



**MISKOLCI EGYETEM**  
**Műszaki Anyagtudományi Kar**  
**Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák**  
**Doktori Iskola**



# Hideg képlékenyalakító eljárások

Dr. Kovács Sándor

**TANTÁRGYLEÍRÁS**

2016.

Szerző: Dr. Kovács Sándor

# Hideg képlékenyalakító eljárások

Dr. Kovács Sándor

## Tantárgy jegyzője

Dr. Kovács Sándor, egyetemi adjunktus, Fémteni Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet.

szoba: B1 1 em. 107. mail: [femkovac@uni-miskolc.hu](mailto:femkovac@uni-miskolc.hu), tel: 1538, <http://www.matsci.uni-miskolc.hu/kovacss.htm>

## Tantárgy célcsoportja

A tárgy minden a Kerpely doktori iskola, de különösen a Fémek képlékenyalakítása, Fémten, hőkezelés, és az Öntészet tématerület hallgatójának ajánlott.

## Tantárgy nyelve

Magyar vagy angol.

## Tantárgy célja

Fémek hideg képlékeny alakító technológiai folyamatainak tárgyalása. Az egyes hidegalakító eljárások és technológiák részletes bemutatása. Az technológia folyamatok tervezéshez szükséges ismeretek elsajátítása, mind a terhelés, energiaszükséglet, illetve egyéb költségtényezők mind a termékminőség oldaláról. Empirikus és elméleti háttér megszerzése a hidegalakító technológiai folyamatok működésének globális áttekinthetőségének érdekében.

## Tantárgy módszertana

Nagyobb létszám esetén kontaktóra keretében kerül a tananyag előadásra. 1-2 fő esetén egyénre szabottan a következő módon: A tananyag 3 részre van bontva, amelyhez tartozó témák címszavait és irodalmait megkapják a hallgatók. Az egyes csoportokhoz kérdések is tartoznak. Találkozunk 3 alkalommal, amikor az egyes tananyagrészek elsajátítása közben a kérdésekre adott válaszokat ellenőrzése történik, valamint a hallgató részéről felmerült kérdések megtárgyalására kerül sor.

## Tantárgy tematikája

### **1. Témakör**

**Hideghengerlési technológiai folyamatok.** Lapos termékek hideghengerlési technológiájának lépései. Az előkészítési és kikészítési részfolyamat lépései. Hideghengerművek gépi berendezései. Különleges acélminőségek hengerlése, táblalemez hideghengerlése. Sebességi és feszültség viszonyok a hengerrésben. Hengerlési erő, a hengerlés teljesítmény- és nyomatékszükséglete. Hengerrés geometriai viszonyai. Hőmérsékleti viszonyok. A hengerelt szalag vastagsága.

### **Ellenőrző kérdések:**

1. Sorolja fel a hideghengerlést szükségessé tevő okokat, ugyanakkor mutassa be a meleghengerléssel szembeni hátrányokat. Sorolja fel a hidegen hengerelt termékek felhasználási területeit.

2. *Mutassa be a hideghengerlés folyamatát (törzsfa). A kiinduló és kész termékek előállítására és csoportosítására. Szalagszélesség szempontjából jellemezze a folyamatot.*
3. *Részletezze a pácolás célját és műveletét. Milyen közegeket használnak és mi az időszükséglete az egyes pácolási technológiáknak? Mutassa be a pácoló berendezéseket.*
4. *Mutassa be a szalaghengerlési folyamatot szalagszélesség és fajlagos tekercstömeg szempontjából. Hengersor felépítése. Szűrőszám illetve a szűrőnkénti fogyás meghatározásának elve.*
5. *Mutassa be a táblalemez hideghengerlésének technológiai folyamatát. Részletezze a különleges acélminőségek szemben támasztott minőségi követelményeket, és ezáltal a hengerlésükre vonatkozó feltételrendszert.*
6. *Sebesség viszonyok bemutatása, neutrális sík. Feszültségviszonyok bemutatása, alakítási ellenállás. Szalagfeszítő Sűrűségi feszültség eloszlása.*
7. *Prezentálja a befogási feltételt. Szalagfeszítés nélkül alkalmazható maximális fogyás. Szalag-feszítőerőre vonatkozó korlátozó feltételek. Szalag-feszítőerő hatása az alakítási ellenállásra.*
8. *Mutassa be a hőmérsékleti viszonyokat a szalagban. Hőmérsékleteloszlás a hengertestben. Hődomborítás.*
9. *Hengerrés-geometria torzulásainak bemutatása. Hengerbelapulás, alakhibák, kifekvéses hibák, hullámosság bemutatása. Kardosodás jelensége és oka. Sorolja fel és mutassa be a hengerrés alakját korrigáló megoldásokat.*
10. *Hengerlési erő számításának bemutatása. Hengerlési nyomaték- és teljesítmény számítása. A hengerelt vastagság tényleges értéke. Minimális szalagvastagság. Vastagságszabályozó rendszerek bemutatása.*

## **2.Témakör**

### **Húzás és sajtolás.**

Hideg folytatás-zömítés valamint huzal-, rúdhúzás technológiai folyamata.

Alakváltozás és anyagáramlás. A húzási és sajtolási technológiák erőszükséglete. Hőmérsékleti viszonyai. Kiinduló alapanyagok, előkészítési és kikészítési technológiai folyamatok. Kenési viszonyok. A húzási és sajtolási technológiák gépi berendezései. Húzástechnológia tervezés, munkapont választása. A tervezés befolyásoló korlátozó tényezők húzás és sajtolás esetén.

### **Ellenőrző kérdések:**

1. Melyek a hideg folytatási-zömítési alpműveletek? Mutassa be őket vázlatok segítségével. Kiegészítő műveletek.
2. Zömítő-sajtók típusainak bemutatása. Prezentálja az egyműveletes illetve a többműveletes folyató-zömítő berendezéseket. Mutassa be az jellemző ciklusábrákat.
3. Mutassa be az folyató-zömítő eljárások előkészítő műveleteinek (hőkezelés, felületi kezelés, darabolás) eljárásait és berendezéseit.
4. Végezze el a zömítés kinematikai és statikai elemzését.
5. Ismertesse a hidegzömítés és fejezés technológia-tervezésének alakíthatósági, alak- és anyagi korlátait. Mutassa be a korlátok figyelembevételével történt optimum-számításokat. Korlátok átlépésének technológiai lehetőségeinek bemutatása.
6. Ismertesse a huzal és rúdhúzás gépi berendezéseit. Határozza meg a huzal és rúdhúzás közti különbségeket. Mutassa be a húzószerszámokat és azok kialakítását.
7. Ismertesse a huzal- és rúdhúzás előkészítő- és kikészítő műveleteit, kiinduló alapanyagait. Mutassa be a kenési viszonyokat és lehetőségeket illetve a kenőanyagokat különböző anyagminőségű huzalok és rudak húzása esetén.
8. Ismertesse a kúpos csatornában történő anyagáramlás kinematikai és statikai elemzését átlagfeszültség és energetikai módszer segítségével. Értelmezze a szálhajlító erőt a két modellben, az esetlegesen szükséges módosításokat ennek megfelelően végezze el a két modellben.

9. Mutassa be a melegfejlődést és hőmérséklet-növekedést huzal- és rúdhúzáskor a huzal/rúdban, a kenőanyagban és a húzószerszámban. Ismertesse a húzószerszám kopásának okait és folyamatát.
10. Ismertesse a redukálást illetve a huzal/rúdhúzás technológia tervezésének korlátozó tényezőit alakíthatósági, huzalszakadási szempontból. Ismertesse a hőmérsékleti korlátokat mind a kenőanyag, mind a húzószerszám, mind a rúd/huzal szempontjából.

### **3.Témakör**

#### **Lemezalakító eljárások.**

Lemezalakítást befolyásoló jellemző anyagtulajdonságok: alakítási szilárdság, anizotrópia, stabil alakváltozás, alakíthatóság, síkkifejvés. Lemezegyengetési technológiai eljárások. Lemezvágás elméleti alapjai. Lemezvágási technológiák. Lemezhajlítás elméleti alapjai. Lemezhajlítási technológiai eljárások. Lemezek mélyhúzásának elméleti alapjai. Mélyhúzási technológiai eljárások. Nyújtvahúzás.

#### **Ellenőrző kérdések:**

1. *Definiálja a lemez fogalmát. Ismertesse az anizotrópia jelentését, és mérőszámait. Értelmezze a Lankford számot a Hill-féle folyástörvénnyel összefüggésben. Lankford szám és Hill-féle anyagtörvény konstansainak kimérése. Fülesedés.*
2. *Definiálja az instabil alakváltozás fogalmát. Értelmezze a stabil alakváltozás határát a Nádai-féle alakítási szilárdság függvénnyel, kapcsolat a keményedési kitevővel. Értelmezze a Lillet-féle diagramot.*
3. *Lemezek alakíthatósága. Ismertesse az alakítási határdiagramot. Milyen mérési eljárásokkal mérhető ki ez a határdiagram? Részletezze az eljárásokat.*
4. *Milyen lemezalakítási problémákat okozhat a határozott folyáshatár megléte? Milyen eljárás segítségével tüntethető el ez a probléma? Ismertesse a nem megfelelő síkkifejvés által okozott problémákat lemezalakításkor. Milyen technológiai eljárások segítségével tüntethető el ez a probléma? Ismertesse részletesen.*
5. *Csoportosítsa a vágási eljárásokat a berendezés illetve vágott termék alapján. Definiálja a teríték fogalmát. Mit nevezünk darabolásnak, kivágásnak, lyukasztásnak, bevágásnak, kicsípésnek? Elemesse a vágási folyamatot. Vágórés, maximális erő. Jellemző erő-elmozdulás diagram elemzése.*
6. *Jellemezze a vágott felület minőségét. Vágási folyamat hatására létrejövő zónák a vágott felületen. Ideális vágási felület. Mutassa be a vágott felületen fellépő képlékeny alakhibát és a felszakadozást. Határozza meg és mutassa be a javításának lehetőségeit optimalizálással illetve egyéb technológiai eszközökkel.*
7. *Végezze el a lemezhajlítás technológiai folyamat kinematikai és statikai elemzését. Vezesse le a hajlítás nyomás és erőszükségletét. A visszarúgózás számítása.*
8. *Mutassa be a lemezhajlítás folyamatát élhajlító sajtón, sajtón és görgős hajlítósoron. Mutassa be a hajlítással történő csőgyártást valamint a zárt idomok hegesztésének folyamatát.*
9. *Mutassa be a mélyhúzási művelet alapelvét, majd ehhez kapcsolódóan végezze el forgástest alakú lemezre vonatkozó statikai elemzést (húzófeszültség, egyenértékű alakváltozás) a húzógyűrűn történő hajlítás és kötél súrlódás figyelembevételével.*
10. *Végezze el forgástest alakú lemezre vonatkozó statikai elemzést egyszerűsített esetben. Definiálja a mélyhúzás erőszükségletének a feltételét. Mutassa be a mélyhúzott csésze falvastagság-változásának becslését.*

#### **Tantárgyhoz kapcsolódó irodalmak**

1. Kiss Ervin: Képlékenyalakítás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987
2. Ziaja György: Alakítástechnika, Előadásjegyzet, Budapest, BME, 2004

3. John A. Schey: Introduction to Manufacturing Processes, McGraw Hill, Boston, 2000
4. Heinz Tschaetsch: Metal Forming Practise, Springer, New York, 2006
5. Kurt Lange , Handbook of metal forming, McGraw Hill, 1985
6. Schuler: Metal Forming Handbook, Springer, New York, 1998

## Tantárgy teljesítése, számonkérés

Az ellenőrző kérdésekre adott helyes válaszokat követően szóbeli vizsga.

## Tantárgyhoz kapcsolódó komplex vizsgakérdések

1. Hideghengerlési technológia bemutatása:
  - a. előnyei & hátrányai ,folyamata (kikészítés és előkészítés is),berendezések & hengerek,kiinduló-anyagok & termékek (felhasználási területek),kenés & hűtés
2. Hideghengerlési alakítási zónájában fellépő viszonyok mechanikai leírása. Hőmérsékleti viszonyok a hengerben és a lapos termékben. Technológiatervezési korlátok. optimalizációs célfüggvények.
3. Folyatószerű technológiák bemutatása:
  - a. típusai,előnyei & hátrányai, folyamata (kikészítés és előkészítés is
  - b. gépi berendezések,kiinduló-anyagok & termékek (felhasználási területek)
  - c. kenés & hűtés,lépésterv készítés alapelvei
4. Huzalhúzási technológia alakítási zónájában fellépő viszonyok mechanikai leírása. Hőmérsékleti viszonyok a huzalban és a húzószerszámban. Technológiatervezési korlátok. Több lépéses huzalhúzási technológia komplex optimalizációja.
5. Lemezalkító technológiák bemutatása (eljárások, működési elv, gépi berendezések, kenés, alapanyag): lemezegyengetés, vágás, lemezhajlítás, mélyhúzás, nyújtva-húzás