

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky



STROJÍRENSKÁ TECHNOLOGIE

Průvodce studiem předmětu

URČENO PRO VZDĚLÁVÁNÍ
V AKREDITOVANÝCH STUDIJNÍCH PROGRAMECH

JIŘÍ VOTAVA

BRNO 2021

OBSAH

1	ANOTACE	3
2	ZÁKLADNÍ PRVKY TECHNICKÉ DOKUMENTACE, METROLOGIE, VOLBA VHODNÝCH MĚŘÍCÍCH POMŮCEK A PŘÍSTROJŮ PRO KONTROLU GEOMETRICKÉHO TVARU A POLOHY STROJNÍ SOUČÁSTI.....	7
3	PRŮVODNÍ JEVY PROCESU ŘEZÁNÍ, VLIV ŘEZNÝCH PODMÍNEK NA TVAR TŘÍSKY, MATERIÁLY ŘEZNÝCH NÁSTROJŮ, DEFORMACE PŘI OBRÁBĚNÍ A JEJICH DŮSLEDKY	9
4	ZÁKLADNÍ TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ ROTAČNÍCH, ROVINNÝCH I TVAROVÝCH PLOCH, MOŽNOSTI KONVENČNÍHO I NEKONVENČNÍHO OBRÁBĚNÍ DOKONČOVACÍ OPERACE PRO PŘESNOU STROJÍRENSKOU VÝROBU	11
5	DOČASNÁ ANTIKOROZNÍ OCHRANA, VYUŽITÍ EKOLOGICKÝCH KONZERVAČNÍCH POVLAKŮ, ORGANICKÉ I ANORGANICKÉ ANTIKOROZNÍ POVLAKY	13
6	LITERATURA	15

1 ANOTACE

Název předmětu:	Strojírenská technologie
Vyučovací jazyk:	český
Garant předmětu:	doc. Ing. Jiří Votava, Ph.D.
Vyučující (přednášející):	doc. Ing. Jiří Votava, Ph.D.
Vyučující (cvičící):	doc. Ing. Jiří Votava, Ph.D.
Rozsah (přednášky/cvičení):	10/10
Organizace výuky:	přednášky, cvičení, konzultace, samostudiu, práce na samostatných úkolech
Cíle předmětu (výstupy z učení):	Cílem předmětu je poskytnout studentům základní i hlubší informace o technologických procesech v oblasti metrologie, třískového obrábění, ale rovněž i dočasné antikorozi ochrany součástí po třískovém obrábění a tváření. V předmětu budou studenti seznámeni i s tvorbou třísky a degradačními procesy řezného nástroje.
Výstupy z učení:	Po úspěšném absolvování předmětu student: <ul style="list-style-type: none">- Dokáže zvolit vhodnou technologii obrábění pro výrobu konkrétní strojní součásti.- Při technologickém postupu je schopen zvolit vhodné řezné podmínky pro obrábění.- Dokáže provést kontrolu základních geometrických tvarů součástí.- Na základě funkčního prostředí bude student schopen zvolit buď dočasnou, nebo trvalou antikorozi ochranu součástí.

Osnova předmětu:

Tutoriál pokrývají následující témata:

- Konzultace 1
 - Základní prvky technické dokumentace, orientace v technických výkresech, systém kótování pro správnou funkci součástí.
 - Volba geometrických tolerancí a vzájemné uložení sdružených součástí. Drsnost povrchu.
 - Základy metrologie, eliminace chyby měření. Funkční a geometrická vyměnitelnost strojírenských výrobků.
 - Popis základních metod a přístrojů pro měření rozměrů se specifickou tolerancí.
- Konzultace 2
 - Základy fyzikálního procesu řezání a tvorby třísky. Plastické deformace v povrchových a podpovrchových vrstvách.
 - Vliv řezného prostředí a řezné kapaliny na proces obrábění. Geometrie řezného nástroje pro hrubování i dokončovací operace. Popis řezných rovin.
 - Nástrojové materiály s možností kombinací povlaků na pracovním ostří. Monolitické řezné nástroje. Vyměnitelné břitové destičky.
- Konzultace 3
 - Základní technologie třískového obrábění rotačních, rovinných i tvarových ploch.
 - Upínání obrobků u jednotlivých technologiích s důrazem na přesnost výroby.
 - Výpočet řezných rychlostí a řezných sil během procesu obrábění.
 - Využití nekonvenčních metod s možnostmi elektroerozivního i elektrochemického obrábění.

- Konzultace 4
 - Dočasná korozní ochrana po třískovém obrábění. Využití dočasných konzervačních vosků, vazelín a olejů. Ekologické možnosti odstranění dočasných konzervantů.
 - Využití organických i anorganických antikoročních povlaků pro strojní součásti.
 - Nátěrové hmoty a jejich specifikace. Plnidla, pojidla a aditiva pro zlepšení antikoročních vlastností.
 - Možnosti využití kovových povlaků s vhodným elektrodočným potenciálem k základnímu kovu pro antikoroční ochranu.

Dodatek k osnově předmětu: Jednotlivé lekce zpravidla obsahují:

- Formulaci základních pojmů dané problematiky, možnostmi variability a variant výroby.
- Praktické i teoretické ukázky, kdy je student seznámen s danou technologií a následně by měl být schopen určit, zda je tato technologie dostatečně vhodná pro výrobu konkrétní součásti.
- Odkazy na kapitoly ze základních zdrojů, které se podrobně věnují příslušné problematice.
- Kontrolní otázky k procvičení učiva.
- Úkoly k zamyšlení.
- Korespondenční úkol.

Ukončení předmětu: zápočet, zkouška

Podmínky pro ukončení: V průběhu semestru student absolvuje dva zápočtové testy s max. bodovým hodnocením 15 bodů z každého testu. Minimální počet bodů pro udělení zápočtu je 20 bodů z obou testů.
Předpoklad pro přihlášku ke zkoušce je udělení zápočtu a odevzdání všech čtyř případových studií.

Zkouška bude písemná a ústní. Písemná část se skládá z testu s 5 otázkami. Na každou otázku musí student odpovědět min ze 75 %. Ústní část zkoušky se skládá ze 2 doplňujících otázek z probrané látky. Student musí prokázat min. znalost 80 % informací, které byly uvedeny na přednáškách a cvičeníh.

Doplňující informace učitele: Mimo rozvrhovanou blokovou výuku je kontakt s vyučujícím zajištěn prostřednictvím Univerzitního informačního systému, individuálních osobních konzultací v předem stanovených nebo individuálně dohodnutých konzultačních hodinách, případně e-mailovou komunikací.

2 ZÁKLADNÍ PRVKY TECHNICKÉ DOKUMENTACE, METROLOGIE, VOLBA VHODNÝCH MĚŘÍCÍCH POMŮCEK A PŘÍSTROJŮ PRO KONTROLU GEOMETRICKÉHO TVARU A POLOHY STROJNÍ SOUČÁSTI

Úvodní blok je věnován základům technického kreslení s prioritou správného kótování pro konkrétní technologii třískového i beztřískového obrábění. Studenti jsou seznámeni s geometrickými tolerancemi a drsností povrchu odpovídající pro danou technologii. Rovněž jsou popsány jednotlivé možnosti technické kontroly a vysvětleny systémy měřících center. V praktických ukázkách jsou studenti seznámeni s měřením délkových rozměrů a geometrickými tolerancemi tvaru i polohy.

Cíle kapitoly

- Vysvětlit základní principy správného kótování v závislosti na technologii výroby.
- Popsat technickou kontrolu i jednotlivé možnosti měření strojní součásti během její výroby.
- Zaměřit se na chyby vzniklé při měření a eliminovat možnosti jejich vzniku.
- Stanovit správný postup a sousled operací při identifikaci tvarových změn i drsnosti povrchu.
- Zaměřit se na kontrolu samotných měřidel a měřících přístrojů.

Výstupy z učení

- Popsat měřidla i měřící přístroje potřebné při výrobě konkrétní strojní součásti.
- Stanovit chyby měření, hrubé, systematické a nahodilé.
- Na základě technické dokumentace stanovit potřebné vybavení dle přesnosti výroby.
- Dle základů lícování určit tolerance sdružených součástí.
- Stanovit měřící systémy do praktického provozu, ale i pro přesnou laboratorní kontrolu.

Studijní zdroje

Pospíchal, J. Technické kreslení. ČVUT Praha. 2005. 77 s. ISBN 80-0103214-0.

Dostupné z: <https://cvut.files.wordpress.com/2008/03/skripta-technicke-kresleni.pdf>

DILLINGER, J.: Moderní strojírenství pro školu i praxi. Praha: Europa sobotáles, 2007.

312 s. ISBN 978-80-86706-19-1.

ŘASA, J., ŠVERCL, J.: Strojnické tabulky pro školu i praxi. Praha: Scientia, 2007. 586

s. ISBN 978-80-86960-20-3

Kontrolní otázky

1. Popište význam lícování ve strojírenské praxi.
2. Vysvětlete rozdíl mezi řetězcovým kótováním a kótováním od společné základny.
3. Jaké jsou systematické chyby měření?
4. Uveďte druhy tolerančních a netolerančních měřidel.
5. Popište přímé a nepřímé metody měření úhlů.
6. Jaké jsou měřicí systémy s převodem pneumatickým?

Zadání samostatné práce (úkolů)

Na základě laboratorního měření každý student zpracuje případovou studii. Jedná se o vyhodnocení délkových rozměrů, kontroly úhlu dané součásti, vyhodnocení geometrie tvaru součásti i kontrolu samotného měřidla. Ze statistického vyhodnocení naměřených hodnot budou studenti určovat pomocí Gaussovy křivky kvalitu výroby. Odevzdání protokolu je nutnou součástí udělení zápočtu.

3 PRŮVODNÍ JEVY PROCESU ŘEZÁNÍ, VLIV ŘEZNÝCH PODMÍNEK NA TVAR TŘÍSKY, MATERIÁLY ŘEZNÝCH NÁSTROJŮ, DEFORMACE PŘI OBRÁBĚNÍ A JEJICH DŮSLEDKY

Hlavním cílem daného bloku je podrobně seznámit studenty s průvodními jevy procesu řezání během třískového obrábění. Jedná se především o vliv řezné rychlosti na kvalitu povrchu a vzniku primárních i sekundárních deformací v materiálu. Důležitým aspektem jsou rovněž materiály řezných nástrojů a řezné kapaliny zvyšující odvod tepla. Nejen materiál řezného nástroje, ale také geometrie řezných úhlů určuje výslednou kvalitu povrchu i přesnosti výroby. Z tohoto důvodu budou studenti seznámeni s možnostmi volby řezného nástroje pro konkrétní technologii i konkrétní operaci výroby strojní součásti.

Cíle kapitoly

- Vysvětlit základní principy vzniku třísky během třískového obrábění.
- Definovat řezné rychlosti a možnosti jejich zvyšování.
- Popsat základní řezné materiály obráběcích nástrojů a jejich využití pro konkrétní situace.
- Zaměřit se na geometrii nástroje a eliminovat jeho opotřebení.
- Definovat primární i sekundární plastickou deformaci během procesu obrábění.
- Vysvětlit principy chlazení a výběr vhodné řezné kapaliny.

Výstupy z učení

- Určit správnou řeznou rychlost na základě délkových rozměrů polotovaru.
- Stanovit vhodný řezný nástroj s konkrétním materiálem břitu.
- Na základě přesnosti výroby zvolit vhodnou geometrii řezného nástroje.
- Vybrat správnou řeznou kapalinu.
- Vyhodnotit možnosti deformací obráběného polotovaru.

Studijní zdroje

DILLINGER, J.: Moderní strojírenství pro školu i praxi. Praha: Europa sobotáles, 2007. 312 s. ISBN 978-80-86706-19-1.

MACHEK, V.: Kovové materiály 2. Praha: ČVUT, 2014. 139 s. ISBN 978-80-0105-527-4

SOBOTOVÁ, J.: Nauka o materiálu I a II. Praha: ČVUT, 2016. 103 s. ISBN 978-80-01-05550-2.

HUMÁR, Anton. Technologie I - Technologie obrábění - 1. část. [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru „Strojní inženýrství“ na I. stupni MS studijního programu. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003, 138 stran, 8 AA. Dostupné na: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/studijni-opory/TI_TO-1cast.pdf

Kontrolní otázky

1. Popište průběh vzniku třísky při třískovém obrábění.
2. Definujte základní řezné úhly na řezném nástroji.
3. Popište vliv řezných úhlů na proces řezání během obrábění.
4. Jaké znáte druhy vyměnitelných řezných destiček?
5. Kde využijete řeznou kapalinu na vodní bázi?
6. Jaké jsou podmínky odvodu tepla při třískovém obrábění?

Zadání samostatné práce (úkolů)

Každý student písemně vypracuje případovou studii se zaměřením na materiály řezných nástrojů. Tato studie bude konkrétně zaměřena na daný materiál, pracovní podmínky, řezné prostředí i potencionální opotřebení daného břitu. Odevzdání protokolu je nutnou součástí udělení zápočtu.

4 ZÁKLADNÍ TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ ROTAČNÍCH, ROVINNÝCH I TVAROVÝCH PLOCH, MOŽNOSTI KONVENČNÍHO I NEKONVENČNÍHO OBRÁBĚNÍ DOKONČOVACÍ OPERACE PRO PŘESNOU STROJÍRENSKOU VÝROBU

Technologie třískového obrábění mají primární význam v oblasti strojírenské výroby. V předchozí kapitole byli studenti seznámeni s řeznými nástroji i podmínkami vzniku třísky během procesu řezání. Daný blok je již konkrétně zaměřen na technologie obrábění jak rotačních, tak rovinných nebo tvarových ploch pomocí konvenčních technologií, ale i s využitím CNC strojů. Rovněž je do této kapitoly zařazen popis technologií dokončovacích operací převážně pro potřeby automobilového průmyslu.

Cíle kapitoly

- Definovat základní technologie třískového obrábění (soustružení, frézování, broušení).
- Popis jednotlivých strojů pro konkrétní technologie obrábění.
- Možnosti upnutí nástroje i obrobku pro dané technologie.
- Vysvětlit možnosti využití CNC obráběcích center.
- Popis dokončovacích technologií pro přesnou strojírenskou výrobu.
- Definovat možnosti výroby sdružených součástí dle potřeb lícování.

Výstupy z učení

- Zvolit vhodnou technologii pro výrobu konkrétní součásti.
- Popsat pracovní postup a sousled operací.
- Na základě opakovatelnosti měření rozměrů vyhodnotit správnost pracovního postupu.
- Orientace v problematice konvenčního i nekonvenčního obrábění.
- Definovat technologie dokončovacích operací pro výrobu sdružených součástí.
- Určit vhodnou dokončovací operaci pro předepsané tolerance.

Studijní zdroje

ČEP, R., PETRŮ J. Experimentální metody v obrábění. Ostrava: VŠB-TUO, Ostrava 2011, 143 s, ISBN 978-80-248-2533-5.

Dostupné z:

https://projekty.fs.vsb.cz/459/ucebniopory/Experimentalni_metody_%20v_obrabeni.pdf

KOCMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.

Precision Boring Head, 112.118. BIG KAISER PRECISION TOOLING INC. Elk Grove Village. Illinois. USA. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.bigkaiser.com/kpt_pdfs/112118cat.pdf>.

Kontrolní otázky

1. Popište obráběcí stroje pro rotační obrábění.
2. Popište obráběcí stroje pro rovinné a tvarové obrábění.
3. Jaké jsou možnosti využití CNC obráběcích center?
4. Definujte možnosti upínání polotovarů při obrábění.
5. Jak se provádí korekce nástroje?
6. Popište technologii lapování při výrobě sdružených součástí.

Zadání samostatné práce (úkolu)

Každý student vypracuje technologický postup výroby konkrétní strojní součásti. Protokol bude obsahovat volbu polotovaru, popis jednotlivých technologií výroby, pracovní postup odběru materiálu i použití řezných nástrojů. Odevzdání protokolu je nutnou součástí udělení zápočtu.

5 DOČASNÁ ANTIKOROZNÍ OCHRANA, VYUŽITÍ EKOLOGICKÝCH KONZERVAČNÍCH POVLAKŮ, ORGANICKÉ I ANORGANICKÉ ANTIKOROZNÍ POVLAKY

V této kapitole jsou studenti seznámeni s problematikou koroze a antikorozní ochrany kovů. Jedná se o dočasnou i finální úpravu strojních součástí proti degradaci vlivem okolního prostředí. Studenti se seznámí s přípravou podkladu pro aplikaci antikorozního povlaku jak chemickou tak mechanickou cestou. Rovněž budou seznámeni s nátěrovými systémy, které chrání především bariérově. Důraz bude kladen zejména na rozdělení a aplikaci organických nátěrů, ale také jejich využití v konkrétním prostředí. Druhým tématem je pak využití anorganických povlaků, které pasivují daný kov.

Cíle kapitoly

- Identifikovat různé druhy korozního napadení a doporučit vhodný materiál do konkrétního prostředí s určitou korozní agresivitou.
- Definovat a zvolit vhodnou předúpravu povrchu před aplikací antikorozního systému.
- Vysvětlit a zvolit vhodný nátěrový systém do konkrétního prostředí.
- Charakterizovat anorganické kovové povlaky a jejich životnost.
- Kombinovat antikorozní systémy za účelem prodloužení jejich životnosti.

Výstupy z učení

- Stanovit vhodnou dočasnou antikorozní ochranu po třískovém obrábění.
- Určit možnosti ekologického odstranění dočasné antikorozní ochrany.
- Stanovit vhodný nátěrový systém do konkrétního prostředí.
- Pro zvýšení životnosti vyhodnotit možnosti duplexního systému.

Studijní zdroje

CHOVANCOVÁ, M.: Základy korózie a povrchovej úpravy materiálov. Bratislava: STU, 2010, 303 s. ISBN 978-80-227-3378-6

DILLINGER, J.: Moderní strojírenství pro školu i praxi. Praha: Europa sobotáles, 2007. 312 s. ISBN 978-80-86706-19-1.

KUKLÍK, V.: Žárové zinkování. Asociace českých a slovenských zinkoven, 2014, 208 s. ISBN 978-80-905298-2-3.

Kontrolní otázky

1. Popište chemickou korozi v oxidačním prostředí.
2. Definujte korozní makročlánek u ocelové desky, která je chráněna povlakem Zn.
3. Nakreslete a popište schéma polarizace během koroze kovu.
4. Popište technologii fosfátování, kde a proč se používá?
5. Popište technologii chromátování, kde a proč se používá?
6. Popište technologii galvanického zinkování, na čem závisí tloušťka povlaku?

Zadání samostatné práce (úkolu)

Na základě definice korozního prostředí a ostatních vstupních prvků u konkrétní součásti, každý student vypracuje případovou studii, kde navrhne předúpravu, aplikaci a druh antikorozního povlaku. Odevzdání protokolu je nutnou součástí udělení zápočtu.

6 LITERATURA

Povinná literatura

DILLINGER, J.: Moderní strojírenství pro školu i praxi. Praha: Europa sobotáles, 2007. 312 s. ISBN 978-80-86706-19-1.

Humár, A., Materiály pro řezné nástroje. MM Publishing, 2008, 235 s, ISBN 978-80-254-2250-2 dostupné z: <https://docplayer.cz/41193-Materialy-pro-rezne-nastroje.html>

CHOVANCOVÁ, M.: Základy korózie a povrchovej úpravy materiálův. Bratislava: STU, 2010, 303 s. ISBN 978-80-227-3378-6

ŘASA, J., ŠVERCL, J.: Strojnické tabulky pro školu i praxi. Praha: Scientia, 2007. 586 s. ISBN 978-80-86960-20-3

KOCMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.

MAREK, J.: Konstrukce CNC obráběcích strojů. Praha: MM, publishing, s.r.o., 2010. 420 s. ISBN 978-80-254-7980-3

Doporučená a rozšiřující literatura

Precision Boring Head, 112.118. BIG KAISER PRECISION TOOLING INC. Elk Grove Village. Illinois. USA. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.bigkaiser.com/kpt_pdfs/112118cat.pdf>.

ČEP, R., PETRŮ J. Experimentální metody v obrábění. Ostrava: VŠB-TUO, Ostrava 2011, 143 s, ISBN 978-80-248-2533-5. Dostupné z:

https://projekty.fs.vsb.cz/459/ucebniopory/Experimentalni_metody_%20v_obrabeni.pdf

ČEP, R., PETRŮ, J. Technologie obrábění v příkladech. Ostrava: VŠB-TUO, Ostrava 2013, 113 s, ISBN 978-80-248-3014-8.

MACHEK, V.: Kovové materiály 2. Praha: ČVUT, 2014. 139 s. ISBN 978-80-0105-527-4

SOBOTOVÁ, J.: Nauka o materiálu I a II. Praha: ČVUT, 2016. 103 s. ISBN 978-80-01-05550-2.

MICHNA, Š., NOVÁ, I.: Technologie a zpracování kovových materiálů. Prešov: Adin, 2008. 326 s. ISBN 978-80-89244-38-6.

KUKLÍK, V.: Žárové zinkování. Asociace českých a slovenských zinkoven, 2014, 208 s. ISBN 978-80-905298-2-3.

Další studijní zdroje a materiály

HUMÁR, Anton. Technologie I - Technologie obrábění - 1. část. [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru „Strojní inženýrství“ na I. stupni MS studijního programu. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003, 138 stran, 8 AA. Dostupné na: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/studijni-opory/TI_TO-1cast.pdf

HUMÁR, A. Slinuté karbidy a řezná keramika pro obrábění. 1. vyd. Brno: CCB spol. s r.o., 1995. 265 s. ISBN 80-85825-10-4.

POSPÍCHAL, J. Technické kreslení. ČVUT Praha. 2005. 77 s. ISBN 80-0103214-0. Dostupné z: <https://cvut.files.wordpress.com/2008/03/skripta-technicke-kresleni.pdf>