

**Tézy súčastí štátnych skúšok – II. stupeň**  
**študijný program Počítačová podpora návrhu a výroby**  
**- modul počítačová podpora návrhu a výroby**

**I. súčasť štátnych skúšok: Ateliér počítačovej podpory návrhu a výroby**

1. Systémový pohľad na „návrh – výrobu – rozmerovú kontrolu“ tvarov. Simultánne inžinierstvo (Simultaneous Engineering (SE) / Concurrent Engineering (CE)). Sequential Engineering versus Concurrent Engineering. Koncepty CE. Design for Manufacturing. Design for Subtractive Manufacturing. Design for Additive Manufacturing. Design for ... .
2. Tvar obrobku. Klasifikácia tvarov v obrábaní. Metódy výroby tvarov: (odoberaním materiálu - subtraktívne metódy {konvenčné, nekonvenčné}; pridávaním materiálu - aditívne metódy (klasifikácia podľa normy); premiestňovaním materiálu; ďalšie metódy). Súvislosti s tvarom obrobku a metódami výroby.
3. Postupy návrhu a výroby tvarovo zložitých tvarov v ére bez počítačom podporovaných (CA) technológií a v ére CA technológií. Stroje a nástroje na výrobu tvarovo zložitých tvarov (pantografické frézovačky, redukčné stroje, ... ). Postupy návrhu a výroby nástrojov na razeň mincí a pamätných medailí. Postupy návrhu a výroby nástrojov na výrobu karosárskych dielov automobilov.
4. Teória štruktúr obrábacích strojov. Kinematické štruktúry obrábacích strojov (sériové, paralelné a hybridné kinematické štruktúry obrábacích strojov {ich klasifikácie, ich výhody a nevýhody, ich tvarotvorné možnosti, modularita, singularita, atď.}).
5. Voľba štruktúry stroja a voľba nástroja pre daný tvar obrobku. Výber vhodného stroja a nástroja pre daný tvar obrobku.
6. Výroba a renovácia nástrojov. Výrobné technológie, ktoré potrebujú navrhnuť a vyrobiť nástroj. Materiály pre rezné nástroje, zápusky a vstrekovacie formy. Technológia výroby rezných nástrojov a foriem. Technológie renovácií nástrojov. Rektifikácia rezných nástrojov.
7. Meranie a kontrola nástrojov. Spôsoby merania rezných nástrojov a foriem. Kontaktné spôsoby merania a kontroly nástrojov. Bezkontaktné spôsoby merania a kontroly nástrojov.
8. Navrhovanie prípravkov v strojárkej výrobe. Definícia a rozdelenie prípravkov. Voľba základní pre upínanie, ustavenie a upnutie súčiastky. Rozdelenie a použitie upínacích prvkov.
9. Prípravky pre robotizované pracoviská. Navrhovanie a využitie prípravkov pre rôzne operácie s využitím pre robotizované pracoviská. Automatizované navrhovanie prípravkov a využitie tvorivého dizajnu pri návrhu prípravkov.
10. Automatizácia obrábacích strojov. Prostriedky automatizácie obrábacích strojov v etapách výroby. Prvky automatizácie obrábacieho stroja.

11. Aditívna výroba, Rapid Prototyping a Rapid Tooling, metódy, zariadenia, FDM proces, princípy, Design for Additive Manufacturing (DfAM), materiály, CAE pre aditívnu výrobu, názvoslovie, pojmy, Postprocessing. 3D tlač kovov a kompozitných materiálov.
12. Reverzné inžinierstvo. Získavanie údajov fyzických model, 3D optické skenovanie, priemyselná počítačová tomografia.
13. Generatívne navrhovanie súčiastok, postup, vstupné údaje, rozdelenie metód získavania údajov.
14. Reverzné geometrické modelovanie. Postup rekonštrukcie polygonálneho modelu v CAD, neutrálne formáty, STL formát, CARE. Princípy a funkcie reverzného geometrického modelovania.

## **II. súčasť štátnych skúšok: Modelovanie a simulácia výrobných technológií**

1. Model, simulácia, význam a etapy modelovania a simulácie, pojmový model a počítačový model, typy simulácií, základný princíp simulácie, metódy počítačovej simulácie, všeobecný kybernetický systém (prvky, väzby, systém so štruktúrou, čierna skrinka, rozdelenie systémov). Prvky a väzby procesu rezania. Fyzikálne a matematické modelovanie, klasifikácia matematických modelov.
2. Systémy so Spojitým správaním. Modelovanie Spojitých systémov. Príkla systému s tlmením.
3. Systémy so Stochastickým správaním. Modelovanie náhodných javov. Generovanie náhodných čísiel.
4. Modelovanie systémov opísaných parciálnymi diferenciálnymi rovnicami. Prevod opisu spojitého systému na diskretný. Prevod opisu nelineárneho systému na lineárny. Numerické metódy riešenia diferenciálnych rovníc (Eulerova metóda, Metódy typu Runge-Kutta).
5. FEM softvéry: Rozdelenie, kritériá pre výber FEM softvéru. Hlavné časti FEM softvéru. Požiadavky na FE-simuláciu rezania a rezný proces v porovnaní s inými procesmi. Podstata riešenia úlohy pomocou MKP (FEM). Tvorba a funkcia 2D FEM simulačného modelu ortogonálneho rezania.
6. Modely procesu rezania – štatistické modely, simulačné modely, všeobecné zásady zostrojenia simulačného modelu, základný simulačný model procesu rezania.
7. Postupnosť krokov pre vykonanie simulácie (typ simulácie, kontakty, zaťaženie, obmedzenia, sieť, materiál). Sieťovanie: úprava siete, presieťovanie vo FEM softvéroch, vplyv veľkosti siete v problematických miestach.
8. Okrajové podmienky objektu „rezný klin – obrobok“ pre 2D FEM rezný model. Podmienky objektov (trenie, prenos tepla, stupne voľnosti).
9. Materiálové modely využívané FEM pri rezaní kovov (Usui et al., Oxley, Johnson-Cook, Zerillô-Amstrong).
10. Model trenia pre FE simuláciu pri rezaní - tepelné zaťaženie obrobku a nástroja, deformácia obrobku a kontaktná zóna nástroja, mechanické napätia a kontaktná zóna

nástroja (Oxley and Hatton, Coulombov model trenia). Modely trenia pri rezaní kovov (Coulomb, Zorev, Usui, Childs, Iwata et al., Sekhon and Chenot, Yang and Li).

11. Kritériá oddelenia triesky vo FEM softvéri. Geometrické a fyzikálne kritérium. Modely Oddelenia triesky (Nodal distance, Equivalent plastic strain, Energy density, Tensile plastic work, Brozzo et al., Oskada et al., Stress index, Maximum principal stress, Toughness, Rice and Tracey, Obikawa).
12. Modelovanie drsnosti obrobeného povrchu. Geometrický prístup k výpočtu drsnosti. Fyzikálne príčiny vzniku drsnosti obrobeného povrchu. Modely reznej hrany. Model vzájomnej polohy a pohybov. Model profilu obrobeného povrchu. Hypotetický simulačný model vzniku obrobenej plochy a drsnosti povrchu.
13. Modelovanie opotrebenia (rovnice trvanlivosti, empirické modely opotrebenia, fyzikálne modely opotrebenia). Modelovanie opotrebenia rezného nástroja.
14. Simulačné programy určené pre plošné a objemové tvárnenie. Fázy numerickej simulácie procesov tvárnenia, výsledky postprocessingu pri simulácii procesov tvárnenia.
15. Príprava dát (preprocessing) pre modelovanie a simuláciu procesov plošného tvárnenia, objemového tvárnenia za tepla a objemového tvárnenia za studena.
16. Zákony tvárnenia, ich aplikácia pri modelovaní procesov tvárnenia. Elastická a plastická deformácia. Podmienky plasticity v teórii tvárnenia.
17. Modely prvkov SPID – model stroja, model prípravku, model polotovaru, obrobku, vlastnosti plôch obrobku, model rezného klina a reznej hrany, model vzájomnej polohy a pohybov.
18. Technologický postup – model technologického postupu, elementárna operácia, technologický postup ako systém elementárnych operácií (úplnosť, jednoznačnosť, usporiadanosť), skupinová technológia a využitie pri tvorbe technologických postupov, generatívny prístup tvorby technologických postupov. Vektory obrábania – technologické operátory, množina vyrobiteľných plôch.
19. Aplikčné možnosti počítačovej simulácie v montáži. Metódy projektovania montážnych pracovísk a systémov.
20. Vývoj a vlastnosti simulačných softvérov využiteľných v montážnom procese. Špeciálne programy a nástroje (DFA) v montážnom procese.