

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní



TÝMOVÁ CVIČENÍ PŘEDMĚTU CAD/CAM SYSTÉMY V OBRÁBĚNÍ

Návody do cvičení předmětu "CAD/CAM systémy v obrábění"

Marek Sadílek

Ostrava 2010|2011



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0147 "Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumu".

Název:	Týmová cvičení předmětu CAD/CAM systémy v obrábění
Autor:	Marek Sadílek
Vydání:	první, 2011
Počet stran:	39
Náklad:	20
a	

Studijní materiály pro studijní obor Strojírenská technologie Fakulty strojní Jazyková korektura: nebyla provedena.



Tyto studijní materiály vznikly za finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.

Název:	Vzdělávání lidských zdrojů pro rozvoj týmů ve vývoji a výzkumu
Číslo:	CZ.1.07/2.3.00/09.0147
Realizace:	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

© Marek Sadílek

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-2706-3

POKYNY KE STUDIU

Týmová cvičení předmětu CAD/CAM systémy v obrábění

Pro předmět 3. semestru oboru Strojírenská technologie jste obdrželi studijní balík obsahující:

- integrované skriptum pro distanční studium obsahující i pokyny ke studiu,
- přístup do e-learningového portálu obsahující doplňkové animacemi vybraných částí kapitol,
- CD-ROM s doplňkovými animacemi vybraných částí kapitol,
 - <

Prerekvizity

Pro studium tohoto předmětu se předpokládá absolvování předmětů Základy třískového obrábění, Technologie obrábění a Obrábění.

Cílem předmětu

Cílem je seznámení se základními pojmy programování počítačem číslicově řízených obráběcích strojů se zaměřením na způsob programování s využitím CAD/CAM systémů. Po prostudování modulu by měl student být schopen vytvořit řídící program v CAM systému výroby zadaných součástí operacemi dvouosého soustružení a 2.5 osého frézování. Jedná se o vytvoření NC programu pro obráběcí stroj a další potřebné průvodní dokumentace. Prostředkem pro naplnění těchto cílů je týmová práce studentů. Studenti budou rozděleny do skupin. Skupina společně pracuje na zadaném úkolu, který představuje zakázku zhotovení skupiny součástí technologií soustružení a frézování. Každý ve skupině bude mít svou pozici (funkci). Cvičící pedagog vystupuje v roli zákazníka a je zadavatelem projektu, tedy fiktivní zakázky.

Pro koho je předmět určen

Modul je zařazen do bakalářského studijního programu oboru strojírenská technologie, ale může jej studovat i zájemce z kteréhokoliv jiného oboru, pokud splňuje požadované prerekvizity.

Skriptum se dělí na části, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit, proto jsou velké kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.



Čas ke studiu: xx hodin

Na úvod kapitoly je uveden čas potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu či kapitoly. Někomu se čas může zdát příliš dlouhý, někomu naopak. Jsou studenti, kteří se s touto problematikou ještě nikdy nesetkali a naopak takoví, kteří již v tomto oboru mají bohaté zkušenosti.



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- 🔸 Popsat ...
- 🕹 Definovat ...
- 📥 Vyřešit ...

Ihned potom jsou uvedeny cíle, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly – konkrétní dovednosti, znalosti.



Výklad

Následuje vlastní výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, řešenými příklady, odkazy na animace.

Shrnutí pojmů

Na závěr kapitoly jsou zopakovány hlavní pojmy, které si v ní máte osvojit. Pokud některému z nich ještě nerozumíte, vraťte se k nim ještě jednou.



Otázky

Pro ověření, že jste dobře a úplně látku kapitoly zvládli, máte k dispozici několik teoretických otázek.



Úlohy k řešení

Protože většina teoretických pojmů tohoto předmětu má bezprostřední význam a využití v praxi, jsou Vám nakonec předkládány i praktické úlohy k řešení. V nich je hlavním významem předmětu schopnost aplikovat čerstvě nabyté znalosti pro řešení reálných situací.



Klíč k řešení

Výsledky zadaných příkladů i teoretických otázek jsou uvedeny v závěru učebnice v Klíči k řešení. Používejte je až po vlastním vyřešení úloh, jen tak si samokontrolou ověříte, že jste obsah kapitoly skutečně úplně zvládli.

Úspěšné a příjemné studium s tímto učebním textem Vám přeje autor.

Marek Sadílek

OBSAH

1 V OBH	ZADÁNÍ PROJEKTU DO CVIČENÍ PŘEDMĚTU CAD/CAM SYSTÉMY RÁBĚNÍ7
1.1	Náplň práce a povinností pro jednotlivé zadané pozice v týmu9
1.2	Forma odevzdání projektu10
1.3	Ukázkové formuláře pro zpracování projektu12
1.4	Způsob klasifikace projektu 20
2 SYSTI	PŘEHLED KROKŮ PŘI TVORBĚ PRACOVNÍHO POSTUPU V CAD/CAM ÉMU21
2.1	Geometrická část pracovního postupu v CAD/CAM systému
2.2	Technologická část pracovního postupu v CAD/CAM systému
2.3 pracov	Import geometrických dat do prostředí CAD/CAM systému a jeho umístění v ní rovině
2.4	Umístění objektů do vhodné polohy - umístění nulového bodu obrobku 25
2.5	Definice bodu výměny nástrojů30
2.6	Vytvoření polotovaru pro práci v CAM systému
2.7	Tvorba jednotlivých instrukcí řídícího postupu v CAM systému
2.8	Simulace a verifikace
2.9	Generování NC programu pro řízení CNC obráběcího stroje
3	POUŽITÁ LITERATURA

1 ZADÁNÍ PROJEKTU DO CVIČENÍ PŘEDMĚTU CAD/CAM SYSTÉMY V OBRÁBĚNÍ

Následující kapitola popisuje zadání projektu pro týmovou práci studentů.



Cíl: Po prostudování této kapitoly budete znát

- Rozdělení a počty studentů v týmu v návaznosti na zadané součásti.
- **4** Náplně práce a povinností pro jednotlivé zadané pozice v týmu.
- + Příklady formulářů pro vypracování průvodní dokumentace NC programu.
- 4 Formu odevzdání zadaného projektu.
- 4 Způsob klasifikace zadaného projektu.



Úlohy k řešení

Vypracujte technologický postup výroby součástí, nebo sestavy komponentů, včetně NC programu, vyrobených technologií:

- a) 2 osým soustružení (součásti hřídelového, nebo přírubového typu),
- b) 2.5 osým frézováním (součásti prizmatického tvaru).

Jednotlivé body zadání projektu:

- 1. Vytvořte průvodní zprávu projektu.
- 2. Vytvořte rámcový technologický postup výroby zadané součásti.
- 3. Nakreslete modely zadaných součásti v CAD systému.
- 4. Zpracujte pracovní postupy řídící programy v CAD/CAM systému, včetně ověření v režimu simulace.
- 5. Vytvořte NC programy pro CNC obráběcí stroj.
- 6. Vytvořte postupové listy pro stěžejní operaci (soustružení, nebo frézování na CNC obráběcím stroji) jednotlivých součástí.
- 7. Vytvořte kompletní nástrojový list k celé sestavě, tedy pro všechny zadané součásti.



V následující kapitole Přehled kroků při tvorbě pracovního postupu v CAD/CAM systému budou stěžejní body projektu diskutovány.

Studenti jsou rozdělení do týmů, ve kterých má každý člen své práva a povinnosti. Tým pracuje samostatně na svém zadání. Průběžně diskutuje svoje technické a jiné problémy se cvičícím, který vystupuje v roli zákazníka - zadavatele projektu. Diskuze probíhá formou verbální komunikací ve cvičení daného předmětu a elektronickou mimo hodiny ve cvičení. Konzultace projektu se cvičícím (zákazníkem) se odehrává převážně prostřednictvím managera týmu. V případě nesrovnalostí se ovšem i ostatní členové týmu mohou obracet přímo na cvičícího - zákazníka.

Každý tým se skládá ze členů, jež mají v tomto týmu různé pozice. Pozice jednotlivých členů v týmu jsou:

- 🖊 manažer projektu,
- 🖊 technolog,
- 🖊 programátor.

Jednotlivé týmy jsou sestaveny cvičícím. Manažera týmu si členové volí sami. Ostatní pozice v týmu si členové volí sami. Při volbě v případě rovných hlasů v týmu pak rozhoduje manažer daného týmu. V případě možných nesrovnalostí při volbě jednotlivých pozic v týmu vstupuje do hry cvičící, který rozhodne.

Rozdělení a počty studentů v týmu uvádí následující tabulka č. 1:

Rozdělení a počty studentů v týmu								
Počet studentů ve skupině	Počet manažerů	Počet technologů	počet programátorů CNC	počet zadaných součástí				
3	1	1	1	1				
4	1	1	2	2				
5	1	1	3	3				
6	1	2	3	3				
7	1	2	4	4				

1.1 Náplň práce a povinností pro jednotlivé zadané pozice v týmu

Tým spolupracuje na tvorbě zadaného projektu. Projekt představuje zakázku zhotovení skupiny součástí. Cvičící pedagog vystupuje v roli zákazníka a je zadavatelem projektu, tedy fiktivní zakázky. Tato zakázka simuluje zakázku z praxe, která musí být diskutována se zadavatelem z důvodu použitých technologií a technického vybavení. To vše pro dodržení časových a kvalitativních aspektů zakázky. Každý člen týmu má svá práva a povinnosti, které jsou následně popsány.

Manažer projektu

Manažer projektu bude vézt svůj tým a bude zodpovídat za všechny členy svého týmu. V týmu bude jen jeden manažer. Každý tým si zvolí svého manažera. V případě neshody v týmu určí manažera pedagog. Manažer týmu má právo hodnotit členy svého týmu na základě jejich přístupu k řešení problému a odvedené práce. Toto hodnocení vyjádřené v procentech (stupnice 0 až 100%) uvede v tabulkové formě v průvodní zprávě projektu. Manažer je hodnocen cvičícím.

Povinnosti manažera projektu:

- 📥 vézt tým,
- 🖊 vypracování průvodní zprávy projektu,
- 🖊 odevzdání projektu zadavateli cvičícímu,
- 🖊 tvorba modelů součásti,
- 🖊 konzultace projektu se zadavatelem cvičícím,
- 🖊 navrhnout konkrétní strojní vybavení,
- 🖊 navrhnout dodavatele řezných nástrojů,
- 🖊 koordinovat práci technologů,

Práva manažera projektu:

- 4 rozdělování základních funkcí ve skupině, tj. určení technologa a programátora,
- 🖊 navrhovat hodnocení každého člena týmu.

Technolog

V každém týmu bude jeden popřípadě dva technologové. To v závislosti na rozdělení a počty studentů v týmu, které ukazuje Tab. 1.1. Povinnosti technologa je zejména tvorba technologického postupu součásti (do úrovně úseků). Další povinnosti jsou:

- 🖊 koordinovat práci programátorů,
- 🖊 návrh upínacího zařízení,
- 🖊 kontrola použitého strojního vybavení,
- 4 kontrola použitých nástrojů a řezných podmínek,
- 🖊 vytvoření rámcových technologických postupů pro výrobu jednotlivých součásti,
- 4 vytvoření návrhu postupových listů k jednotlivým zadaným součástem,
- 🖊 konzultace tvorby postupových listů s programátory,
- vytvoření kompletního nástrojového listu k celé sestavě, tady pro všechny zadané součásti.

Programátor

V každém týmu je tolik programátoru kolik je zadaných součástí. Každý programátor tedy vytvoří jeden řídící program v CAD/CAM systému, což je jeho stěžejní úkol v týmu. Další povinnosti programátora jsou:

- vytvořit řídící program v CAD/CAM systému, včetně ověření v režimu simulace, dle návrhu postupového listu vytvořeného technologem,
- 4 vytvořit NC program pro CNC obráběcí stroj s využitím CAD/CAM systému,
- 🖊 spolupráce s technologem na tvorbě návrhu postupového listu,
- ↓ tvorba finálního postupového listu.

1.2 Forma odevzdání projektu

Projekt bude odevzdán manažerem projektu v elektronické podobě. Průvodní zpráva projektu bude odevzdána také tištěnou formou. V průvodní zprávě projektu musí být uvedena tabulka se soupisem členů týmu, jejich funkcí a návrhem hodnocení každého člena týmu v procentuálním vyjádřením.

Manažer projektu odevzdá projekt v elektronické podobě v adresáři s pojmenováním dle následujícího příkladu- a to v případě ad b) frézování:

Adresář pojmenovaný: rok_číslo týmu_fr_ název, Např.: 2010_3_fr_kryty

Odevzdávaný adresář bude obsahovat tyto následující soubory. Příklady jsou uvedeny jen pro část zadání frézování. Pro zadání soustružení je tomu obdobně - jen bude *fr* zaměněno za *sou*. Pojmenování odevzdávaných souborů je následující:

ad 1) Průvodní zpráva projektu:

rok_číslo týmu_fr_název.doc

Např.: 2011_3_fr_kryty motoru.doc

ad2) Rámcové technologické postupy jednotlivých součástí:

rok_ číslo týmu_rámcový TP_název.doc

Např.: 2011_3_rámcovy TP_kryt motoru.doc

ad 3) Modely zadaných součásti:

rok_číslo týmu_fr_název.*

Např.: 2011_3_fr_kryt motoru.ipt

Poznámka: V případě, že model obrobku je nakreslen přímo v EdgeCAMu, nebo v Kovoprogu, není nutné odevzdávat model součásti v samostatném souboru.

ad 4) Řídící programy v CAD/CAM systému:

rok_ číslo týmu_fr_název.*

Např.: 2011_3_fr_kryt motoru.epf

ad 5) NC programy pro CNC obráběcí stroj:

rok_ číslo týmu_fr_název.nc

Např.: 2011_3_fr_kryt motoru.nc

ad6) Postupové listy jednotlivých součástí:

rok_číslo týmu_fr_postupový list_název.doc

Např.: 2011_3_fr_postupový list_kryt motoru.doc

ad7) Kompletní nástrojový listy všech součástí:

rok_číslo týmu_fr_nástrojový list_název.doc

Např.: 2011_3_fr_nástrojový list_motor.doc

1.3 Ukázkové formuláře pro zpracování projektu

V následující kapitole jsou uvedeny příklady formulářů pro zpracování technologického postupu, rámcového technologického postupu, postupového listu součásti a nástrojového listu sestavy součásti.



Průvodce studiem

Ve výkladu této podkapitoly jsou uvedeny příklady průvodní dokumentace. Tyto příklady slouží jako návod pro týmové vytvoření formulářů, ve kterých bude odevzdán rámcový technologický postup, postupový list a nástrojový list. Každý tým tedy vytvoří svoje originální formuláře pro vyplnění požadovaných informací. Takový to postup řešení projektu odpovídá praxi, kdy si každá firma vytváří své vlastní formuláře zohledňující zákonitosti norem ISO.

Nástrojový list, který je v této podkapitole uveden samostatně pro konkrétní zadanou součást, bude v projektu součástí postupového listu.

Ovšem navíc tým dle zadání vytvoří nástrojový list (soupis všech použitých nástrojů) pro celou sestavu zadaných součástí.



Výklad

Výrobní postup je základní dokument, který určuje všechny potřebné podmínky pro zhotovení příslušné součásti - dílce. Normy ČSN EN ISO řady 9000 požadují, aby tento postup byl úplný a jednoznačný.

Výrobní postupy se dělí na [2]:

- Výrobní postup předepisuje posloupnost přeměny polotovaru v hotový výrobek a zahrnuje jak technologickou, tak i pracovní část, a je pro výrobu závazný.
- Technologický postup je část výrobního postupu, která v sobě zahrnuje činnost strojů a zařízení, potřebných pro zhotovení výrobku.
- Pracovní podstup je část výrobního postupu, která zachycuje v časovém sledu řídící činnost lidského činitele ve výrobním procesu.



Klíč k řešení

Rámcový technologický postup je první stupeň zpracování výrobního postupu. Vypracování tohoto postupu probíhá v etapě výroby prototypu a je nutná spolupráce technologa s konstruktérem.

Druhý stupeň spočívá ve vypracování detailního výrobního postupu pro danou součást. Tvorba výrobního postupu se řídí zákonitostmi, které byly mnohokráte popisovány v předmětech, které předchází tomuto předmětu (CAD/CAM systémy v obrábění). Bez těchto znalostí nelze adekvátně tvořit řídící programy pro CNC obráběcí stroje.

Rámcový technologický postup obsahuje základní informace a posloupnost operací, pro které se stanoví:

- číslo operace,
- číslo pracoviště,
- 📥 typ stroje,
- 🖊 popis práce.

Odevzdaný rámcový technologický postup pro každou součást musí kromě povinných běžných údajů obsahovat tyto náležitosti:

- 🖊 náčrt součásti,
- + rozpracování do úseků jednotlivých operací.

	PRACOVNÍ POSTUP - RÁMCOVÝ							
Součást:			Číslo výkresu:					
Materiál:		Polotovar:	Hmotnost [kg]: hrubá: čistá:					
číslo	pracoviště	Popis práce:						
operace	typ stroje							
Datum:		Vyhotovil:	Schválil:					

Obrázek 1.1 - Ukázka rámcového technologického postupu

Výrobní postup je závazný předpis postupu výroby od polotovaru po hotový výrobek, proto každá návodka musí obsahovat veškeré potřebné údaje k řízení a zabezpečení výroby samotné.

V listech pro jednotlivé operace musí být uvedeny následující údaje [2]:

- název a číslo výrobku,
- název a číslo součásti,
- číslo operace ,
- 🖊 typ stroje, příkon, číslo pracoviště,
- popis práce, náčrt součásti s vyznačenými technologickými základnami, zakreslenými pracovními polohami nástrojů, mezioperačními rozměry a tolerancemi, vyznačenou plochou která bude obráběna,
- 🖊 obsazení pracoviště,
- technologické podmínky, řezná rychlost, posuv, přísuv, hloubka třísky, počet záběrů, prostředí, počet upnutých kusů, počet obsluhovaných strojů, TKK, t_{AC}, t_{BC},
- 🖊 sled úseků dané operace,
- 븆 seznam nástrojů, měřidel, přípravků, individuálních ochranných pomůcek,
- 🖊 datum vyhotovení, popis kdo vyhotovil, kontroloval a změny,
- 🖊 v kontrolních návodkách musí být uveden způsob kontroly,

Nedílnou součástí každého technologického postupu je výkres součásti. Snahou dnešní doby je tzv. bezvýkresová dokumentace, kdy se firmy snaží eliminovat veškerou papírovou podobu výkresové dokumentace. S ohledem na tento fakt nebudou součásti rámcových technologických postupů výkresy součástí. Tyto výkresy součástí budou plně zastoupeny modely součásti odevzdané v elektronické podobě.

Obrázek 1.2 - Ukázka technologického postupu znázorňuje příklad technologického postupu, ze kterého je možné vycházet pro vypracování projektu.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP			Náz	ev celku:	Název skupiny:	Náz sou ŠR	zev ičástky: CUB	Císlo výkresu: 100 001.4		Vydání p.: 1
Dne: 28.7.2009	Vyhotovil: Pagáč Marek	Rozměr: Ø60-83	Mat 11	eriál: 600	Výrobní dávka 1000 i	a: ks	Hrubá hmotnost: Cistá 1,5 kg hmotnost 0,8 kg			Císlo listu: 1
Ċíslo operace	Název s Třídící	stroje: číslo:	Dílna	Popis	práce		Nástroje, pomůcky, měřidla			
0/0	Pila 05963 Soustruh SV18RA/750 04124		Přípravna	Řezat Ø60 ČSN 42 na délku L = 8 Zarovnat čela na d	2 6510 3±0,5 élku L = 80±0,1		Ocelové měřítko (0÷500) ČSN 25 1125 Posuvné měřítko (0÷150) CSN 25 1238 Uběrací nůž ohnutý ČSN 22 27 12			
1/1	Kontrola 09863		отк	Kontrolovat délku l Cetnost kontrol 20	_=L=80±0,1 %		Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			
2/2	CNC soustruh KOVOSVIT M 34441	I SY 280 IAS	Obrobna	Upnout součást, soustružit Ø58 L=4 vrtat 4x Ø8 do hl. 2 1x45°, vyvrtat, vyhrubova srazit hrany 1x45° Přepnout součást o Soustružit Ø58 L= zápich, závit M40x srazit hrany 1x45°	40, 20, srazithranu at, vysoustružit û a 2,5x45°; do druhého vřet 40, -2, a 2,5x45°.	020, iena.	Stranový nůž uběrací pravý – _{Ke} = 93°, držál PDJNR 2525 M 15, VBD DNMG 15 06 08 E 6630 Stranový nůž uběrací levý – _{Ke} = 93°, držák F 0, 2525 M 15, VBD DNMG 15 06 08 EM 6630 Nůž na soustružení vnějších závitů, drž SEL 2525 M 16, VBD TN 16 EL 300M 8 a. Vrták 8 ČSN 22 1141 HSS 02 Vrták 19 ČSN 22 1141 HSS 02 Vrták 19 ČSN 22 1141 HSS 02 Výstružník 20 ČSN 22 1431 HSS 02 Výstružník 20 ČSN 22 1431 HSS 02 Posuvné měřítko (0÷150) ČSN 25 1238			žák 3 EM 30 držák 4 816
3/3	Kontrola 09863		отк	Celkově kontrolova Cetnost kontrol 10	at dle výkresu. %		Posuvné mi Závitové šal	ěřítko (0+150) ČS blony (0.4+6.0) C	5N 25 1238 SN 25 4620)

Obrázek 1.2 - Ukázka technologického postupu

Další odevzdávanou dokumentací je postupový list. Je to vlastně obdoba technologického postupu. Ovšem s tím rozdílem, že uvádí pracovní postup jen pro jednu operaci - tedy pro stěžejní operaci třískového obrábění na CNC obráběcím stroji (v případě projektu je to soustružení, nebo frézování). V názvosloví CAD/CAM systémů je také souhrnně označována spolu s nástrojovým listem jako průvodní dokumentace. Zobrazuje postupový list, jehož úpravou lze dodržet zadání projektu.

Průvodní dokumentace slouží operátorovi CNC stroje pro získání lepší orientace ve vytvořeném NC programu. Je určena také pro sledování stavu zakázek, materiálů, nástrojů apod., dále pak pro obchodní a dodavatelské subjekty, kteří se chtějí nějakým způsobem podílet na vytvořeném pracovním postupu (sledovat stav zakázky, odsouhlasit vytvořený pracovní postup apod.).

EdgeCAM nabízí moduly Manažer zakázek a Asistent zakázek, které jsou určeny pro práci se zakázkami a pro vytvoření takovéhoto postupového listu.

Postupový list zpracovaný v projektu musí obsahovat tyto náležitosti:

- 🖊 uvedení programátora a zákazníka,
- 📥 popis zakázky,
- 🖊 popis polotovaru,
- 🖊 jméno souboru modelu (popř. výkresu), CAM souboru a NC programu,
- 🖊 nákres součásti,
- schéma, kde jsou znázorněny tyto body: nulový bod. (tj. na obrobku, nebo polotovaru), výchozí bod programu a bod výměny nástroje,
- výpis instrukcí názvy a stručné popisy jednotlivých operačních cyklů s řeznými podmínkami,
- 🖊 grafické zobrazení stěžejních operačních cyklů,
- 🖊 časy jednotlivých cyklů obrábění,
- 🖊 způsob upnutí součásti,
- soupis použitých nástrojů s označením (T1 D1; T2 D1 atd.), to je pozice nástroje v zásobníku a číslo korekce.

Následující Obrázek 1.3 - Listy zakázek - CAD/CAM systému EdgeCAM ukazuje příklad vytvořené průvodní dokumentace označované v CAD/CAM systému EdgeCAM jako listy zakázek.

Dalším pojmem při vytváření průvodní dokumentaci je seřizovací list.



CD-ROM

Příklad seřizovacího listu vytvořeného v SolitCAMu lze naléz na CD-ROMu nebo na e-learningovém portálu.

ęd	geC/	AM ligent turing		Manažer zakázek Turdzy, Ocerbar 30, 2007		S	me TE (CH S Pathtra
<u>Vstup</u>	<u>školení</u>	Frézováníl Nepotur	ierá)					
Popis								
Postup		1						
Cyklon	čas	172	643					
ostpro	cesor	fanu	c3x					
ákazní	ik	VŠE						
rogram	mátor	Kos	ař					
fateria	al	Oce	1 - 250 HB					
tav		Nep	otvrzena					
CEVIZE	aubor	Q	First] and					
ADSo	ubor	Sou	částliot					
SC Son	hor	Sen	řástl NC					
len nási	troje určen	é pro tuto zakázku Ne						
Pozic	e	Název nástroje		Průměr		Delka	řezné části	Vrcholový v
1		40mm Endmill - 6	Flute	40			80	
2		35mm Endmill - 6	Flute	35			80	
3		20mm NC Spot D	rill - 13A F30M	20			38	
4		👌 Nástroj :Vrták		14			3	
	Pozice	Název	Popis	Otáčky/Řemá r	ychlost	Posuv	Přísuv	Strojní čas
1	1	TI Nastroj	zarovna celo		1000	800	537.148	000005 (0022:14)
2	12	Vreteno Zastant žela	CLW + Coolant		1000	200	627140	000065
2	-	Zarovnat celo			1102.66	800	420 710	001043
		Victore	Stan		1195.00	039.437	419./10	001943
5	-	Do utiménte	stop		-			000000
7	2	T2 Nastroj	35mm Endmill - 6 Flute		2652 58	1000 86	054 03	000005(000311)
3	12	Vřeteno	CLW + Coolant			100000000		
>		Profilování			2652.58	1909.86	954.93	000304
10		Diry						1
10.01		Chlazení	Off					
10.02		Vřeteno	Stop					
10.03		Do výměny						000001
10.04	3	T3 Nästroj	A1123*20		3183.1		381.972	000006 (000019)
0.05		Chlazení	Flood					
0.06	12	Vřeteno	CLW					
0.07	2	Vrtat - závitovat Chlazení	Vrtat Off		3183.1		381.972	000013
10.09		Vřeteno	Stop					
10.10		Do výměny						000001
10.11	4	T4 Nastroj	Vrták		2447.01		0.16	000006 (170029)
10.12	-	Chlazení Vřeteno	Flood		-			
0.14	-	Vrtat - zavitovat	Vrtat		2447.01		0.16	170022
11	1	Demferrer						000001

Cyklový čas 172643

	(CRAC)	10000		
Decisal a polotorar	Tì - čelo a hrubuje	T2 - profilování		

Popis zakázky
školeni
Popis seřízení a upnutí
Svěrák
Popis polotovaru
Hranol

Obrázek 1.3 - Listy zakázek - CAD/CAM systému EdgeCAM

Dalším pojmem je nástrojový list. Nástrojový list je vlastně soupis použitých řezných nástrojů na daném obráběcím centru. Každý tým má dle zadání vytvořit jeden nástrojový list. Tento soupis všech nástrojů bude uveden pro celou sestavu součástí, tedy pro všechny zadané součástí vyrobené určitou technologií (soustružením, nebo frézováním). Tento nástrojový list ukazuje jaké řezné nástroje je třeba pořídit pro zhotovení kompletní zakázky

Následující Obrázek 1.4 - Ukázka nástrojového listu, ukazuje nástrojový list vytvořený v CAM systému. V této ukázce není uvedena pozice nástroje v nástrojové hlavě, nebo zásobníku nástrojů, tak jak vyžaduje zadání projektu.

SHOP FLOOR DOCUMENTATION

CREATED BY : havelka DATE : Mon Nov 28 16:47:22 2005 PART NAME : \\Server\archiv\Ruzne\Cast brzdy_f.prt

TOOL LIST BY PROGRAM

PROGRAM NAME : NC_PROGRAM

TOOL NAME TOOL TYPE	DIAMTER	COR RAD	NOSE RAD	ADJ REG
---------------------	---------	------------	-------------	---------

PROGRAM NAME : CAST_BRZDY_F2V

TOOL NAME	TOOL TYPE	DIAMTER	COR RAD	NOSE RAD	ADJ REG
FR.HRUB_10HR_DL	Milling Tool-5 Parameters	10.0000	0.0000	-	0
FR.TIZIT_AL_10X22	Milling Tool-5 Parameters	10.0000	0.0000	-	0
NAVRTAVAK_DL25	Drilling Tool	2.0000	0.0000	-	0
VRTAK_4.2	Drilling Tool	4.2000	0.0000	-	0
VRTAK_6.3	Drilling Tool	6.3000	0.0000	-	0
ZAVITNIK_M5	Drilling Tool	5.0000	0.0000	-	0

Obrázek 1.4 - Ukázka nástrojového listu

Vše Použito	Filtr nástroje	Vytvořeno Po	Ro Jžito 17	zsah Data	Uká	zat							
Ukázat	Upravit			ر المسلما ال									
slo nástroje ID	C Typ nástroje	Prumer	Prumer špicky	Úhel	R Ú	Prumer stopky	Celková délka	Délka	Délka osazení	Rezná délka	Délka H	Popis	Pocet
1	Válcová fréza	20 mm				20 mm	80 mm	60 mm	30 mm	24 mm	100 mm		2
2	Válcová fréza	16 mm				16 mm	30 mm	11.2 mm	10.6 mm	10 mm	100 mm		2
3	Válcová fréza	8 mm				8 mm	30 mm	11.2 mm	10.6 mm	10 mm	100 mm	fréza na rohy kolem	2
4	Válcová fréza	6 mm				6 mm	12 mm	7.2 mm	5.6 mm	4 mm	100 mm		2
5	Válcová fréza	1.5 mm				1.5 mm	80 mm	60 mm	30 mm	24 mm	100 mm		2
6	Středící vrták	6 mm		90 °		6 mm	60 mm	40 mm	30 mm	3 mm	100 mm		2
7	Vrták	5 mm		118 °		5 mm	30 mm	11.2 mm	10.6 mm	10 mm	100 mm		2
8	Vrták	1.6 mm		118°		1.6 mm	30 mm	11.2 mm	10.6 mm	10 mm	100 mm		2
9	Závitník	2 mm	1.8 mm			2 mm	30 mm	11.2 mm	10.6 mm	10 mm	100 mm	zavitnik M2	2
10	DRILL	5 mm		118 °		5 mm	162 mm	137 mm	137 mm	122 mm	100 mm		2
11	DRILL	1.6 mm		118 °		1.6 mm	162 mm	137 mm	137 mm	122 mm	100 mm		2
12	TAP	2 mm	1.5 mm			2 mm	49 mm	24 mm	9 mm	9 mm	100 mm		2
			_										
					-								
Přidat Ko	rovat Vymazat	Přečíslov	at Zpět přečíslov.	ní Impor	tovat Ex	portovat							

Obrázek 1.5 - Ukázka nástrojového listu - SolidCAM



CD-ROM

Další ukázky a formuláře lze nalézt na CD-ROMu nebo je může nalézt na elearningovém portálu.



Další zdroje

Další příklady průvodní dokumentace (postupového a nástrojového listu) jsou uvedeny ve studijní opoře "Počítačová podpora výroby", kde je popsána problematika tvorby průvodní dokumentace.

1.4 Způsob klasifikace projektu

Každý tým bude hodnocen cvičícím pedagogem dle odvedené práce a vlastního přístupu k řešení projektu. Cvičící ve svém konečném hodnocení zohledňuje také jednotlivé členy týmu, a to podle hodnocení, které na ně vypracoval jejich manažer.

Hodnocení projektu				
část projektu	dílčí popis	procentuální hodnocení [%]		
průvodní zpráva projektu	-	5		
technologické postupy jednotlivých součástí	koncepce, formuláře, použitá technologie	20		
modely zadaných součásti	vypracování, přesnost			
řídící programy v CAD/CAM systému	použité strategie, jednotlivé instrukce, volba nástrojů, řezné podmínky, přejezdy, nájezdy, výjezdy	40		
NC programy pro CNC obráběcí stroj	-	5		
postupové listy jednotlivých součástí	koncepce, formuláře, povinné údaje	20		
kompletní nástrojový listy všech součástí	koncepce, formuláře, volba nástrojů	5		

Shrnutí pojmů

Tato kapitola popsala stěžejní část opory. Jedná se o zadání úkolu k řešení pro vypracování NC programu pro řízení obráběcího stroje včetně vypracování průvodních dokumentací.

Posluchači se dozvěděli zadání projektu a rozdělili se do týmů. Dozvěděli se jakým způsobem se budou na jednotlivých částech projektu podílet. Kapitola popisuje formu odevzdání zadaného projektu a způsob klasifikace zadaného projektu.

Kapitola popisuje také základní informace a příklady zpracování formulářů pro zhotovení rámcového technologického postupu, postupového listu a nástrojového listu - tedy průvodní dokumentace k NC programu.

2 PŘEHLED KROKŮ PŘI TVORBĚ PRACOVNÍHO POSTUPU V CAD/CAM SYSTÉMU

Následující kapitola popisuje základní kroky, které je nutné udělat při tvorbě pracovního postupu v CAM systému. Popisuje způsoby vložení (importu) geometrických dat do prostředí CAD/CAM systému. Jedná se převážně o import polotovaru a obrobku, upínacích přípravků a podobně. Kapitola také popisuje možnosti vytvoření polotovaru pro v prostředí CAD, tak v prostředí CAM systému. Podrobněji popisuje nejběžnější volbu vytvoření polotovaru automatickou funkcí v CAM systému.

Čas ke studiu: 4 hodina

 \bigcirc

- Cíl: Po prostudování této kapitoly budete umět
 - **4** Popsat pracovní postup v CAM systémech.
 - Popsat základní kroky při tvorbě pracovního postupu v geometrické části CAD/CAM systému.
 - Popsat základní kroky při tvorbě pracovního postupu v technologické části CAD/CAM systému.
 - Popsat základní úkony při importu geometrických dat do prostředí CAD/CAM systému.
 - ↓ Definovat vztažné body CNC obráběcího stroje.
 - Umístit model součásti do pracovní polohy.
 - 4 Umístit nulový bod obrobku.
 - Vyřešit příklady týkající se importu geometrických dat do prostředí CAD/CAM systému.
 - **4** Vytvořit polotovar automatickou funkcí.
 - Vyřešit příklady týkající vytvoření polotovaru automatickou funkcí.
 - 4 Popsat skladbu instrukcí pro tvorbu řídícího programu v CAM systému.
 - **4** Nastínit možnosti simulace a verifikace.
 - + Popsat generování NC kódu pro řízení CNC obráběcího stroje.

Výklad

Myšlenkou procesu obrábění je postupné odebírání materiálu z obrobku do té doby, než se dosáhne výsledného tvaru navržené součásti. Toho dosahuje obsluha stroje nebo programátor pomocí vhodně zvoleného obráběcího postupu.

Typickým pracovním postupem je odebírání velkého množství materiálu pomocí nástroje o velkém průměru na počátku výrobního procesu (hrubování). Dále následují

obráběcí cykly s postupně menšími nástroji, při kterých je z obrobku odebíráno stále menší množství materiálu. To se děje do té doby, až na obrobku zůstane rovnoměrný zbylý materiál. Jedná se o dohrubování nebo předdokončování.

Dále následují dokončovací strategie obrábění. Během nich je zbylý materiál z obrobku stejnoměrně odebírán malým nástrojem. Každým pohybem je odebráno konstantní množství materiálu, až je dosaženo cílového tvaru součásti (dokončování).

Poslední obráběcí strategií je pak odebrání tzv. zbytkového materiálu, nazývané také doobrobení. Jedná se nejčastěji o odstranění materiálů zbylého v rozích, jež nemohl být odebrán z důvodů velkého průměru frézy, nebo špatného přístupu nástroje.



Obrázek 2.1 - Přehled kroků při tvorbě pracovního postupu v CAD/CAM systému

Standardní pracovní postup v CAM systémech, viz. Obrázek 2.1, tento proces napodobuje. Systémy navíc dovolují uživateli provést simulaci úběru materiálu, tak jak bude obrobek vypadat kdykoli během procesu programování. Tím uživatel získává cennou odezvu, díky níž může zvolit nejvhodnější postupy obrábění součásti.

2.1 Geometrická část pracovního postupu v CAD/CAM systému

Základní úkony používané v geometrické části při tvorbě součásti nebo importu modelu součásti jsou:

- 🖊 úprava přenosem poškozených dat,
- 🖊 úprava nepřesností vzniklých při zadávání tvaru,
- 4 určení líce a rubu obráběných ploch,
- ↓ vhodná orientace a návaznost geometrických prvků obráběného tvaru → odstranění zbytečných přejezdů nástroje,
- úprava digitálního modelu z hlediska technologie obrábění např. definování dělící roviny, doplnění technologických přídavků na upnutí atd.,
- + orientace modelu v pracovním prostoru (v souřadném systému),
- 🖊 definice polotovaru,
- 🖊 definice upínacích elementů,
- 🖊 umístění modelu obrobku do modelu polotovaru definovat přídavky na obrábění,
- definice vazby souřadného systému stroje a souřadného systému obrobku respektive polotovaru,
- + vhodné využití pracovního prostoru stroje,
- 🖊 odměřit geometrii modelu za účelem definování technologie obrábění.

2.2 Technologická část pracovního postupu v CAD/CAM systému

Základní úkony používané v technologické části jsou:

- nastavení počátečních podmínek (volba a nastavení stroje (volba postprocesoru), definice nulového bodu obrobku, referenčního bodu, bodu výměny nástroje, volba materiálu obrobku, volba způsobu upnutí (upínky, svěrák, sklíčidlo apod.),
- zvolit první, obvykle hrubovací nástroj zvolit z databáze, nebo definovat jeho řeznou a upínací část, řezné parametry, parametry držáku nástroje,
- 4 definování operačního cyklu obrábění s potřebnými parametry,
- 4 zvolit další nástroj a definovat jeho dráhy a řezné podmínky,
- + pokračování předešlého kroku,
- 🖊 simulace obrábění a následná korekce nastavení,
- 🖊 vygenerování zvoleným postprocesorem NC program
- vytvoření průvodní dokumentace (seřizovací listu nástrojů, list jednotlivých operačních cyklů, apod.),
- 🖊 odladění NC programu v simulačním softwaru,
- 🖊 odladění NC programu na stroji.

2.3 Import geometrických dat do prostředí CAD/CAM systému a jeho umístění v pracovní rovině

Složitější geometrické tvary je výhodnější importovat do prostředí CAM z uživatelsky přívětivějších softwarů jako jsou CAD systémy. Známé používané CAD systémy jsou například AutoCAD, Inventor, SolidWorks, Pro-Engineer, CATIA (používaná u mnoha firem pracujících v automobilovém průmyslu) a další.

Konstruktér po vytvoření modelu součásti předá tento model svému kolegovi – technologovi. Tento model může být předán mnoha způsoby, např. sdílením dat, elektronickou poštou apod..

Některé firmy se zaměřují pouze na část CAM a model součásti přebírají od svých dodavatelů formou zakázky. Tento model obdrží technolog pracující s CAM systémem například mailem. Komunikace mezi konstruktérem a technologem se pak realizuje pomocí elektronické pošty, nebo pomocí rychle se rozvíjejících se metod videokonferencí apod..

Jinou možností je vytvoření geometrie součásti (jednotlivých geometrických prvků představující součást, jednotlivých ploch či solid modelu) přímo v CAM systému. Výhodou je odstranění případných chyb při importu součásti z jiného softwaru.

Zajímavost k tématu

Jen malá část firem tvoří konstrukční návrh nové součásti a také pracovní postup výroby v témže CAD/CAM systému. Ovšem při tvorbě v jediném CAD/CAM systému to přináší mnohé výhody.



Pojmy k zapamatování

Geometrické data nemusí představovat jen často zmiňovaný 3D model součásti. Mohou to být například také různé geometrické útvary (úsečky, kružnice, oblouky, křivky), plochy, profily, obrysy a kontury součásti, apod..

Následně jsou uvedeny hlavní zásady při importu geometrických do prostředí CAM.

- Při otvírání již vytvořeného souboru např. modelu součásti je vhodné zvolení typu souboru příslušného zdroje, tj. typu souboru ve kterém byla geometrická data vytvořena.
- V případě některých chybových hlášení typu: "soubory nejsou podporovány", nezoufejte, v systémovém nastavení lze provést nápravu.

Mnohdy se vyskytne případ, kdy tyto geometrická data nelze načíst do vašeho CAM systému. To už je ale záležitostí konkrétního používaného systému a systému ve kterém byla data vytvořena. Přenos dat mezi různými softwary je neustále vyvíjen a vylepšován. V dnešní době je na něj kladen velký důraz.



Zajímavost k tématu

Ověření spolehlivosti načítání dat formátu DWG umožňuje testovací výkres firmy Xanadu – Budweiser.dwg (www.xanadu.cz/budweiser).

2.4 Umístění objektů do vhodné polohy - umístění nulového bodu obrobku

Po importování objektů do modulu CAM je nutné umístit objekt, popř. objekty do vhodné pracovní polohy. K tomu slouží příkazy *Transformace* jako je: posun, rotace, apod.

V EdgeCamu je výhodný příkaz: Záměna souřadnic (záměna rovin), díky které velice jednoduše lze polohovat objekt. Tento příkaz je výhodný pro polohování 2D geometrie součásti.



Obrázek 2.2 - Záměna souřadnic

Při práci se solid modely je výhodné používat speciální příkazy pro polohování modelu pro soustružení a pro frézování.

V některých CAD/CAM systémech je lepe vhodně umístit nulový bod obrobku a ponechat původní polohu modelu (případně jiných geometrických dat) po jejich importu.



Umístěte do vhodné polohy hřídelovou součást pro operaci soustružení

V systému EdgeCAM: *Modely/Polohovat pro soustružení*, nebo *Modely/Polohovat pro frézování*. Při použití příkazu *Polohovat pro soustružení* se označí rotační plocha (válec) a rovina kolmá na osu z (např. čelo). Dojde ke správné orientaci modelu podle osy z.

Je nutné zajistit vhodnou polohu pro soustružení a to umístěním součásti tak, aby nulový bod obrobku (W) byl umístěn dle jistých zákonitostí a zažitých konvencí. Umístění nulového bodu určuje programátor způsobem, který je závisí na použitém řídícím systému stroje a který vyplývá z možnosti stroje. Nejčastější umístění nulového bodu obrobku při soustružení je na čele součásti v ose obrobku.



Obrázek 2.3 - Umístění modelu do výchozí polohy pro soustružení



Umístěte do vhodné polohy prizmatickou součást pro operaci frézování.

Nejčastější umístění nulového bodu obrobku při frézování je na nejvyšším místě (popř. v rohu, v ose nálitku apod.) obráběné součásti, viz následující Obrázek 2.4 - Umístění modelu do výchozí polohy pro frézování, včetně umístění do čelistí svěráku.



Obrázek 2.4 - Umístění modelu do výchozí polohy pro frézování, včetně umístění do čelistí svěráku

Další umístění modelu, potažmo nulového bodu obrobku, je v ose součástí, viz. následující Obrázek 2.5 - Umístění modelu do výchozí polohy pro frézování



Obrázek 2.5 - Umístění modelu do výchozí polohy pro frézování

Pojmy k zapamatování

Následně je uveden stručný popis nulových a dalších vztažných bodů na CNC strojích, které patří mezi základní znalosti o programování CNC strojů.

Souřadnicový systém NC / CNC strojů s popisem os a pohybů určuje norma ČSN ISO 841 (ON 20 0604).

- + vychází se z pravotočivého pravoúhlého souřadného systému,
- 🖊 pravidla pravé ruky, (konečky prstů ukazují kladný smysl os),
- 4 osa Z je osou hlavního vřetene.



Obrázek 2.6 – Pravidlo pravé ruky



Obrázek 2.7 - Vztažné body CNC stroje při soustružení



Obrázek 2.8 - Vztažné body NC a CNC stroje



Obrázek 2.9 - Orientace os při soustružení



Obrázek 2.10 - Orientace os při frézování



Obrázek 2.11 - Orientace souřadného systému svislé a vodorovné frézky

Vztažné body referenční bod - R, nulový bod stroje - M a nulový bod nástroje - F jsou pevně dané výrobcem obráběcího stroje. Nelze je tedy měnit. Jsou také nastaveny v

postprocesoru. Referenční bod stroje se nastavuje vzhledem k absolutní nule stroje (nulový bod stroje). Do referenčního bodu najíždí nástroj při zadání funkce vjezd do reference, což je nutné při tzv. ztrátě souřadného systému. K tomu může dojít při havarijním zastavení stroje, nebo např. při výpadku elektrického proudu. Vzdálenost mezi nulovým bodem stroje a referenčním bodem určuje pracovní prostor stroje. Reference se tedy nachází v maximálním rozměru pracovní části stroje.



Další zdroje

Informace o této problematice by měly být uvedeny v jakékoliv literatuře o programování CNC obráběcích strojů. Např. Štula M. *CNC obráběcí stroje a jejich programování*. 120 s. Praha 2006. ISBN 80-7300-207-8.

Příklad 2.1. Import a polohování součásti pro soustružení

Importujte a umístěte do vhodné polohy součást vhodnou pro soustružení - hřídel. Nulový bod obrobku umístěte do osy na čelo modelu součásti. Pro zjednodušení to proveďte bez vložení sklíčidla.

Příklad 2.2. Import a polohování součásti pro frézování

Importujte a umístěte do vhodné polohy součást vhodnou pro 2.5 osé frézování (prizmatický tvar součásti. Nulový bod umístěte na horní roh součásti s orientací z-tové osy jako normála k horní rovinné plochy modelu součásti. Pro zjednodušení to proveďte bez vložení svěráku.

2.5 Definice bodu výměny nástrojů

Dalším vztažným bodem, kromě nulového bodu obrobku - W, který je možné v CAM systému volit je bod výměny nástroje. Ten se volí s ohledem na rozměry obráběné součásti a pracovního prostoru stroje. Navíc je nutné přihlédnout ke kinematice obráběcího stroje s daným typem výměny nástroje. S oblibou se zadává se stejnou pozicí jako referenční bod stroje.



Definujte bod výměny nástroje pro operaci soustružen.

Toto nastavení lze provézt v záhlaví instrukcí obráběcího postupu při nastavení parametrů obráběcího postupu, viz. následující obrázek.

arametry obráběcíh	o postupu
Základní Referenc	e Výměna Údaje zakázky
X výměny	100
Z výměny	50
	OK Stomo Nápověda

Obrázek 2.12 - Karta nastavení stroje s možnosti zadání souřadnic bodu výměny nástrojů při soustružení



Definujte bod výměny nástroje pro operaci frézování.

Toto nastavení lze provézt v záhlaví instrukcí obráběcího postupu při nastavení parametrů obráběcího postupu, viz. následující obrázek.

Parametry obráběcího j	postupu	
Základní Reference	Výměna	Údaje zakázky
X výměny	250	
Y výměny	250	
Z výměny	120	
		OK Stomo Nápověda

Obrázek 2.13 - Karta nastavení stroje s možnosti zadání souřadnic bodu výměny nástrojů při frézování

2.6 Vytvoření polotovaru pro práci v CAM systému

Polotovar lze chápat jako výchozí tvar pro následující obrábění. Základním principem je nakreslení polotovaru, či upínek, nebo pak jejich importování z CAD systému. Jednodušší tvary lze rychle nakreslit přímo v systému CAM, ale složitější tvary např. odlitky a výkovky je vhodné importovat z výkonnějšího CAD systému.

Jednou z možností vytvořit polotovar, nebo upínací element je tzv. automaticky. Velice jednoduchým způsobem automaticky, například jen zadáním přídavku na obrábění

k soustruženému hřídeli, či k frézované ploše, určením polotovaru dvěma protilehlými body, atd.

🗹 Autopolotovar		Тур	Polotovar 💌
Tvar	Válec	🖌 Hloubka	~
Poloměr válce		~	
Barva		Vrstva	polotovar 👻
Typ čáry] ~	
-Přídavky pro hrano	ol v absolutníci	n hodnotách	
·×		+×	
-Y		+ Y	
٠Z		+Z	
–Přídavky pro válec	,		
Na levém čele	3	Na pravém čele	3
Na poloměru	2.5		

Obrázek 2.14 - Vytvoření polotovaru automatickou funkcí při soustružení



Obrázek 2.15 - Polotovar pro soustružení – odlitek [1]



Obrázek 2.16 - Vytvořen polotovaru automatickou funkcí - hranolu



Obrázek 2.17 - Vytvoření polotovaru automatickou funkcí přídavkem k obrobku

Další zdroje

Další možnosti vytvoření polotovaru a upínacích elementů jsou uvedeny ve studijní opoře "Počítačová podpora výroby", kde je popsána problematika tvorby průvodní dokumentace.

Příklad 2.3. Vytvoření polotovaru automatickou funkcí pro soustružení

Vytvořte polotovar s pomocí automatické funkce u hřídelové součásti. Přídavek na pravé čelo součásti volte 3 mm a na levé čelo volte 150 mm - pro upnutí do sklíčidla. Přídavek na průměr pak 4 mm.

Příklad 2.4. Vytvoření polotovaru automatickou funkcí pro frézování

Vytvořte polotovar s pomocí automatické funkce u prizmatické součásti pro frézování. Přídavek na všechny plochy volte 2 mm.

Pojmy k zapamatování

Proč vlastně je výhodné do obrábění začlenit polotovar? Odpověď je snadná. Reálný polotovar (popřípadě i upínací elementy) umožní odhalit případné kolize mezi nimi a nástrojem.

Shrnutí pojmů

Podkapitola popisuje vytvoření polotovaru s pomocí automatické funkce. Zadává praktické příklady, jejichž řešení je vysvětleno formou animací.

2.7 Tvorba jednotlivých instrukcí řídícího postupu v CAM systému

Práce v CAM systému tedy spočívá v řazení jednotlivých úkonů a instrukcí do stromové struktury, tak jak mají ve skutečnosti následovat, viz. Obrázek 2.18 - Ukázka jednotlivých instrukcí v CAM systému MasterCAM a Kovoprog a Obrázek 2.19 - Ukázka jednotlivých instrukcí ve stromové struktuře v systému EdgeCAM.



Obrázek 2.18 - Ukázka jednotlivých instrukcí v CAM systému MasterCAM a Kovoprog

Jednotlivé volené položky jsou zaznamenány do okna instrukcí. Jedná se např. o tyto instrukce:

- 🖊 volba nástroje,
- 🖊 pohyb nástroje do výměny, pohyb nástroje do reference,
- 🖊 zapnutí/vypnutí vřetene, volba typu chlazení,
- 4 uzavření/otevření sklíčidla,
- 🖊 zařazení a rušení nástrojových korekcí,
- vložení obráběcích cyklů,
- 🖊 vložení rychloposuvů a strojních posuvů,
- 🖊 vložení prodlevy,
- rotace stolu/nástrojové hlavy,
- 🖊 pohyb koníku a pinoly,
- 🖊 vložení komentáře,
- 🖊 vložení cyklu posuvu tyče,
- volba upínek,
- 🖊 nastavení lapače obrobku a volba dalších strojních funkcí a apod.

Všechny tyto instrukce je možné upravovat, kopírovat, vkládat, rušit (mazat), přesouvat, tak jako v jiných běžně používaných softwarech. Je možné je také jednotlivě simulovat. CAM systém obvykle nabízí jen aktuální možné instrukce (jedná se většinou o různé strojní funkce). Tento výběr jednotlivých instrukcí je v závislý na předem zvoleném postprocesoru.

Existují CAM systémy, ve kterých se postprocesor vybírá až před generováním NC kódu (Např. Esprit). U těchto systémů jsou pak dostupné všechny instrukce, bez ohledu na to, jestli je daný řídící systém dokáže zpracovat.



Obrázek 2.19 - Ukázka jednotlivých instrukcí ve stromové struktuře v systému EdgeCAM



Další zdroje

Volba jednotlivých strategií soustružení a 2.5 osé frézování uvádí studijní opora "Počítačová podpora výroby".

2.8 Simulace a verifikace

Jednotlivé zadané instrukce je nutné odzkoušet a simulovat. Jednoduchá vizualizace a verifikace vytvořeného NC programu je již standardně vestavěna do většiny CAM systémů. Pomocí této verifikace lze kontrolovat kolizi nástroje s obrobkem nebo upínkami. Verifikace také analyzuje případný zbytkový materiál, nebo podřezání.

Simulátor EdgeCAM poskytuje možnost úplného ověřování frézování a soustružení s prostorovým zobrazením stroje a jeho prvků, čímž se zkvalitní zobrazení průběhu obrábění. V simulaci jsou vidět vazby a polohy nástrojů a držáků vzhledem k upínačům a prvkům na stroji, čímž se zlepšují podmínky pro kontrolu a odstraňování kolizí.

Následující obrázek ukazuje zobrazení stop po nástroji bez nutné pokročilé simulace, kde v rozích dutiny (v kroužku) je vidět neodebraný materiál.



Obrázek 2.20 - *Zobrazení stop nástroje (EdgeCAM – zjednodušená simulace)*



Obrázek 2.21 - Prostředí EdgeCAM – modul pokročilá simulace



Bližší popis simulace a verifikace uvádí studijní opora "Počítačová podpora výroby".

2.9 Generování NC programu pro řízení CNC obráběcího stroje

Po dokončení tvorby všech obráběcích cyklů, jednotlivých instrukcí a po bezkolizní simulace obrábění se vygeneruje pouhým stisknutím příslušné ikony NC kód pro řízení konkrétního obráběcího stroje. Pro vytvoření NC kódu použije CAM systém generátor NC kódu, který převede vytvořený technologický postup do instrukcí daného stroje a řídícího systému. Generátor NC kódu zapíše instrukce do ASCII textového souboru. Tento soubor je možné ještě před odesláním do stroje upravovat. K úpravě se využije buď speciální NC editor dodávaný např. s balíčkem produktů CAM, nebo jednoduchý program, který je na každém počítači – např. poznámkový blok.

Pro generování NC programu je nutné mít k dispozici a nastavený příslušný postprocesor. Postprocesor vlastně reprezentuje zvolený obráběcí stroj, na kterém se bude vyrábět daný dílec.

Při tvorbě projektu budou využity dostupné postprocesory katedry Obrábění a montáže.



Problematika postprocesingu popisuje studijní opora "Počítačová podpora výroby".



Informace o doplňujících animacích, videosekvencích apod., které si může student vyvolat z CD-ROMu nebo je může nalézt na e-learningovém portálu.



Klíč k řešení

Klíč řešení zadaných příkladů naleznete v animacích, které jsou k dispozici na elearningovém portálu, nebo si je můžete vyvolat CD-ROMu.

3 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ŘEZNÍČEK, L.; FINK M. *EdgeCAM Základy programování CNC obráběcích strojů a sbírka řešených příkladů*. SPŠ a SOU Trutnov, 2005.
- [2] KOCMAN, K.; PERNIKÁŘ, J. Ročníkový projekt II Obrábění, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002, s. 26.
- [3] SADÍLEK, M. CAM systémy v obrábění I. II. doplněné vydání. VŠB TU Ostrava, 2010, 138 s., ISBN 978-80-248-2278-4.