

ZÁRÓVIZSGA TÉMAKÖRÖK

SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS

ADDITÍV GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI SZAKEMBER/SZAKMÉRNÖK

2025. november

Visszavonásig érvényes.

Additív gyártástechnológiai szakember/szakmérnök

Záróvizsga tételsor

Anyagtechnológia

1. Ismertesse a hőre lágyuló és a hőre keményedő műanyagok főbb jellemzőit!

- Hőre lágyuló anyagok további csoportosítása, fizikai állapotai, főbb tulajdonságai, termomechanikai görbék, viszkozitás.
- Hőre keményedő anyagok további csoportosítása, viszkozitás és kondenzáció kapcsolata, alakos termékek és kompozitok előállítási technológiái.

2. A polimerizációs reakciók rövid jellemzése és összehasonlításuk, kopolimerizáció ismertetése.

- A láncpolimerizáció típusai, jellemzői, bemutatása egy példa segítségével.
- A lépcsős polimerizáció típusai, jellemzői, bemutatása egy példa segítségével.
- A kopolimerizáció típusainak rövid bemutatása egyszerűsített ábra segítségével.

3. A makromolekulák jellegzetességeinek ismertetése: láncszerkezet, térszerkezet, molekulatömeg, intermolekuláris kölcsönhatások!

- Szénláncú-, heteroláncú polimerek rövid jellemzése.
- Lineáris, elágazott, és térhálós polimerek rövid jellemzése.
- A móltömeg és móltömegeloszlás befolyásoló hatása a feldolgozástechnológiákra.
- Oldalcsoportok elhelyezkedése és térbeli irányuk hatása a kristályosodásra és a

szilárdságra.

- A másodlagos kötések fontossága a polimerekben.

4. Ismertesse a polimerek szakítóvizsgálatát!

- Szakító vizsgálat célja, elve.
- Különböző típusú polimerek szakítódiagramja.
- Meghatározható anyagi jellemzők, nevezetes pontok.

5. Mutassa be Charpy-féle ütve-hajlító vizsgálatot!

- Vizsgálat célja.
- Vizsgálat elve, elvi vázlata.

2

6. Ismertesse kúszás és feszültségrelaxáció jelenségét!

- Leírás, feszültség és alakváltozás ábrázolása az idő függvényében.
- Mi az a TTS és mire lehet használni?

7. Mutassa be DSC vizsgálatot!

- Célja, elve, elvi vázlat, vizsgálati módok körülmények.
- Általános DSC görbe.
- Alkalmazási területek.

8. Mutassa be TG vizsgálatot!

- Célja, elve, elvi vázlat, vizsgálati módok körülmények.
- Általános TG görbe.
- Alkalmazási területek.

9. A polimerek deformáció komponensei és a mechanikai modellek ismertetése.

- A pillanatnyi rugalmas-, a késleltetett rugalmas-, és a maradó deformáció jellemzői, feszültség-nyúlás diagramon való ábrázolásuk.
- Mechanikai modellek ismertetése, a kapcsolási lehetőségek és a velük ábrázolható deformációk bemutatása.

10. Ismertesse az anizotrópia jelenségét!

- Ismertesse az anizotrópia hatását az anyagok szilárdsági tulajdonságaira!
- Határozza meg, hogyan hat az anizotrópia az anyagok alakíthatóságára!
- Ismertesse, hogyan határozható meg egy anyag anizotrópiája szakítóvizsgálattal!

3

Additív technológiák

1. Mutassa be az additív gyártási folyamatot!

- gyártási folyamat főbb lépései és azok sorrendje
- additív technológiák bemenő és kimenő paraméterei
- jellemző hibák, kísérő jelenségek és megelőzésük
- gyártási normaidő meghatározása

- költség tényezők és kalkulációs módszerek
2. Helyezze el az additív gyártást a korszerű gyártástechnológiák között!
- gyártástechnológiai főcsoportok jellemzése: formaadó, szubtraktív, additív
 - additív gyártás fogalma és jellemző működési elve
 - előnyei és hátrányai más technológiákhoz képest
 - alkalmazási területei a modern iparban
3. Ismertesse az additív gyártástechnológiai főcsoportokat!
- írjon példát az egyes technológiákra (eljárásokra)
 - mutassa be a technológiákban alkalmazott energiaforrásokat
 - sorolja fel a lehetséges additív gyártási alapanyagokat
4. Jellemezze a digitális prototípusok fájlformátumait az additív gyártásban!
- gyakori fájlformátumok jellemzése: STEP, STL, OBJ, AMF
 - tesszaláció folyamata, fájlkonverziók és lehetséges hibajelenségek
 - fájlformátumok hatása a szeletelési folyamatra és a gyártási minőségre
 - szoftveres ellenőrzési és javítási lehetőségek
5. Mutassa be az extrúzió folyamatát!
- extrúder alapgép felépítése, jellemző termékei, beállítható paraméterek
 - extrúder zónák bemutatása hőmérséklet és nyomás szempontjából
 - extrúziós gyártósor ábrázolása

6. Mutassa be az additív gyártásra optimalizált tervezés alapelveit!

- DfAM módszer fogalma, jelentősége, fő alapelvei
- DfAM tervezési irányelvek az egyes additív technológiákhoz
- egy konkrét gyakorlati példa ismertetése

7. Ismertesse a 3D nyomtatók felépítését és a jellemző meghibásodásokat!

- FFF, DLP, SLA, SLS berendezések főbb szerkezeti egységei
- jellemző meghibásodások és azok okai az egyes technológiáknál
- prediktív karbantartás célja és módszerei

8. Jellemezze az egyes additív technológiák utókezelési folyamatait!

- tisztítás (alkoholos, ultrahangos)
- felületkezelés (csiszolás, polírozás, homokfúvás, vegyi simítás)
- festés, lakkozás
- ragasztás, hegesztés

9. Mutassa be a konkurens termékfejlesztés folyamatát!

- konkurens termékfejlesztés alapelvei, megvalósításához szükséges elemek
- „Reverse Engineering” tervezés folyamata és lépései
- 3D szkennelési eljárások jellemzése és csoportosítása
- optikai és tapintós mérőgépek összehasonlítása
- lézer és strukturált fényes szkennelési eljárások bemutatása
- háromszögelés elve
- Time of Flight

10. Ismertesse az additív gyártásban alkalmazott szimulációs lehetőségeket!

- szimulációs programok felépítése és működése
- végeelem módszer alapjai, jellemzése
- legfontosabb bemeneti paraméterek
- eredmények kiértékelése

5

Irodalomjegyzék

Tankönyvek, linkek:

- [1] Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata - Az additív technológiák terméktervezési és technológiai sajátosságai
- [2] Magyar Mérnöki Kamara Kiadványsorozata - Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben
- [3] Ben Redwood, Filemon Schöffner, Brian Garret: The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications 2017 ISBN: 9082748509, 9789082748505
- [4] I. Gibson I D. W. Rosen I B. Stucker: Additive Manufacturing Technologies Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing 2010 ISBN: 978-1-4419-1119-3
- [5] Kátai L.: CAD TANKÖNYV, Typotex Kiadó, 2012, Budapest, ISBN 978-963-279-534-8
- [6] Kodácsy, J: Gépgyártás. Kecskemét 2010. H-395.
- [7] Czvikovszky Tibor, Nagy Péter, Gaál János: A polimertechnika alapjai. Kempelen Farkas Hallgatói Információs Központ, Budapest, 2007. ISBN 963 420 855 X
- [8] Pukánszky Béla, Móczó János: Műanyagok, Egyetemi tananyag, Typotex kiadó, 2011.
- [9] Gary C. Confalone; John Smits; Thomas Kinnare, 3D Scanning for Advanced

Manufacturing, Design, and Construction 2023 ISBN 1119758513

[10] Kent Lawrence: Ansys Tutorial Release 2020 ISBN: 978-1630573942

[11] ISO/ASTM 52900:2015 – Additive manufacturing, General principles

[12] http://www.pt.bme.hu/segedletek/a1_szakitas_v402.pdf

[13] http://www.pt.bme.hu/segedletek/a2_hajlitas_v13.pdf

[14] https://www.att.bme.hu/neptuncode/BMEGEMTNG11/segedletek/Dinamikus%20mechanikai%20tulajdons%C3%A1gok_seg%C3%A9dlet%20%C3%A9s%20jkv.pdf

[15] https://mys.mapyourshow.com/mys_shared/imtsspark/handouts/Tim_Simpson.pdf

[16] https://am-hub.dk/wp-content/uploads/2022/10/DfAM-cases_compressed.pdf

[17] https://www.e3dplusvet.eu/wp-content/uploads/2020/05/O4-A1_3DP-Post-Processing.pdf

Jegyzetek:

[1] 3D nyomtatott termékek tervezése – előadás anyagok

[2] 3D nyomtatók kezelése – előadás anyagok

[3] Additív technológiák I-II – előadás anyagok

[4] Additív gyártástervezés – előadás anyagok

[5] Extrúzió és extrúzión alapuló technológiák – előadás anyagok

[6] Kötéstechnológiák – előadás anyagok

[7] Nyomtatott termékek szimulációja – előadás anyagok

[8] Reverse Engineering – előadás anyagok