

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

Technická fakulta

Katedra kvality
a strojárskych technológií

doc. Ing. Ján Žitňanský, PhD.
Ing. Zoltán Záležák, PhD. – Ing. Pavel Polák, PhD.

VÝROBNÉ STROJE A ZARIADENIA

Nitra 2020
Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
vo Vydavateľstve SPU

Autori: doc. Ing. Ján Žitňanský, PhD. (11,54 AH)
Katedra kvality a strojárskych technológií
TF, SPU v Nitre

Ing. Zoltán Záležák, PhD. (1 AH)
Katedra kvality a strojárskych technológií
TF, SPU v Nitre

Ing. Pavel Polák, PhD. (1 AH)
Katedra kvality a strojárskych technológií
TF, SPU v Nitre

Recenzenti: doc. Ing. Peter Čičo, PhD.
Ing. Katarína Lestyánszka Škúrková, PhD.

Učebné texty vznikli v rámci projektu KEGA č. 029SPU-4/2019.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 2. 12. 2020
ako skriptá pre študentov SPU v Nitre.

© J. Žitňanský, Z. Záležák, P. Polák, Nitra 2020

ISBN 978-80-552-2271-4

OBSAH

1. ZÁKLADNÉ POJMY	7
1.1 Štruktúrálna skladba výrobných strojov (VS)	7
1.2 Pohony výrobných strojov	8
1.3 Výkonné orgány	8
1.4 Nástroje	9
1.5 Prípravky	9
1.6 Systémy automatickej výmeny polovýrobkov	9
1.7 Systémy automatickej výmeny nástrojov	10
1.8 Zariadenie pre odvod odpadu	10
1.9 Mazacie systémy	10
1.10 Chladiace systémy	10
1.11 Nosný systém	10
2. VÝROBNÉ STROJE A ICH CHARAKTERISTIKA	11
2.1 Rozdelenie výrobných strojov	11
2.1.1 Stroje s určitou geometriou ostria nástroja	11
2.1.2 Stroje s neurčitou geometriou ostria nástroja	12
2.1.3 Stroje s nekonvenčným spôsobom obrábania	12
2.2 Základné požiadavky na výrobné stroje	13
2.3 Faktory ovplyvňujúce vývoj ovrábacích strojov	14
3. SÚSTRUHY	15
3.1 Sústruhy riadené CNC	19
3.1.1 Hlavné konštrukčné skupiny CNC a manuálne ovládaných sústruhov	19
3.1.2 Doplnkové jednotky CNC sústruhov	21
3.1.3 Upínanie obrobku	21
3.1.4 Klieštinové upínače	23
3.1.5 Segmentové klieštinové upínače	23
3.1.6 Upínanie medzi hroty	23
3.2 Modulárne systémy	25
3.2.1 Priame upínanie	25
3.2.2 Upínanie VDI	26
3.2.3 Upínanie CAPTO	27
4. STROJE PRE FRÉZOVANIE	30
4.1 Konzolové frézovačky	30
4.2 Stolové frézovačky	31
4.3 Rovinné frézovačky	31
4.4 Špeciálne frézovačky	31
4.5 Frézovačky pre hromadnú a sériovú výrobu	31
4.6 Vysokorýchlostné frézovačky	31
4.7 Frézovacie obrábacie centrá	32
4.8 Stroje pre vysoko rýchlostné frézovanie	34
4.9 Rovinné frézovačky	38
5. STROJE PRE VRTANIE	40
5.1 Stojanové vŕtačky vysokovýkonné	42
5.2 Otočné (radiálne) vŕtačky	43
5.3 Špeciálne vŕtačky	43
5.4 Hydropneumatický systém posuvu CNC vŕtačky	44
6. STROJE PRE VYVŔTAVANIE	45
6.1 Vyvŕtávacie hlavy	46
6.2 Upínanie nástrojov	49
6.3 Upínanie obrobkov	50
6.4 Vodorovné vyvŕtávačky	51

6.5 Stolové vyvrtávačky.....	51
6.6 Platňové vyvrtávačky.....	51
7. STROJE PRE HONOVANIE.....	52
7.1 Rezná rýchlosť pri honovaní.....	52
7.2 Uhol kríženia honovacích stôp.....	53
7.3 Pracovné podmienky a ich vplyv na priebeh honovacieho procesu.....	54
8. STROJE PRE BRÚSENIE.....	56
8.1 Hrotové brúsky.....	57
8.2 Bezhrtové brúsky.....	57
8.3 Vodorovné rovinné brúsky.....	58
8.4 Zvislé rovinné brúsky.....	58
9. STROJE PRE SUPERFINIŠOVANIE.....	59
9.1 Nástroje pre superfinišovanie.....	59
10. STROJE PRE LAPOVANIE.....	60
11. STROJE PRE HOBLOVANIE.....	62
11.1 Jednostojanové hobľovačky.....	64
11.2 Dvojstojanové hobľovačky.....	64
11.3 Doskové hobľovačky.....	64
12. STROJE PRE OBRÁŽANIE.....	65
12.1 Obrázačky.....	65
12.2 Nástroje pre hobľovanie a obrážanie.....	66
12.3 Výkon pri hobľovaní a obrázaní, produktivita, strojový čas.....	67
13. STROJE PRE PREŤAHOVANIE A PRETLÁČANIE.....	69
13.1 Pretláčacie stroje.....	69
13.2 Charakteristika metódy preťahovania a pretláčania.....	69
13.3 Smernice pre konštrukciu preťahovacích a pretlačovacích nástrojov.....	70
14. STROJE PRE PLAZMOVÉ REZANIE.....	72
14.1 Plazmový proces.....	73
14.2 Pierce Scorpion 3000.....	73
15. STROJE PRE NEKONVENČNÉ METÓDY OBRÁBANIA.....	75
15.1 Chemické obrábanie.....	75
15.2 Elektrochemické obrábanie.....	75
15.3 Elektroerozívne obrábanie.....	76
15.4 Obrábanie laserom.....	76
15.5 Obrábanie ultrazvukom.....	77
15.6 Obrábanie elektrónovým lúčom.....	77
15.7 Obrábanie prúdom kvapaliny.....	78
16. VÝVOJOVÉ TENDENCIE TVÁRNIACEJ TECHNIKY.....	80
16.1 Rozdelenie tvárniacich strojov.....	82
17. MECHANICKÉ LISY.....	83
17.1 Rozdelenie a určenie základných parametrov mechanických lisov.....	83
17.1.1 Označovanie mechanických lisov.....	85
17.2 Ohýbacie lisy.....	86
17.3 Kovacie lisy.....	87
17.4 Zvislé kovacie lisy.....	87
17.5 Automaty na objemové a plošné tvárnenie.....	87
17.6 Automaty na objemové tvárnenie.....	88
17.7 Automaty na plošné tvárnenie.....	90
18. BUCHARY.....	92
18.1 Charakteristika bucharov.....	92
18.2 Rozdelenie bucharov.....	93
18.2.1 Parovzdušné buchary.....	95
18.2.2 Parovzdušné jednostojanové dvojčinné buchary.....	96

18.2.3 Parovzdušné dvojstojanové dvojčinné buchary.....	96
18.3 Vhodnosť použitia bucharov na kovanie.....	99
18.4 Základy bucharov.....	100
18.5 Konštrukcia základov.....	101
19. OHÝBACIE STROJE.....	102
19.1 Ohýbačky na plech.....	102
19.2 Ohýbačky rúrok.....	102
19.3 Profilovacie stroje (profilovačky).....	103
20. ORUBOVACIE STROJE.....	104
21. ZAKRUŽOVACIE STROJE.....	104
21.1 Zakružovačky na plech.....	105
22. ROVNACIE STROJE.....	107
23. ČASTI OBRÁBACÍCH STROJOV.....	108
23.1 Základy riadiacej techniky - mechanické riadenie - obecné pojmy.....	108
23.2 Prestaviteľné prevody.....	109
23.3 Stupňová prevodovka.....	110
23.4 Plynulo prestaviteľné prevodovky (variátory).....	110
23.5 Nelineárne prevody.....	111
23.6 Váčkové mechanizmy (prevody).....	112
23.7 Diskové váčky ako pamäť programu.....	114
23.8 Prevody s prerušovaným pohybom.....	115
23.9 Riadenie mechanickým programom.....	116
23.10 Mechanické riadenie.....	118
24 ČÍSLICOVÁ RIADIACA TECHNIKA.....	120
24.1 Rezné prostredie.....	120
24.2 Prednastavenie nástroja v stroji.....	120
24.3 Výrobné jednotky (bunky).....	121
25 KONŠTRUKČNÉ PRVKY OBRÁBACÍCH STROJOV.....	123
25.1 Rámy obrábacích strojov.....	123
25.1.1 Materiály rámov obrábacích strojov.....	124
25.1.2 Požiadavky na používaný materiál rámov strojov.....	124
25.2 Kinematika obrábacích strojov.....	127
25.3 Morfológia vretien obrábacích strojov.....	127
25.4. Lineárne pohony obrábacích strojov.....	129
26 VEDENIA A MECHANIZMY CNC OBRÁBACÍCH STROJOV.....	131
26.1 Hydrostatické vedenia.....	132
26.2 Lineárne posuvové sústavy.....	132
26.2.1 Odmeriavanie polohy.....	132
26.2.2 Odmeriavanie polohy – rezolver.....	133
26.2.3 Odmeriavanie polohy – magnetický princíp.....	133
26.2.4 Odmeriavanie polohy – fotoelektrický princíp.....	134
26.2.5 Odmeriavanie polohy – interferenčný princíp.....	134
26.2.6 Odmeriavanie polohy – laserový princíp.....	135
26.3 Automatická výmena nástrojov a obrobkov.....	135
26.4 Diagnostika a nástrojové sústavy.....	137
26.5 Procesná kontrola nástroja a obrobku.....	137
26.6 CNC riadenie obrábacích strojov.....	140
26.6.1 Analógové, binárne a číslicové riadenie.....	141
26.6.2 Regulácia a regulačné systémy.....	142
26.6.3 CA systémy.....	143

PREDHOVOR

Spôsobilosť výrobného procesu a kvality vyrábaného dielca po stránke presnosti musí byť zaručená v prvom rade spôsobilosťou všetkých zúčastnených výrobných strojov, prostriedkov a zariadení. Aby sme dosiahli vysokú kvalitu v strojárskkej výrobe je potrebné podrobne poznať výrobnú techniku z hľadiska konštrukčného, ako i z hľadiska produktivity. Ďalej je veľmi potrebné sa zamerať na riadenie výrobných prostriedkov. Základné požiadavky pre splnenie daných kritérií zohľadňuje predmet „Výrobné stroje a zariadenia“. Tento predmet pre strojárstvo a mechatroniku spája poznatky z mechaniky, pneumatiky, hydrauliky, elektrotechniky, elektroniky, komunikačnej a výpočtovej techniky do nového a veľmi aktuálneho vedecko - technického oboru. S týmto vydaním dochádza v učebných i študijných oboroch k rozšíreniu výuky o montážnej technike, prevádzkovom servise a ochrane zdravia pri práci. Je tiež preberaný v primeranom rozsahu Európsky predpis o strojoch. Tým sa sprehládni náplň výuky predmetu „Výrobné stroje a zariadenia“.

Učebné texty sú orientované na používané spojenie riadiacej a regulačnej techniky s modernou informačnou a komunikačnou technikou. Jednotlivé kapitoly sú samostatné, takže môžu byť preberané v odlišnom poradí, alebo v upravenom rozsahu. Vzhľadom na globalizáciu má pre pozíciu výrobného podniku rastúci význam práce jeho schopnosť reagovať na prudký rast produktivity vodcovských svetových podnikov, a ten sa stáva podmienkou pre dosiahnutie a udržanie konkurencieschopnosti. Štúdie nových projektov strojárskkej výroby ukazujú, že súčasná doba si vyžaduje využívať nové prístupy vo všetkých etapách jej prípravy a realizácie. Strojné časy jednotlivých operácií sa neustále skracujú hlavne vďaka moderným nástrojom a novým materiálom. Rovnaký pokrok ale zaznamenávajú aj moderné metódy obrábania a s tým súvisiace prípravy výroby. Pri súčasných požiadavkách na neustále zvyšovanie efektivity, kvality a v poslednej dobe aj na ekologickosť produkcie sa k požadovaným cieľom možno prepracovať iba koordinovaným postupom vo výrobe - ako pri voľbe materiálov, spôsobe obrábania, voľbe rezných nástrojov, pracovného prostredia, tak aj pri kontrole procesov a kvality obrobkov.

Najdôležitejšiu etapu spoľahlivosti a efektivity obrábania tvorí výkon výrobného stroja a s tým súvisiace parametre ako materiál nástrojov, rezné prostredie a spôsob obrábania. Producenti obrábacích strojov zameriavajú vývoj na zdokonaľovanie existujúcich obrábacích strojov, so zameraním na všetky faktory vplývajúce na obrábanie, ako kvalita výroby rezných materiálov, geometria nástrojov, nové druhy povlakov. Ich kombinácie a ich vývoj prebieha v úzkej spolupráci s ich užívateľmi.

Pri voľbe rezných podmienok a rezného prostredia vystupujú do popredia aj nové faktory ako ekológia a ochrana zdravia pracovníkov. Preto sa do výroby postupne zavádzajú aj nové metódy chladenia malým alebo minimálnym množstvom chladiva, používanie olejov namiesto emulzií, chladenie plynmi alebo obrábanie na sucho. S kvalitou rezu úzko súvisí aj čo najdokonalejšie upnutie nástroja, ktoré musí zabezpečiť prenos veľkej sily aj pri veľmi vysokých otáčkach s minimálnym obvodovým hádzaním a tlmením vibrácií. Veľký vplyv na efektívnosť obrábania majú aj vedľajšie časy a operácie, ktorým sa venuje čoraz väčšia pozornosť, keďže zvyšovanie efektivity v oblasti rezných parametrov má svoje limity. Jednou z oblastí je vývoj programu a upínanie obrobkov, kde hlavne pri sériových produkciách je snaha o maximálnu automatizáciu úkonov pomocou prípravkov, otočných stolov alebo vyžitím robotizácie.

V modernej strojárskkej výrobe hrá najvýznamnejšiu úlohu počítačmi podporovaná výroba, ktorá už pri vývoji a projektovaní súčiastok pomocou CAD/CAM systémov umožňuje vyberať a tvoriť stratégiu obrábania, vytvárať programy do CNC strojov a optimalizovať ich výkon.

Autori	doc. Ing. Ján Žitňanský, PhD. doc. Ing. Zoltán Záležák, PhD. Ing. Pavel Polák, PhD.
Názov	VÝROBNÉ STROJE A ZARIADENIA
Určené	Pre študentov SPU
Vydavateľ	Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Vydanie	Prvé
Vytlačené	December 2020
Náklad	250 kusov
Počet strán	148
AH-VH	13,54-13,77
Tlač	Vydavateľstvo SPU v Nitre
ISBN 978-80-552-2271-4	Cena 5,10 €

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo vydavateľstve.
Za odbornú náplň vydania zodpovedajú autori.

