škodlivých prvků. Výrobu oceli vést tak, aby byly dosaženy následné max. obsahy škodlivých plynů: H=max. 1,5 ppm, O=max. 25 ppm, N=max. 100 ppm.

Chemické složení musí odpovídat předpisu materiálové normy ČSN 41 5340. Veškerý průběh výroby oceli a lití ingotu musí být zaznamenán a k dispozici ŠMT pro případné další posuzování výrobku.

2.2 Mikročistota oceli

Podle DIN 50602 – K4, max. 25

2.3 Kování

Technologický postup kování musí být volen tak, aby zabezpečoval homogenitu chemického složení a vnitřní jakosti materiálu v celém průřezu výkovku. Osa výkovku se musí co nejlépe krýt s osou ingotu. Dodavatel výkovku musí na přání ŠMT vypracovat výrobní plán kování včetně náčrtku výkovku a zaslat ŠMT ke schválení.

Min. stupeň prokování $P_k \geq 4x$.

2.4 Primární tepelné zpracování

Po dokování musí být výkovek šetrně vychlazen tak, aby došlo k minimalizaci tepelného a strukturního pnutí materiálu (není povoleno volné vychlazování výkovku na vzduchu!). Dochlazení výkovku musí být provedeno na teplotu, která zabezpečí úplnou transformaci austenitu v celém průřezu výkovku. Následně je výkovek podroben normalizačnímu žihání s popouštěním. Minimální teplota popouštění je 630 °C. Vychlazování z popouštěcí teploty musí být provedeno v peci, max. rychlostí 30°C/hod. s dochlazením na teplotu max. 200°C (uvažováno uprostřed délky výkovku vřeten). Výkovek v procesu primárního tepelného zpracování nesmí být volně ložen na nístěji (vozu) pecního zařízení, ale uložen na podkládkách s min. výškou 200 mm od úložné plochy pece. Uložení na podkládkách musí být provedeno šetrně, aby se minimalizovalo případné prohnutí výkovku. Doporučuje se provést proces vychlazování výkovku z dokovací teploty a normalizační žihání s popouštěním kontinuálně.

Dodavatel výkovku vypracuje technologický postup primárního tepelného zpracování (např. formou diagramu průběhu tepelného zpracování) a zašle do ŠMT ke schválení, pokud se postup odlišuje od výše uvedeného.

2.5 Tolerance rozměrů a tvarů

Přidavky na obrábění a mezní úchytky výkovků podle ČSN 429011.

Dodavatel výkovků garantuje, že výkovek vrtacího vřetene plní kritéria na vnitřní jakost materiálu, dle kap. 4.1 těchto TDP.

3. Hrubování před jakostním tepelným zpracováním

Před hrubováním výkovek prorýsovat s cílem optimálního rozložení přidavků na opracování.

V případě obvodového házení výkovku většího než $\pm 3,0$ mm provést rovnání výkovku.

Hrubovat se všeobecným přidavkem + 7,5 mm na plochu. Opracovat závěs pro vertikální uložení vřetena při jakostním tepelném zpracování.

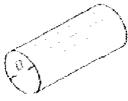
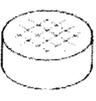
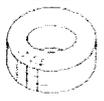
Při opracování přenášet číslo výkovku!

4. Provedení ultrazvukové zkoušky

Vnitřní jakost musí být zkoušena, ultrazvukem podle ČSN EN 10228-3. Zkouška se musí provádět za použití Impuls-Echo-postupu kontaktní metodou, která určuje velikost indikací AVG-metodou při použití úhlových sond. Požadovaný rozsah zkoušení je určen typem výkovku.

Tabulka 1 určuje požadavky na rozsah zkoušení při kolmém ozvučení pro výkovky typu 1, 2 a 3.

Tabulka 1 - Rozsah zkoušení při kolmém ozvučení

Typ	Zkouška na rastru ^{a)}			a) b) 100% zkouška
	Tvar	Průměr D v mm	Zkušební dráhy ^{b) c)}	
1	1a 	D ≤ 200 200 < D ≤ 500 500 < D ≤ 1000 D > 1000	2 při 90° 3 při 60° 4 při 45° 6 při 30°	100 % snímání minimálně přes 180° válcové plochy
	1b 	Snímání na křížovém rastru na dvou navzájem kolmých směrech zkušebních ploch ^{c) d)}		100 % snímání na dvou navzájem kolmých zkušebních plochách
2		Snímání vždy v jednom křížovém rastru přes 360° na ploše pláště a na jedné čelní ploše		100 % snímání min. přes 180° na ploše pláště a 100 % snímání jedné čelní plochy
3	3a 	Snímání na křížovém rastru přes 360° na vnější ploše pláště ^{d)}		100 % snímání přes 360° na vnější ploše pláště
	3b a 3c ^{e)} 	Snímání na křížovém rastru přes 360° na vnější ploše pláště a jedné čelní ploše ^{d)}		100 % snímání přes 360° na vnější ploše pláště a na jedné čelní ploše
4	Rozsah zkoušení je třeba stanovit v poptávce a v objednávce.			

^{a)} Další směry ozvučení (např. v obou axiálních směrech u typu 3a) mohou být použity při odpovídajícím ustanovení v poptávce a v objednávce.

^{b)} 100% znamená, že se za sebou jdoucí zkušební dráhy překrývají min. o 10%.

^{c)} Pro typy 1a a 1b je třeba počet zkušebních drah zahrnutím protilehlých zkušebních ploch zdvojnásobit, jestliže existence nějakého otvoru nedovoluje protilehlého povrchu dosáhnout.

^{d)} Vzdálenost rastru je třeba volit právě tak velkou jako je tloušťka dílu - při max. hodnotě 200 mm.

^{e)} 3b = rozšířený, 3c = kruhově válcovaný

Zkušební personál provádějící ultrazvukovou zkoušku musí být vyškolen a zkušený, aby byl schopen řádně vykonávat zkoušky dle zadaných instrukcí. Kvalifikace zkušebnímu personálu pro nedestruktivní zkoušení výkovků musí být v souladu s ČSN EN ISO 9712, přičemž hodnocení je prováděno zkoušejícím kvalifikovaným minimálně ve stupni 2.

4.1 Meze registrace a kritéria přípustnosti

Tabulka 2 obsahuje údaje, které stanoví meze registrace a kritéria přípustnosti pro předepsané třídy jakosti, které musí být dodrženy.

Citlivost zkušebnímu systému (zkušební přístroj, zkušební hlava, zkušební kabel) musí být vyhovující, aby byla zajištěna detekce nejmenších nehomogenit, odpovídajících požadované mezi registrace a mezi přípustnosti.

Pro výkovky vrtacích vřeten je stanovena třída jakosti 3.

Tabulka 2 - Třídy jakosti, meze registrace a kritéria přípustnosti pro kolmé zkušební sondy

Třída jakosti	1	2	3	4
Meze registrace				
Otvory s plochým dnem FBB d_{eg} s průměrem v mm	> 8	> 5	> 3	> 2
Poměr R pro náhlé zeslabení koncového echa ^{a) b)}	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 0,6
Meze přípustnosti				
FBB u jednotlivých tvarově bodových nehomogenit d_{eg} s průměrem v mm	≤ 12	≤ 8	≤ 5	≤ 3
FBB u nehomogenit s protažením nebo nakupením nehomogenit d_{eg} s průměrem v mm	≤ 8	≤ 5	≤ 3	≤ 2

$$a) R = \frac{F_n}{F_{0,n}} \quad \text{při } n = 1 \text{ pro } t \geq 60 \text{ mm} \text{ a } n = 2 \text{ pro } t < 60 \text{ mm}$$

F_n amplituda (výška na obrazovce) n-tého zeslabeného koncového echa

$F_{0,n}$ amplituda (výška na obrazovce) n-tého koncového echa v nejbližše položeném úseku v oblasti F_n , která je bez nehomogenit.

b) Pokud bude zeslabení koncového echa tak velké, že dojde k podkročení meze průkaznosti, tak jsou potřebná další zkoušení. Poměr R platí jen pro silné zeslabení koncového echa přítomností nějaké nehomogenity.

5. Jakostní tepelné zpracování – zušlechťení

Jakostní tepelné zpracování musí být provedeno výhradně ve vertikální (svislé) poloze tak, aby byla minimalizována deformace a zabezpečena max. rovnoměrnost mechanických vlastností vzhledem k podélné ose výkovku.

Max. rychlost náhřevu na austenitizační teplotu je 40°C/hod. Výdrž na austenitizační teplotě min. 1hod./50mm. V průběhu kalení zabezpečit dostatečné proudění kalícího média kolem povrchu vrtacího vřeten pro intenzivní porušování parního polštáře.

Teplotu popouštění volit tak, aby byla dosažena předepsaná hodnota povrchové tvrdosti po konečném opracování vrtacího vřeten. Rychlost náhřevu na teplotu popouštění max. 30°C/hod. Proces vychlazování z popouštěcí teploty volit tak, aby bylo zabezpečeno minimální vnitřní pnutí materiálu tj. vychlazování v peci. Hodnota vnitřního pnutí materiálu by neměla přesáhnout mez 50 MPa. Měření vnitřního pnutí není běžně požadováno, předpokladem dosažení požadované hodnoty je zvolený postup tepelného zpracování. Proto rychlost vychlazování z popouštěcí teploty stanovit na max. 30°C/hod. a dochlazovat vřeten v peci do max. 200°C (uvažováno na kusu uprostřed délky). Poté dochlazovat vřeten v svislém stavu na klidném místě.

Dodavatel výkovku musí vypracovat postup jakostního tepelného zpracování (např. formou diagramu průběhu tepelného zpracování) a zaslat do ŠMT ke schválení, pokud se postup odlišuje od výše uvedeného.

Max. obvodové házení vrtacího vřeten po jakostním tepelném zpracování ± 2,0 mm. V případě potřeby provést rovnání za tepla při teplotě min. 300°C. Po rovnání musí být provedeno žihání ke snížení vnitřního pnutí.

6. Kontrola tvrdosti

Kontrola tvrdosti se provádí v souladu s předpisy a požadavky stanovenými v normě ČSN EN ISO 6506-1. Měřicí přístroje musí být ověřovány a kalibrovány podle normy ČSN EN ISO 6506-2.

Měření tvrdosti vrtacího vřetena vždy 3x.

Místa pro měření tvrdosti: 3x po 120° v oblasti závěsu.

Všechna měření musí vyhovovat předpisu výkresové dokumentaci tj. 280 – 320 HBW, přičemž vzájemný rozdíl mezi všemi zkoušenými místy může být max. 20 HBW.

Plošky pro měření tvrdosti musí být v dostatečné hloubce pod vnějším povrchem vřetena, aby byla odstraněna oduhličená vrstva (cca 1 – 3 mm, případně více).

Každý jiný způsob měření tvrdosti musí být konzultován a schválen ŠMT. Je přípustné měření přenosným přístrojem Equotip.

7. Hrubování před žiháním ke snížení vnitřního pnutí.

Opracování vrtacího vřetena provést v souladu s technologickým postupem vypracovaným ŠMT. Případné úpravy postupu opracování iniciované ze strany dodavatele vzájemně prokonzultovat mezi dodavatelem a ŠMT. Definitivní verzi postupu vzájemně potvrdit.

Obvodové házení vnějšího průměru vůči hrubovanému osovému vývrtnu max. $\pm 0,10$ mm.

Při opracování přenášet číslo výkovku!

8. Žihání ke snížení vnitřního pnutí

Žihání ke snížení vnitřního pnutí provést výhradně ve vertikální (svislé) poloze vrtacího vřetena. Teplotu žihání volit tak, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění hodnot mechanických vlastností materiálu a povrchové tvrdosti. Doporučuje se pro teplotu žihání použít jednoduchý vzorec $T_{\text{žihání}} = T_{\text{popouštění}} - 30^{\circ}\text{C}$. Rychlost náhřevu na teplotu žihání max. $30^{\circ}\text{C}/\text{hod}$. Proces vychlazování ze žihací teploty volit tak, aby bylo zabezpečeno minimální vnitřní pnutí materiálu tj. vychlazování v peci. Hodnota vnitřního pnutí materiálu by neměla přesáhnout 10% předepsané hodnoty meze kluzu s tím, že max. přípustná mez vnitřního pnutí je 50 MPa. Měření vnitřního pnutí není běžně požadováno, předpokladem dosažení požadované hodnoty je zvolený postup tepelného zpracování. Proto rychlost vychlazování ze žihací teploty stanovit na max. $30^{\circ}\text{C}/\text{hod}$. a dochlazovat vřeteno do teploty max. 200°C (uvažováno na kusu uprostřed délky). Poté dochlazovat vřeteno ve svislém stavu na klidném místě.

Dodavatel výkovku musí vypracovat postup žihání ke snížení pnutí (např. formou diagramu průběhu tepelného zpracování) a zaslat do ŠMT ke schválení, pokud se postup odlišuje od výše uvedeného.

Max. obvodové házení vrtacího vřetena po žihání $\pm 0,20$ mm. V případě potřeby provést rovnání za tepla při teplotě min. 300°C . Po rovnání musí být provedeno opět žihání ke snížení pnutí.

9. Značení vrtacího vřetena

Pro identifikaci dodavatel označí vrtací vřeteno číslem ve tvaru „Posledních pěti čísel objednávky/Číslo položky objednávky/Pořadové číslo kusu/Číslo výkovku“.

Příklad značení: „19589/20/1/číslo výkovku“

Stejně číslo se uvede i v přejímajícím a zkušebním osvědčení dle ČSN EN 10204 - 3.1.

10. Kontrola vnější jakosti

Kontrola vnější jakosti se provádí na vnějším průměru vrtacího vřetene magnetickou práškovou metodou dle ČSN EN 10228-1 nebo kapilární (penetrační) zkouškou dle ČSN EN 10228-2.

Požadavky na vnější jakost, třída jakosti 3 podle ČSN EN 10228-1 nebo ČSN EN 10228-2.

11. Opracování pro nitridaci

Třískové opracování vrtacího vřetena do nitridace se provádí ve shodě s předpisem jednotlivých výrobních a kontrolních operací technologického postupu ŠMT.

12. Nitridace v kooperaci

Proces nitridace se provádí výhradně ve vertikální (svislé) poloze vrtacího vřetena, dle předpisů a požadavků definovaných v technologickém postupu (hloubka a tvrdost nitridované vrstvy, chráněná místa, způsob zavěšení, atd.)

Proces nitridace volit tak, aby byly minimalizovány deformace vrtacího vřetena při náhřevu a vychlazování z nitridační teploty. Max. obvodové házení po nitridaci $\pm 0,02$ mm. V případě potřeby vrtací vřeteno vyrovnat za tepla.

Není povoleno rovnání vrtacího vřetena lokálním (místním) ohřevem.

13. Zkušební osvědčení – dodaná dokumentace

Výsledky následujících zkoušek, které jsou požadované a mají se provést, musí dodavatel výkovku, kooperace zušlechtní, třískového obrábění a nitridace osvědčit ŠMT v přijímacím a zkušebním osvědčení 3.1 (inspekční certifikát) dle ČSN EN 10204.

- Chemický rozbor z každé tavby a dávky tepelného zpracování výkovků (včetně H, O, N).
- Výsledek zkoušky tvrdosti.
- Mechanické vlastnosti materiálu na tavbu a dávku tepelného zpracování (mikročistota po jakostním tepelném zpracování) – vyžádáno jen dle potřeby na sdělení Technické kontroly ŠMT.
- Atest primárního a jakostního tepelného zpracování.
- Výsledky nedestruktivních zkoušek (ultrazvuková, magnetická, případně penetrační).
- Protokoly o obvodovém házení vrtacího vřetena po zušlechtní, po hrubování a po žíhání ke snížení vnitřního pnutí.
- Atest žíhání ke snížení vnitřního pnutí.
- Protokol o měření tvrdosti, hloubky nitridační vrstvy.
- Protokol o obvodovém házení po nitridaci.

Citované technické normy a předpisy

DIN 50602-K4 - Stanovení obsahu nekovových vměstků

ASTM E-112 - Stanovení průměrné velikosti zrna

ČSN EN ISO 9712 - Kvalifikace a certifikace pracovníků NDT

ČSN EN 10228-3 - Zkoušení výkovků z ocelí ultrazvukem

ČSN EN 10228-2 - Nedestruktivní zkoušení ocelových výkovků – penetrační zkouška

ČSN EN 10228-1 - Nedestruktivní zkoušení ocelových výkovků – magnet. prášková zkouška

ČSN EN 10204 - Druhy dokumentů kontroly

ČSN 42 0276 - Výkovky ocelové volné, v obvyklém provedení

ČSN 41 5340 - Ocel 15 340

ČSN 42 9011 - Mezní úchytky výkovků volně kovaných

ČSN EN ISO 6506-1 - Zkouška tvrdosti podle Brinella

ČSN EN ISO 6502-2 - Ověřování a kalibrace zkušebních zařízení pro měření tvrdosti