

0105 MAŠINE ALATKE

1. Program izvođenja nastave

1.1 Opšte: Ovaj predmet slušaju studenti Profila diplomirani mašinski inženjer za proizvodno mašinstvo u VI i VII semestru sa fondom časova 2+2.

1.2 Program predavanja

1.2.1. VI semestar (2 časa nedeljno)

1. Mašina alatka. Obradni sistem. Tehnološki sistem. Definicije. Osobine. Klasifikacije. Primeri. Postavka predmeta. Opis laboratorije za mašine alatke.
2. Interpretacija mašine alatke kao mašinskog sistema. Funkcionalni podsistemi. Poremećajni podsistemi.
3. Energetski podsistem obradnog sistema za obradu rezanjem. Energetski bilans i određivanje snage mašine alatke za obradu rezanjem.
4. Kinematički podsistem mašine alatke.
5. Određivanje glavnih karakteristika mašine alatke za obradu rezanjem. Primeri struga, glodalice i bušilice.
6. Elektromehanički prenosnici za glavno kretanje. Kombinovani prenosnici za glavno kretanje mašina za obradu rezanjem.
7. Energetski podsistem obradnog sistema za obradu deformisanjem. Energetski bilans i dimenzionisanje akumulatora energije mašina za obradu deformisanjem.
8. Određivanje glavnih karakteristika mašine alatke za obradu deformisanjem. Primeri presa i čekića.
9. Etaloni mašina alatki i obradnih sistema. Ispitivanje mašina alatki i obradnih sistema.
10. Resursi za učenje mašina alatki. Resursi za projektovanje i gradnju mašina alatki. Udžbenici. Priručnici. Podsetnici. Patenti. Multimedijalne baze znanja. Mreže. Modeli. Uzorci. Učila. Edukacioni tehnološki sistemi. Komponente.
11. Istorijat učenja o mašinama alatkama i obradnim sistemima. Istorijat mašina alatki. Enciklopedija mašina alatki i obradnih sistema tradicionalnih koncepcija.
12. Obradni sistemi za obradu velikim brzinama rezanja i deformisanja.
13. Obradni sistemi za nekonvencionalne metode obrade. Obrada elektroerozijom. Obrada laserom. Erozimati.
14. Mašine alatke novih i specifičnih koncepcija. Metodi i mašine za brzu izradu prototipova reljefa. Mašine alatke sa paralelnim mehanizmom. Mašine alatke sa visokom tačnošću, mašine alatke sa visokom proizvodnošću i druge.

1.2.2. VII semestar (2 časa nedeljno)

1. Vođice mašina alatki. Definicije. Klasifikacija. Dimenzionisanje vođica. Primeri vođica.
2. Elektromehanički prenosnici za pomoćna kretanja. Koncepcije. Konstrukcije. Sinteza.
3. Izračunavanja u eksploataciji mašina alatki. Ekvivalencije geometrije reljefa, kinematike mašine alatke za taj reljef i dinamike mašine alatke za tu kinematiku.
4. Noseće strukture mašina alatki. Definicije. Osobine. Klasifikacija. Primeri. Mašine alatke sa paralelnim mehanizmom. Definicije. Osobine. Klasifikacija. Koncepcije. Konstrukcije.
5. Numerički upravljane mašine alatke. Definicije. Osobine. Klasifikacija. Koncepcije. Primeri numerički upravljanih mašina alatki i obradnih sistema. Nadgradnja do tehnološkog sistema.
6. Interpolacija i interpolatori mašina alatki sa numeričkim upravljanjem.
7. Merni i senzorski sistemi numerički upravljanih mašina alatki i obradnih sistema.

8. CAD/CAM interpretacija numerički upravljane mašine alatke. Postprocesori. Sprege radnih stanica i numerički upravljanih mašina alatki.
9. Navigacija numerički upravljane mašine alatke. Tehnološki operativni sistemi numerički upravljanih mašina alatki. Kompenzacije i kalibracije.
10. Agilni tehnološki sistemi. Mrežne strukture tehnoloških sistema. Teletehnologije. Obradni sistemi za teleservis.
11. Nove komponente za obradne sisteme. Translatorni motori. Aktivna elektromagnetna ležišta. Specifična recirkulaciona zavojna vretena. Kotrljajne vođice. Fluidni pogoni. Digitalni pogoni.
12. Formalna sinteza kinematike mašine alatke. Primeri struga i presa dvostrukog i trostrukog dejstva.
13. Oslanjanje mašina alatki. Temelji. Prigušivanja i prigušivači.
14. Modularne i rekonfigurabilne mašine alatke. Inteligentne mašine alatke. Budućnost mašina alatki.

1.3. Program i vrste vežbi

- 1.3.1. **VI semestar** (2 časa nedeljno. Od toga: 1 čas za samostalno rešavanje zadataka, a drugi čas za auditorne i laboratorijske vežbe, kada se izvode dve vežbe u jednoj nedelji). Struktura vežbi u ovom semestru pokazana je u Tablici 1. Realizuje se u 14 termina sa kombinovanim angažovanjem studenata u naznačene tri grupe vežbi.

Tablica 1. Struktura vežbi u VI semestru

| | | | |
|----|-------------------------------|----|--|
| 1. | Auditorna vežba | A1 | Korišćenje raspoloživih resursa za samostalno rešavanje zadataka i za laboratorijske vežbe. Laboratorija za mašine alatke. |
| 2. | Auditorna vežba | A2 | Postavka zadataka za samostalni rad. Uputstva za rad. Primeri. |
| 3. | Laboratorijska vežba | L1 | Prenosnici za glavna kretanja. |
| 4. | Laboratorijska vežba | L2 | Statička krutost obradnog sistema. |
| 5. | Laboratorijska vežba | L3 | Geometrijska i radna tačnost. |
| 6. | Samostalno rešavanje zadataka | Z1 | Z1: Analiza i sinteza glavnog kretanja mašine alatke. Zadaci se formulišu u tekstovima zadataka, koje studenti dobijaju na početku semestra, a uputstva za rad dobijaju i na predavanjima i na auditornim vežbama. Pojedinačni zadaci su: Z1.1: Energetski bilans glavnog kretanja mašine alatke za obradu rezanjem. Z1.2: Kinematika glavnog kretanja mašine alatke za obradu rezanjem. Z1.3 Radne karakteristike glavnog kretanja mašine alatke za obradu rezanjem. Z1.4 Energetski bilans krivajne prese. Z1.5 Energetski bilans frikcione prese. Z1.6: Izrada sklopnog crteža zadanog dela u strukturi glavnog kretanja odabrane mašine. |

Program vežbi u VI semestru:

1. A1: Uvod u vežbe iz ovog predmeta. Pokazivanje radnih mesta i resursa. Rekapitulacija obaveza i metoda rada. Tumačenje elaborata sa vežbi kao literature za ispit.

2. A2: Podela zadataka za samostalno rešavanje. Podela plana i programa laboratorijskih vežbi. Počinjanje samostalnog rada studenata na vežbama u ovom semestru.
3. Z1.1: Sprovođenje procedure za zadatak univerzalnu mašinu alatku.
L1: Uvodni deo na primerima prenosnika struga i bušilice.
4. Z1.1: Završavanje. Izbor motora za glavno kretanje.
L1: Samostalna analiza mehaničkih prenosnika za glavno kretanje.
5. Z1.2: Podešavanje parametara mehaničkog i elektromehaničkog prenosnika.
L1: Samostalna analiza elektromehaničkih prenosnika. Formalizacija izveštaja za L1.
6. Z1.2: Rekapitulacija. Izbor prenosnika. Izrada osnovne dokumentacije o njemu.
L2: Uvodni deo o statičkoj krutosti obradnog sistema. Standardi. Protokoli.
7. Z1.3: Postavka dijagrama u radnoj karakteristici glavnog kretanja mašine za obradu rezanjem. Sprovođenje potrebnih izračunavanja.
L2: Samostalno određivanje statičke krutosti obradnog sistema za obradu struganjem.
8. Z1.3: Crtanje projektnih, raspoloživih i potrebnih radnih karakteristika.
L2: Formalizacija protokola ispitivanja i izveštaja za L2.
9. Z1.4: Sprovođenje procedure za zadatak krivajnu presu i proces na njoj.
L3: Uvodni deo o geometrijskoj i radnoj tačnosti. Postavka vežbe. Standardi. Protokoli.
10. Z1.4: Alternativne procedure za svođenje energetskog bilansa. Kompletiranje dokumenata o bilansu.
L3: Samostalno određivanje geometrijske i radne tačnosti obradnog sistema za obradu struganjem.
11. Z1.5: Sprovođenje procedure za zadatak frikcionu presu i proces na njoj.
L3: Samostalno određivanje geometrijske i radne tačnosti obradnog sistema za obradu glodanjem.
12. Z1.5: Alternativne procedure za svođenje ovog bilansa. Kompletiranje dokumenata o bilansu.
L3: Merenje probnih delova. Izrada protokola ispitivanja. Formalizacija izveštaja za L3.
13. Z1.6: Formulisanje projektnih zahteva. Popis preporuka i standarda. Analiza resursa: komponenta, metoda proračuna, propisa za rad, opreme za konstruisanje i crtanje i drugog. Koncipiranje sklopa.
14. Z1.6: Kompletiranje projekta dobijenog podsklopa. Kompletiranje elaborata sa izveštajima sa laboratorijskih vežbi. Kompletiranje elaborata sa samostalno rešenim zadacima.

1.3.2. **VII semestar** (2 časa nedeljno. Od toga: 1 čas za samostalno rešavanje zadataka, a drugi čas za auditorne i laboratorijske vežbe, kada se izvode dve vežbe u jednoj nedelji). Struktura vežbi u ovom semestru pokazana je u Tablici 2. Realizuje se u 14 termina sa kombinovanim angažovanjem studenata u naznačene tri grupe vežbi.

Tablica 2. Struktura vežbi u VII semestru

| | | | |
|----|--------------------------------|----|---|
| 1. | Auditorna vežba | A3 | Postavka zadataka za samostalni rad. Uputstva za rad. Primeri. |
| 2. | Auditorna vežba | A4 | Programiranje numerički upravljanih mašina alatki. |
| 3. | Laboratorijska vežba | L4 | Konstrukcioni elementi sistema za vođenje. Vođice. |
| 4. | Laboratorijska vežba | L5 | Prenosnici za pomoćna kretanja. |
| 5. | Laboratorijska vežba | L6 | Programiranje numerički upravljanih mašina alatki. CAD/CAM. |
| 6. | Laboratorijska vežba | L7 | Postprocesori. Komunikacije. |
| 7. | Laboratorijska vežba | L8 | Radna tačnost numerički upravljanih mašina alatki. |
| 8. | Samostalno rešavanje zadataka. | Z2 | Z2: Analiza i sinteza pomoćnih kretanja mašine alatke. Zadaci se formulišu u tekstovima zadataka, koje studenti |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>dobijaju na početku semestra, a uputstva za rad dobijaju i na predavanjima i na auditornim vežbama. Pojedinačni zadaci su:</p> <p>Z2.1: Energetski bilans pomoćnih kretanja mašine alatke. Z2.2: Kinematika pomoćnih kretanja mašine alatke. Z2.3: Koncipiranje vođica. Z2.4: Struktura prenosnika za pomoćno kretanje. Izbor komponenata. Z2.5: Oprema numerički upravljane ose. Z2.6: Izrada sklopnog crteža zadatog dela u strukturi pomoćnog kretanja odabrane mašine.</p> |
|--|--|--|

Program vežbi u VII semestru:

1. A3: Podela zadataka za samostalno rešavanje. Podela plana i programa laboratorijskih vežbi. Počinjanje samostalnog rada studenata na vežbama u ovom semestru.
2. Z2.1: Sprovođenje procedure za zadatu mašinu alatku.
L4: Uvodni deo na primerima vođica raznih mašina alatki. Oprema sistema za vođenje.
3. Z2.1: Završavanje. Kompletiranje projektnih zahteva za energetski bilans.
L4: Samostalna analiza sistema za vođenje. Formalizacija izveštaja za L4.
4. Z2.2: Podešavanje parametara elektromehaničkog prenosnika za pomoćno kretanje.
L5: Uvodni deo na primerima prenosnika za pomoćno kretanje. Poseban osvrt na prenosnike za pomoćna kretanja numerički upravljanih mašina alatki.
5. Z2.2: Završavanje. Kompletiranje projektnih zahteva za kinematiku prenosnika.
L5: Samostalna analiza odabranih prenosnika za pomoćno kretanje. Formalizacija izveštaja za L5.
6. Z2.3: Izbor koncepcije vođice. Postavka metoda potrebnih proračuna. Postavljanje projektnih zahteva za sistem za vođenje.
7. Z2.3: Proračun vođice. Skiciranje proračunatog rešenja. Završna dorada sklopa.
8. A4: Programiranje numerički upravljanih mašina alatki. Davanje uputstva za laboratorijske vežbe L6 i L7.
9. Z2.4: Postavka i primena metoda izbora komponenata prenosnika po osnovu pozicioniranja i interpolacije: motora, delova aktuatora i sprege sa vođicom.
L6: Ručno programiranje struga i obradnog centra. Izrada dela. Priprema za korišćenje programskog jezika za programiranje.
10. Z2.4: Završavanje. Skiciranje Proračunatog rešenja. Završna dorada sklopa.
L6: Programiranje struga i obradnog centra pomoću programskog jezika. Izrada dela. Početak korišćenja CAD/CAM sistema za zadati deo i mašinu.
11. Z2.5: Specifične komponente jedne ose: merni sistem, regulator, oprema za navigaciju i drugo.
L6: Programiranje struga ili glodalice pomoću CAD/CAM sistema. Izrada dela. Formalizacija izveštaja za L6.
12. Z2.5: Izbor komponenata. Izrada specifikacije i kompletiranje ose.
L7: Analiza radnih mesta za L6 po osnovu postprocesora i komunikacija radnih stanica i mašina alatki. Generisanje postprocesora. Formalizacija izveštaja za L7.
13. Z2.6: Formulisanje projektnih zahteva. Popis preporuka i standarda. Analiza resursa: komponenata, metoda proračuna, propisa za rad, opreme za konstruisanje i crtanje i drugog. Koncipiranje sklopa.
L8: Uvodni deo o detaljima radne tačnosti numerički upravljanih mašina alatki. Preporuke i standardi. Izbor mašine i probnog dela. Izrada programa za probni deo.

14.Z2.6: Kompletiranje projekta dobijenog podsklopa. Kompletiranje elaborata sa samostalno rešenim zadacima.

L8: Samostalno dovršavanje programa za probni deo. Izrada probnog dela. Delimično merenje probnog dela. Izrada protokola ispitivanja. Formalizacija izveštaja za L8. Kompletiranje elaborata sa izveštajima sa laboratorijskih vežbi.

Struktura časova vežbanja

| Vrste vežbi | Broj studenata u nastavnoj grupi | Nedeljno časova po nastavnoj grupi u odgovarajućem semestru | |
|-------------------------------|----------------------------------|---|-------|
| | | VI | VII |
| Auditorne vežbe | 60 | 4/14 | 4/14 |
| Laboratorijske vežbe | 10 | 10/14 | 10/14 |
| Samostalno rešavanje zadataka | 10 | 1 | 1 |
| | Σ | 2 | 2 |

2. Ispit

2.1. Uslovi za sticanje prava za polaganje ispita

- Redovno pohađanje nastave (predavanja i svih vidova vežbi).
- Potpis u indeksu.
- Overeni semestri u kojima je slušan predmet Mašine alatke.
- Odbranjeni izveštaji sa laboratorijskih vežbi.
- Pozitivno ocenjeni samostalni zadaci.
- Prijavljen ispit.
- Prethodno položen ispit iz Tehnologije mašinogradnje (0101).

2.2. Način polaganja ispita (p + u)

- Pismeni ispit. Radi se samostalno sa korišćenjem literature. Literaturu čine i izveštaji sa laboratorijskih vežbi i elaborat sa samostalno rešenim zadacima, koji se studentima vraćaju posle overe. Teme za zadatke studenti dobijaju za vreme trajanja predavanja i vežbanja u tekućem semestru. Ovaj deo ispita je eliminatoran.
- Usmeni ispit. Sva pitanja za ovaj ispit studenti dobijaju na kraju semestra u kome su ona obrađena.

3. Literatura

3.1. Osnovni udžbenik:

- Mašine alatke. U Pripremi. Biće završen u 2000. godini.
Do tada se koristi postojeći udžbenik: V. R. Milačić, Mašine alatke I, Sistem analiza, Mašinski fakultet, Beograd, 1991.

3.2. Pomoćni udžbenici:

- Mašine alatke. Priručnik. U pripremi. Biće završen do kraja 1999. godine.
- Mašine alatke sa paralelnom kinematikom. U pripremi. Biće završen do kraja 1999. godine.

Očekuje se da će studenti i dalje koristiti i ovaj pomoćni udžbenik: M. J. Kalajdžić i grupa autora, Tehnologija obrade rezanjem, Priručnik, Mašinski fakultet, Beograd, 1998.

3.3. Dopunska literatura:

- V. R. Milačić, Mašine alatke II, Statička krutost, Dinamika, Eksploatacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1990.

- M. Weck, Werkzeugmaschinen, Band 1, 2, 3, 4, VDI Verlag, Duesseldorf, 1995.
- H. K. Toenshoff, Werkzeugmaschinen, Grundlagen, Springer Verlag, 1995.
- J. Milberg, Werkzeugmaschinen, Grundlagen, Springer Verlag, 1995.