

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní



BAKALÁŘSKÝ PROJEKT

Vzorový postup přípravy výroby součásti metodou CAD - CAM

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jiříkýl Polomský, CSc., KVS
konzultant: Ing. Raden Kratochvíl, KVS

počet stran: 30
počet příloh:
a tabulek: 2
počet obrázků: 18
počet modelů:
násobek příloh: 2

1995

Martin Bílý

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: 23 - 81 - 7 Strojírenství

Zaměření: výrobní stroje

Vzorový postup přípravy výroby součásti metodou CAD - CAM

KVS - 01

MARTIN BÍLÝ

Vedoucí práce: Doc.Ing.Přemysl Pokorný ,CSc., KVS

Konzultant: Ing. Radek Kratochvíl, KVS

Počet stran: 30
Počet příloh
a tabulek: 3
Počet obrázků: 19
Počet modelů
nebo jiných příloh: 2

Datum: 20.5. 1995

V

KVS/VS

30d., 1a. příl. 1 DISKETA

V 134/95 Sb

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

ANOTACE

Řešitel: Martin Bílý

Číslo projektanta: 01

VZOROVÝ POSTUP PŘÍPRAVY VÝROBY SOUČÁSTI METODOU CAD/CAM

Zpráva popisuje, jak by se mělo postupovat při přípravě výroby součásti. Pro názornost je příprava výroby zpracována pro konkrétní součást. Práce obsahuje výkres součásti, technologický postup, volbu řezných podmínek a nástrojů. Při volbě řezných podmínek se vycházelo z normativů. Výsledkem celé zprávy je CNC program zpracovaný pro CNC soustruh s řídícím systémem EMCOTRONIC TM02. Zpráva obsahuje také disketu, na níž je CNC program, výkres součásti a obsazení nástrojové hlavy. Tato práce stojí pouze na teoretických podkladech, není tedy prakticky vyzkoušena.

Klíčová slova: SOUSTRUŽENÍ, SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ, TECHNOLOGICKÝ POSTUP, ŘEZNÉ PODMÍNKY, CNC PROGRAM, VÝKRES

Zpracovatel: TU v Liberci, KVS

Dokončeno: 1995

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 30

Počet příloh: 2

Počet obrázků: 19

Počet tabulek: 1

Počet diagramů: -

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra: výrobních systémů

Školní rok: 1994/95

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉHO PROJEKTU

pro Martina B Í L É H O

obor: 23 - 81 - 7 Strojírenství

zaměření: výrobní stroje

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č.172/1990 Sb. o vysokých školách a ve smyslu studijních předpisů pro bakalářské studium určuje toto zadání bakalářského projektu:

Název tématu: Vzorový postup přípravy výroby součásti
metodou CAD - CAM

Zásady pro vypracování: Projekt musí obsahovat:

1. Úvod, specifikace zadání
2. Výkres součásti v AutoCadu (disketa + výtisk)
3. Technologický postup, výběr nástrojů a řezných podmínek
4. CNC program (disketa + výpis)
5. Kapacitní propočty

Rozsah průvodní zprávy: cca 20 stran

Seznam odborné literatury:

Vytlačil, M.: Technologie automatizovaných výrob

Vališ, L.: Návod na programování CNC soustruhu E 120/E120P-EMCO

KCS: Přednášky a cvičení - AutoCAD

Konzultant: Ing. Radek Kratochvíl

Termín odevzdání bakalářského projektu: 26.5.1995

Doc. Ing. Přemysl Pokorný, CSc.

Vedoucí katedry

Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc.

Děkan

V Liberci dne 27.2.1995

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec 1
PSC 461 17



V 134/95 S 1

KVS/VS

30. 2. 1995, 1. 3. 1995, 1. 4. 1995, 1. 5. 1995, 1. 6. 1995, 1. 7. 1995, 1. 8. 1995, 1. 9. 1995, 1. 10. 1995, 1. 11. 1995, 1. 12. 1995, 1. 1. 1996, 1. 2. 1996, 1. 3. 1996, 1. 4. 1996, 1. 5. 1996, 1. 6. 1996, 1. 7. 1996, 1. 8. 1996, 1. 9. 1996, 1. 10. 1996, 1. 11. 1996, 1. 12. 1996, 1. 1. 1997, 1. 2. 1997, 1. 3. 1997, 1. 4. 1997, 1. 5. 1997, 1. 6. 1997, 1. 7. 1997, 1. 8. 1997, 1. 9. 1997, 1. 10. 1997, 1. 11. 1997, 1. 12. 1997, 1. 1. 1998, 1. 2. 1998, 1. 3. 1998, 1. 4. 1998, 1. 5. 1998, 1. 6. 1998, 1. 7. 1998, 1. 8. 1998, 1. 9. 1998, 1. 10. 1998, 1. 11. 1998, 1. 12. 1998, 1. 1. 1999, 1. 2. 1999, 1. 3. 1999, 1. 4. 1999, 1. 5. 1999, 1. 6. 1999, 1. 7. 1999, 1. 8. 1999, 1. 9. 1999, 1. 10. 1999, 1. 11. 1999, 1. 12. 1999, 1. 1. 2000, 1. 2. 2000, 1. 3. 2000, 1. 4. 2000, 1. 5. 2000, 1. 6. 2000, 1. 7. 2000, 1. 8. 2000, 1. 9. 2000, 1. 10. 2000, 1. 11. 2000, 1. 12. 2000, 1. 1. 2001, 1. 2. 2001, 1. 3. 2001, 1. 4. 2001, 1. 5. 2001, 1. 6. 2001, 1. 7. 2001, 1. 8. 2001, 1. 9. 2001, 1. 10. 2001, 1. 11. 2001, 1. 12. 2001, 1. 1. 2002, 1. 2. 2002, 1. 3. 2002, 1. 4. 2002, 1. 5. 2002, 1. 6. 2002, 1. 7. 2002, 1. 8. 2002, 1. 9. 2002, 1. 10. 2002, 1. 11. 2002, 1. 12. 2002, 1. 1. 2003, 1. 2. 2003, 1. 3. 2003, 1. 4. 2003, 1. 5. 2003, 1. 6. 2003, 1. 7. 2003, 1. 8. 2003, 1. 9. 2003, 1. 10. 2003, 1. 11. 2003, 1. 12. 2003, 1. 1. 2004, 1. 2. 2004, 1. 3. 2004, 1. 4. 2004, 1. 5. 2004, 1. 6. 2004, 1. 7. 2004, 1. 8. 2004, 1. 9. 2004, 1. 10. 2004, 1. 11. 2004, 1. 12. 2004, 1. 1. 2005, 1. 2. 2005, 1. 3. 2005, 1. 4. 2005, 1. 5. 2005, 1. 6. 2005, 1. 7. 2005, 1. 8. 2005, 1. 9. 2005, 1. 10. 2005, 1. 11. 2005, 1. 12. 2005, 1. 1. 2006, 1. 2. 2006, 1. 3. 2006, 1. 4. 2006, 1. 5. 2006, 1. 6. 2006, 1. 7. 2006, 1. 8. 2006, 1. 9. 2006, 1. 10. 2006, 1. 11. 2006, 1. 12. 2006, 1. 1. 2007, 1. 2. 2007, 1. 3. 2007, 1. 4. 2007, 1. 5. 2007, 1. 6. 2007, 1. 7. 2007, 1. 8. 2007, 1. 9. 2007, 1. 10. 2007, 1. 11. 2007, 1. 12. 2007, 1. 1. 2008, 1. 2. 2008, 1. 3. 2008, 1. 4. 2008, 1. 5. 2008, 1. 6. 2008, 1. 7. 2008, 1. 8. 2008, 1. 9. 2008, 1. 10. 2008, 1. 11. 2008, 1. 12. 2008, 1. 1. 2009, 1. 2. 2009, 1. 3. 2009, 1. 4. 2009, 1. 5. 2009, 1. 6. 2009, 1. 7. 2009, 1. 8. 2009, 1. 9. 2009, 1. 10. 2009, 1. 11. 2009, 1. 12. 2009, 1. 1. 2010, 1. 2. 2010, 1. 3. 2010, 1. 4. 2010, 1. 5. 2010, 1. 6. 2010, 1. 7. 2010, 1. 8. 2010, 1. 9. 2010, 1. 10. 2010, 1. 11. 2010, 1. 12. 2010, 1. 1. 2011, 1. 2. 2011, 1. 3. 2011, 1. 4. 2011, 1. 5. 2011, 1. 6. 2011, 1. 7. 2011, 1. 8. 2011, 1. 9. 2011, 1. 10. 2011, 1. 11. 2011, 1. 12. 2011, 1. 1. 2012, 1. 2. 2012, 1. 3. 2012, 1. 4. 2012, 1. 5. 2012, 1. 6. 2012, 1. 7. 2012, 1. 8. 2012, 1. 9. 2012, 1. 10. 2012, 1. 11. 2012, 1. 12. 2012, 1. 1. 2013, 1. 2. 2013, 1. 3. 2013, 1. 4. 2013, 1. 5. 2013, 1. 6. 2013, 1. 7. 2013, 1. 8. 2013, 1. 9. 2013, 1. 10. 2013, 1. 11. 2013, 1. 12. 2013, 1. 1. 2014, 1. 2. 2014, 1. 3. 2014, 1. 4. 2014, 1. 5. 2014, 1. 6. 2014, 1. 7. 2014, 1. 8. 2014, 1. 9. 2014, 1. 10. 2014, 1. 11. 2014, 1. 12. 2014, 1. 1. 2015, 1. 2. 2015, 1. 3. 2015, 1. 4. 2015, 1. 5. 2015, 1. 6. 2015, 1. 7. 2015, 1. 8. 2015, 1. 9. 2015, 1. 10. 2015, 1. 11. 2015, 1. 12. 2015, 1. 1. 2016, 1. 2. 2016, 1. 3. 2016, 1. 4. 2016, 1. 5. 2016, 1. 6. 2016, 1. 7. 2016, 1. 8. 2016, 1. 9. 2016, 1. 10. 2016, 1. 11. 2016, 1. 12. 2016, 1. 1. 2017, 1. 2. 2017, 1. 3. 2017, 1. 4. 2017, 1. 5. 2017, 1. 6. 2017, 1. 7. 2017, 1. 8. 2017, 1. 9. 2017, 1. 10. 2017, 1. 11. 2017, 1. 12. 2017, 1. 1. 2018, 1. 2. 2018, 1. 3. 2018, 1. 4. 2018, 1. 5. 2018, 1. 6. 2018, 1. 7. 2018, 1. 8. 2018, 1. 9. 2018, 1. 10. 2018, 1. 11. 2018, 1. 12. 2018, 1. 1. 2019, 1. 2. 2019, 1. 3. 2019, 1. 4. 2019, 1. 5. 2019, 1. 6. 2019, 1. 7. 2019, 1. 8. 2019, 1. 9. 2019, 1. 10. 2019, 1. 11. 2019, 1. 12. 2019, 1. 1. 2020, 1. 2. 2020, 1. 3. 2020, 1. 4. 2020, 1. 5. 2020, 1. 6. 2020, 1. 7. 2020, 1. 8. 2020, 1. 9. 2020, 1. 10. 2020, 1. 11. 2020, 1. 12. 2020, 1. 1. 2021, 1. 2. 2021, 1. 3. 2021, 1. 4. 2021, 1. 5. 2021, 1. 6. 2021, 1. 7. 2021, 1. 8. 2021, 1. 9. 2021, 1. 10. 2021, 1. 11. 2021, 1. 12. 2021, 1. 1. 2022, 1. 2. 2022, 1. 3. 2022, 1. 4. 2022, 1. 5. 2022, 1. 6. 2022, 1. 7. 2022, 1. 8. 2022, 1. 9. 2022, 1. 10. 2022, 1. 11. 2022, 1. 12. 2022, 1. 1. 2023, 1. 2. 2023, 1. 3. 2023, 1. 4. 2023, 1. 5. 2023, 1. 6. 2023, 1. 7. 2023, 1. 8. 2023, 1. 9. 2023, 1. 10. 2023, 1. 11. 2023, 1. 12. 2023, 1. 1. 2024, 1. 2. 2024, 1. 3. 2024, 1. 4. 2024, 1. 5. 2024, 1. 6. 2024, 1. 7. 2024, 1. 8. 2024, 1. 9. 2024, 1. 10. 2024, 1. 11. 2024, 1. 12. 2024, 1. 1. 2025, 1. 2. 2025, 1. 3. 2025, 1. 4. 2025, 1. 5. 2025, 1. 6. 2025, 1. 7. 2025, 1. 8. 2025, 1. 9. 2025, 1. 10. 2025, 1. 11. 2025, 1. 12. 2025, 1. 1. 2026, 1. 2. 2026, 1. 3. 2026, 1. 4. 2026, 1. 5. 2026, 1. 6. 2026, 1. 7. 2026, 1. 8. 2026, 1. 9. 2026, 1. 10. 2026, 1. 11. 2026, 1. 12. 2026, 1. 1. 2027, 1. 2. 2027, 1. 3. 2027, 1. 4. 2027, 1. 5. 2027, 1. 6. 2027, 1. 7. 2027, 1. 8. 2027, 1. 9. 2027, 1. 10. 2027, 1. 11. 2027, 1. 12. 2027, 1. 1. 2028, 1. 2. 2028, 1. 3. 2028, 1. 4. 2028, 1. 5. 2028, 1. 6. 2028, 1. 7. 2028, 1. 8. 2028, 1. 9. 2028, 1. 10. 2028, 1. 11. 2028, 1. 12. 2028, 1. 1. 2029, 1. 2. 2029, 1. 3. 2029, 1. 4. 2029, 1. 5. 2029, 1. 6. 2029, 1. 7. 2029, 1. 8. 2029, 1. 9. 2029, 1. 10. 2029, 1. 11. 2029, 1. 12. 2029, 1. 1. 2030, 1. 2. 2030, 1. 3. 2030, 1. 4. 2030, 1. 5. 2030, 1. 6. 2030, 1. 7. 2030, 1. 8. 2030, 1. 9. 2030, 1. 10. 2030, 1. 11. 2030, 1. 12. 2030, 1. 1. 2031, 1. 2. 2031, 1. 3. 2031, 1. 4. 2031, 1. 5. 2031, 1. 6. 2031, 1. 7. 2031, 1. 8. 2031, 1. 9. 2031, 1. 10. 2031, 1. 11. 2031, 1. 12. 2031, 1. 1. 2032, 1. 2. 2032, 1. 3. 2032, 1. 4. 2032, 1. 5. 2032, 1. 6. 2032, 1. 7. 2032, 1. 8. 2032, 1. 9. 2032, 1. 10. 2032, 1. 11. 2032, 1. 12. 2032, 1. 1. 2033, 1. 2. 2033, 1. 3. 2033, 1. 4. 2033, 1. 5. 2033, 1. 6. 2033, 1. 7. 2033, 1. 8. 2033, 1. 9. 2033, 1. 10. 2033, 1. 11. 2033, 1. 12. 2033, 1. 1. 2034, 1. 2. 2034, 1. 3. 2034, 1. 4. 2034, 1. 5. 2034, 1. 6. 2034, 1. 7. 2034, 1. 8. 2034, 1. 9. 2034, 1. 10. 2034, 1. 11. 2034, 1. 12. 2034, 1. 1. 2035, 1. 2. 2035, 1. 3. 2035, 1. 4. 2035, 1. 5. 2035, 1. 6. 2035, 1. 7. 2035, 1. 8. 2035, 1. 9. 2035, 1. 10. 2035, 1. 11. 2035, 1. 12. 2035, 1. 1. 2036, 1. 2. 2036, 1. 3. 2036, 1. 4. 2036, 1. 5. 2036, 1. 6. 2036, 1. 7. 2036, 1. 8. 2036, 1. 9. 2036, 1. 10. 2036, 1. 11. 2036, 1. 12. 2036, 1. 1. 2037, 1. 2. 2037, 1. 3. 2037, 1. 4. 2037, 1. 5. 2037, 1. 6. 2037, 1. 7. 2037, 1. 8. 2037, 1. 9. 2037, 1. 10. 2037, 1. 11. 2037, 1. 12. 2037, 1. 1. 2038, 1. 2. 2038, 1. 3. 2038, 1. 4. 2038, 1. 5. 2038, 1. 6. 2038, 1. 7. 2038, 1. 8. 2038, 1. 9. 2038, 1. 10. 2038, 1. 11. 2038, 1. 12. 2038, 1. 1. 2039, 1. 2. 2039, 1. 3. 2039, 1. 4. 2039, 1. 5. 2039, 1. 6. 2039, 1. 7. 2039, 1. 8. 2039, 1. 9. 2039, 1. 10. 2039, 1. 11. 2039, 1. 12. 2039, 1. 1. 2040, 1. 2. 2040, 1. 3. 2040, 1. 4. 2040, 1. 5. 2040, 1. 6. 2040, 1. 7. 2040, 1. 8. 2040, 1. 9. 2040, 1. 10. 2040, 1. 11. 2040, 1. 12. 2040, 1. 1. 2041, 1. 2. 2041, 1. 3. 2041, 1. 4. 2041, 1. 5. 2041, 1. 6. 2041, 1. 7. 2041, 1. 8. 2041, 1. 9. 2041, 1. 10. 2041, 1. 11. 2041, 1. 12. 2041, 1. 1. 2042, 1. 2. 2042, 1. 3. 2042, 1. 4. 2042, 1. 5. 2042, 1. 6. 2042, 1. 7. 2042, 1. 8. 2042, 1. 9. 2042, 1. 10. 2042, 1. 11. 2042, 1. 12. 2042, 1. 1. 2043, 1. 2. 2043, 1. 3. 2043, 1. 4. 2043, 1. 5. 2043, 1. 6. 2043, 1. 7. 2043, 1. 8. 2043, 1. 9. 2043, 1. 10. 2043, 1. 11. 2043, 1. 12. 2043, 1. 1. 2044, 1. 2. 2044, 1. 3. 2044, 1. 4. 2044, 1. 5. 2044, 1. 6. 2044, 1. 7. 2044, 1. 8. 2044, 1. 9. 2044, 1. 10. 2044, 1. 11. 2044, 1. 12. 2044, 1. 1. 2045, 1. 2. 2045, 1. 3. 2045, 1. 4. 2045, 1. 5. 2045, 1. 6. 2045, 1. 7. 2045, 1. 8. 2045, 1. 9. 2045, 1. 10. 2045, 1. 11. 2045, 1. 12. 2045, 1. 1. 2046, 1. 2. 2046, 1. 3. 2046, 1. 4. 2046, 1. 5. 2046, 1. 6. 2046, 1. 7. 2046, 1. 8. 2046, 1. 9. 2046, 1. 10. 2046, 1. 11. 2046, 1. 12. 2046, 1. 1. 2047, 1. 2. 2047, 1. 3. 2047, 1. 4. 2047, 1. 5. 2047, 1. 6. 2047, 1. 7. 2047, 1. 8. 2047, 1. 9. 2047, 1. 10. 2047, 1. 11. 2047, 1. 12. 2047, 1. 1. 2048, 1. 2. 2048, 1. 3. 2048, 1. 4. 2048, 1. 5. 2048, 1. 6. 2048, 1. 7. 2048, 1. 8. 2048, 1. 9. 2048, 1. 10. 2048, 1. 11. 2048, 1. 12. 2048, 1. 1. 2049, 1. 2. 2049, 1. 3. 2049, 1. 4. 2049, 1. 5. 2049, 1. 6. 2049, 1. 7. 2049, 1. 8. 2049, 1. 9. 2049, 1. 10. 2049, 1. 11. 2049, 1. 12. 2049, 1. 1. 2050, 1. 2. 2050, 1. 3. 2050, 1. 4. 2050, 1. 5. 2050, 1. 6. 2050, 1. 7. 2050, 1. 8. 2050, 1. 9. 2050, 1. 10. 2050, 1. 11. 2050, 1. 12. 2050, 1. 1. 2051, 1. 2. 2051, 1. 3. 2051, 1. 4. 2051, 1. 5. 2051, 1. 6. 2051, 1. 7. 2051, 1. 8. 2051, 1. 9. 2051, 1. 10. 2051, 1. 11. 2051, 1. 12. 2051, 1. 1. 2052, 1. 2. 2052, 1. 3. 2052, 1. 4. 2052, 1. 5. 2052, 1. 6. 2052, 1. 7. 2052, 1. 8. 2052, 1. 9. 2052, 1. 10. 2052, 1. 11. 2052, 1. 12. 2052, 1. 1. 2053, 1. 2. 2053, 1. 3. 2053, 1. 4. 2053, 1. 5. 2053, 1. 6. 2053, 1. 7. 2053, 1. 8. 2053, 1. 9. 2053, 1. 10. 2053, 1. 11. 2053, 1. 12. 2053, 1. 1. 2054, 1. 2. 2054, 1. 3. 2054, 1. 4. 2054, 1. 5. 2054, 1. 6. 2054, 1. 7. 2054, 1. 8. 2054, 1. 9. 2054, 1. 10. 2054, 1. 11. 2054, 1. 12. 2054, 1. 1. 2055, 1. 2. 2055, 1. 3. 2055, 1. 4. 2055, 1. 5. 2055, 1. 6. 2055, 1. 7. 2055, 1. 8. 2055, 1. 9. 2055, 1. 10. 2055, 1. 11. 2055, 1. 12. 2055, 1. 1. 2056, 1. 2. 2056, 1. 3. 2056, 1. 4. 2056, 1. 5. 2056, 1. 6. 2056, 1. 7. 2056, 1. 8. 2056, 1. 9. 2056, 1. 10. 2056, 1. 11. 2056, 1. 12. 2056, 1. 1. 2057, 1. 2. 2057, 1. 3. 2057, 1. 4. 2057, 1. 5. 2057, 1. 6. 2057, 1. 7. 2057, 1. 8. 2057, 1. 9. 2057, 1. 10. 2057, 1. 11. 2057, 1. 12. 2057, 1. 1. 2058, 1. 2. 2058, 1. 3. 2058, 1. 4. 2058, 1. 5. 2058, 1. 6. 2058, 1. 7. 2058, 1. 8. 2058, 1. 9. 2058, 1. 10. 2058, 1. 11. 2058, 1. 12. 2058, 1. 1. 2059, 1. 2. 2059, 1. 3. 2059, 1. 4. 2059, 1. 5. 2059, 1. 6. 2059, 1. 7. 2059, 1. 8. 2059, 1. 9. 2059, 1. 10. 2059, 1. 11. 2059, 1. 12. 2059, 1. 1. 2060, 1. 2. 2060, 1. 3. 2060, 1. 4. 2060, 1. 5. 2060, 1. 6. 2060, 1. 7. 2060, 1. 8. 2060, 1. 9. 2060, 1. 10. 2060, 1. 11. 2060, 1. 12. 2060, 1. 1. 2061, 1. 2. 2061, 1. 3. 2061, 1. 4. 2061, 1. 5. 2061, 1. 6. 2061, 1. 7. 2061, 1. 8. 2061, 1. 9. 2061, 1. 10. 2061, 1. 11. 2061, 1. 12. 2061, 1. 1. 2062, 1. 2. 2062, 1. 3. 2062, 1. 4. 2062, 1. 5. 2062, 1. 6. 2062, 1. 7. 2062, 1. 8. 2062, 1. 9. 2062, 1. 10. 2062, 1. 11. 2062, 1. 12. 2062, 1. 1. 2063, 1. 2. 2063, 1. 3. 2063, 1. 4. 2063, 1. 5. 2063, 1. 6. 2063, 1. 7. 2063, 1. 8. 2063, 1. 9. 2063, 1. 10. 2063, 1. 11. 2063, 1. 12. 2063, 1. 1. 2064, 1. 2. 2064, 1. 3. 2064, 1. 4. 2064, 1. 5. 2064, 1. 6. 2064, 1. 7. 2064, 1. 8. 2064, 1. 9. 2064, 1. 10. 2064, 1. 11. 2064, 1. 12. 2064, 1. 1. 2065, 1. 2. 2065, 1. 3. 2065, 1. 4. 2065, 1. 5. 2065, 1. 6. 2065, 1. 7. 2065, 1. 8. 2065, 1. 9. 2065, 1. 10. 2065, 1. 11. 2065, 1. 12. 2065, 1. 1. 2066, 1. 2. 2066, 1. 3. 2066, 1. 4. 2066, 1. 5. 2066, 1. 6. 2066, 1. 7. 2066, 1. 8. 2066, 1. 9. 2066, 1. 10. 2066, 1. 11. 2066, 1. 12. 2066, 1. 1. 2067, 1. 2. 2067, 1. 3. 2067, 1. 4. 2067, 1. 5. 2067, 1. 6. 2067, 1. 7. 2067, 1. 8. 2067, 1. 9. 2067, 1. 10. 2067, 1. 11. 2067, 1. 12. 2067, 1. 1. 2068, 1. 2. 2068, 1. 3. 2068, 1. 4. 2068, 1. 5. 2068, 1. 6. 2068, 1. 7. 2068, 1. 8. 2068, 1. 9. 2068, 1. 10. 2068, 1. 11. 2068, 1. 12. 2068, 1. 1. 2069, 1. 2. 2069, 1. 3.

ANOTACE

Řešitel: Martin Bílý

Číslo projektanta: 01

VZOROVÝ POSTUP PŘÍPRAVY VÝROBY SOUČÁSTI METODOU CAD/CAM

Zpráva popisuje, jak by se mělo postupovat při přípravě výroby součásti. Pro názornost je příprava výroby zpracována pro konkrétní součást. Práce obsahuje výkres součásti, technologický postup, volbu řezných podmínek a nástrojů. Při volbě řezných podmínek se vycházelo z normativů. Výsledkem celé zprávy je CNC program zpracovaný pro CNC soustruh s řídicím systémem EMCOTRONIC TM02. Zpráva obsahuje také disketu, na níž je CNC program, výkres součásti a obsazení nástrojové hlavy. Tato práce stojí pouze na teoretických podkladech, není tedy prakticky vyzkoušena.

Klíčová slova: SOUSTRUŽENÍ, SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ, TECHNOLOGICKÝ POSTUP, ŘEZNÉ PODMÍNKY, CNC PROGRAM, VÝKRES

Zpracovatel: TU v Liberci, KVS

Dokončeno: 1995

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 30

Počet příloh: 2

Počet obrázků: 19

Počet tabulek: 1

Počet diagramů: -

Obsah:

strana

Seznam použitých symbolů a značek	6
1. Úvod a využití práce	7
2. Technologický postup	9
3. Výběr nástrojů, charakteristika nástrojové hlavy	15
4. Stanovení pracovních podmínek	16
5. CNC program	19
5.1. Seznam CNC programů	19
5.2. Seznam a vysvětlení použitých příkazů	19
MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ 21	21
5.3. CNC program součástí	22
5.3.1. CNC program polotovaru	24

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářský projekt vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci, 20.5. 1995

.....
Martin Bílý

PŘÍKLAD POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZNAČEK

OBSAH :

strana

	Seznam použitých symbolů a značek	6
1.	Úvod a specifikace zadání	7
2.	Technologický postup	9
3.	Výběr nástrojů, obsazení nástrojové hlavy	15
4.	Stanovení řezných podmínek	16
5.	CNC program	19
5.1.	Skladba CNC programu	19
5.2.	Seznam a vysvětlení použitých příkazů	19
5.2.1.	Seznam příkazů pro vytvoření polotovaru ..	21
5.3.	CNC program součásti	22
5.3.1.	CNC program polotovaru	24
6.	Kapacitní propočty	25
7.	Návrh uspořádání pracoviště	25
8.	Závěr	27
	Seznam literatury	28
	Příloha I	29
	Příloha II	30
	Výkres součásti	
	Disketa	

PŘEHLED POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZNAČEK

Symbol	Jednotka	Název
D	mm	vnější průměr obráběné části
D _o	mm	vnější průměr obrobku
D _s	mm	střední průměr obráběné části
h	mm	hloubka třísky
k _{s2}		opravný koeficient na posuv při čelním soustružení
k _{v1}		opravný koeficient řezné rychlosti při změně obrobiteľnosti
n	1/min	otáčky stroje
n _c	1/min	otáčky čelního soustružení
n _p	1/min	otáčky podélného soustružení
n _u	1/min	otáčky při upichování
n _z	1/min	otáčky při zapichování
Ra	μm	drsnost povrchu
RO		rychlořezná ocel
s	mm/ot; μm/ot	posuv
s _c	mm/ot; μm/ot	posuv čelního soustružení
SK		slinutý karbid
T	min	trvanlivost ostří
v	m/min	řezná rychlost
v _s	m/min	skutečná řezná rychlost
φ	mm	průměr
π		Ludolfovo číslo (Pí = 3,1415927)

Pozn.: Použité značky a symboly použité v CNC programu jsou pro větší přehlednost umístěny před programem.

1. ÚVOD A SPECIFIKACE ZADÁNÍ

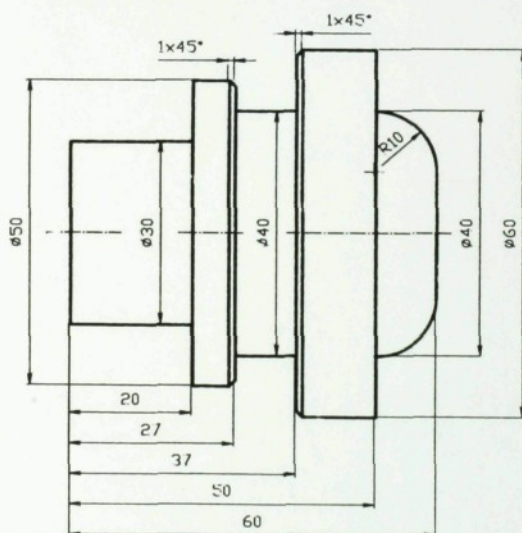
Rozhodující význam v rozvoji strojírenství má automatizace výroby, která umožňuje zvýšit produktivitu, zlepšit kvalitu výroby a snížit pracnost obsluhy. V současnosti se ustupuje od hromadné výroby, která využívala jednoúčelové stroje a automatické výrobní linky (hromadná výroba je málo přizpůsobitelná jakýmkoli změnám a změna výroby vyžaduje relativně vysoký požadavek na čas, popřípadě i vysoké náklady na strojní zařízení) a přechází se k výrobě kusové, malo a středně seriové. Tento přechod souvisí se snahou vyhovět rozličným přáním zákazníků, rychle reagovat na požadavky trhu, snažit se o co nejkratší dodací lhůty, produkovat pouze takové množství výrobků, které zákazník odebere a to vše při nejnižších nákladech na výrobu. Toto nejlépe splňují číslíkové řízené stroje, které jsou velmi dobře přizpůsobitelné změně výroby (z hlediska sortimentu i četnosti). U číslíkově řízených strojů se pouze vymění starý program za nový, popřípadě se provedou nutné úpravy nástrojové hlavy. Zaváděním automatizace dochází ke zvýšení přesnosti a spolehlivosti výrobního procesu.

Tato práce slouží pouze jako vzorový postup přípravy výroby součásti metodou CAD/CAM. CAD/CAM je mezinárodně používaná zkratka na označení integrace počítačové technologie do předvýrobních a výrobních etap výrobního procesu. CAD/CAM systému je využíváno při projektování technologických postupů, výběru výrobního zařízení, přenosu a zpracování informací, konstrukcí nových výrobků a dalších činností.

Na součásti je názorně ukázán postup přípravy výroby až po zhotovení výsledného výrobního programu pro CNC soustruh. Celá tato práce využívá CNC soustruhu El20/120P s řídicím systémem EMCOTRONIC TM02 (základní technické údaje soustruhu - viz příloha I). U číslíkových obráběcích strojů celá technická příprava výroby probíhá mimo stroj a nezávisle na něm. Vlastnosti číslíkových obráběcích strojů lze především úspěšně využít při výrobě tvarových součástí, které by na klasických strojích nebylo možné vyrobit nebo jen s vysokými náklady. Základním podkladem pro technologickou přípravu výroby je konstrukční výkres, který

ukazuje součást jako celek, ale také rozměry, tvary, drsnosti, přesnosti. Z výkresu vyčteme i druh, tvar a rozměry polotovaru. K dalším informacím nutným pro vypracování řídicího programu patří stanovení technologického postupu, výběr druhů nástrojů a řezných materiálů. Velice důležité je také stanovení optimálních řezných podmínek a způsob upnutí polotovaru.

Součást, na které je ukázán postu přípravy výroby, je vyráběna z polotovaru 42 55 10.11 o rozměrech $\varnothing 65 \times 90$ z oceli 11 373 (viz. obr.1). Jelikož jde jen o teoretický postup, nejsou zde uvedeny tolerance a drsnosti (předpokládaná drsnost je 1.6 až 3.2 μm dle způsobu hlazení). CNC soustruh s řídicím systémem EMCOTRONIC TM02 je schopen dosáhnout přesnosti až 0.01 mm. Výkres je zpracován v AutoCADu r.12 od firmy AUTODESK (výkres součásti je uložen na přiložené disketě pod názvem SOUCAST.dwg).



Obr.1

2. TECHNOLOGICKÝ POSTUP

Pozn.: Místo, kde je právě odebírána tříska je přesně určeno souřadnicemi v programové části. Počátek souřadného systému je na čele výsledného obrobku.

- 1) upnutí polotovaru o $\varnothing 65$ do sklíčidla
- 2) posun počátku na čelo výsledného obrobku
nastavení otáček $S=670$ ot/min
nastavení posuvu $F=0.35$ mm/ot
nastavení směru otáčení vřetena M04
zapnutí funkce M51 - otáčení revolverové hlavy
nejkratší cestou
přiřazení nástroje - hrubovací nůž levý T0101

G54 M04 S670 T0101 F350

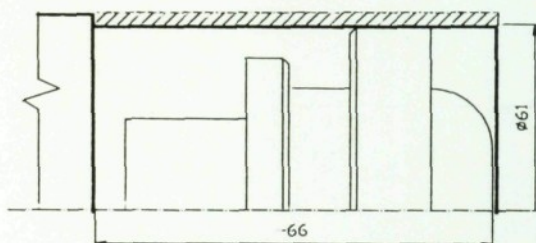
G92 X0.000 Z68.000

G59

- 3) nastavit nůž do bezpečné polohy

G00 X70.000 Z2.000

- 4) hrubování na $\varnothing 61$ mm



Obr. 2

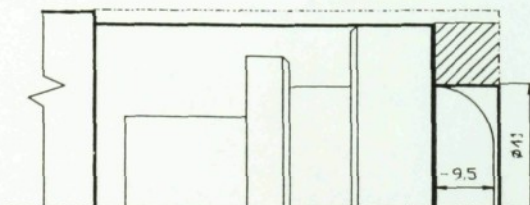
G00 X65.000 Z2.000

G84 X61.000 Z-66.000

D0=500 D3=1000

- 5) hrubování na $\varnothing 41$ mm

změna otáček $S=710$ ot/min



Obr. 3

S720 G00 X60.000 Z2.000

G84 X41.000 Z-9.500

D0=1000 D2=500

D3=1000

6) hrubování - zarovnání čela, změna posuvu $F=0.28 \text{ mm/ot}$

změna otáček $S=1580 \text{ ot/min}$

S1580 G00 X42.000 Z0.500

G01 X0.000 Z0.500 F280

7) hrubování - sražení pro zmenšení třísky při kruhové interpolaci

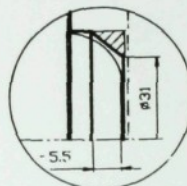
změna otáček $S=1050 \text{ ot/min}$

změna posuvu $F=0.35 \text{ mm/ot}$

S1050 G00 X41.000 Z1.000

G84 X31.000 Z0.500 P2=-5.500

D2=500 D3=1000 F350

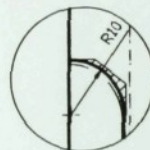


Obr. 4

8) hrubování - kruhová interpolace o poloměru $r=10 \text{ mm}$

G01 X21.000 Z0.500

G03 X41.000 Z-9.500 K-10.000



Obr. 5

9) po nastavení nože do bezpečné polohy (viz. bod 3)) výměna

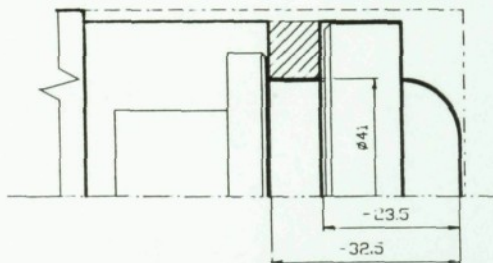
nože - zapichovací nůž T0202

změna otáček $S=600 \text{ ot/min}$

10) zapíchnutí na $\varnothing 41 \text{ mm}$

změna posuvu $F=0.10 \text{ mm/ot}$

zapnout chlazení



Obr. 6

M08 G00 X62.000 Z-23.500

G86 X41.000 Z-32.500

D3=1000 D4=5 D5=4000

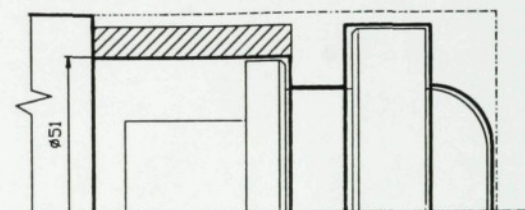
F100

11) po nastavení nože do bezpečné polohy (viz. bod 3))

a vypnutí chlazení výměna nože - hrubovací nůž levý T0101

změna otáček $S=710 \text{ ot/min}$

12) hrubování na $\varnothing 51$ mm, změna posuvu $F=0.35$ mm/ot

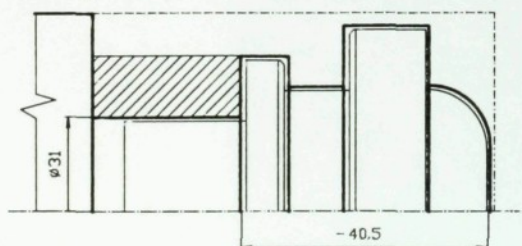


G00 X60.000 Z-31.500
G84 X51.000 Z-66.000
D0=500 D3=1000 F350

Obr.7

13) po nastavení nože do bezpečné polohy (viz. bod 3) výměna nože - zapichovací nůž T0202

14) zapichování na $\varnothing 31$ mm, změna posuvu $F=0.10$ mm/ot
zapnout chlazení



M08 G00 X52.000 Z-40.500
G86 X31.000 Z-66.000
D3=1000 D4=5 D5=4000
F100

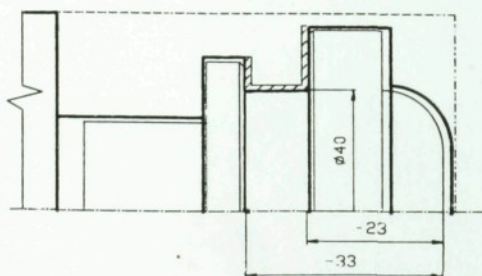
Obr.8

15) po nastavení nože do bezpečné polohy (viz. bod 3) výměna nože - zapichovací nůž určený pro hlazení T0303
změna otáček $S=600$ ot/min

16) hlazení zápichu

změna otáček dle hlazené plochy

- hlazení čela na souřadnici $Z=-23.000$
- hlazení na $\varnothing 40 \rightarrow S=890$ ot/min
- hlazení čela na souřadnici $Z=-33.000 \rightarrow S=710$ ot/min

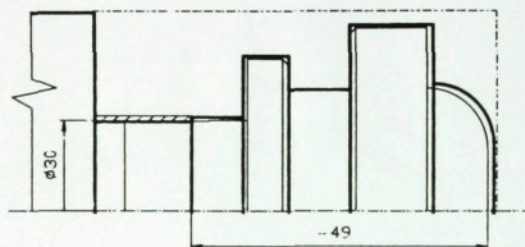


G00 X62.000 Z-23.000
G01 X40.000 Z-23.000
G00 X42.500 Z-23.000
S890 G00 X42.500 Z-26.000
G01 X40.000 Z-26.000
G00 X52.000 Z-26.000
S710 G00 X52.000 Z-29.000
G01 X40.000 Z-29.000

Obr.9

Pozn.: Protože se do zápichu hladicí uběrací nůž nevejde, je použito k hlazení nože zapichovacího. V případě potřeby kvalitnějšího povrchu by bylo možné použít speciální nůž nebo upravit hladicí nůž.

17) hlazení na $\varnothing 30$ mm, změna otáček $S=1200$ ot/min



Obr.10

S1200 G00 X32.000 Z-49.000

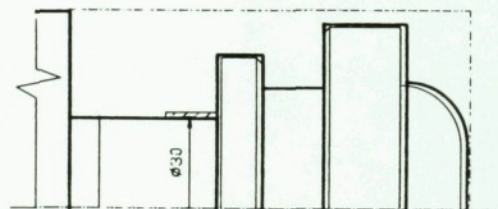
G86 X30.000 Z-66.000

D3=500 D4=5 D5=4000

Pozn.: Pokud bychom vyžadovali v této části nižší drsnost, použili bychom hladicí nůž levý (nutná úprava programu).

18) po nastavení nože do bezpečné polohy (viz. bod 3) a po vypnutí chlazení výměna nože - hladicí nůž pravý T0404
změna otáček $S=2420$ ot/min, změna posuvu $F=0.12$ mm/ot

19) hlazení na $\varnothing 30$ mm



Obr.11

G00 X31.000 Z-50.000

G01 X30.000 Z-50.000

G01 X30.000 Z-40.000

20) hlazení čela, změna posuvu $F=0.09$ mm/ot

změna otáček $S=2200$ ot/min

S2200 G01 X30.000 Z-40.000

G01 X60.000 Z-40.000 F90

21) hlazení na $\varnothing 50$ mm, změna posuvu $F=0.12$ mm/ot

změna otáček $S=1470$ ot/min

S1470 G01 X50.000 Z-40.000

G01 X50.000 Z-33.000 F120

22) zkos $1 \times 45^\circ$

zapnutí korekce G41

G00 X59.000 Z-24.000

G41 G01 X59.000 Z-23.000

G01 X62.000 Z-20.000

23) po nastavení nože do bezpečné polohy (viz. bod 3) a vypnutí korekce funkcí G40 výměna nože - hladící nůž levý T0505
změna otáček $S=2810$ ot/min, změna posuvu $F=0.09$ mm/ot

24) hlazení čela

G00 X42.000 Z0.000

G01 X0.000 Z0.000

25) hlazení rádiusu R10, změna posuvu $F=0.12$ mm/ot
změna otáček $S=2420$ ot/min

S2420 G01 X20.000 Z0.000

G03 X40.000 Z-10.000 K-10.000 F120

26) hlazení čela, změna posuvu $F=0.09$ mm/ot
změna otáček $S=1840$ ot/min

S1840 G01 X40.000 Z-10.000

G01 X60.000 Z-10.000 F90

27) hlazení na $\varnothing 60$ mm, změna posuvu $F=0.12$ mm/ot
změna otáček $S=1230$ ot/min

S1230 G01 X60.000 Z-10.000

G01 X60.000 Z-23.000 F120

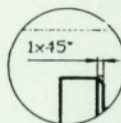
28) zkos $1 \times 45^\circ$

zapnutí korekce G42

G00 X49.000 Z-32.000

G42 G01 X49.000 Z-33.000

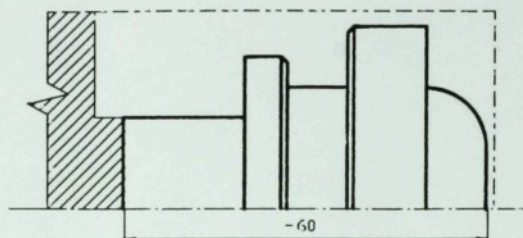
G01 X51.500 Z-35.500



Obr.12

29) po nastavení nože do bezpečné polohy (viz. bod 3) výměna nože - upichovací nůž T0606
změna otáček $S=530$ ot/min
vypnutí korekce G40

30) upíchnutí ve vzdálenosti 60 mm od počátku



G00 X31.000 Z-60.000

G01 X0.000 Z-60.000

Obr.13

31) posun nože do bezpečné polohy

G00 X66.000 Z-59.000

G00 X70.000 Z2.000

32) zrušení posunutí nulového bodu G53,G56

konec programu M30

Vysvětlivky k obrázkům:

polotovár

————

výsledná součást

————

tvar obrobku v dané části



technologického postupu

obrobená část

3. VÝBĚR NÁSTROJŮ, OBSAZENÍ NÁSTROJOVÉ HLAVY

S rostoucí automatizací procesů obrábění stoupá význam řezných materiálů. Výkonné řezné materiály umožňují nasazení intenzivních řezných podmínek - nejčastěji zvýšením řezných rychlostí. Využitím vhodných řezných materiálů můžeme přispět k snížení nákladů, a to vysokým řezným výkonem, stabilitou řezných vlastností.

V této práci je převážně použito nástrojů ze slinutých karbidů P20, které jsou nejdůležitějším a nejpoužívanějším řezným materiálem. Tyto nástroje jsou vhodné i pro nestejnou hloubku řezu a přerušovaný záběr. Používají se pro obrábění oceli a ocelolitin. K upichování je použito rychlořezné oceli 19 810 RADECO, která se používá pro práce dokončovací, pro nepřerušovaný řez, pro oceli pevnosti do 900 MPa, šedou a tvrzenou litinu.

Obsazení nástrojové hlavy je uloženo na přiložené disketě pod názvem TOOLS.lat .

Tabulka 1

Obsazení nástrojové hlavy

pozice v držáku	číslo nástroje	název	označení ČSN
1.	T0101	hrubovací nůž levý	22 3717
2.	T0202	zapichovací nůž	22 3731
3.	T0303	hl. zapichovací nůž	22 3731
4.	T0404	hladící nůž pravý	22 3722
5.	T0505	hladící nůž levý	22 3723
6.	T0606	upichovací nůž	22 3554

4. STANOVENÍ ŘEZNÝCH PODMÍNEK

Při volbě řezných podmínek je třeba postupovat tak, aby určené řezné podmínky zaručovaly, že výrobek bude vyroben v požadované jakosti a co nejehospodárněji. Řezné podmínky musí odpovídat technickým parametrům stroje. Hlavními složkami řezných podmínek je řezná rychlost v , posuv s a hloubka třísky h . Optimální velikost řezné rychlosti závisí hlavně na mechanických vlastnostech materiálu obrobku (tj. na stupni obrobitelnosti) na druhu materiálu nože (tj. na jeho řezivosti) na velikosti posuvu a hloubce odebírané vrstvy materiálu a na zvolené trvanlivosti nástroje. Také záleží na geometrii břitu, na druhu soustružnické práce, tuhosti soustruhu a chlazení. Posuv závisí na požadované jakosti plochy, na tuhosti a velikosti obrobku. Hloubka řezu závisí na mechanických vlastnostech materiálu obrobku, jeho tuhosti a na způsobu obrábění.

Stanovení řezných podmínek z normativů

Při soustružení je používán nástroj P20 s břitovou destičkou ze slinutého karbidu (upichovací nůž je z rychlořezné oceli R0). Třída obrobitelnosti materiálu 11 373 je 15b.

Vnější hrubování

dle výkonu CNC soustruhu volím soustruh o výkonu 3kW

hloubka řezu $h=1$ mm

řezná rychlost $v=135$ m/min

posuv $s=0.35$ mm/ot

pro čelní soustružení je nutné přepočítat posuv koeficientem k_{s2}
 $k_{s2}=0.80$

posuv pro čelní soustružení $s_c=s \cdot k_{s2}=0.28$ mm/ot

trvanlivost břitu $T=30$ min

stanovení otáček:

otáčky při soustružení podélném $n_p=v/\pi \cdot D$

D...vnější průměr obráběné části

pro $D=65$ mm $n_p=135 \cdot 10^3 / \pi \cdot 65 = 661 \div 670$ ot/min

pro $D=61$ mm $n_p=135 \cdot 10^3 / \pi \cdot 61 = 704 \div 710$ ot/min

pro $D=41$ mm $n_p=135 \cdot 10^3 / \pi \cdot 41 = 1048 \div 1050$ ot/min

otáčky při soustružení čelním $n_c = v / \pi \cdot D_s = 3 \cdot v / 2 \cdot \pi \cdot D$

D_s ...střední průměr obráběné části

pro $D = 41 \text{ mm}$ $n_c = 3 \cdot 135 \cdot 10^3 / 2 \cdot \pi \cdot 41 = 1572 \div 1580 \text{ ot/min}$

Vnější soustružení načisto

Při obrábění načisto není třeba brát v úvahu výkon elektromotoru a tuhost stroje - průřez třísky je malý. Důležitým faktorem ovlivňujícím volbu řezných podmínek při hlazení je požadovaná přesnost obrobku a drsnost obrobenej plochy. Drsnost závisí na velikosti posuvu.

V normativech uvedené hodnoty jsou pro materiál třídy obrobiteľnosti 14b - nutno přepočítat rychlost koeficientem k_{v1} pro materiál třídy obrobiteľnosti 15b.

$k_{v1} = 1.26$

hloubka řezu $h = 0.5 \text{ mm}$

trvanlivost břitu $T = 45 \text{ min}$

posuv $s = 0.12 \text{ mm/ot}$

pro drsnost $Ra = 1.6 \text{ } \mu\text{m}$

řezná rychlost $v = 187 \text{ m/min}$ - platí pro 14b

skutečná řezná rychlost $v_s = v \cdot k_{v1} = 235 \text{ m/min}$

posuv pro čelní soustružení načisto s_c se musí přepočítat pomocí koeficientu $k_{s2} = 0.75$ (pro drsnosti $1.6 \div 3.2 \text{ } \mu\text{m}$)

$s_c = s \cdot k_{s2} = 0.09$

výpočet otáček:

otáčky při podélném soustružení načisto $n_p = v_s / \pi \cdot (D_o + 2h)$

D_o průměr obrobku v dané části

pro $D_o = 60 \text{ mm}$ $n_p = 1226 \div 1230 \text{ ot/min}$

pro $D_o = 50 \text{ mm}$ $n_p = 1467 \div 1470 \text{ ot/min}$

pro $D_o = 40 \text{ mm}$ $n_p = 1824 \div 1830 \text{ ot/min}$

pro $D_o = 30 \text{ mm}$ $n_p = 2413 \div 2420 \text{ ot/min}$

otáčky při čelním soustružení načisto $n_c = v_s / \pi \cdot D_s = 3 \cdot v_s / 2 \cdot \pi \cdot D$

D_s ...střední průměr obráběné části

pro $D = 41 \text{ mm}$ $n_c = 2805 \div 2810 \text{ ot/min}$

pro $D = 51 \text{ mm}$ $n_c = 2200 \div 2200 \text{ ot/min}$

pro $D = 61 \text{ mm}$ $n_c = 1839 \div 1840 \text{ ot/min}$

Zapichování

Hodnoty uvedené v normativech jsou pro materiál třídy obrobiteľnosti 14b - nutno přepočítat rychlost koeficientem k_{v1}

pro materiál třídy obrobitelnosti 15b.

$$k_{v1}=1.26$$

trvanlivost břitu $T=30$ min

nutno chladit emulzí

šířka břitu 4 mm

max. hloubka zápichu 12 mm

posuv $s=0.10$ mm/ot

řezná rychlost $v=90$ m/min - platí pro 14b

skutečná řezná rychlost $v_s=v \cdot k_{v1}=113$ m/min

výpočet otáček:

otáčky při zapichování $n_z=v_s/\pi \cdot D$

D...vnější průměr obráběné části

$$\text{pro } D=61 \text{ mm} \quad n_z=592 \div 600 \text{ ot/min}$$

$$\text{pro } D=51 \text{ mm} \quad n_z=708 \div 710 \text{ ot/min}$$

$$\text{pro } D=41 \text{ mm} \quad n_z=881 \div 890 \text{ ot/min}$$

$$\text{pro } D=30 \text{ mm} \quad n_z=1203 \div 1200 \text{ ot/min}$$

Upichování

Hodnoty uvedené v normativech jsou pro materiál třídy obrobitelnosti 14b - nutno přepočítat rychlost koeficientem k_{v1} pro materiál třídy obrobitelnosti 15b.

$$k_{v1}=1.26$$

nůž z rychlořezné oceli RO

trvanlivost břitu $T=30$ min

nutno chladit emulzí

šířka břitu 5 mm

posuv $s=0.10$ mm/ot

řezná rychlost pro 14b $v=26$ m/min

skutečná řezná rychlost $v_s=v \cdot k_{v1}=33$ m/min

otáčky při upichování $n_u=3 \cdot v_s/2 \cdot \pi \cdot D$

D...vnější průměr obráběné části

$$\text{pro } D=30 \text{ mm} \quad n_u=525 \div 530 \text{ ot/min}$$

5. CNC PROGRAM

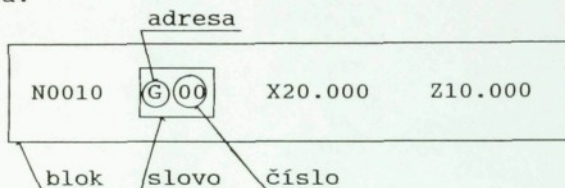
5.1. SKLADBA CNC PROGRAMU

CNC program se skládá z: - čísla programu

- přípravné části (stanovení posunu nulového bodu, technologické údaje)
- obsahové části (údaje potřebné pro zhotovení obrobku)
- závěrečné části

Členění programu:

Program se stává z bloků, blok ze slov a slovo z adresy a čísla.



5.2. SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍKAZŮ V PROGRAMU

G54....vyvolání posunutí nulového bodu pod registrem 1

G92....uložení posunu nulového bodu pod registrem 5 do paměti

G59....vyvolání posunutí nulového bodu pod registrem 5

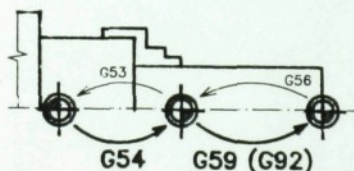
Pro praktické použití je výhodné posunutí nulového bodu na čelní část sklíčidla za pomoci 1. nebo 2. registru posunutí a následné posunutí na čelo obrobku s využitím funkce G92. Posunutí funkce G92 je aktivováno повеlem G59.



...nulový bod stroje - je počátkem souřadného systému a je pevně stanoven výrobcem stroje. Tento počátek můžeme posunout do naší zvolené polohy.



...nulový bod obrobku - určuje a programuje ho programátor.



Obr.14

G53....zrušení posunutí provedené funkcemi G54 a G55
 G56....zrušení posunutí provedené funkcemi G57, G58 a G59
 M04....rotočení vřetena proti směru hodinových ručiček
 M51....otáčení revolverové hlavy nejkratší cestou v obou směrech
 S.....funkce otáček vřetena v ot/min
 F.....posuvová funkce v $\mu\text{m}/\text{ot}$ nebo v mm/min
 T.....funkce pro výměnu nástroje
 G00....rychloposuv z místa, kde se nůž zrovna nachází na místo o souřadnicích X,Z

Nxxxx G00 Xxx.xxx Zxx.xxx

G01....pracovní posuv z místa, kde se nůž zrovna nachází na místo o souřadnicích X,Z

Nxxxx G01 Xxx.xxx Zxx.xxx Fxxx

G84....cyklus čelního a podélného soustružení

Nxxxx G84 Xxx.xxx Zxx.xxx P0=xx.xxx P2=xx.xxx D0=xxx
 D2=xxx D3=xxx Fxxx

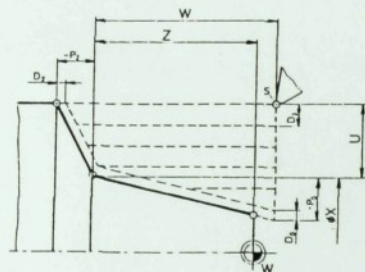
P0...kuželová míra v ose X [mm]

P2...kuželová míra v ose Z [mm]

D0...přídavek na opracování v ose X [μm]

D2...přídavek na opracování v ose Z [μm]

D3...hloubka řezu [μm]



Obr. 15

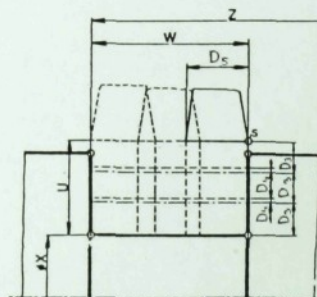
G86....zapichovací cyklus

Nxxxx G86 Xxx.xxx Zxx.xxx D3=xxx D4=x D5=xxx Fxxx

D3...hloubka jednoho úběru [μm]

D4...časová prodleva [0.1s]

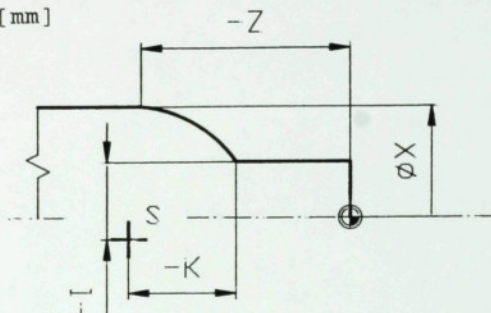
D5...šířka výrobního nástroje [μm]



Obr. 16

G03....kruhová interpolace - otáčení proti směru hodinových ručiček

Nxxxx G03 Xxx.xxx Zxx.xxx Ixx.xxx Kxx.xxx Fxxx
I,K...souřadnice středu oblouku vzhledem k jeho počátku
[mm]



Obr.17

G41,G42...korekce dráhy nástroje vlevo (G41) a vpravo (G42)

G40....zrušení korekce dráhy nástroje

M08....zapnutí chlazení

M09....vypnutí chlazení

M30....konec programu s návratem na začátek, vypíná chlazení,
zastavuje vřeteno, ruší dráhovou korekci

5.2.1. SEZNAM PŘÍKAZŮ PRO VYTVOŘENÍ POLOTOVARU

G64....umístění počátku na obrazovce

G62....startovací bod, od kterého začínáme kreslit

G68....zobrazení pozice nulového bodu

G65, G66...zobrazení polotovaru - vše co je mezi těmito funkcemi
se vybarví

G01....funkce pro vykreslení obrysů polotovaru

Pozn.: Systém EMCOTRONIC TM02 umožňuje programovat programovat dráhu nástroje v absolutních X,Z; přírůstkových U,W nebo smíšených hodnotách. Absolutní míry jsou vztaženy stále k nulovému bodu obrobku. Přírůstková míra je dána vzdáleností od předchozí pozice nástroje a smíšené programování je kombinací absolutních a přírůstkových hodnot.

5.3. CNC PROGRAM SOUČÁSTI

```
N0000 G54 M04 M51 S670 T0101 F350
N0010 G92 X0.000 Z68.000
N0020 G59
N0030 G00 X70.000 Z2.000
N0040 G00 X65.000 Z2.000
N0050 G84 X61.000 Z-66.000 D0=500 D3=1000
N0060 S710 G00 X60.000 Z2.000
N0070 G84 X41.000 Z-9.500 D0=1000 D2=500 D3=1000
N0080 S1580 G00 X42.000 Z0.500
N0090 G01 X0.000 Z0.500 F280
N0100 S1050 G00 X41.000 Z1.000
N0110 G84 X31.000 Z0.500 P2=-5.500 D2=500 D3=1000 F350
N0120 G00 X21.000 Z2.000
N0130 G01 X21.000 Z0.500
N0140 G03 X41.000 Z-9.500 K-10.000
N0150 G00 X70.000 Z2.000
N0160 T0202 S600
N0170 G00 X62.000 Z-23.500
N0180 M08 G86 X41.000 Z-32.500 D3=1000 D4=5 D5=4000 F100
N0190 M09 G00 X62.000 Z-26.000
N0200 G00 X70.000 Z2.000
N0210 T0101 S710
N0220 G00 X66.000 Z-31.500
N0230 G00 X60.000 Z-31.500
N0240 G84 X51.000 Z-66.000 D0=500 D3=1000 F350
N0250 G00 X66.000 Z-60.000
N0260 G00 X70.000 Z2.000
N0270 T0202
N0280 G00 X66.000 Z-40.500
N0290 G00 X52.000 Z-40.500
N0300 M08 G86 X31.000 Z-66.000 D3=1000 D4=5 D5=4000 F100
N0310 G00 X66.000 Z-45.000
N0320 G00 X70.000 Z2.000
N0330 T0303 S600
```

N0340 G00 X62.000 Z-23.000
N0350 G01 X40.000 Z-23.000
N0360 G00 X42.500 Z-23.000
N0370 S890 G00 X42.500 Z-26.000
N0380 G01 X40.000 Z-26.000
N0390 G00 X52.500 Z-26.000
N0400 S710 G00 X52.500 Z-29.000
N0410 G01 X40.000 Z-29.000
N0420 G00 X55.000 Z-27.000
N0430 G00 X55.000 Z-50.000
N0440 S1200 G00 X32.000 Z-49.000
N0450 G86 X30.000 Z-66.000 D3=500 D4=5 D5=4000
N0460 M09 G00 X66.000 Z-52.000
N0470 G00 X70.000 Z2.000
N0480 T0404 S2420 F120
N0490 G00 X66.000 Z-51.000
N0500 G00 X31.000 Z-50.000
N0510 G01 X30.000 Z-50.000
N0520 G01 X30.000 Z-40.000
N0530 G00 X40.000 Z-45.000
N0540 S2200 G01 X30.000 Z-40.000
N0550 G01 X60.000 Z-40.000 F90
N0560 S1470 G01 X50.000 Z-40.000
N0570 G01 X50.000 Z-33.000 F120
N0580 G00 X59.000 Z-24.000
N0590 G41 G01 X59.000 Z-23.000
N0600 G01 X62.000 Z-20.000
N0610 G40 G00 X70.000 Z2.000
N0620 T0505 S2810 F90
N0630 G00 X42.000 Z0.000
N0640 G01 X0.000 Z0.000
N0650 G00 X20.000 Z2.000
N0660 S2420 G01 X20.000 Z0.000
N0670 G03 X40.000 Z-10.000 K-10.000 F120
N0680 G00 X40.000 Z2.000
N0690 S1840 G01 X40.000 Z-10.000

N0700 G01 X65.000 Z-10.000 F90
N0710 S1230 G01 X60.000 Z-10.000
N0720 G01 X60.000 Z-23.000 F120
N0730 G00 X49.000 Z-32.000
N0740 G42 G01 X49.000 Z-33.000
N0750 G01 X51.500 Z-35.500
N0760 G40 G00 X66.000 Z-20.000
N0770 G00 X70.000 Z2.000
N0780 T0606 S530 F100
N0790 G00 X66.000 Z-60.000
N0800 G00 X31.000 Z-60.000
N0810 M08 G01 X0.000 Z-60.000
N0820 G00 X66.000 Z-59.000
N0830 G00 X70.000 Z2.000
N0840 G53 G56
N0850 M30

5.3.1. CNC PROGRAM POLOTOVARU

N0000 G64 X0.000 Z30.000
N0010 G62 X0.000 Z0.000
N0020 G68
N0030 G65
N0040 G01 X66.000 Z0.000
N0050 G01 X66.000 Z70.000
N0060 G01 X-66.000 Z70.000
N0070 G01 X-66.000 Z0.000
N0080 G01 X0.000 Z0.000
N0090 G66
N0100 M30

6. KAPACITNÍ PROPOČTY

Pozn.: Protože by při použití tohoto postupu docházelo ke značným ztrátám vzhledem k množství odpadu (nevhodný polotovary pro výrobu) a časovým ztrátám (1/4 z celkového času je spotřebována na upínání a vyjímání obrobků) je tato část pouze informativní.

Počet kusů za rok:..... 750 000
Celkový čas 1 kusu:..... 1.97 min.
 čas na obrobek 1 ks:..... 1.47 min.
 čas na upnutí a vyjmutí 1 ks:.. 0.50 min.
Čas na 900 000 kusů:..... 24 625 hod.
Roční časový fond 1 stroje:..... 4 992 hod.
 1 stroj pracuje na 3 směny, 5 pracovních dnů v týdnu,
 52 týdnů v roce, koeficient využitelnosti stroje je 0.8
Počet strojů:..... $24\,625 / 4\,992 = 4.93 \rightarrow 5$ strojů

7. NÁVRH USPOŘÁDÁNÍ PRACOVISTĚ

Způsobů, jak by mohlo být uspořádáno pracoviště je mnoho, a proto uvádím 2 možné způsoby uspořádání.

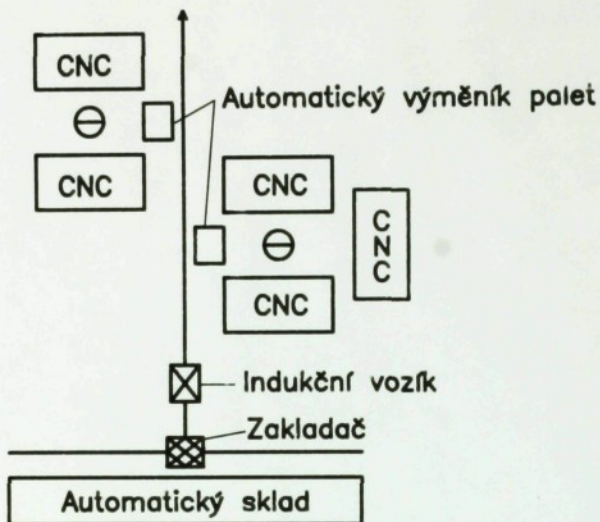
Systém s lineární dráhou

Z automatického skladu se přes zakladač předávají polotovary na indukční vozík. K výměně palet mezi indukčním vozíkem a pracovištěm může docházet postupně nebo výběrovým způsobem dle priorit.

Systém s rozvětvenou dráhou

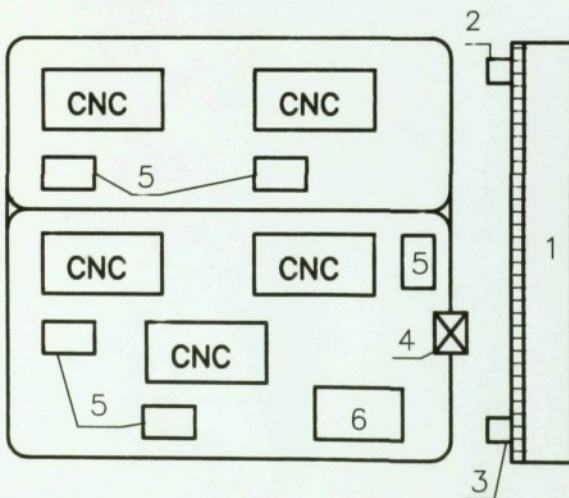
Z automatického skladu (1) se označená paleta přesouvá na přípravný stůl (2). Indukční vozík (4) přebírá paletu z přípravného stolu a přemísťuje ji po dráze na pracoviště a odebírá z nich hotové součástky v libovolném pořadí podle potřeby a priorit. Hotové součástky se dopravují na stůl (3) a odtud se automaticky ukládají do skladu. Několikrát za směnu odváží vozík nádrže s třískou (5) do skladovacího prostoru třísek (6). Systém klade vyšší nároky na přípravu a prostor, ale zásobování je plynulejší.

Systém s lineární dráhou



Obr.18

Systém s rozvětvenou dráhou



Obr.19

8. ZÁVĚR

Velkou výhodou řídicího systému EMCOTRONIC TM02 je jednoduchá obsluha, a proto je ve velké míře využíván ve výrobních procesech a k výuce. Součástí řídicího systému je simulační systém, který by nám měl zaručit, že při zavedení výrobku do výroby nedojde k chybám nebo dokonce poruše nástroje či stroje. Na simulaci názorně vidíme, jak je postupně součást obráběna až do výsledného tvaru. Rychlost obrábění se dá nastavit od 0 do 120%.

Simulační systém nás upozorňuje na chyby a označuje, kde k chybě došlo. Neoznačuje však technologické chyby, např. nedostatečné otáčky, příliš velký posuv a také nezjistíme, jaká je drsnost povrchu. Simulační systém názorně zobrazuje, na kterých souřadnicích se nůž nachází, dále zobrazuje otáčky, posuv, směr otáčení vřetena, jaký nůž právě pracuje, zapnutí či vypnutí chlazení, na jakém řádku v programu se systém právě nachází (viz. příloha II.- kopie obrazovky s výsledkem simulace obrábění). Simulaci obrábění obrobku lze ještě více zvýraznit vytvořením polotovaru. V systému vznikají často chyby ve špatném definování počátku polotovaru. Polotovar zde slouží pouze jako znázorňující prostředek a pro samotné soustružení nemá význam (program polotovaru je uveden na přiložené disketě pod názvem o0070.lat). Zobrazování obrábění není příliš přesné. Ke kompletnímu zhodnocení řídicího systému EMCOTRONIC TM02 by bylo zapotřebí vyzkoušet program na dané součásti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) Federální ministerstvo všeobecného strojírenství:
SOUSTRUHY s oběžným průměrem do 500 a 800 mm - I.díl.
Část všeobecná; část technickoorganizační, Praha 1978.
- 2) Federální ministerstvo všeobecného strojírenství:
SOUSTRUHY s oběžným průměrem do 500 a 800 mm - II.díl.
Část metodická; část normativní, Praha 1979.
- 3) VALIŠ, L.: Návod na programování CNC soustruhu E120/120P
s řídicím systémem Emcotronic TM02, Brno 1992.
- 4) VÁVRA, P.: Strojnické tabulky, Praha 1984.
- 5) VYTLAČIL, M., VEVERKA, J.: Technologie automatizovaných
výrob, Liberec 1990.
- 6) DRÁB, V.: Technologie I, návody ke cvičení, Liberec 1983.
- 7) DRÁB, V.: Technologie I, Liberec 1979.

Příloha I

POPIS STROJE EMCOTRONIC TM02

Stroj má souvislé řízení dráhy nástroje ve dvou souřadných osách se stálou polohovou zpětnou vazbou a synchronizací posuvových pohonů. Vyznačuje se vysokou přesností, spolehlivostí a jednoduchostí obsluhy. Stroj je vybaven revolverovou hlavou pro osm nástrojů s řídicí logikou, chlazením nástrojů, šikmým ložem, které umožňuje snadný odvod třísek a bohatým příslušenstvím. Dále je stroj vybaven pneumatickým koníkem a pneumatickým sklíčidlem. Soustruh je vhodný pro obrábění menších členitých součástí z oceli, barevných kovů a plastů.

Základní technické údaje stroje

Pracovní rozsah:

oběžný průměr nad ložem.....	180 mm
oběžný průměr nad příčným suportem.....	75 mm
největší soustružená délka.....	160 mm
největší průměr obrobku.....	90 mm

Pracovní vřeteno:

vrtání vřetene.....	20.7 mm
rozsah otáček.....	150-4000 ot/min

Hlavní pohon:

výkon stejnosměrného motoru.....	2.2/4 kW
maximální krouticí moment.....	23 Nm

Posuvové pohony:

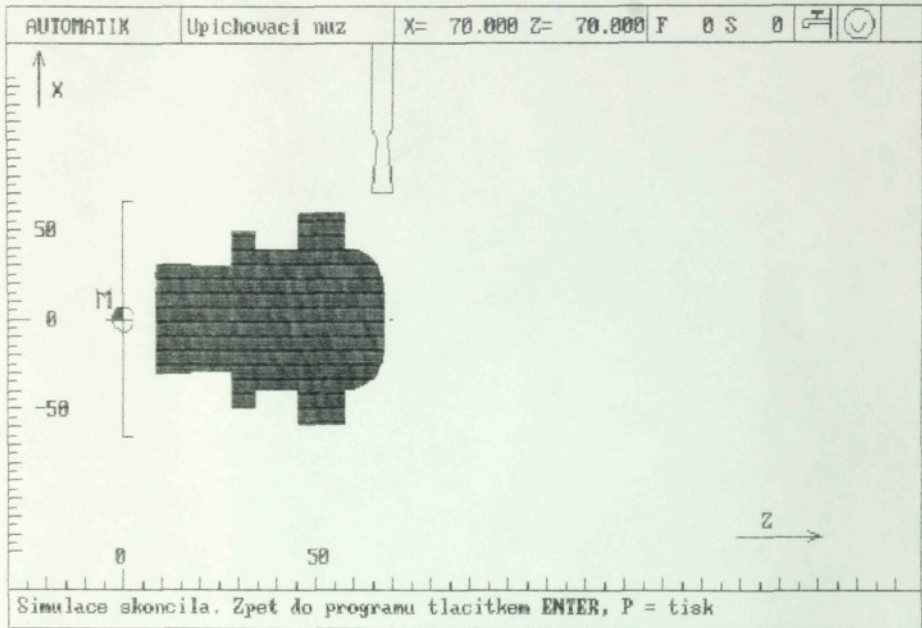
posuv v osách X a Z.....	1-2000 mm/min
rychluposuv.....	3 m/min
posuvová síla.....	2000 N

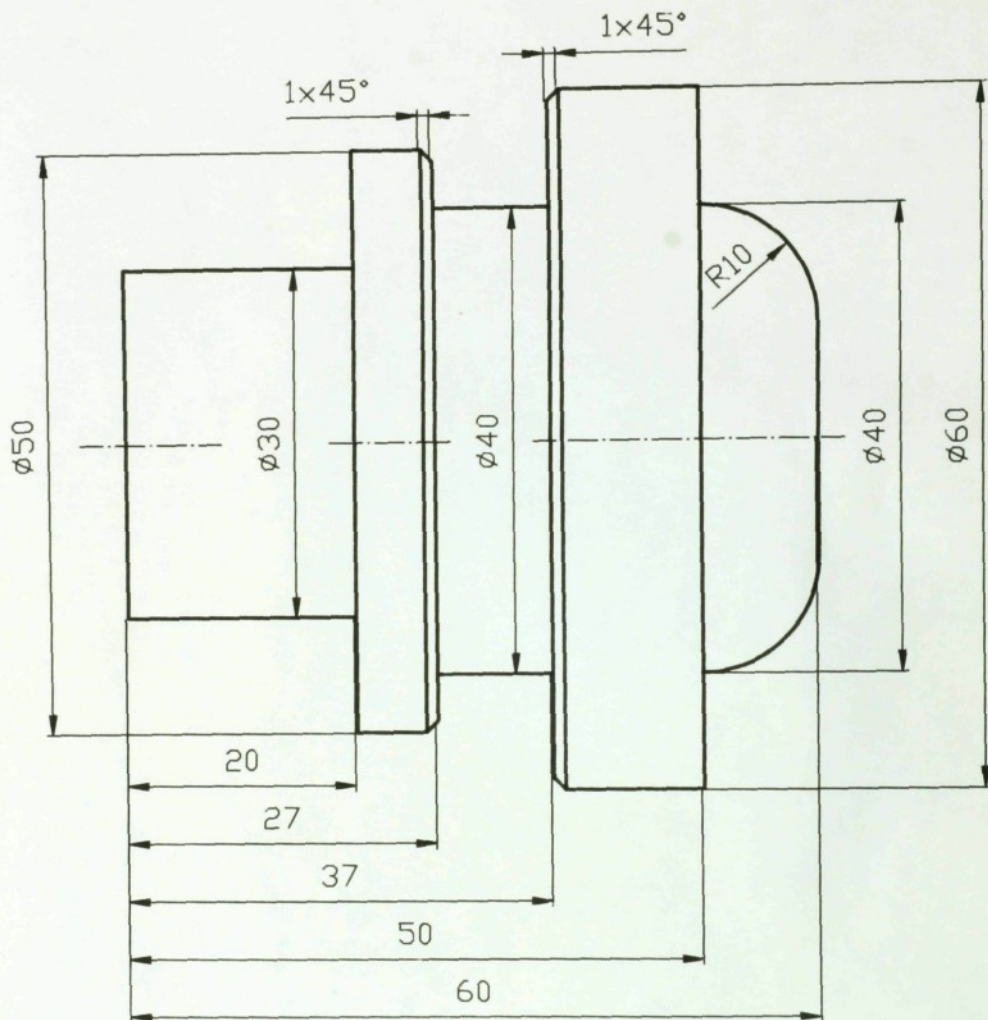
Revolverová hlava:

počet míst v revolver. hlavě pro nástroje....	8
maximální průměr stopky spirálového vrtáku...	12 mm

Příloha II

Kopie obrazovky s výsledkem simulace obrábění





INDEX	ZMENA	DATUM	PODPIS	TU LIBEREC	
ZN. MAT.	11 373	T.O. 001	HMOTNOST kg	MĚŘ.	2:1
ROZM.-POLOT.	Ø65x90	42 55 10.11	Č. SN.	TR. Č.	
Č. POM. ZAŘ.			POZN.	Č.KUSOVNÍKU	
VYPR. Martin Blý	NORM.REF.		STARÝ V.	Č.V.	
PŘEZK.					
TECHN.	SCHVÁLIL				
NÁZEV	SOUČÁST		4-KVS-00-01		
			Listů		List