

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság

Magyar nyelvű szakelőadások a 2000-2001-es tanévben

**Kolozsvári Műszaki Egyetem
Gépészmérnöki Kar**

Kolozsvár, 2001

Támogató

Apáczai Közalapítvány - Budapest

Lektor

dr. Csibi Vencel - egyetemi professzor

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Mechanika Tanszék

Szerzők

dr. Antal Béla

dr. Bicsak Jenő

dr. Csibi Vencel

dr. Kerekes László

Kiadó

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság

Nyomdai előkészítés

Technorex Kft. - Kolozsvár

Nyomtatás

Incitato Nyomda - Kolozsvár

Tartalomjegyzék

dr. Antal Béla

Géprajzi alapismeretek. Szabványok alkalmazása a géprajzok elkészítésénél

dr. Antal Béla

Szerkesztések és ábrázolások a műszaki rajzokon

dr. Antal Béla

Gépelemek ábrázolása géprajz segítségével

dr. Bicsak Jenő

Az alkalmazott anyagtudomány új elemei

dr. Bicsak Jenő

Keményfém, kerámia és kompozit anyagok a jövő gépgyártásában

dr. Kerekes László

Minőségi rendszerek auditálása és tanúsítása

dr. Kerekes László

Minőségügyi rendszerek auditálása

dr. Csibi Vencel

Szótár

Géprajzi alapismeretek

Szabványok alkalmazása a géprajzok elkészítésénél

Dr. Antal Béla, egyetemi tanár

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépelemek Tanszék

A gépalkatrészek gyártását és szerelését műszaki rajzok alapján végzik. A műszaki rajz valamely műszaki gondolat rajzban való közlésének eszköze, egyezményes jelölési módszerek alkalmazásával. Minden műszaki rajz a tárgy (munkadarab) jellemzőinek (pl. alak, méret stb.) ábrázolásán kívül még számos okmányyszerű adatot (aláírás, ellenőrzés, keltezés) is tartalmaz. A jól elkészített műszaki rajz lehetővé teszi, hogy különböző nemzetiségű szakemberek továbbíthassák és megérthessék egymás gondolatait és elképzeléseit. A műszaki rajzot tehát nemzetközi szaknyelvnek is tekinthetjük, amennyiben ez egységes előírások és szabályok alapján készült el. Ezért szükségesek a szabványok, amelyek alapján az alkatrészek anyagát, formáját, nagyságát, méretpontosságát és a felületek minőségét elő lehet írni.

A géprajzok elkészítésénél különböző eszközöket használunk, amelyek közül a következőket említhetjük meg:

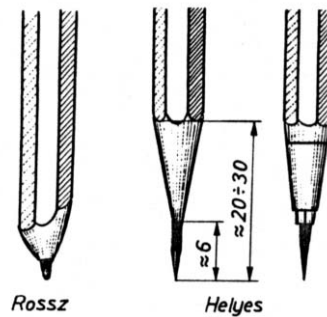
Ceruzák

A faburkolaton a grafitbél keménységi fokát tüntetik fel:

- 6B, 5B, 4B igen puhák, vázolásához alkalmazhatók rajzlapokon;
- 3B, 2B puhák, rajzkihúzáshoz használják rajzlapokon;
- B, HB, F átmeneti keménységűek, jegyzetkészítéshez, kihúzáshoz pauszpapíron alkalmazzák;
- H, 2H, 3H, 4H kemények, szerkesztéshez használhatók rajzlapokon;
- 5H, 6H nagyon kemények, szerkesztéshez használhatók pauszpapíron;

Általában szerkesztéshez H, 2H jelű ceruzát, a körvonal kihúzásához B, 2B jelű ceruzát ajánlatos használni.

A rajzolásához elő kell készíteni a ceruzát. A faburkolatot éles késsel 20-30 mm hosszan szabályos kúp alakúra faragjuk le (1. ábra). A grafitbelet legalább 6 mm hosszan megtisztítjuk a fától. A grafithegyet vékony, ragasztott, finom csiszolópapíron hegyezzük meg. Szerkesztéshez a keményceruzát tühegyesre, kihúzáshoz a puhaceruzát a vonalvastagságnak megfelelő méretűre kell csiszoljuk.

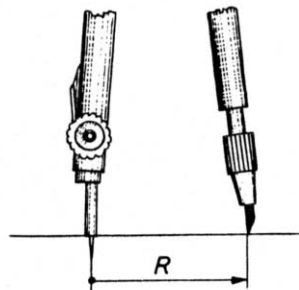


1. ábra. *A ceruza hegyezése*

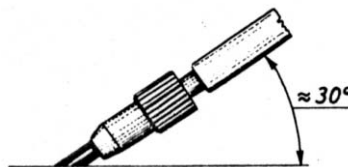
A felesleges vagy hibás ceruzavonalak eltávolítása törlógumival (radírgumival) történik. Az erősen benyomott vonalakat kemény törlógumival radírozzák ki úgy, hogy a papír ne gyűrődjön össze.

Körző

A körök és körívek megrajzolására általában körzőt használnak. A jó körző szárai merevek, könnyen nyújthatók. Egyik szárában cserélhető acéltű van, a másik szárába grafitbél fogható be. A körző tűhegyét és a grafitbetétjét a papírra merőlegesen kell beállítani (2. ábra). A grafitbélnek a csiszolását a 3. ábra alapján kell elvégezni.



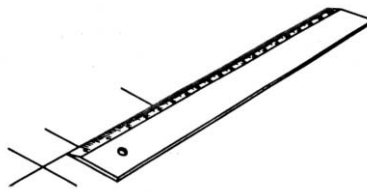
2. ábra. *A körző helyes beállítása*



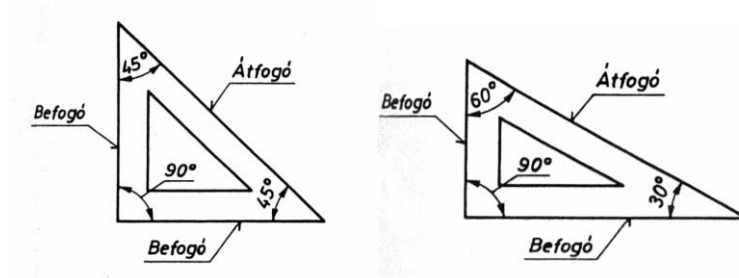
3. ábra. *A körző grafithegyének csiszolása*

Vonalzók

A rajzok elkészítésénél egyenes vonalzókat (4. ábra), háromszögvonalzókat (5. ábra), görbevonalzókat (6. ábra), lekerekítő vonalzókat (7. ábra) stb. alkalmaznak.



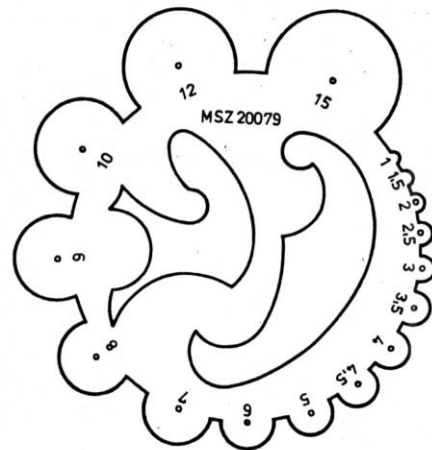
4. ábra. Egyenes vonalzó



5. ábra. Háromszögvonalzó



6. ábra. Görbevonalzók



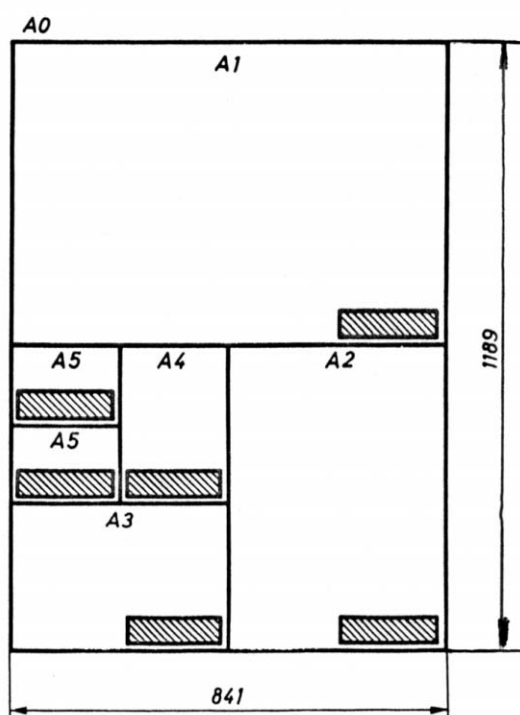
7. ábra. Lekerekítő vonalzó

A gépek és az alkatrészek nagyságban különböznek, ezért ábrázolásukhoz különböző méretű rajzlapok szükségesek. Ezek méretét úgy határozták meg a szabványokban, hogy általában gazdaságosan legyenek kihasználva (1. táblázat).

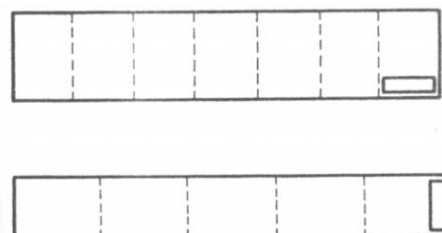
Nagyság jele	Kész méret		Nyers méret mm	Keret mm
	mm	m ²		
A0	841 x 1189	1	860 x 1220	10
A1	594 x 841	1/2	610 x 860	10
A2	420 x 594	1/4	430 x 610	10
A3	297 x 420	1/8	310 x 430	10
A4	210 x 297	1/16	220 x 310	5
A5	148 x 210	1/32	160 x 220	5

1. táblázat. A rajzlapok méretei

A táblázatból látható, hogy a legnagyobb szabványos rajzlap az A0 nagyságjelű, amelynek területe 1 négyzetméter. A többi szabványos rajzlap ennek sorozatos felezésével nyerhető (8. ábra).



8. ábra. A szabványos rajzlapalakok



9. ábra. Különleges rajzlapformák

Az 1. táblázatban megadott rajzlapméreteken kívül a gazdaságosabb kihasználás érdekében megengedett minden olyan rajzlapméret, amelynek egyik oldala 297 mm-nek, a másik oldala pedig 210 mm-nek egész számú többszöröse (9. ábra).


A gépeket és az alkatrészeket ábrázoló rajzlapokat a raktározás, a gyártás és az ismételt visszakeresés miatt pontos rendszerbe kell foglalni. A gyártásban fontos információkat tartalmaznak a rajzlapokon szereplő adatok. Ezek közül a legfontosabb a szövegmező, amelyet a rajzlap sarkába, a kerethez rajzolunk (9. ábra).

A szövegmezőnek tartalmaznia kell: a rajz azonosító adatait (intézmény, rajzszám); az ábrázolt tárgy azonosító adatait (megnevezés, anyag, méretarány) és a rajz okmánszerűségét rögzítő adatokat (aláírás, ellenőrzés stb.).

A szövegmező nagyságát és tartalmát különböző szabványok után lehet elkészíteni. A Kolozsvári Műszaki Egyetemen a 10. ábrán feltüntetett szövegmezőt használják a diákok.

Indicatorul UTC-N

= conform cu SR ISO 7200 =

180					
10	30	40	25	30	
<small> Acest desen cuprinde entitățile UTC-N Toate drepturile asupra lui sunt rezervate </small>	Desenat			Data:	Material:
	Verificat				
	Scara:	UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA			
		(Denumire desen)			
	Format:	(Nr. desen)			
					5
					10
					10
					10
					40

Exemplu

Acest desen cuprinde entitățile UTC-N Toate drepturile asupra lui sunt rezervate	Desenat	Vasile Gheorghe	Vasile Gh.	Data: 12.12.1997	Material: OLC 45 STAS 880-88	
	Verificat	Gheorghe Vasile	Gheorghe V.			
	Scara: 1:2	UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA				
		Manivelă				
	Format: A3	KGB-311330-06				

10. ábra. A Kolozsvári Műszaki Egyetemen használt szövegmező nagysága és tartalma

Az összeszerelési rajzot darabjegyzékkel kell ellátni. A darabjegyzéken az egyes tételek sorrendjét valamilyen célszerű megokolás szerint (pl. szerelési sorrend) állapítják meg. A rajzon a darabjegyzéket általában a szövegmezőhöz kapcsolódva, fölötté helyezik el. A Kolozsvári Műszaki Egyetemen a 11. ábrán ábrázolt darabjegyzéket alkalmazzák.

A használható méretarányokat szabványok írják elő (2. táblázat). A zárójelbe tett méretarányokat csak különleges esetekben használják.

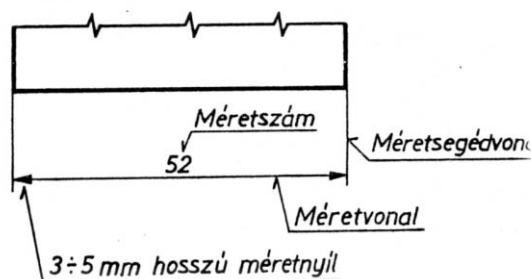
A méretarányok

Nagyítás	2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 100:1
Természetes nagyság	1:1
Kicsinyítés	1:2; (1:2,5); 1:5; 1:10; (1:15); 1:20; (1:25); 1:50; 1:100; stb.

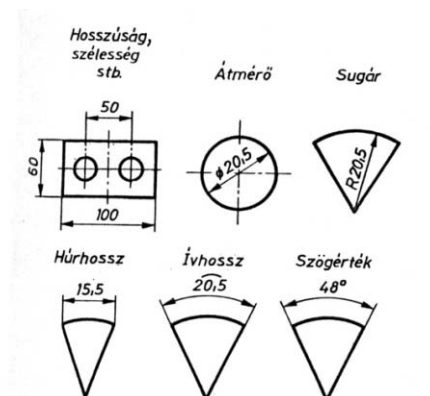
2. táblázat. Méretarányok

A géprajzon a tárgy alakjának ábrázolásán kívül a méreteit is megadják. Az alkatrész rajzon úgy kell az összes méretet feltüntetni, hogy ezek alapján az alkatrész pontosan elkészíthető legyen. Az összeállítási rajzon csak a fő méreteket kell megadni.

A géprajzon minden méretet milliméterben adnak meg, a mértékegység feltüntetése nélkül. Abban az esetben, ha eltérő mértékegységet alkalmaznak, azt külön fel kell tüntetni. A rajzon a méretmegadás a nyilakkal határolt méretvonalból, méretsegédvonalakból és a méretszámból áll (13. ábra).



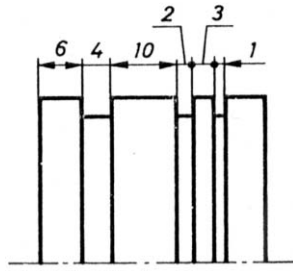
13. ábra. A méretmegadás elemei



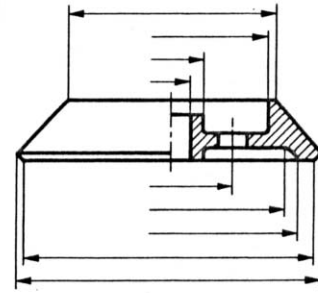
14. ábra. A főbb méretfajták megadása

A főbb méretfajták megadását a 14. ábra szemlélteti. A műhelyrajzon megadott méretek az alkatrész kész állapotára vonatkoznak.

A méretvonal és a méretsegédvonal vékony, folytonos vonallal rajzolt egyenes vagy körív. A méretvonal párhuzamos a méret irányával. A körív hosszának méretvonala koncentrikus körív. A méretvonalakat általában nyíl határolja. Ha a nyíl - hely hiányában - nem lehet kirajzolni, megengedett a ferde 45°-os vonaldarabka vagy pont alkalmazása is (15. ábra).



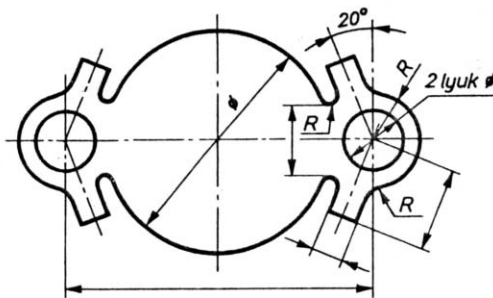
15. ábra. Kis méretek megadásának módja



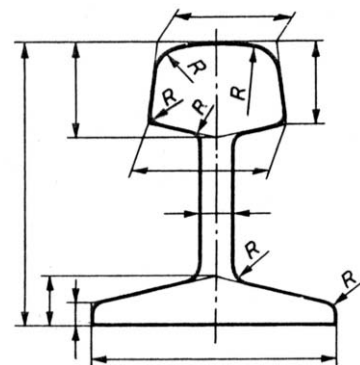
16. ábra. Félmeteszeti méretmegadása

A méretvonalat határoló nyílnak kontúrvonalon, nézetvonalon, középvonalon vagy méretsegédvonalon kell végződnie. Félmeteszeti vagy félnézetben rajzolt ábrán a méretvonalat túl kell húzni a középvonalon (16. ábra).

Az első méretvonalat az ábrától 7-10 mm-re célszerű választani. A további méretvonal távolsága 5-7 mm lehet. Méretvonalként nem szabad felhasználni méretsegédvonalat, középvonalat, nézet- vagy kontúrvonalat. A méretvonal nem lehet ezek folytatása sem. A méretvonalak nem szabad hogy keresztezzék egymást, lehetőleg a segédvonalakat sem (17. ábra).



17. ábra. Méretvonalak megadása

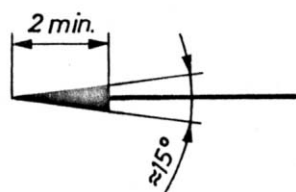


18. ábra. Ferde kivetítés

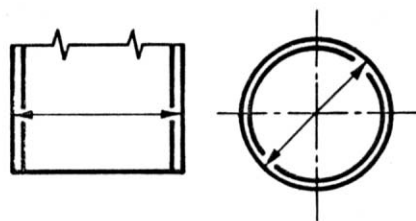
A méretsegédvonalak és a méretsegédvonalként felhasznált tengely- és középvonalak merőlegesek legyenek a méretvonalra. Ferde kivetítés csak kivételes esetben alkalmazható (18. ábra).

A méretvonalakat a nyíl hegyénél 2-3 mm-re túl kell húzni.

A nyíl hossza a kontúrvonal (vastagvonal) vastagságának hat-nyolcszorosa, de legalább 2 mm legyen. A nyíl szárai kb. 15°-os szöget zárnak be (19. ábra).



19. ábra. A nyíl

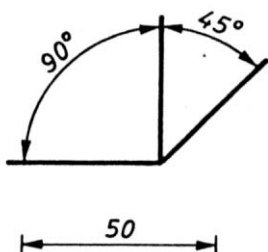


20. ábra. Vonalmegszakítás a nyílnál

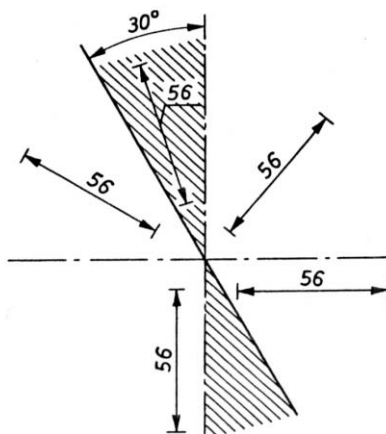
A nyilak az ábrán egyenlő nagyságúak legyenek a rajz valamennyi méretvonalán. A nyilakat semmilyen vonal nem metszheti, és a nyilat keresztező kontúrvonalat is (és természetesen egyéb más vonalat is) meg kell szakítani (20. ábra).

A nyilak méretsegédvonalakon kívül is elhelyezhetők, ha a határoló vonalak között nincs elegendő hely (15. ábra).

A méretszámokat a méretvonal fölött, azzal párhuzamosan, általában középen kell feltüntetni (21. ábra).



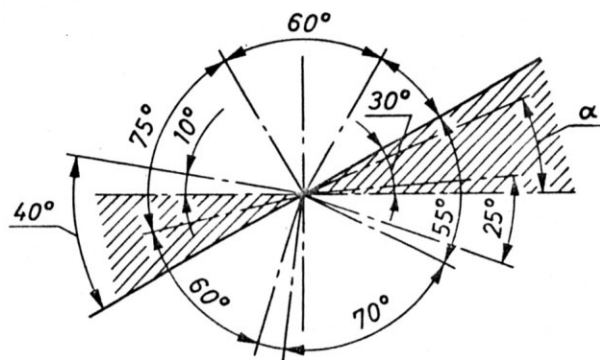
21. ábra. Méretszámok megadása



22. ábra. Méretszámok elhelyezése a rajzon

A méretszámok a műhelyrajzokon általában 3,5 mm-esek, de legalább 2,5 mm magasak lehetnek.

A méretszámokat a rajz természetes helyzetében alulról vagy jobbról olvashatóan kell beírni. A méretvonalakat a 22. ábra, a szögméreteket pedig a 23. ábra szerint lehet megadni. A szögek értéke vízszintesen is felírható a rajzra, mutatóvonal nélkül.



23. ábra. Szögméretek elhelyezése a rajzon



24. ábra. Vonalzat megszakítása a méretszámnál

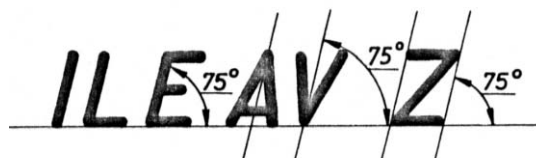
A méretszám számjegyeit és a hozzá tartozó jeleket vonal nem keresztezheti, ezért a méretszámok helyén mindenféle vonalzatot meg kell szakítani (24. ábra).

A géprajzokon alkalmazott írásk szabványosítása

A géprajzokon használt feliratokat és számokat szabványok alapján kell feltüntetni. A gyártással kapcsolatos előírásokat a műszaki rajzon szöveggel kell megadni. Ezek a feliratok, betűk és számjegyek egyszerűek, jól olvashatók kell legyenek. Minden helytelenül felírt adat tévedéshez vezethet.

Általában a betűk alakját, nagyságát szabványok határozzák meg. Ezek alapján a betűk és számok magassága, sortávolsága, vonalvastagsága és dőlésszöge elő van írva.

Amint a 25. ábrán látható, a dőlésszög 75° , a magasság 0-6 rendű lehet (26. ábra). A betűk és számok nagyságát a nagybetűk mm-ben megadott h magassága határozza meg, amely a vonalvastagságnak a hét-tízszereze (3. táblázat).



25. ábra. A 75° -os dőlésszög értelmezése

	Nagyságjel
25. Méreteltérések	0
35. Méretmegadás	1
5. Darabjegyzék	2
7. Nézet, metszet	3
10. Rajzszám	4
14. Tábla	5
20. Cím	6

26. ábra. Írásminták dőlt íráshoz

Nagyságjel		0	1	2	3	4	5	6
Nagybetű magassága	h	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Kisbetű magassága	$\frac{5}{7}h$	1,75	2,5	3,5	5	7	10	14
Sortávolság	$\frac{10}{7}h$	3,5	5	7	10	14	20	28
Vonalvastagság	$\frac{1}{7}h$	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0
Csökkentett vonalvastagság	$\frac{1}{10}h$	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0

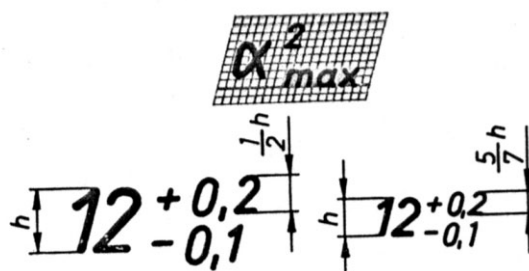
3. táblázat. *A betűk méretei*

A betűk, számok és írásjelek pontos méretét, alakját a szabványok rombuszhálójával határozzák meg (27. ábra). Az ábra alapján megállapítható, hogy a magassághoz viszonyítva a betűk és számok szélessége változik. Ez azért szükséges, hogy a betűk és a számok arányosak legyenek. Alapméretnek - amely 7 vonalköznek felel meg - a nagybetűk magasságát veszik. A kisbetűk magassága $5/7h$, szélessége pedig a betű alakjától függően különböző.

Az egymás alá került sorok távolságát célszerű a kisbetű magasságának a kétszeresére ($10/7h$) venni, de megengedett a $11/7h$, vagy ennél nagyobb sortávolság is. A sortávolság növelését kívánhatja például a mutatószám, a kitevők, a tűrések írása (28. ábra). A betűk vastagsága általában $1/7h$, de megengedett még az ún. keskenyírás is, ahol $1/10h$ a betűvastagság. A csökkentett ($1/10h$) vonalvastagsággal (keskenyírással) írt szöveg és a közepes vonalvastagsággal írt szöveg összehasonlítása a 29. ábrán látható.



27. ábra. Szabványos dőlt írás



28. ábra. Kitevő, tűrés, felirat esetén a sortávolság megnőhet

7. Nézet, metszet

7. Nézet, metszet

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

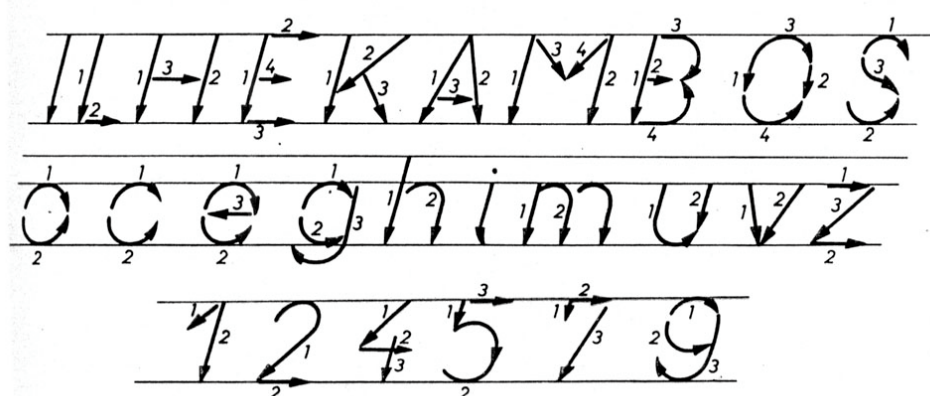
abcdefghijklmno
pqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMN

29. ábra. Normál és csökkentett vonalvastagsággal írt szöveg

30. ábra. Közepes, keskeny és széles betűk

A géprajzokon megengedett a közepes, keskeny vagy széles betűtípus alkalmazása (30. ábra).

A betűk és számok rajzolását általában az egyenes szárúaknál felülről lefelé, balról jobbra kezdjük. A párhuzamos szárú betűknél és az O-nál először a párhuzamos szárakat, (oldalakat) rajzoljuk meg. Az ovális betűk rajzolásakor ügyelni kell arra, hogy az ívek közé kis egyenes szakasz legyen beiktatva. A betűk és a számok rajzolásának sorrendjét a 31. ábra mutatja.

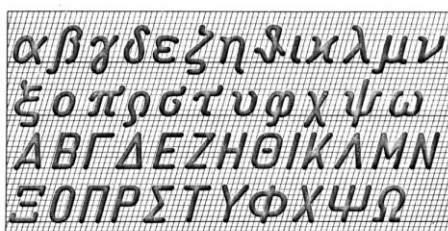


31. ábra. A betűk és a számok írásának menete

A műszaki gyakorlatban a gépelemek rajzán a fontos szögértékeket vagy más jelenségeket görög betűkkel szokás megadni. Ezért fontos a szabványos görög betűk ismerete. Az egyes betűk neve és kiejtése a 4. táblázatban található.

Neve	Rajza	Neve	Rajza
Alfa	α A	Nü	ν N
Béta	β B	Kszi	ξ Ξ
Gamma	γ Γ	Omikron	\omicron O
Delta	δ Δ	Pí	π Π
Epszilon	ϵ Ε	Ró	ρ Ρ
Dzéta	ζ Ζ	Szigma	σ Σ
Éta	η Η	Tau	τ Τ
Théta	θ Θ	Üpszilon	υ Υ
Iota	ι Ι	Fi	ϕ Φ
Kappa	κ Κ	Khi	χ Χ
Lambda	λ Λ	Pszí	ψ Ψ
Mü	μ Μ	Omega	ω Ω

4. táblázat. A görög betűk



32. ábra. A görög betűk szabványos dölt írása

FOLYAMAT KÉSZ
Méretarány adott

33. ábra. A betűk elhelyezése és szóközök

A szabványos görög betűk alakját a 32. ábra mutatja. Az egyes betűk vonalvastagsága 1/7h vagy 1/10h.

Szövegíráskor a betűk legalább egy vonalvastagságnyi távolságra kerüljenek egymástól. Ettől eltérünk, ha így nagy üres rész adódna közöttük (pl. LYAT). Ilyenkor - az egyenletes folthatás érdekében - a betűket közelebb hozzuk egymáshoz.

A szavak között olyan távolságokat hagyunk, hogy oda még egy jellegzetes betű (pl. O) beírható legyen (33. ábra).

Irodalomjegyzék

- 1] Magyar - Majdán - Tábori: *Géprajzi alapismeretek*, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1979.

Szerkesztések és ábrázolások a műszaki rajzokon

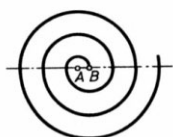
Dr. Antal Béla, egyetemi tanár

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépelemek Tanszék

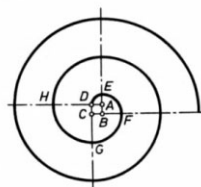
1. Fontosabb műszaki görbék szerkesztése

A tekercsrugók és fogaskerek szerkesztésénél találkozunk a csigavonal és az evolvensgörbe típusú vonalak használatával. Ezért bemutatjuk a csigavonal helyettesítő görbéket és az evolvens szerkesztését.

Egy adott egyenesen vegyük fel kis távolságra (30 mm) A és B pontokat. Az AB sugárral rajzoljunk félkört az A pontból, majd a B pontból a félkör és az egyenes metszéspontján át folytassuk a görbe rajzolását. A félkör rajzolása után ismét az A pontból rajzoljuk a görbét. A sugár félkörönként AB távolsággal növekszik (1. ábra).



1. ábra. Csigavonal szerkesztése félkörökkel

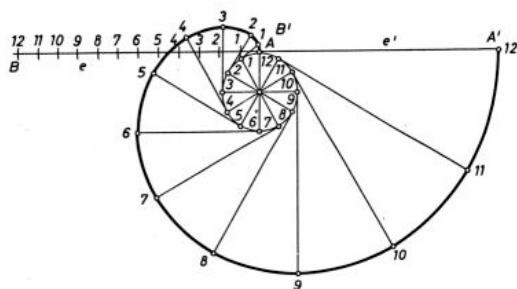


2. ábra. Csigavonal szerkesztése negyedkörökből

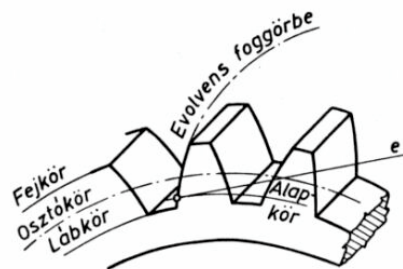
Létezik egy másik módszer is a csigavonalat helyettesítő görbe szerkesztésére. Rajzoljunk egy ABCD négyzetet 3 mm hosszú oldalakkal. Az oldalakat hosszabbítsuk meg. Az első negyedkört A pontból AD sugárral, a második negyedkört B pontból BE sugárral rajzoltuk, és így tovább a köríveket, mindig a négyzet csúcaiból (2. ábra). A félkörökkel és a negyedkörrel rajzolt csigavonalak menettávolsága egyenlő.

Az evolvens görbét úgy kapjuk, hogy egy egyenest legördítünk egy körön. Ennek egy pontja leír egy görbét, amelyet körevolvensnek neveznek.

A körevolvens megszerkesztése a következőképpen történik: adva van az alapkör, amelynek területét felosztjuk 12 egyenlő részre. Így kapunk 12 pontot. Minden pontban a körhöz húzunk érintő egyeneseket. Az egységeket a következőképpen mérjük fel: az alapkör 1-es pontjában lévő érintőegyenest a körön mért egy egységet, a 2-es pontjában lévő érintő egyenesen a körön mért két egységet, a 3-as pontjában lévő érintő egyenesen a körön mért három egységet és így tovább. A 12-es pont érintőjére a körön mért tizenkét egységet mérünk fel. Az érintőkön felmért távolságok pontjait összekötve megkapjuk az evolvens görbét (3. ábra).



3. ábra. Körevolvens szerkesztése

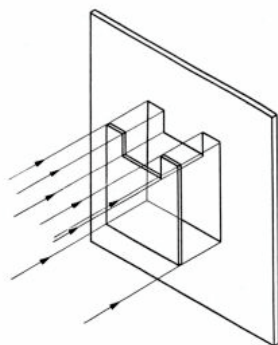


4. ábra. Fogprofil evolvens ábrázolása

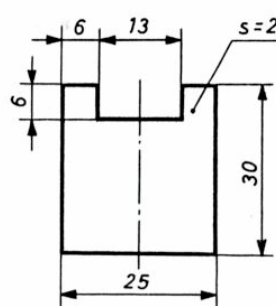
Az evolvens fogazatú fogaskerék foggörbéje evolvens gördülési görbe (4. ábra).

2. A lemeztárgyak ábrázolása

A vékony síklemezből készített testek vagy gépelemek egy nézetben (rajzban) is ábrázolhatók. A lemeztárgyakat a képsíkkal párhuzamosan állítjuk be, és a képet merőlegesen a képsíkra vetítjük (5. ábra).



5. ábra. A lemeztárgy vetülete

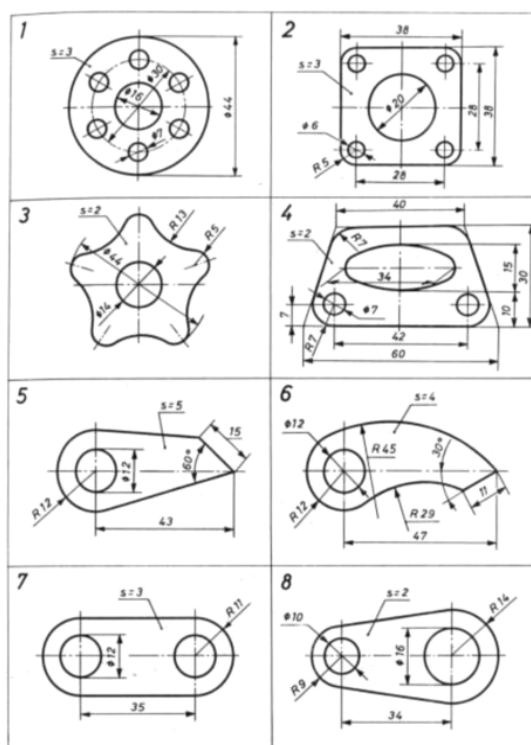


6. ábra. A lemezvastagság méretmegadása

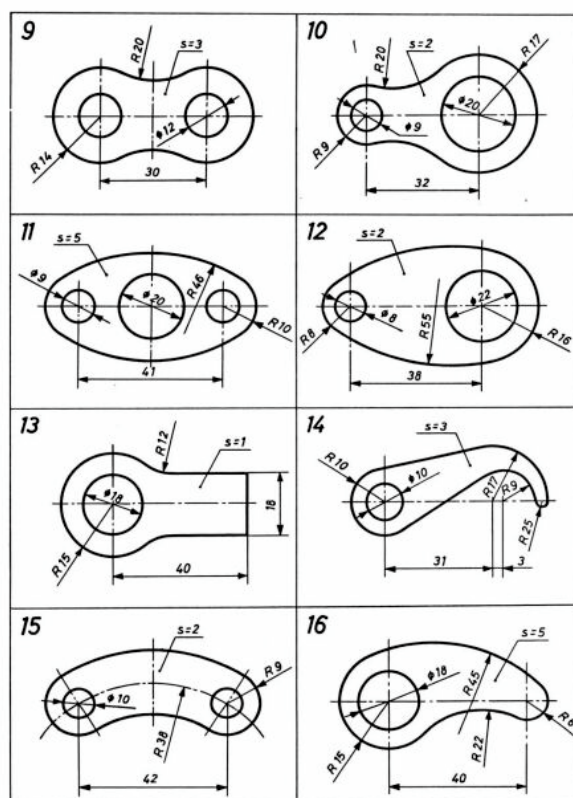
Ebben az esetben a méreteket csak egy síkban szokás megadni. A vastagsági méretet a 6. ábrán látható módon, mutatóvonalon adják meg (6. ábra).

A lemezalakok vagy lemezidomok rajzát síkmértani szerkesztések alkalmazásával készítik el. Ezért a műhelyrajz leolvasásánál a méretek meghatározásán túl fel kell ismerni az alkalmazott síkmértani szerkesztést is. A lemezen való előrajzolás hasonló szerkesztési előírásokat kíván, mint amelyeket a rajzlapon végzett szerkesztésnél alkalmaztak.

A 7. és 8. ábrákon lemezalakok méretezett rajza látható. Ezekon különböző síkmértani szerkesztések - az egyeneshez csatlakozó körnek, a görbéhez és egyeneshez csatlakozó kör érintési pontjának, a különböző körök áthajlási pontjának megszerkesztése - láthatók.



7. ábra. A lemeztárgyak méretezett rajza

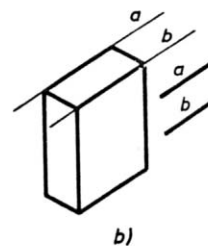
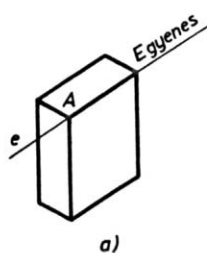
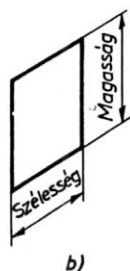
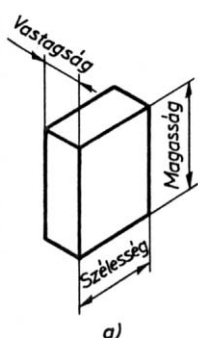


8. ábra. A lemeztárgyak méretezett rajza

3. A mértani testek ábrázolása

A gépalkatrészek alakja különböző mértani testekre vezethető vissza. A legbonyolultabb munkadarab is összetett és csonkított mértani testekből áll. Ezért szükséges foglalkozni a mértani testek ábrázolásával.

Vizsgáljunk meg a téglatestet. Ennek három kiterjedése - szélessége, magassága és vastagsága - van. Ez a három tulajdonság minden téglatestnél megtalálható (9.a ábra). A téglatestet síklapok határolják, amelyeknek csak szélességük és magasságuk van (9.b ábra), mint minden síkidomnak. A lapok metszésvonalai az élek.

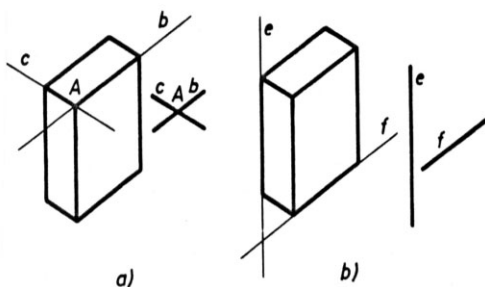


9. ábra. A téglatest és a sík kiterjedése 10. ábra. A téglatest csúcsai és egyenesei

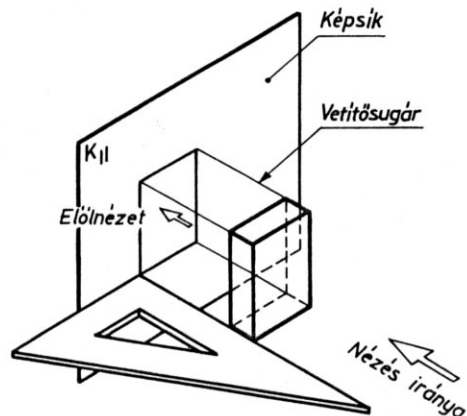
A téglatest élének találkozását pontnak nevezzük, és az ábécé nagybetűjével (például A, B, C - vel) jelöljük, vagy megszámozzuk (10. ábra).

Ha a téglatest egyik élét mindkét irányba meghosszabbítjuk, akkor egyenest kapunk. A végtelen hosszú egyenesnek rendszerint csak véges, két pont közötti részét használjuk - ez az egyenes szakasz. Az egyeneseket az ábécé kisbetűjével jelöljük, például: a, b, c...

Két egyenes kölcsönös helyzete lehet párhuzamos (a és b egyenes), mint például az egy síkba eső téglatest-élek, amelyek nem találkoznak (10. ábra). Az egyenesek metszhetik egymást (c és b egyenesek) az A pontban (11.a ábra). Végül két egyenes olyan helyzetben is lehet, amikor nem párhuzamosak és nem is metszik egymást, ezeket kitérő egyeneseknek nevezzük (11.b ábra).



11. ábra. A téglatest metsző és kitérő élei



12. ábra. A merőleges vetítés

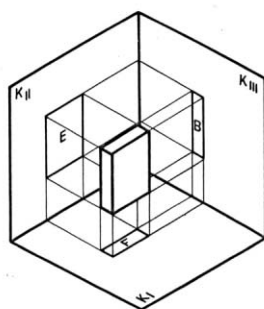
Az élek által bezárt szöget élszögnek, a lapok által bezárt szöget lapszögnek, az él és lap által bezárt szöget él-lapszögnek nevezzük.

A téglatest ábrázolására képzeljünk el egy függőleges helyzetű síkot, amely párhuzamos a test egyik síkjával (12. ábra). Ezt a síkot képsíknak nevezzük, a sugarakat, amelyek a képet a képsíkra vetítik, vetítősugaraknak hívjuk. A téglatest ellőről nézett képe röviden a téglatest előlnézete.

Az előlnézet képsíkját második képsíknak nevezzük (K_{II}). Az előlnézet a tárgy legjellegzetesebb képe, egyben főnézete is (főábra). Ez az ábrázolási mód a merőleges vetítési rendszer.

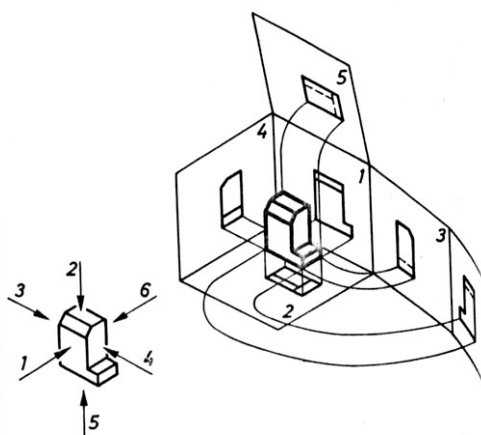
A géprajzi ábrák készítésénél ezt a vetítési módot alkalmazzák, mert nem torzulnak el a tárgy alakja és méretei.

A 13. ábrán a téglatestet három képsíkon ábrázoltuk. A vetítést a 12. ábra alapján végeztük. Így a néző és a képsík között helyezkedik el a test.

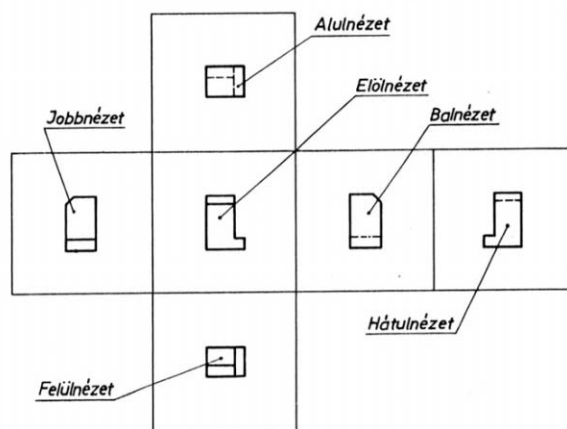


13. ábra. A három nézet szemléltető ábrája

Általában egy gépkatrész ábrázolására három nézet (13. ábra) elegendő. Vannak azonban bonyolultabb formájú gépkatrészek is, amelyek ábrázolására a három képsík nem elegendő. A 14. ábrán látható egy képzeletbeli hasáb, amelyet hat nézetben - előlnézetben, balnézetben, jobbnézetben, hátulnézetben, felülnézetben és alulnézetben - ábrázoltak (15. ábra).



14. ábra. A hat nézet szemléltető ábrája



15. ábra. A hat képsík kiterítése

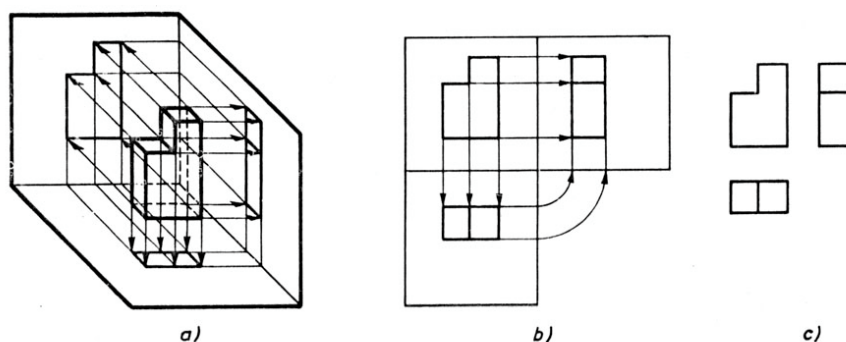
Az ábrán megfigyelhető a vetületi összefüggés: az előlnézet alá kerül a felülnézet, és a balnézetet az előlnézet jobb oldalára rajzoljuk. Az előlnézetben és az oldalnézetben a test magassági méretei azonosak. Az előlnézetben és a felülnézetben a test szélességi méretei azonosak. Az oldalnézetben és a felülnézetben a test vastagsági méretei azonosak.

A műszaki rajzokon, és így a géprajzokon nem jelöljük a képsíkokat és a vetítővonalakat sem. Vastag, folytonos vonallal rajzoljuk meg a test körvonalait (kontúr), valamint a látható éleket. Az eltakart éleket, amennyiben azok berajzolása a test alakjának elképzeléséhez szükséges, közepes vastagságú szaggatott vonallal rajzoljuk.

Az alkatrészeknek csak annyi nézetét kell megrajzolni, amennyi az alakjuk egyértelmű meghatározásához és a méretek megadásához szükséges.

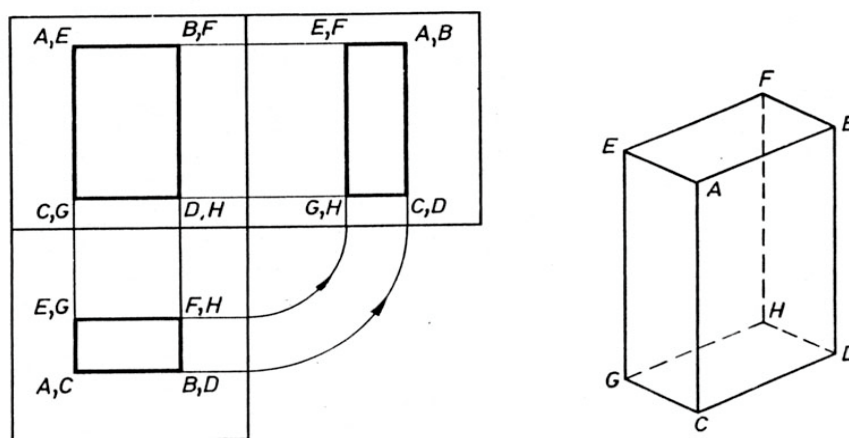
A géprajzon általában először megrajzoljuk a test előlnézetét, ez a főábra. Az előlnézet a test legjellemzőbb képe. Az előlnézetből függőlegesen vetítik a felülnézetet, és vízszintesen az oldalnézeteket. A vastagsági méreteket a felülnézetből mérik, vagy forgatják.

Összefoglalásként a 16.a ábrán olyan csonkított téglatestet ábrázoltunk, amely a nézetek kialakulását, közös síkba terítését (16.b ábra) és a géprajzi ábrázolási formát szemlélteti.



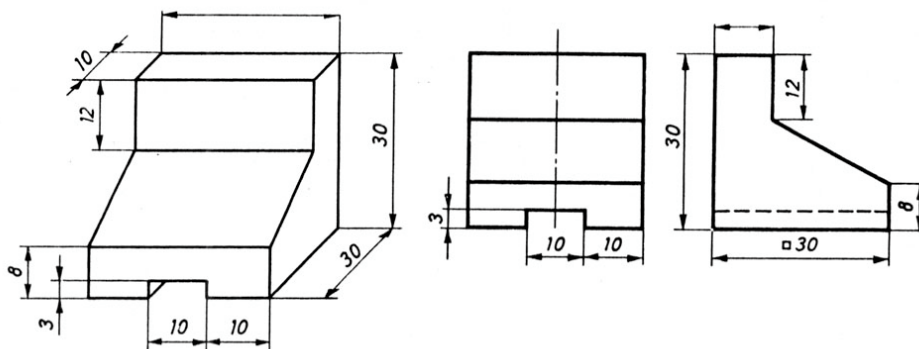
16. ábra. Csonkított téglatest ábrázolása szemléletesen, képsíkba kiterítetten és nézeteivel

Egy téglatest alakú tárgy vetületi ábrázolását mutatjuk be a már említett szabályok alapján (17. ábra).



17. ábra. A téglatest vetületi ábrázolása

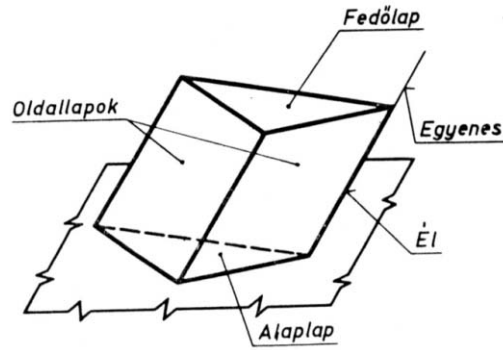
A méretek megadása a 18-as ábrán látható, amely egy csonkított kockát ábrázol két nézetben. Meg kell jegyezni azt a szabályt, hogy a méretek megadásakor egy részlet mérete csak egyszer és az egyik nézeten tüntethető fel.



18. ábra. Csonkított hasáb szemléletes képe és méretezett vetületi ábrázolása

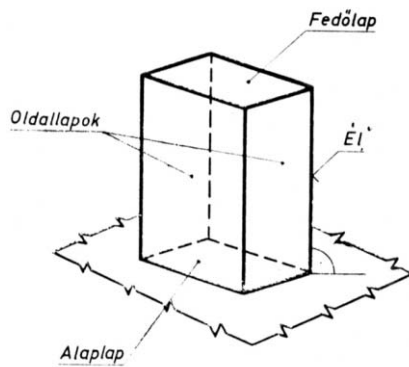
A továbbiakban olyan gyakran használt mértani testeket mutatunk be, mint például a hasábot, a gúlát, a hengert, a kúpot, a gömböt és a gyűrűt (tóruszt).

Hasáb keletkezik, ha egy síkidomot (például háromszöget, négyszöget stb.) úgy mozdítunk el egy egyenes mentén, hogy az alap és a fedőlap megfelelő oldalvonalai párhuzamosak maradjanak (19. ábra).

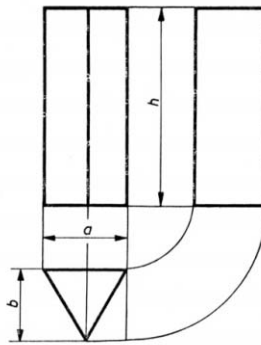


19. ábra. Általános hasáb keletkezése

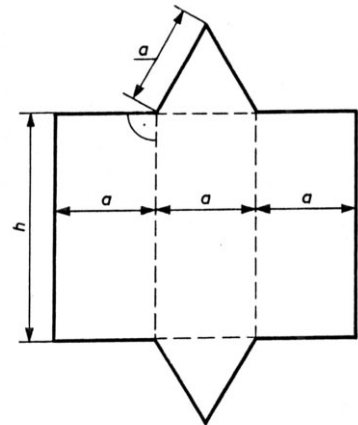
Ha az oldalél merőleges az alapsíkra, akkor egyenes, ha nem merőleges, akkor ferde hasábról beszélünk. Szabályos hasábnak nevezik azokat az egyenes hasábokat, amelyeknek alapja szabályos háromszög, négyszög, hatszög, stb. (20. ábra).



20. ábra. Szabályos hasáb keletkezése

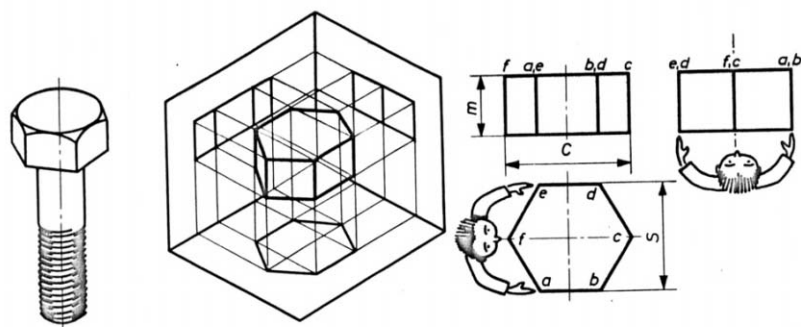


21. ábra. Háromoldalú hasáb ábrázolása három nézetben



22. ábra. A háromoldalú hasáb hálója

A hatoldalú hasábformát leggyakrabban a hatlapfejű csavaron és a hatlapú csavaranyán találjuk meg. Ha a hatoldalú szabályos hasábot ábrázolni akarjuk, akkor az ábrázolást mindig a szabályos körbeírható hatszögnél kezdjük. A kör átmérője, amelybe a hatszöget szerkesztjük, megfelel a hatszög két szemben levő csúcsa távolságának. Ezt a méretet csúcs-távolságnak nevezzük (23. ábra).

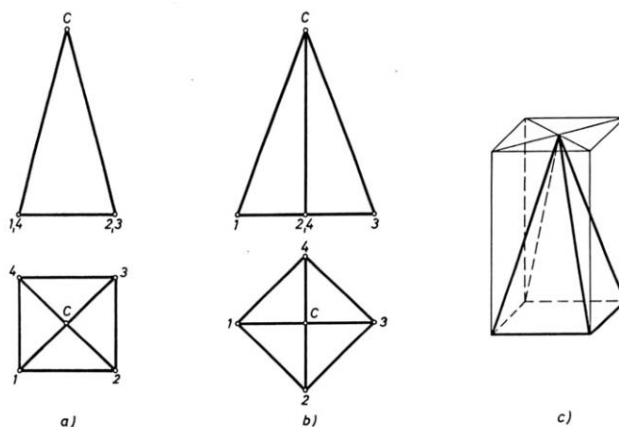


23. ábra. A hatoldalú hasáb három nézete

Az ábrázolás kezdetén vékony pontvonallal megrajzoljuk a kör vízszintes és függőleges tengelyét. A kör sugarát - amely megegyezik a hatszög oldal hosszúságával - a vízszintes átmérőnél kezdjük felmérni. A hatszög két szembelevő oldala közötti távolságot laptávolságnak nevezzük, amelynek szabványos betűjele S .

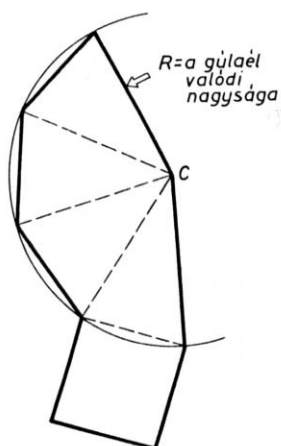
A gúlát síklapok határolják, mint a hasábot. A gúla jellemzője, hogy oldalélei egy pontban, a csúcsban futnak össze. Az alaplapja lehet háromszög, négyszög vagy tetszés szerinti sokszög, oldallapjai mindig háromszögek. A 24-es ábrán egy négyzet alapú gúla látható.

Általában az „a” ábrának megfelelő elhelyezés a szokásos, de a szerkesztés egyszerűsítése érdekében a „b” változat is használatos, mert itt a gúla oldalélei valódi nagyságban látszanak.

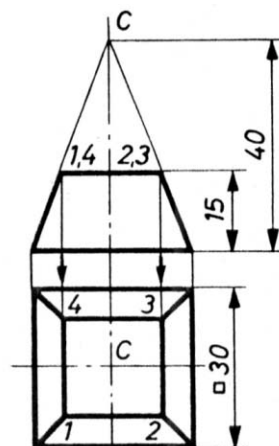


24. ábra. A négyzet alapú gúla ábrázolása két nézetben

A gúla hálójá könnyen megszerkeszthető. Amint látszik, az $1C$ (24.b ábra) távolsággal, a C központból húzunk egy körívet (25. ábra). A négyszög oldalát körzőnyílásba véve elmetsszük négyszer a körívet. Így létrejönnek a gúlát határoló háromszögek. Ezután az egyik oldalra megszerkesztjük a négyzetet (25. ábra).



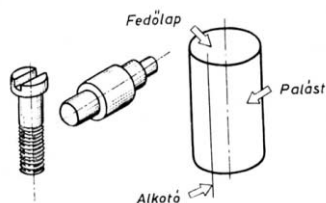
25. ábra. A négyzet alapú gúla hálója



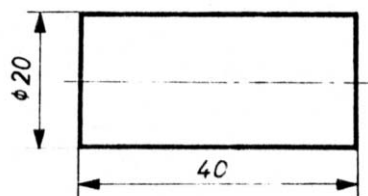
26. ábra. Alaplappal párhuzamosan csonkított négyzet alapú gúla ábrázolása két nézetben

A csonka gúla ábrázolásakor először a teljes gúlát szerkesztjük meg halványan, majd ezt követően az előnézetben jelöljük be az alappal párhuzamos csonkítást (26. ábra).

A különböző alkatrészek alakjának kiképzésekor a leggyakrabban előforduló mértani test a henger, amely többféle változatban jelenik meg: üreges, tömör, csonkított, lépcsősen hengeres, stb. A henger alkalmazását és összetevő elemeit a 27. ábrán láthatjuk.



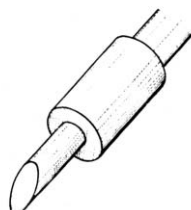
27. ábra. Hengeres munkadarabok, a henger szemléltető ábrája



28. ábra. A henger ábrázolása egy nézetben

A henger ábrázolásakor elég egy ábrát rajzolni. Amint a 28. ábrán látható, a Φ jel és az ezt követő mérőszám rajzi nyelven azt mondja, hogy a henger átmérője 20 mm. Műszaki rajzokon a Φ jel mindig átmérőt jelent! Az átmérő jelét ajánlatos minden esetben kitenni, még akkor is, ha nyilvánvalóan kört ábrázolunk.

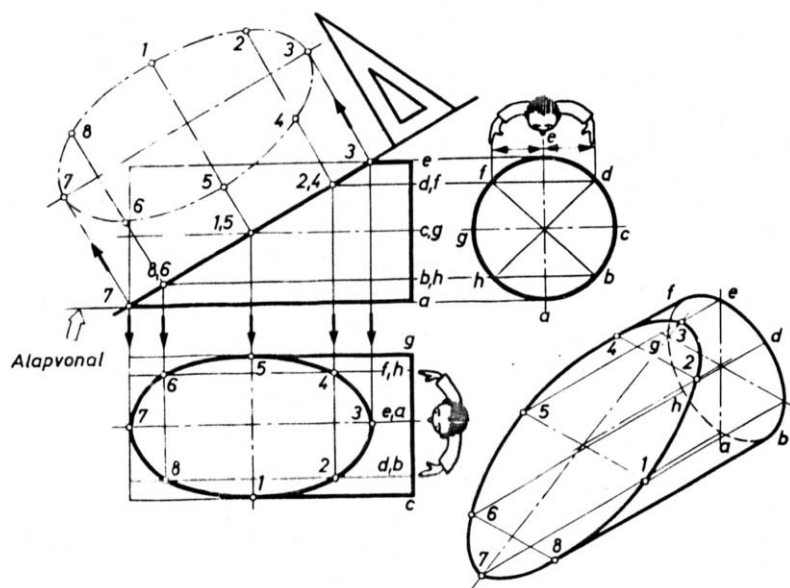
A műszaki tevékenységben gyakran találkozunk csonkított hengerrel (29. ábra) is.



29. ábra. Csonkított henger szemléltető ábrája

Egy csonkított henger ábrázolása a 30. ábrán látható. Először halványan a csonkítatlan henger nézeteit rajzoljuk meg. A balnézeten nyolc alkotót jelölünk meg: a, b, c, d, e, f, g és h betűvel. Keressük meg és jelöljük a nyolc alkotó elől- és felülnézetét! Az előlnézetben ez nagyon könnyű, mert csak vízszintesen vetítünk, a felülnézetben pedig balnézet segítségével visszük fel az alkotókat. Könnyítésül egy emberke mutatja a felméréndő távolságokat.

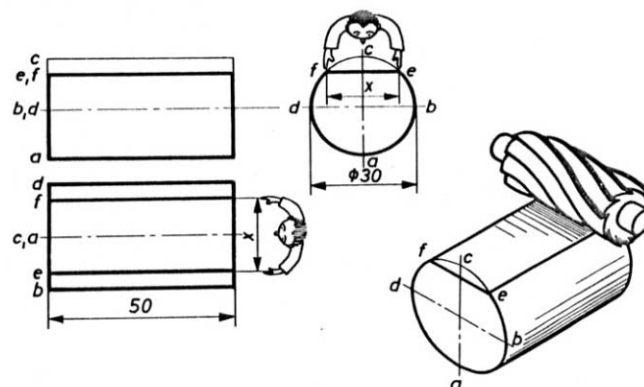
Az alkotók megszerkesztése után vágjuk el a hengert a vízszintes síkhoz viszonyítva egy 30° -os szöget bezáró síkkal. A sík előlnézetben csak egy vonalnak látszik. Ez a sík metszi az alkotókat. A metszéspontokat számokkal jelöljük. A felülnézetben úgy kapjuk a csonkító felület alakját, hogy az előlnézet számozott pontjait függőlegesen átvetítjük a megfelelő alkotók felülnézetére. A sík által kimetszett felület ellipszis, amely ferdén áll, így nem a természetes nagyságában látszik. Az ellipszis természetes nagyságát szerkesztéssel határozhatjuk meg, amint ezt az ábra is mutatja.



30.ábra. Csonkított henger ábrázolása három nézetben, a csonkított lap valódi nagysága

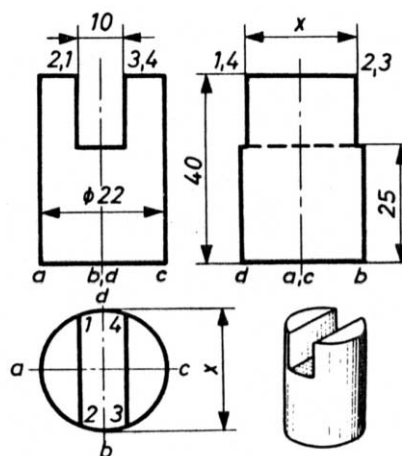
Jelen esetben a szerkesztéshez nyolc pontot alkalmaztunk. Természetesen, minél több alkotót és pontot veszünk fel, annál pontosabban közelítjük meg az ellipszis alakját.

A csonkított henger palástja (hálójá) a 31. ábrán látható. A szerkesztés céljából az alapvonalra felmérjük a kör területét (πD), amelyet aztán nyolc egyenlő részre osztunk. Az alapvonalra merőlegesen felrajzoljuk a nyolc alkotót, ezeket betűkkel jelöljük. A különböző hosszúságú alkotók összeköthetők egy görbe vonallal. Ez adja a palástot.



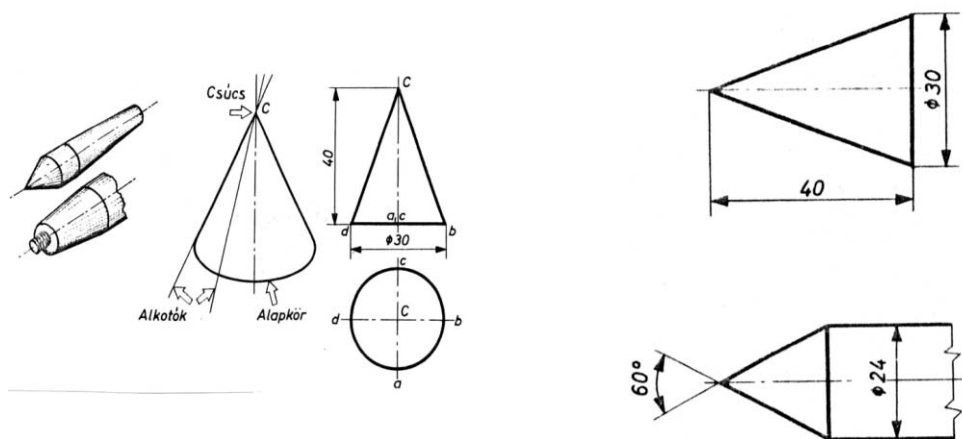
32. ábra. *A maróval megmunkált henger ábrázolása
három nézeten*

Hasonló megmunkálásokat láthatunk a 33. és a 34. ábrán. Az egyik esetben tengelyvégnél lapolást (33. ábra), míg a másik esetben hornyolást végzünk.



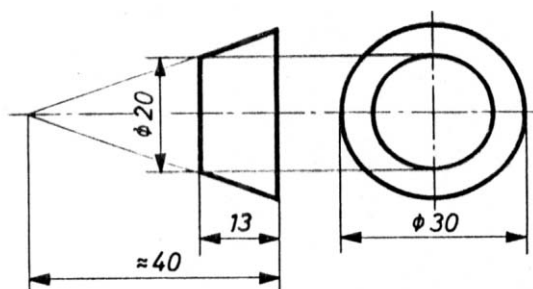
34. ábra. *Hornyolt henger ábrázolása három nézetben*

26



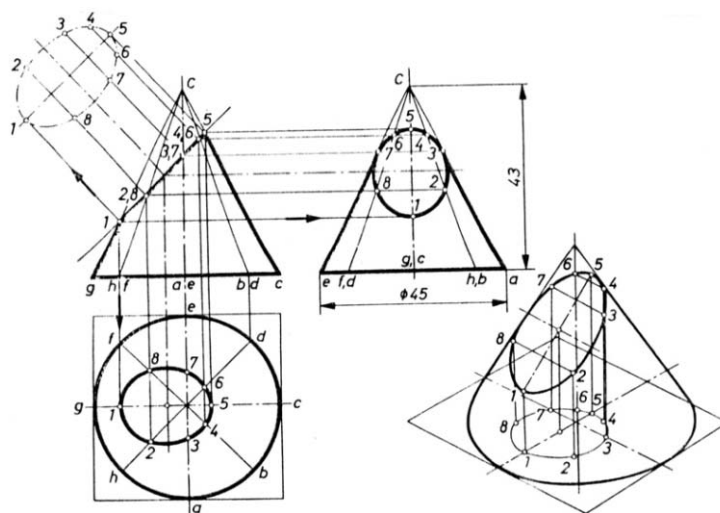
35. ábra. Kúpos tárgyak, a kúp szemléltető ábrája és ábrázolása 36 ábra. A kúp ábrázolása egy nézetben

A gépalkatrészeken ritkán találunk teljes kúpot, viszont annál gyakoribb a csonka kúp. Ha a kúpot az alapsíkkal párhuzamos síkkal metsszük, akkor egy egyszerű csonkított kúpot kapunk (37. ábra).



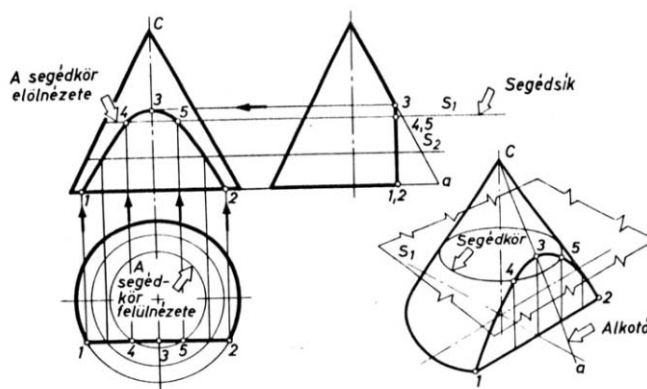
37. ábra. Csonkakúp ábrázolása két nézetben

Ha a kúpot egy ferde síkkal metsszük, akkor a metszetben egy ellipszis görbét kapunk. Ennek a formája és szerkesztése a 38. ábrán látható.

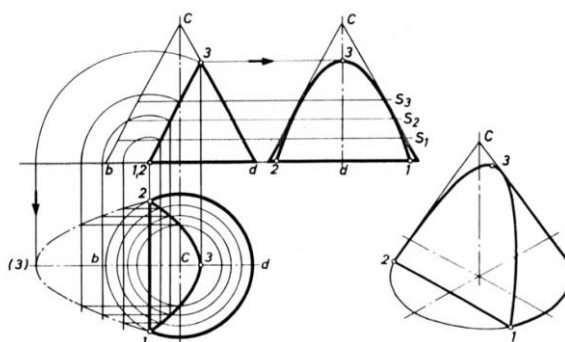


38. ábra. *Ferdén csonkitott kúp ábrázolása három nézetben*

Ha a metszősík párhuzamos a kúp tengelyével (39. ábra) vagy alkotójával (40. ábra), a metszetben hiperbola vagy parabola görbéket kapunk. Ezeknek a görbéknek a szerkesztése látható a 39. és 40. ábrán.

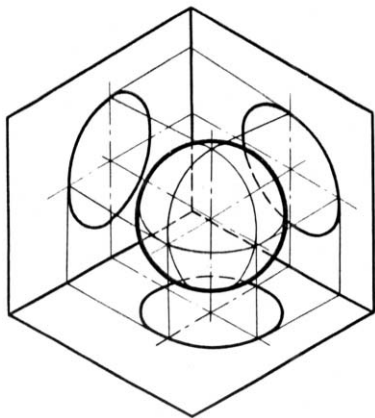


39. ábra. *A kúp metszete a tengelyével párhuzamos síkkal*

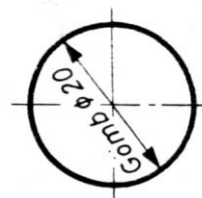


40. ábra. *A kúp metszete az alkotójával párhuzamos síkkal*

Gyakran találkozunk a géprajzokon gömb alakú testekkel is. Mint ismeretes, a gömb sugarával vagy átmérőjével határozható meg, és bármely síkra vetítve kört eredményez (41. ábra), ezért a rajzokon egy képen lehet ábrázolni (42. ábra).

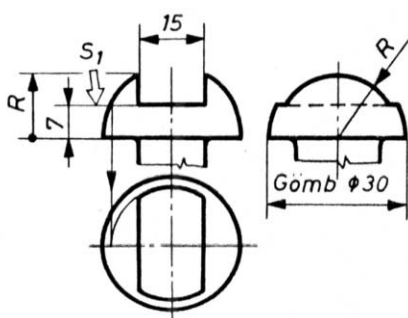


41. ábra. A gömb nézeteinek ábrázolása

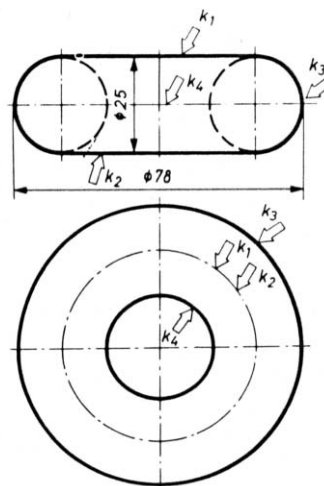


42. ábra. A gömb ábrázolása egy nézetben

A gömb csonkításával leggyakrabban a félgömbfejű csavar hornyolásánál találkozunk (43. ábra).



43. ábra. Csonkított gömb ábrázolása három nézetben



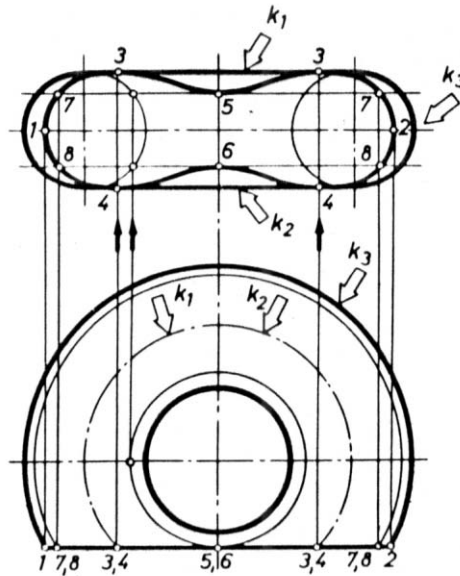
44. ábra. A gyűrű ábrázolása két nézetben

Az előlnézeti képen rajzoljuk meg a hornyot a csavarhúzó számára, majd azt vetítsük át a másik két képre. Figyeljük meg, hogy a felülnézeti képen a párhuzamos síkkal kialakított kör adja a horony két végét, az oldalnézeti képen viszont egy újabb sugár keletkezik. Ezzel kell megszerkeszteni az oldalnézeti képet. Ez a kisebb sugarú kör azonban csak a metszett horony mélységéig tart a géprajzban.

Továbbmenve, egy gyakran alkalmazott test a gyűrű (tórusz). Ennek alakját úgy lehet elképzelni, hogy egy hengert körben meghajlítunk, az alap- és fedőlapját összeforrasztjuk (44. ábra).

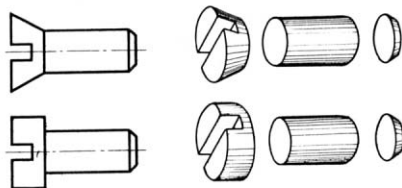
A gyűrű rajzán négy jellegzetes kör látható. A legfelső kör k_1 , a legalsó k_2 . Ezek egyenlő sugarúak. A legnagyobb kört k_3 -mal, a legkisebbet k_4 -gyel jelöltük. A felülnézeten ezek a körök határolják a gyűrű képét. Ha a gyűrűt elmetsszük egy síkkal, amely párhuzamos az

előlnézettel (45. ábra), akkor a csonkított képet úgy szerkesztjük meg, hogy megvizsgáljuk, hol metszi a sík a jellegzetes (feltüntetett) köröket. A k_3 kört két pontban (1, 2), a k_1 és k_2 köröket két-két pontban metszi. A szerkesztést a felülnézeti képen folytatva olyan kört szerkesztünk, amely érinti a metszősíkot. Ezt a 45. ábra szerint felvetítve az előlnézeti képre újabb pontokhoz jutunk (5, 6, 7, 8). Az így kapott pontokat összekötve piskóta alakú metszeti idomot kapunk, amely egyben a metszet tényleges nagyságú képe is.

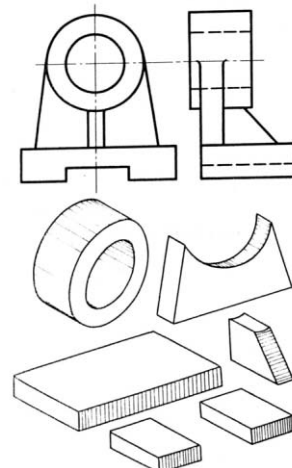


45. ábra. A gyűrű csonkítása

A felsorolt mértani idomok segítségével különböző gépalkatrészek alakíthatók ki. Ilyenek például a 46. ábrán bemutatott csavarok, amelyekre még a menetet nem vágták rá. Amint látható (46. ábra), a csavarokat hengeres és kúpos részek összekapcsolásával alakították ki.



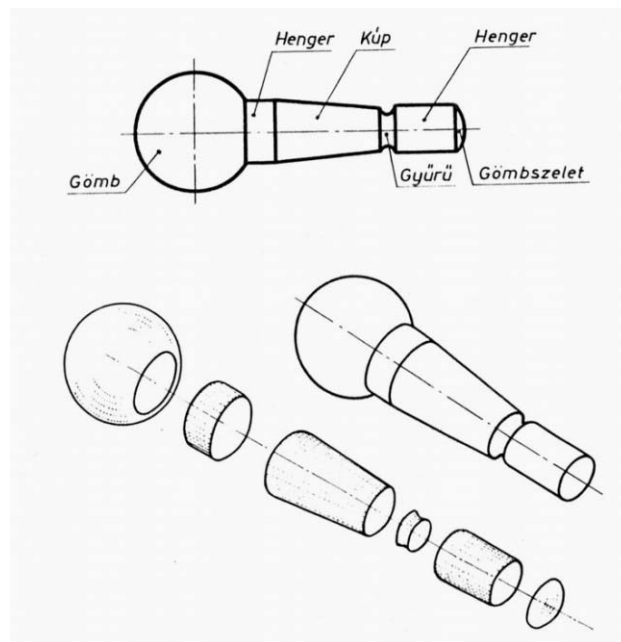
46. ábra. Összetett testek



47. ábra. Építő elemek összetett testnél

Így alakíthatók ki bonyolultabb alkatrészek is. A 47. ábrán látható szemes csapágyház, amely szintén egyszerű téglatestek, henger és csonkított téglatestek összeépítésével keletkezik.

A rajzismeretek elsajátítása kezdetén fontos, hogy a mértani testeket felismerjük, mert akkor az alkatrésztől tökéletes képet tudunk alkotni. Ez nagyon sokat segít a gépelem pontos elkészítésénél. Egy mértani idomokra való felbontás látható a 48. ábrán.

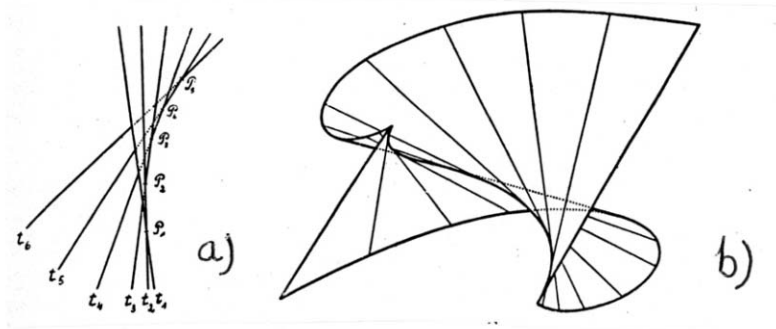


48. ábra. Egy csapszeg felbontása ismert mértani idomokra

4. Egyenes vonalú felületek

Azokat a felületeket, amelyeket az egyeneseknek valamely egyszeresen végtelen sokasága alkot, egyenes vonalú felületeknek nevezzük. Az egyeneseket, amelyek a felületen húzódnak, alkotónak nevezzük. Az alkotóknak egymáshoz végtelen, közel fekvő viszonylagos helyzete szerint megkülönböztetünk kifejthető felületet (amikor az alkotók metszik egymást), és torz felületet (amikor az alkotók kitérő egyenesek).

Legyenek a kifejthető felületnek egymás után következő alkotói $t_1, t_2, t_3 \dots$ (49.a ábra), amelyek egymást rendre a $P_1, P_2, P_3 \dots$ pontokban metszik. Ebben az esetben a felületet keskeny síksávok alkotják: $[t_1 t_2], [t_2 t_3]$ stb. A felületsíkba fejthető, mert t_2 körül a $[t_2 t_3]$ sáv a $[t_1 t_2]$ sáv síkjába forgatható, t_3 körül a $[t_3 t_4]$ sávot lehet az előzőkkel egy síkba forgatni és így tovább az egész felületet. A szomszédos alkotók metszéspontjai, a $P_1, P_2, P_3 \dots$ pontok, térgörbét képeznek, amelyet a kifejthető felület visszatérő görbéjének nevezünk. A felületi alkotók ennek a térgörbének az érintői lesznek. Ezek szerint a kifejthető felület egy térgörbe érintői által képzett felület (49.b ábra).



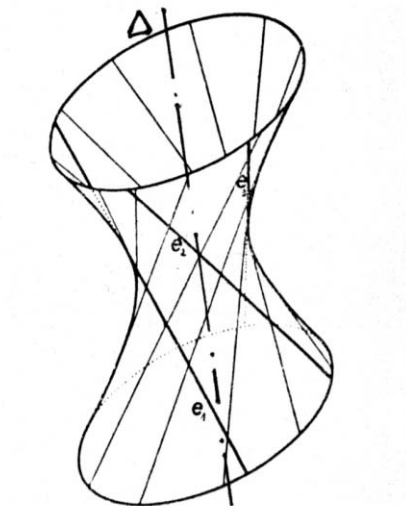
49. ábra. Egyenes vonalú kifejthető felületek

A visszatérő térgörbe a felületen egy élet alkot, és a felületet két palástra (felülrészsre) osztja. Ha a felületet síkkal metsszük, akkor a síkmetszetnek az a pontja, amely a visszatérő görbén van, csúcspontja a metszetnek, és az ilyen pontot visszatérő pontnak nevezik. Amikor a görbét mozgó pont segítségével származtatjuk, a csúcsnál a pont ellentétes mozgást végez, innen ered a visszatérő elnevezés. A visszatérő görbe érintői a felületnek alkotói.

Ha a tér egy tetszőleges pontjából a kifejthető felület minden alkotójával párhuzamosakat húzunk, kúpot kapunk. Ezt a kúpot a kifejthető felület iránykúpjának nevezik.

Amennyiben a felületet képező alkotósereg szomszédos elemei kitérő egyenesek, akkor torz vonalfelületet kapunk, amely nem kiteríthető a síkba.

A következőkben néhány különleges torzfelületet említünk meg. Az egyik ilyen felület az egykőpenyű hiperboloid, amely úgy keletkezik, hogy egy egyenest megforgatunk a Δ tengely körül (50. ábra).



50. ábra. Egykőpenyű hiperboloid

Ha az egyenes a Δ tengely körül forgómozgást és a tengely irányába haladómozgást végez, akkor egy egyenes vonalú csavarfelületet kapunk. Ilyen típusú felületekkel találkozunk a csavarmeneteknél és a fogaskerék-hajtásoknál. Ezek a felületek általában egyenes vonalú torzfelületek, tehát nem kiteríthetők a síkban. Kivételt képez az evolvens típusú csavarfelület, amely a síkban kiteríthető.

Irodalomjegyzék

- 1] Magyar - Majdán - Tábori: *Géprajzi alapismeretek*, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1979.

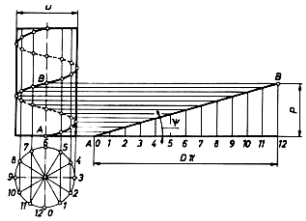
Gépelemek ábrázolása géprajz segítségével

Dr. Antal Béla, egyetemi tanár

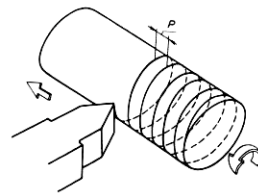
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépelemek Tanszék

1. Csavarmenet ábrázolása

Ha egy körhenger felületére egy derékszögű háromszöget csavarunk, akkor az átfogó a henger felületén csavarvonnallá alakul át. A csavarvonal és a hengerpalást valamely alkotójának két, szomszédos metszés pontja (A,B) között lévő távolság a menetemelkedés (P). Az egyenesnek a henger tengelyvonalára merőleges síkkal bezárt szöge a menetemelkedés szöge (Ψ). A csavarodás iránya szerint a csavarvonal lehet jobb vagy bal emelkedésű (1. ábra).



1. ábra. Csavarvonal képzése hengerre csavart háromszöggel

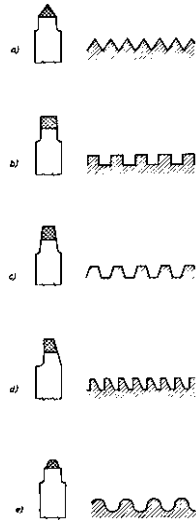


2. ábra. Csavarvonal létrehozása forgó és haladó mozgással

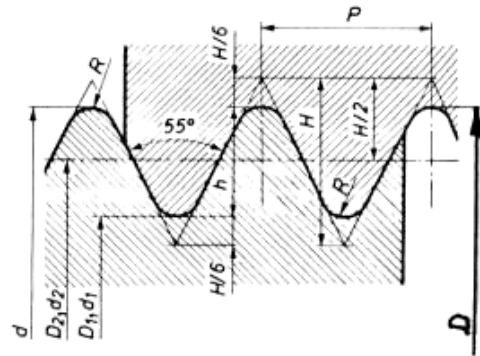
Ha a hengerpaláston a csavarvonal mentén valamilyen, a csavarvonal tengelyén átmenő síkban fekvő síkidomot (háromszög, trapéz, stb.) mozgatunk, meneteszt keletkezik.

A gyakorlatban a csavarmentet esztergálással (2. ábra), menetmetszővel (menetfúróval) vagy menethengerléssel (menetmángorlással) állítják elő. Az anyag külső felületére (orsóra) vágott csavarmentet neve orsómentet (külső menet), belső felületére (furatba) vágott meneté pedig anyamenet (belső menet). A csavarorsó és a csavaranya összetartozó gépelempár, ha azonos szelvényűek, csavarodásuk és méretük, azaz összezsavarhatók.

Az anyagba vágott horony alakja meghatározza a csavarmentet fajtáját. Így beszélhetünk éles, lapos, trapéz, fűrész és zsinórmentetről (3. ábra).



3. ábra. Csavarmenet készítése és a különböző szelvényű menetek készítéséhez használható esztergakések



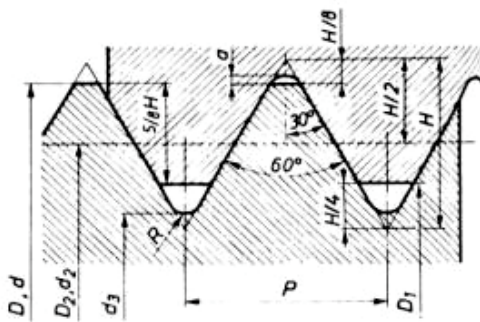
4. ábra. A Whitworth-menet szelvénye

A csavarmenetek alkalmazásának két fő területe van: a kötőcsavarok és a mozgócsavarok. A kötőcsavarok általában élesmenetűek (3a. ábra), a mozgócsavarok pedig lapos- (3b. ábra), trapéz- (3c. ábra) vagy fűrészenetűek (3d. ábra).

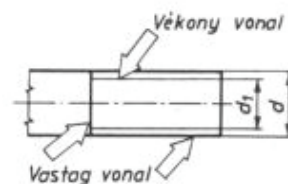
Az élesmenetű kötőcsavarok szelvényét először I. Whitworth szabványosította 1841-ben. Jellemző a menetre, hogy le van gömbölyítve és 55°-os a szelvényyszög (4. ábra). A menet méreteit hüvelykben adják meg. A méretválasztékot és a 1"-re eső menetek számát szabvány rögzíti.

Új szerkezethez a kötőcsavarokat nem szabad Whitworth-menettel tervezni. Használatos csőkötésekhez hengeres és kúpos kivitelben.

A kötőcsavarok jelenleg métermenettel készülnek, amelynek szelvényyszöge 60° és méreteit milliméterben adják meg. A métermenet szelvénye az 5-ös ábrán látható.



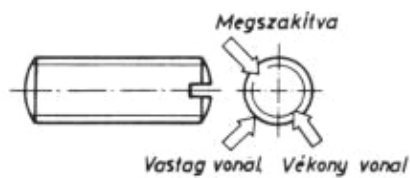
5. ábra. A métermenet szelvénye



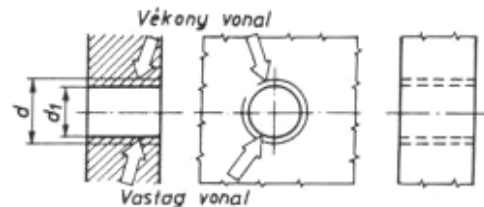
6. ábra. A csavarmenet rajzolása az orsón

A menetes orsónak rajzon való ábrázolása a 6-os ábrán látható. A külső átmérőt (d) és a belső (mag-) átmérőt (d_1) vékony folytonos vonallal rajzoljuk. Általában a vastag és vékony vonalak között legalább 0,8 mm távolság kell legyen (6. ábra). Ennél nagyobb menetmélységeket méretarányosan rajzolunk. A méretek szabványból vehetők.

A menetes orsó tengelyirányú vetületén és keresztmetszetén, amikor az orsó körképe látszik, a külső kört vastag folytonos vonallal, a magátmérőt jelképező kört vastag folytonos vonallal, a magátmérőt jelképező kört pedig vékony folytonos vonallal rajzoljuk be kb. egy háromnegyed hosszú körívvel (7. ábra).



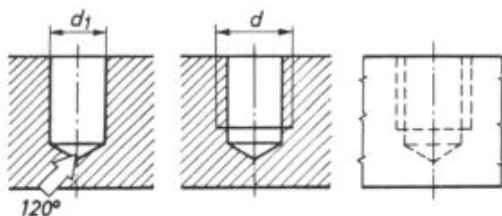
7. ábra. A csavarmenet jelképes jelölése orsón elől - és oldalnézetben



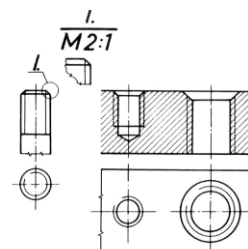
8. ábra. A csavarmenet jelképes jelölése furatban

Menetes furat metszetén a magvonalakat vastag folytonos vonallal, a külső átmérőnek megfelelő vonalakat pedig, a menetmélységnek megfelelő távolságra, vékony folytonos vonallal ábrázoljuk. A metszetet a magvonalig vonalzattal kell ellátni, mintha a menetárkot is anyag tölténé ki (8. ábra). A menetes furat tengelyirányú vetületén a magátmérőnek megfelelő kört vastag folytonos vonallal rajzoljuk, a menetmélységet vékony folytonos $\frac{3}{4}$ körvonallal jelöljük (8. ábra). Az ábrán eltakart (nézetben ábrázolt) anyamenet is látható, amelyet közepes szaggatott vonal jelöl.

A zsákfuratban vágott anyamenet jelölése látható a 9-es ábrán. A menet magátmérőjét és a hasznos menet végét jelölő záróvonalat vastag folytonos vonallal, a menetvonalat pedig vékony folytonos vonallal jelöljük. Az ábra jobb oldalán, nézetben ábrázolt, eltakart menetes zsákfurat látható.

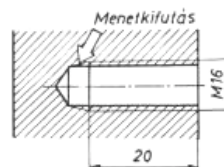


9. ábra. A csavarmenet jelképes jelölése zsákfuratban

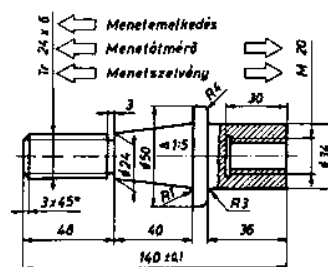


10. ábra. A csavarmenet jelképes jelölése tompított orsón és kisüllyesztett furatban

Az éltompítást a nem tengelyirányú nézetben a valóságnak megfelelően ábrázoljuk, a csavarmenetet jelölő vékony vonalat azonban a nézetben és metszetben egyaránt az alkatrész kontúrvonaláig húzzuk (10. ábra). A menetes orsók és furatok éltompítását tengelyirányú nézetben csak akkor kell megrajzolni, ha a tompítás mértéke eltér a menetmélységétől, tehát a menet jelképes jelölését az éltompítás ábrázolása nem zavarja.

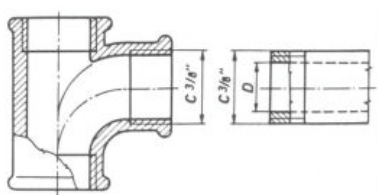


12. ábra. *A menetkifutás jelölése furatban*



14. ábra. *A szabványos csavarmenet
méretmegadása*

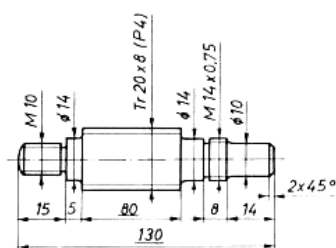
A csőmenetek esetében a méretvonalon feltüntetett számérték nem a menet átmérője, hanem a menetes cső névleges belső átmérője (D) (15. ábra). A C1” jelű csőmenet átmérője nem 25,4 mm, hanem 33,24 mm.

[illegible]

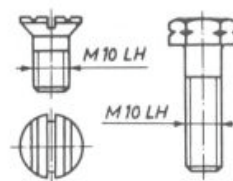
16. ábra. A nem szabványos csavarmenet méretmegadása

A csavarmenetek általában egybekezdésűek és jobbmenetűek, ezért ezt külön nem kell feltüntetni.

Ha két- vagy több-bekezdésű csavarmenetet kell elkészíteni, azt a rajzon elő kell írni. A jelölésből kiolvasható a bekezdések száma: pl. Tr 20×8 (P4). Ha a menetemelkedés elosztjuk a menetsztással, a bekezdések számát kapjuk meg ($8:4=2$). Tehát a 17-es ábrán lévő trapézmenet két bekezdésű.

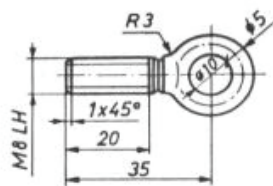


17. ábra. Több-bekezdésű csavarmenet
méretmegadása

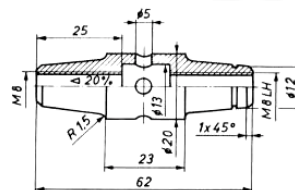


18. ábra. *Balmenet jelölése csavarfejen*

A balmenetű csavarok esetében az LH betűjelet használjuk, amelyet a menetjelölésben utolsó helyen álló jelhez csatolunk (18., 19. és 20. ábra).

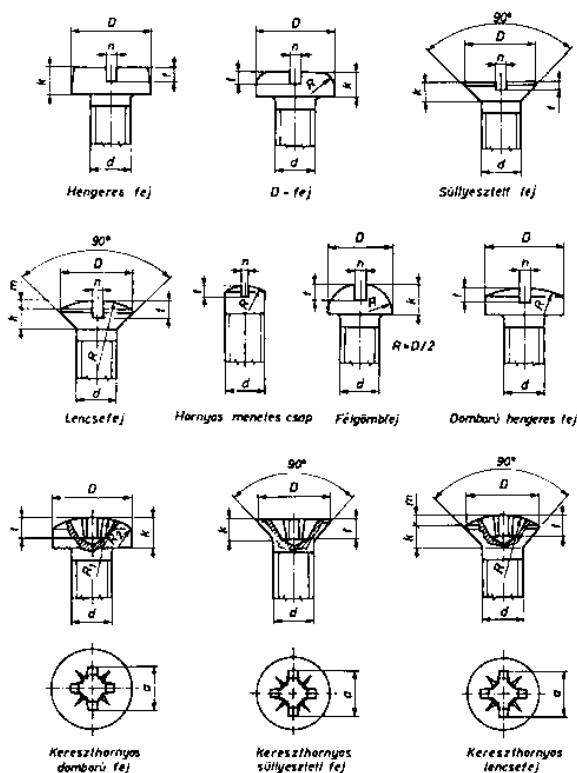


19. ábra. Balmenet méretmegadása és jelölése csavarszáron

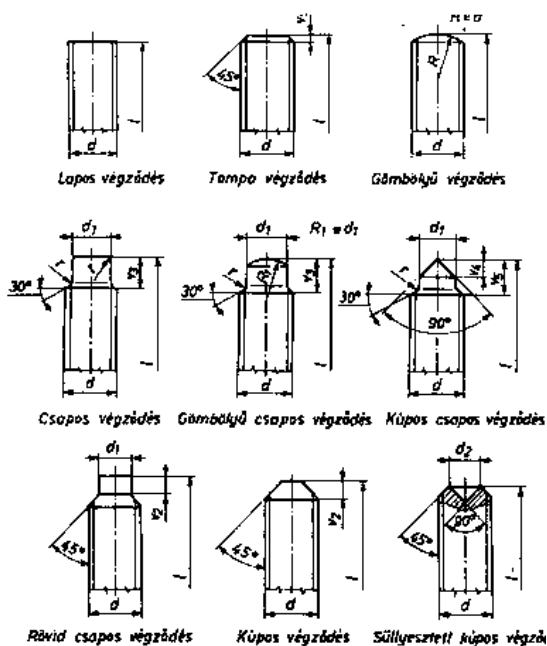


20. ábra. Balmenet jelölése menetes alkatrész homlokalapján

A métermenetű hornyos fejű csavarok ábrázolása a 21-es ábrán látható.



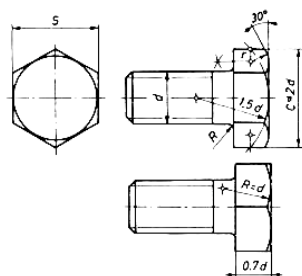
21. ábra. Hornyos fejű csavarok ábrázolása



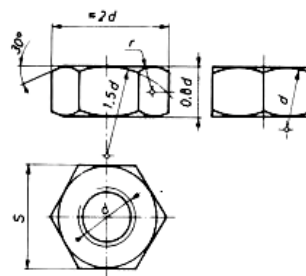
22. ábra. A csavarvégek ábrázolása

A kötő-és szorítócsavarok végződéseinek változatai a 22-es ábrán láthatók.

A gyakorlatban sokféle csavar és csavaranya használatos. Mivel a leggyakrabban a hatfejű csavarok és a hatlapú csavaranyák ábrázolására van szükség, ezek szerkesztését mutatjuk be, egyszerűsített formában. A csavarfej szerkesztését a 23-as ábra, a csavaranyaét pedig a 24-es ábra mutatja be.

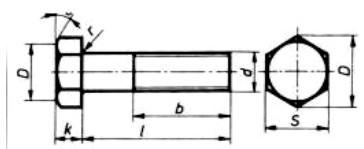


23. ábra. Hatlapfejű csavarfej szerkesztése

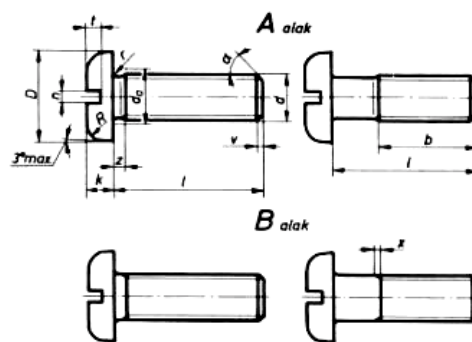


24. ábra. Hatlapú csavaranya szerkesztése

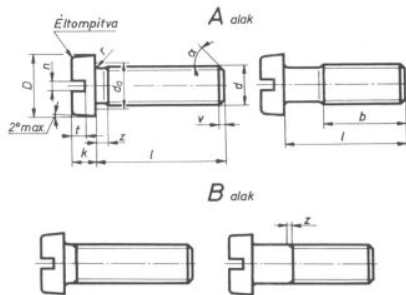
Az ipar számos területén többféle csavart, csavaranyát, alátétet használnak, ezért a továbbiakban ezen elemek különböző típusait mutatjuk be:



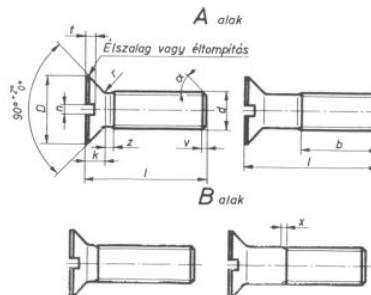
25. ábra. Hatfejű csavar



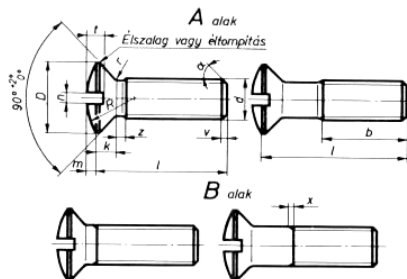
26. ábra. D-fejű csavarok



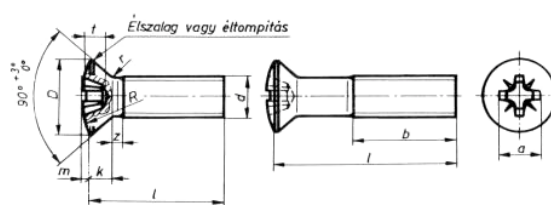
27. ábra. Hengeresfejű csavarok



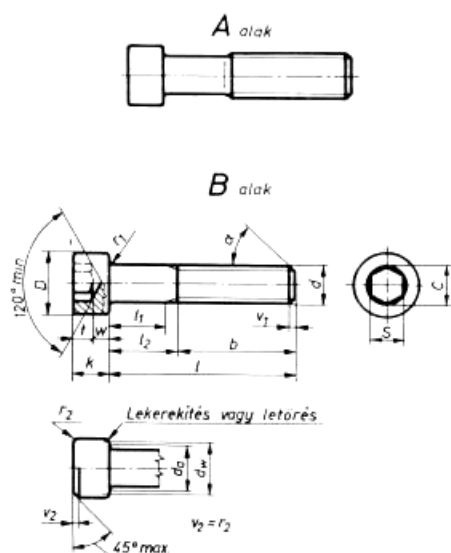
28. ábra. Süllyesztettfejű csavarok



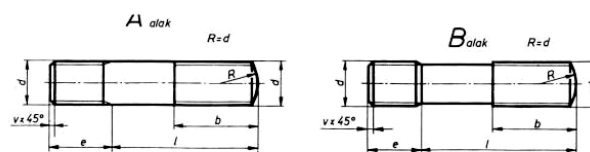
29. ábra. Lencsefejű csavarok



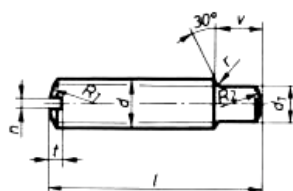
30. ábra. Lencsefejű keresztornyos csavarok



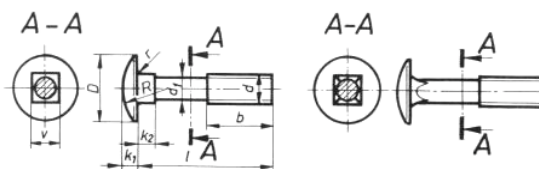
31. ábra. Belsőkulcsnyílású csavarok



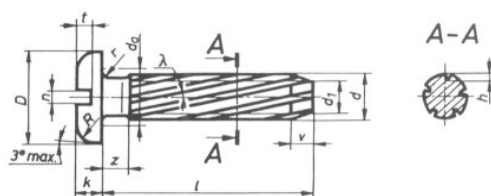
32. ábra. Tőcsavarok



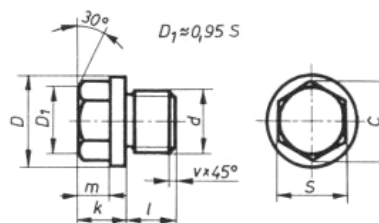
33. ábra. Gömbvégű csapos hernyócsavarok



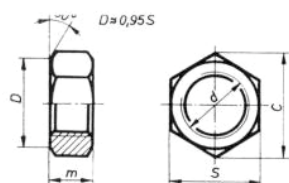
34. ábra. Kapupánt-csavarok



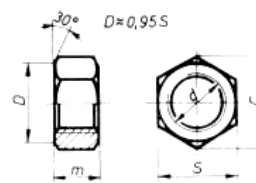
35. ábra. D-fejű menetfúró csavar



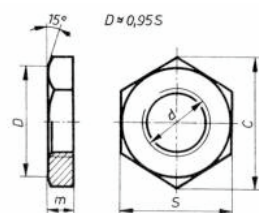
36. ábra. Peremes zárócsavar



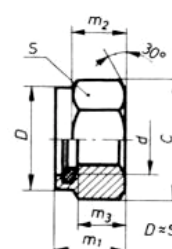
37. ábra. Hatlapú anya



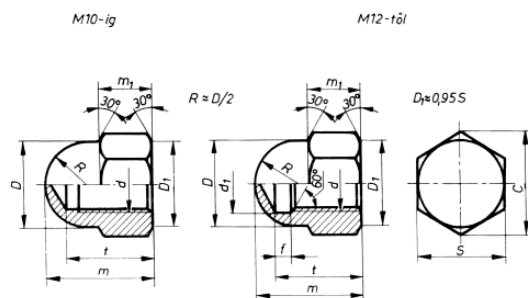
38. ábra. Kislaptávú hatlapú anya



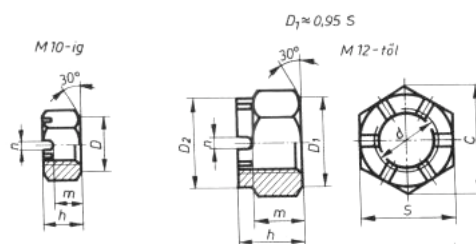
39. ábra. Hatlapú csőanya



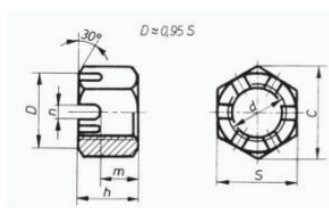
40. ábra. Hatlapú önbiztosító csavaranya



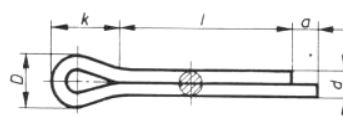
41. ábra. Magas zárt csavaranyák



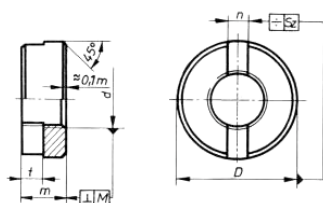
42. ábra. Koronás csavaranyák



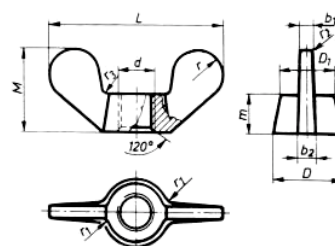
43. ábra. Kislaptávú koronás csavaranyák



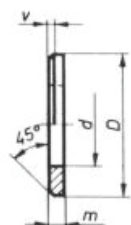
44. ábra. Sasszeg



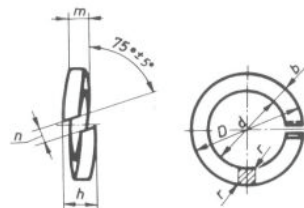
45. ábra. Hornyos kerek csavaranya



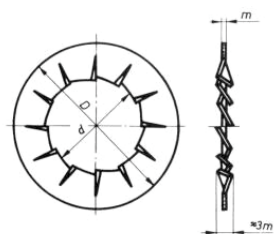
46. ábra. Szárnyasanya



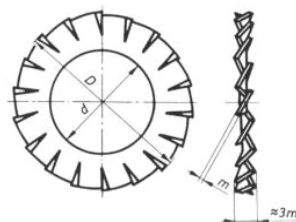
47. ábra. Alátét



48. ábra. Rugós alátét



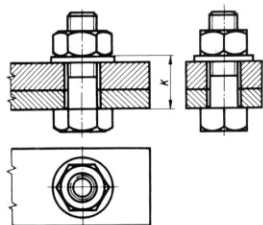
49. ábra. Belsőfogazású alátét



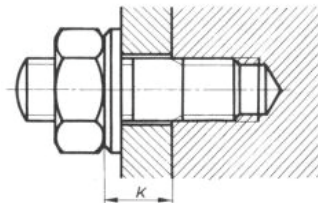
50. ábra. Külsőfogazású alátét

2. Csavarkötések és csavarbiztosítások

Egyszerű csavarkötés az 51-es ábrán látható. Az összefogott darabok együttes vastagsága, vagyis a csavarfej és az anya felfekvő felületei között lévő távolság a közrefogás (K). Az összefogott alkatrészek átmenő furattal készültek. Az 52-es ábra tőcsavarral történő csavarkötést szemléltet.

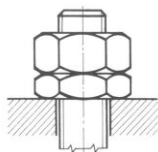


51. ábra. Csavarkötés hátlapfejű csavarral

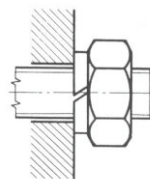


52. ábra. Csavarkötés tőcsavarral

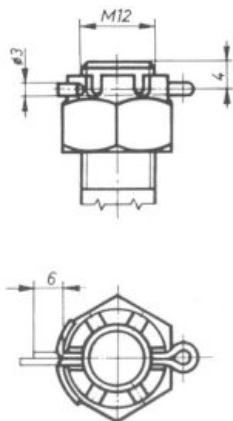
A csavarkötések általában önzáróak. Ez azt jelenti, hogy a csavaranya a teljes becsavarása után megtartja helyzetét. Ha dinamikus terhelések, rezgések és rázkódások jelennek meg, akkor fennáll a veszély, hogy a csavaranya meglazuljon. Ennek a megakadályozására csavarbiztosítást alkalmazunk. A csavarbiztosítások egyik csoportja csak az anya lecsavarodása ellen véd, a másik csoport az előfeszített kötés lazulását is megakadályozza. A következő ábrákon különböző csavarbiztosításokat mutatunk be (53-59. ábra).



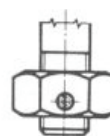
53. ábra. Kétanyás biztosítás



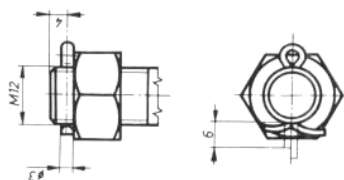
54. ábra. Biztosítás rugós alátéttel



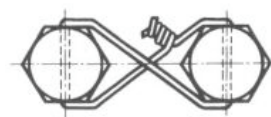
55. ábra. Sasszeges biztosítás az anya felett



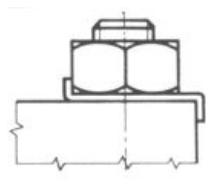
56. ábra. Sasszeges biztosítás átfűrt anyával



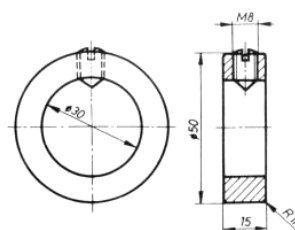
57. ábra. *Sasszege biztosítás koronás anyával*



58. ábra. *Biztosítás huzallal*



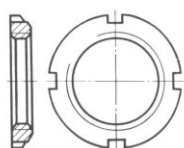
59. ábra. *Biztosítás lemezzel*



60. ábra. *Állítógyűrűvel való biztosítás*

Tengelyeken elmozdítható alkatrészek mozgása állítható gyűrűvel határolható vagy rögzíthető. A gyűrű kúpos hernyócsavarral rögzíthető (60. ábra).

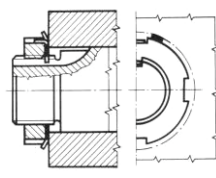
A csapágycsapat tengely irányú rögzítésére a tengelyeken hornyos csapágycsapatot alkalmazunk. A csapágycsapat a 61-es ábrán, a biztosítólemez a 62-es és a 63-as ábrán látható.



61. ábra. *A hornyos csapágycsapat*



62. ábra. *A körtaréjos biztosítólemez*

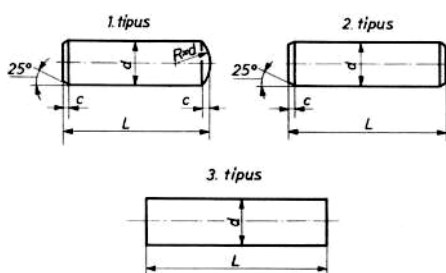


63. ábra. *A tengelyanya biztosítása*

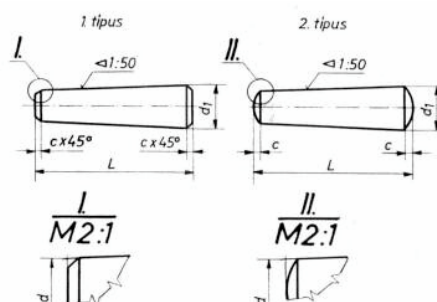
3. Szegek és csapszegek ábrázolása

A gépiparban gyakran alkalmazott kötőelemek a szegek és csapszegek. Ezek laza és szilárd kötések megvalósítására - pl. csuklók csapjaiként, vezető vagy központosító elemként, továbbá túlterhelés elleni biztosítóelemként egyaránt - használhatók. A szegek és csapszegek felfekvő felülete hengeres vagy kúpos, a terhelés pedig általában merőleges a kötőelem tengelyére.

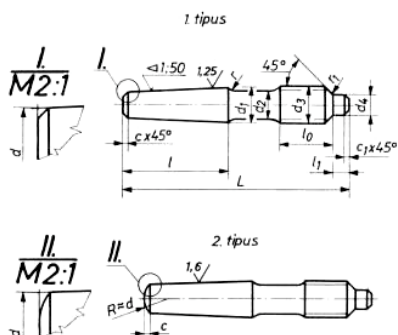
A szegek többféle kialakításban készülnek és kötőelemként, biztosítóelemként, szerkezeti elemként lehet felhasználni. Formájuk alapján lehetnek hengeres szegek (64-ábra), kúpos szegek (65., 66. és 67. ábra) és hasított szegek (68. ábra).



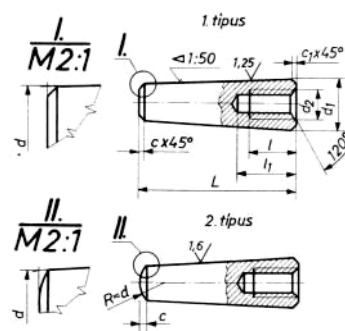
64. ábra. Hengeres szeg



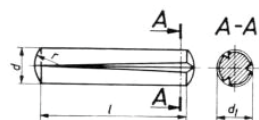
65. ábra. Kúpos szeg



66. ábra. Menetes kúpos szeg



67. ábra. Belsőmenetes kúpos szeg

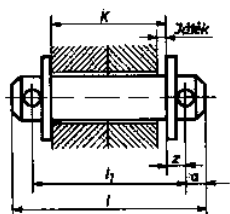


68. ábra. Hasított szeg

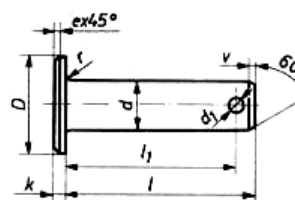


69. ábra. Csapszeg

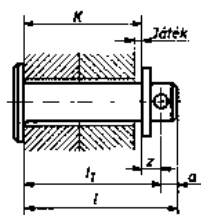
A csapszegeket általában csuklós kötésekben alkalmazzuk. A csukló egyik eleme mozgathatóan kapcsolódik a csapszeghez, a másik pedig mereven vagy szintén mozgathatóan. A csapszegek fej nélküli csapszegek (69 és 70. ábra), fejes csapszegek (71 és 72. ábra) és menetes csapszegek (73 és 74. ábra) lehetnek.



70. ábra. Közrefogás csapszeggel



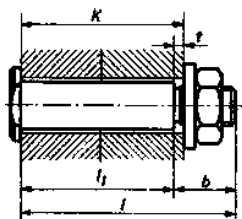
71. ábra. Fejes csapszeg



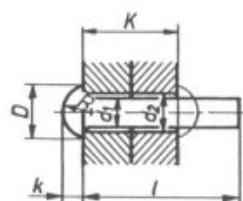
72. ábra. Közrefogás fejes csapszeggel



73. ábra. Menetes csapszeg



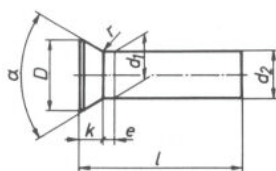
74. ábra. Közrefogás menetes csapszeggel



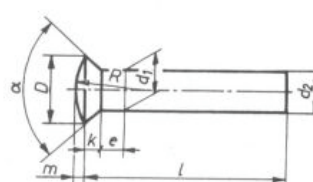
75. ábra. Félgömbfejű szegecs

4. Szegecskötések ábrázolása

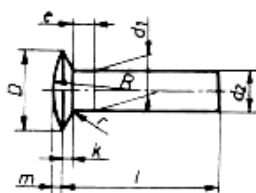
A szegecskötések három féle feladatra alkalmazhatók: erőátvitelre, erőátvitelre és tömörzárásra, csak tömör zárásra. A szegecsket, mint kötőelemeket, hengeres szárral és valamilyen fejjel készítik. Általában a fej alakja után kapja a szegecs az elnevezését is. A leggyakrabban használt szegecs (75. ábra) a sülyesztett fejű szegecs (76. ábra), a lencsefejű szegecs (77. ábra), a lemezszegecs (78. ábra), a szíjszegecs (79. ábra) és a csőszegecs (80. ábra).



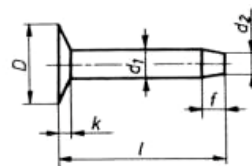
76. ábra. Sülyesztett fejű szegecs



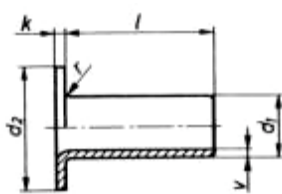
77. ábra. Lencsefejű szegecs



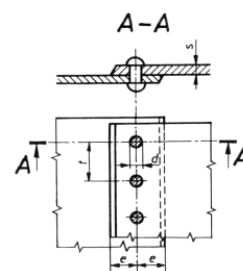
78. ábra. Lemezszegecs



79. ábra. Szíjszegecs



80. ábra. Csőszegecs



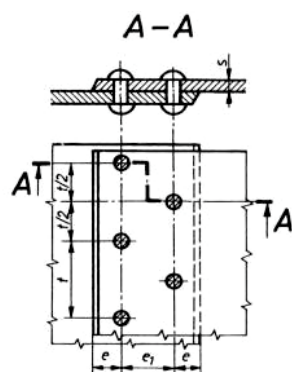
81. ábra. Egysoros átlapolt szegecskötés

A szegecseléshez az összeillesztett munkadarabokat vagy lemezeket átfúrjuk. A furatok 8 mm-es szegecsátmérőig 0,5 mm-el, 8 mm-en felüli szegecsátmérőtől 1 mm-el nagyobb méretűek kell legyenek. A szegecsket 6-8 mm átmérőig hidegen, e méret fölött melegen szegecseljük.

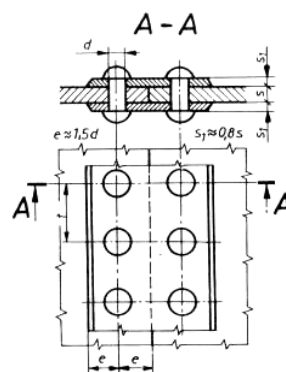
Szegecseléskor a furatba illesztett szegecs kiálló része - a félgömb kialakításához - kb. $1,7d$ hosszú kell legyen (75. ábra), míg a süllyesztett fej kialakításához kb. $0,8d$ hossz szükséges. A lemezszéleket kb. 75° -os szögben kell lemunkálni, és tartályok esetében tömöríteni.

Szegecssekkel összefogott lemezek esetében átlapolt vagy hevederes kötést alkalmazunk.

Az átlapolt szegecskötések lehetnek egy vagy kétsorosak (81. és 82. ábra).

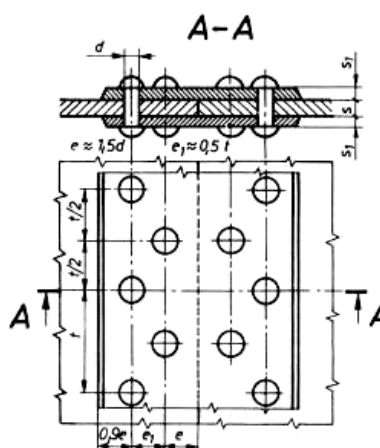


82. ábra. Kétsoros átlapolt szegecskötés



83. ábra. Egysoros hevederes szegecskötés

A hevederes szegecskötés lehet egy-, két- és háromsoros (83. és 84. ábra).



84. ábra. Kétsoros hevederes szegecskötés

5. Hegesztett kötések ábrázolása

A hegesztés nem oldható kötőmód. Mindinkább elterjedő alkalmazását a szegecseléssel szemben a kedvezőbb szilárdságú kötés, anyagtakarékosság és a gazdaságosság indokolja.

Acélszerkezetek, gépállványok és vázszerkezetek összeállításánál, tartályok és kazánok készítésénél alkalmazzák.

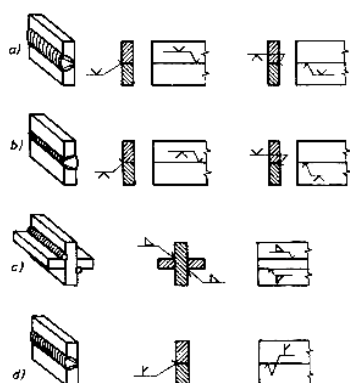
A gépgyártásban az öntvények helyett - a súlycsökkenés és az anyagmegtakarítás céljából - gyakran a hegesztett szerkezeteket alkalmazzák.

A gépiparban általában kétfajta hegesztési módot alkalmazunk: a sajtoló és az ömlesztő hegesztést.

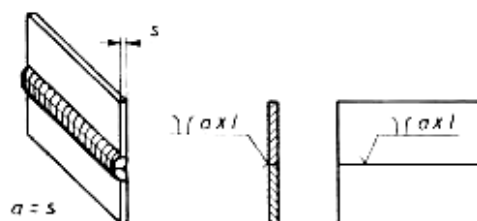
Sajtolóhegesztés esetében a darabokat tűzben fehér izzásig hevítjük, és kalapácsütéssel vagy sajtolással egymáshoz szorítjuk. Az izzó darabok a nyomás hatására kohéziós kapcsolatba kerülnek. A szükséges hő a villamos ellenállás hőhatásával is elérhető. A hő elérése után, nyomás következtében, az érintkező felületek összehegednek.

Az ömlesztő hegesztés helyén a munkadarabok fémanyaga megolvad és hozanyag hozzáadásával vagy nélküle köthetők össze. Az ömlesztő hegesztés lehet gáz- és villamos hegesztés.

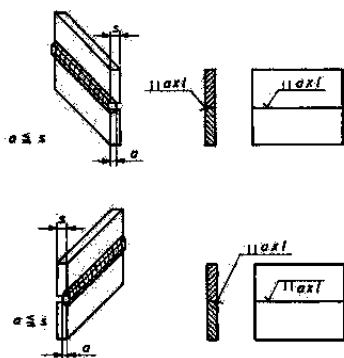
A hegesztési varrat formáját és méreteit mutatóvonallal jelöljük meg (85. ábra). Ilyen példák láthatók a 86-os, 87-es és 88-as ábrákon.



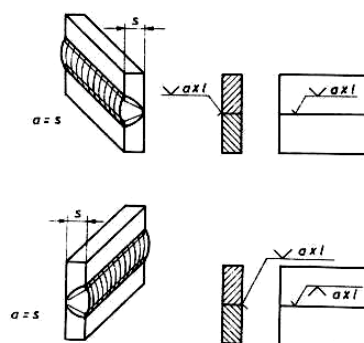
85. ábra. A jelölések elhelyezése a rajzokon



86. ábra. A peremvarrat jelölése



87. ábra. Egy oldalról hegesztett I-varrat



88. ábra. V-varrat jelölése

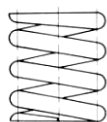
A hegesztett kötések jelképei az 1-es táblázatban láthatók.

A hegyvarrat ill. hegpont megnevezése	A kötés jelképe	A jelkép	
		szárai közti \approx szög	szélessége
Szimmetrikus peremvarrat		—	1 x magasság
Aszimmetrikus peremvarrat		—	$\frac{3}{4}$ x magasság
I-varrat		—	$\frac{1}{2}$ x magasság
V-varrat		90°	2 x magasság
Y-varrat		90°	1 x magasság
Alátétlemez V-varrat		30°	1 x magasság
U-varrat		—	$\frac{2}{3}$ x magasság
$\frac{1}{2}$ V-varrat		45°	1 x magasság
$\frac{1}{2}$ Y-varrat		45°	$\frac{1}{2}$ x magasság
J-varrat		—	$\frac{1}{2}$ x magasság
Sarokvarrat		45°	1 x magasság
Horonyvarrat és hegpont (ív pont) furattal		30°	2 x magasság
Ív pont furat nélkül		30°	2 x magasság
Tompavarrat tetszőleges hegesztési éllel és illesztéssel		45°	

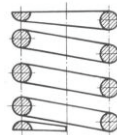
1. táblázat. Hegesztett kötések jelképei

6. A rugók ábrázolása

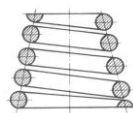
A rugók terhelések hatására nagymértékű rugalmas alakváltozásokra képesek. Alkalmasak mozgásváltozások kiegyenlítésére (járműrugók), lengések és rezgések csökkentésére (rugalmas tengelykapcsolók), ütközések ellensúlyozására (vasúti kocsik), mozgások szabályozására (különböző mechanizmusok), szelepek vezérlésére (belsőégésű motorok), erőátadásra (fékek, súrlódó kapcsolók), sőt, erő tárolására is (rugós szerkezetek stb.). A felsorolt feladatok megoldására különböző alakú rugókat használnak. Ezek közül a fontosabbakat a további ábrákon mutatjuk be (89-104 ábra).



89. ábra. Négy-nél kevesebb menetszámú, hengeres nyomó csavarrugó előlnézete



90. ábra. Négy-nél kevesebb menetszámú, hengeres nyomó csavarrugó metszeti rajza



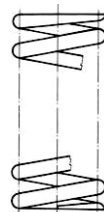
91. ábra. Négyenél kevesebb menetszámú, kúpos nyomó csavarrugó metszeti rajza



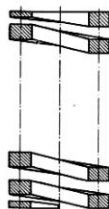
92. ábra. Vékony huzalból készített rugó szelvényét befeketítjük



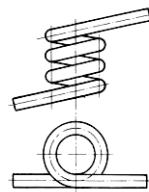
93. ábra. Négyenél kevesebb menetszámú, tekercsrugó metszeti rajza



94. ábra. Négyenél több menetszámú, körszelvényű nyomó csavarrugó metszeti rajza



95. ábra. Négyenél több menetszámú, négyszög szelvényű nyomó csavarrugó metszeti rajza



96. ábra. Forgató csavarrugó nézeti rajza



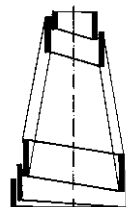
97. ábra. Négyenél több menetszámú húzó csavarrugó elől-és jobbnézetben



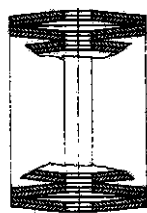
98. ábra. 2 mm-nél kisebb szelvényméretű húzó csavarrugó vonalas rajza



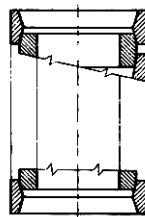
99. ábra. 2 mm-nél kisebb szelvényméretű húzó csavarrugó vonalas rajza



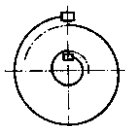
100. ábra. Négyenél több menetszámú tekercsrugó metszeti rajza



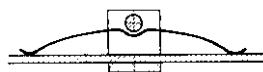
101. ábra. Tányérrugó jelképes rajza



102. ábra. Gyűrűs rugó jelképes rajza

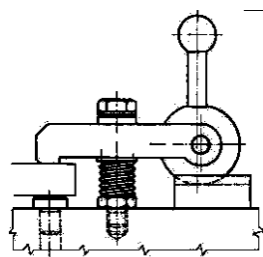


103. ábra. Spirálrugó jelképes rajza

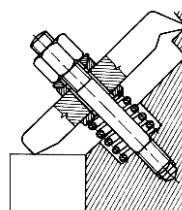


104. ábra. Lemezrugó egyszerűsített jelölése

A továbbiakban bemutatunk néhány rugószerkezetet. Nézetben készített összeállítási rajzon a rugót is nézetben kell ábrázolni (105. ábra). Ha a csatlakozó részeket metszetben készítjük, akkor a rugót is metszetben kell rajzolni (106. ábra). Olyan összeállítási rajzon, ahol a rugó méretei kicsinyek, a rugómenetek kontúrvonalainak megrajzolása egyszerűen vonalassal ábrázolható (107. ábra).



105. ábra. Rugó ábrázolása összeállítási rajzon nézetben



106. ábra. Rugó ábrázolása összeállítási rajzon metszetben



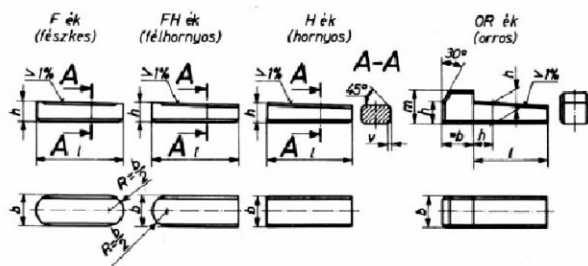
107. ábra. Rugó ábrázolása összeállítási rajzon vonalassal

7. Ék-, retesz- és bordáskötések ábrázolása

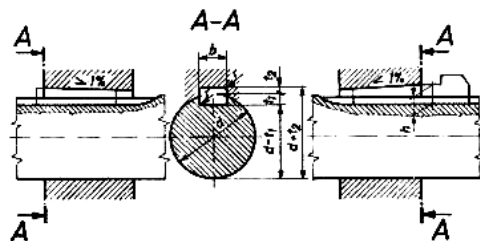
A forgó szíjtárcsákat, kerekeket, fogaskerekeket, stb. ék- vagy reteszkötéssel rögzítjük a tengelyekre. Az ékek beszerelésénél sugár irányú feszítés keletkezik, amely a forgatónyomaték átvitelét biztosítja egyben meggátolva az agy tengely irányú elmozdulását.

Az ékhornyt a tengelyen tárcsamarával vagy ujjmaróval, az agy furatában véséssel készítjük.

Az ékek fészkes-, hornyos-, félhornyos- és orros ékek (108. ábra) lehetnek. A tárcsamarával készített ékhorny formáját a 109-es ábra mutatja.



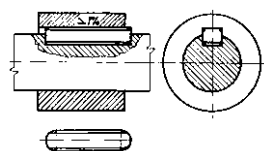
108. ábra. Ék kialakítások



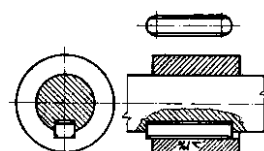
109. ábra. Agyhorony és tárcsamaróval készített ékhorony

A hornyos ékkötés rajzát a 110-es ábrán, a fészkes ékkötés rajzát a 111-es ábrán szemlélhetjük.

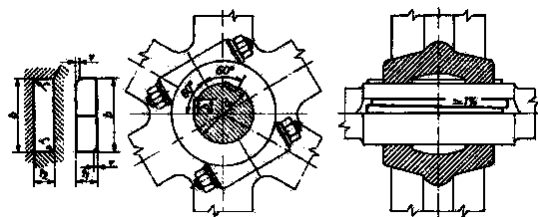
Nagy megterhelés és lökésszerűen fellépő erők, valamint váltakozó irányú forgatónyomaték esetében érintős ékkötést alkalmazunk (112. ábra).



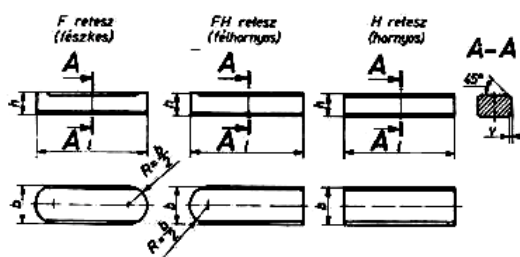
110. ábra. Hornyos ékkötés



111. ábra. Fészkes ékkötés



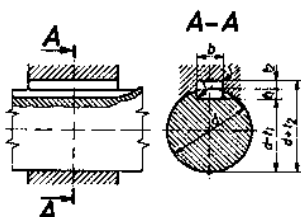
112. ábra. Érintős ékkötés



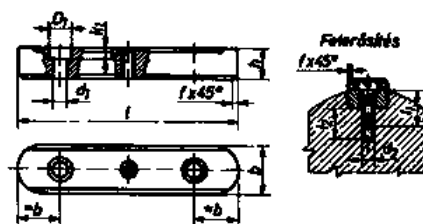
113. ábra. Retesz-kialakítások

Reteszkötéseket használunk általában a forgatónyomaték átvitelére a kerékről a tengelyre, vagy fordítva. A forgatónyomaték átszármaztatására a horonyba párhuzamos oldalú hasábot helyezünk, amelynek felső lapjánál hézag is marad. Működés közben a reteszek zúzóadási igénybevételnek vannak alávetve.

A szabványos fészkes, hornyos és félhornyos reteszt a 113-as ábra, a horony rajzát pedig a 114-es ábra mutatja be.

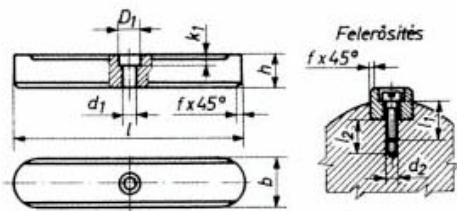


114. ábra. Reteszhorony

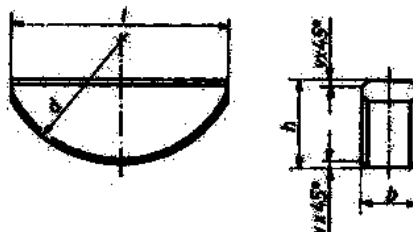


115. ábra. Egycsavaros siklóretesz

Ha a reteszeket csavarokkal rögzítjük a tengely hornyába, akkor siklóretesznek nevezzük. A siklóretesz fészkes változatát a 115-ös és 116-os ábra illusztrálja.

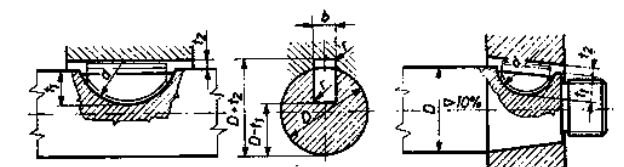


116. ábra. Kétszavaros siklóretesz

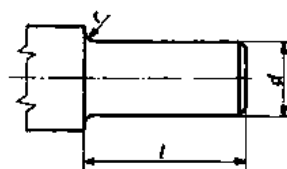


117. ábra. Íves retesz

Rövid kerékagyak és kisnyomatékok átvitele esetében íves reteszt alkalmazunk (117. ábra). Az íves retesz fészket tárcsamarával készítjük. Hengeres és kúpos tengelyeken a reteszhorony kialakítását a 118-as ábra mutatja.

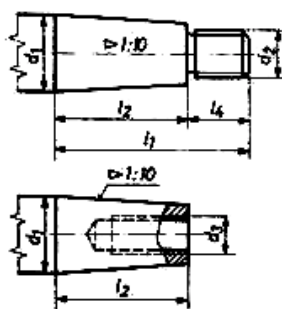


118. ábra. Íves reteszhorony

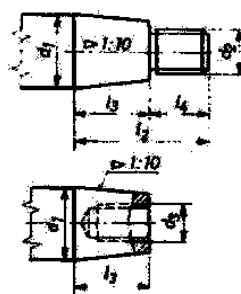


119. ábra. Hengeres tengelyvég

A tengelyvégek hengeresek és kúposak, hosszúak vagy rövidek lehetnek. Hosszú tengelyvég esetén nyomatékátvitelére reteszkötés, rövid tengelyvég esetén pedig ék-, sajtoló- vagy zrugorkötés használatos. A 220 mm-nél nagyobb átmérő esetén a reteszkötés nem ajánlatos. A hengeres és kúpos tengelyvégek hosszú és rövid kivitelben láthatók a 119-es, 120-as és 121-es ábrákon.

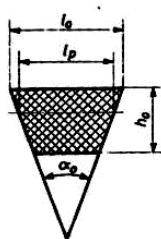


120. ábra. Hosszúkúpos tengelyvégek

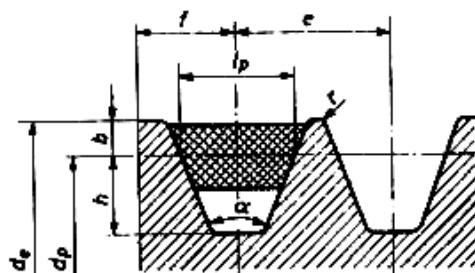


121. ábra. Rövidkúpos tengelyvégek

A forgómozgások átvitelére egyik gyakran használt megoldás az ékszíjhajtás. Az ékszíj szelvény és a horonyszelvény a 122-es és a 123-as ábrákon látható.



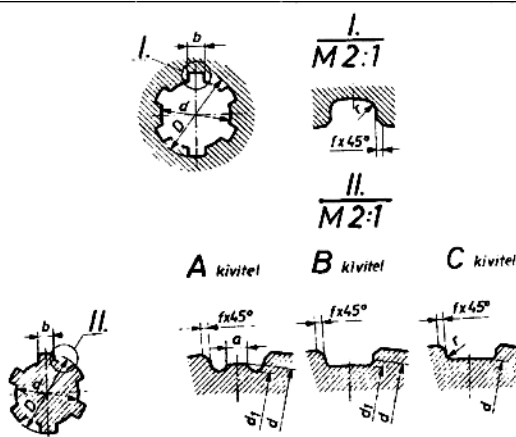
122. ábra. Ékszijszelvény



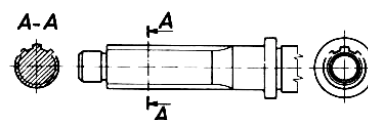
123. ábra. Ékszijtárcsa horonyszelvénye

Nagyobb forgatónyomatékok átvitelére bordáskötést alkalmaznak, amely egy bordástengely és egy horonyfuratú agyrész között képez kötést. A bordástengelyt tárcsamarával, a hornyos furatot véséssel vagy húzótüskével készítjük.

A bordástengely-kötés jellemzői a bordák száma, a belső átmérő (d), a külső átmérő (D) és a bordaszélesség (b). A bordástengely és a hornyos furat profilja a 124-es ábrán látható.



124. ábra. Hornyosfurat és bordástengely szelvénye

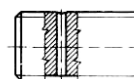


125. ábra. Tengely bordázatának ábrázolása

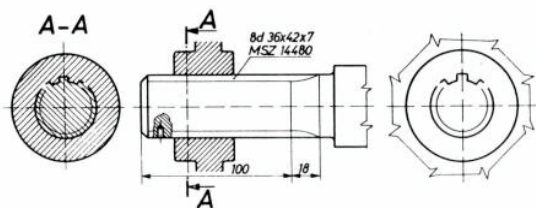
A bordástengelyek és hornyosfuratok ábrázolása a rajzokon a 125, 126, 127, 128, 129 és 130-as ábrákon látható.



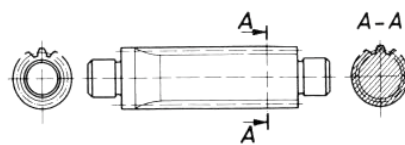
126. ábra. Bordás csőtengely metszeti rajza



127. ábra. Kitörés ábrázolása bordástengelyen

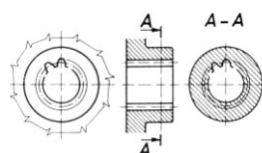


128. ábra. Hornysfurat ábrázolása

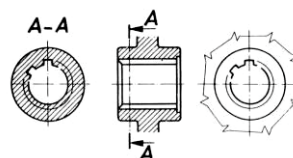


129. ábra. Evolvens-profilú bordástengely

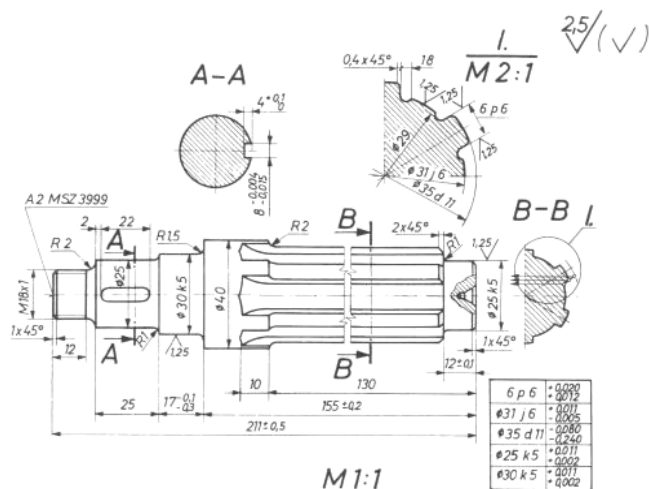
Összeszerelési rajzokon a bordáskötés jellemzőit ajánlatos a következő sorrendben megadni: bordaszám, vezető felület jele (d,D,b), belső átmérő, külső átmérő, bordaszélesség és szabványszám (131. ábra). A bordástengely és a hornysfuratú agy rajzát a 132-es és 133-as ábrákon láthatjuk.



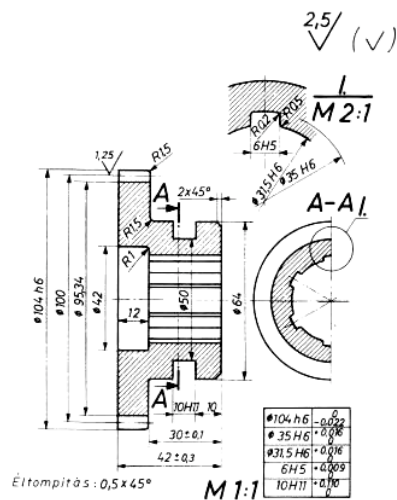
130. ábra. Evolvens-profilú hornyshüvely



131. ábra. Bordáskötés



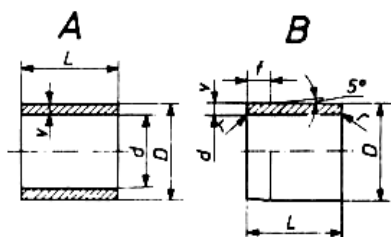
132. ábra. Bordástengely műhelyrajza



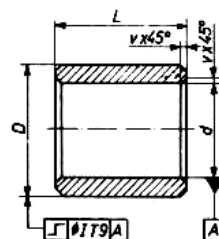
133. ábra. Hornysfuratú fogaskerék műhelyrajza

8. Csapágyak ábrázolása

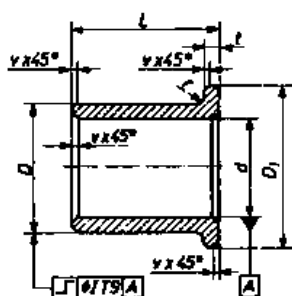
A bronz és sárgaréz siklócsapágy-persely szabványos kialakítása a 134, 135, 136 és 137-es ábrákon látható.



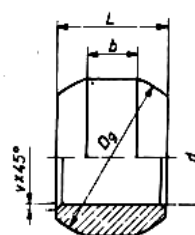
134. ábra. Bronz-vagy sárgarézpersely



135. ábra. Hengeres porkohászati
önkenőpersely



136. ábra. Peremes porkohászati
önkenőpersely



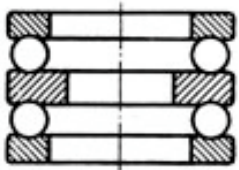







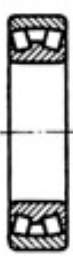
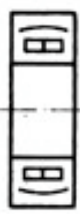
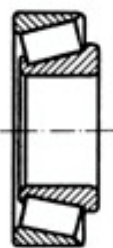


137. ábra. Önbeálló porkohászati
önkenőpersely

A gördülőcsapágyak olyan gépelemek, amelyekben a gördülőttestek általában a tengelytől és az agytól független gyűrű vagy tárcsa között gördülnek.

A futópályák között a gördülőttestek golyók vagy görgők lehetnek. A gördülőcsapágyak típusait és méretválasztékát gyári csapágykatalógusokban találjuk meg.

A csapágyak egyszerűsített, jelképes és egyezményes jelöléseit a 2 táblázatban keressük.

Csapágy típus		Az ábrázolás		
		egyszerűsített	jelképes	egyezményes
		módja		
		1	2	3
Egysorú, mélyhornyú golyócsapágy				
Kétsorú, belső golyócsapágy				
Ferde hirtérvonalú golyócsapágy	egysorú			
	kétsorú			
Axiális golyócsapágy	egyfelirható			

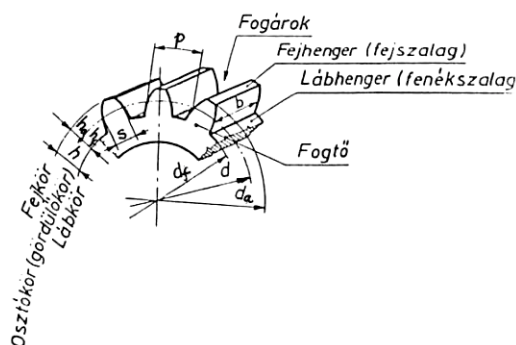
Csapágy típus		1	2	3
Axialis gölyöcsapágy	kétfelérhető			
	egysorosú			
Hengergörgős csapágy	kétsorosú			
				
Kúpgörgős csapágy				

2. táblázat. Gördülőcsapágyak jelképes ábrázolása

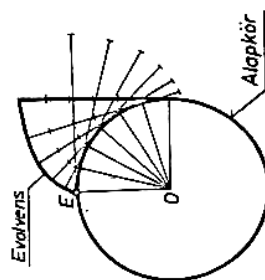
9. Fogaskerékhajtások ábrázolása

A fogaskerek segítségével mozgás vihető át az egyik tengelyről a másikra. A tengelyekre ékelt kerek fogai úgy kapcsolódnak, hogy az egyik kerék fogai a másik kerék foghézagába illeszkednek.

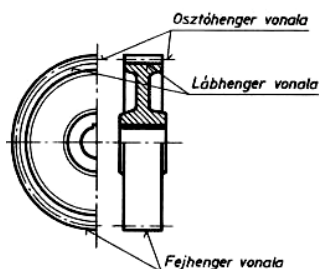
Egy fogaskeréken a 138-as ábrán feltüntetett elemeket kell figyelembe venni. A fogak profiljai evolvens görbe után munkálják meg. Az evolvens görbét az alapkörön legördülő érintő egyenes végpontja (E) írja le (139. ábra).



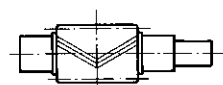
138. ábra. Fogaskerék elnevezései



139. ábra. Evolver-görbe



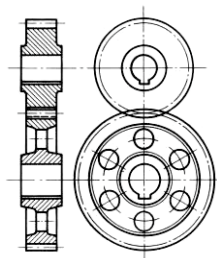
140. ábra. A fogazat jelképes ábrázolása



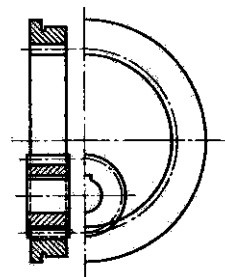
141. ábra. Nyífogú tengelyes kerék nézeti rajza

A fogazatot jelképesen ábrázoljuk. Ez azt jelenti, hogy a fogazatnak a valósághoz hű megrajzolása helyett a fogakat helyettesítő egyszerű vonalat rajzolunk. A fejkört vastag folytonos vonallal rajzoljuk. Az osztókört vékony pontvonallal rajzoljuk a nézetben és a metszeten (140. ábra).

A foghajlás irányát általában nem ábrázoljuk, hanem a rajz adattáblázatában írjuk elő. Szükség esetén (pl. nyílfogazatnál) három ferde, vékony folytonos vonallal jelöljük (141. ábra). A kapcsolódó hengeres külső és belső fogaskerékpár rajzát láthatjuk a 142-es és 143-as ábrákon.

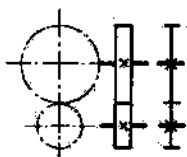


142. ábra. Külső fogazatú hengeres fogaskerékpár ábrázolása

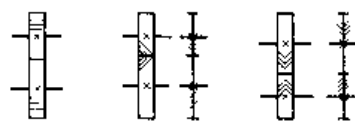


143. ábra. Belső fogazatú fogaskerékhajtás

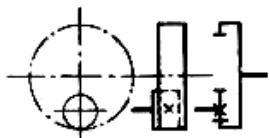
Kinematikai vázlatok esetében a fogaskerékhajtásokat a 144-es, 145-ös és 146-os ábrák alapján jelölik.



144. ábra. Külső kapcsolódású hengeres fogaskerékpár jelképes jelölése kinematikai rajzon



145. ábra. Külső kapcsolódású egyenes-, ferde- és nyílfogazatú hengeres fogaskerékpár jelképes jelölése

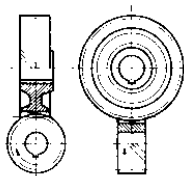


146. ábra. Belső fogazatú fogaskerékhajtás jelképes ábrázolása

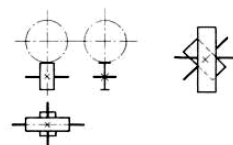


147. ábra. Csavarkerékpár szemléltető rajza

A 147-es és 148-as ábra egy csavarkerékpár rajzát ábrázolja. A csavarkerékpárnak vagy az egyik, vagy mindkét kereke ferde fogú hengeres fogaskerék. A csavarkerék kinematikai vázlatát a 149-es ábrán láthatjuk.

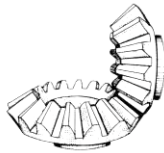


148. ábra. Csavarkerékpár ábrázolása

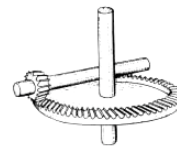


149. ábra. Csavarkerékpárok egyszerűsített jelképes ábrázolása

Metsződő tengelyek közötti mozgások vagy nyomatékok átvitelére kúpos fogaskereket alkalmazhatunk. Egy ilyen kúpkerekpár látható a 150-es ábrán. A kúpkerekek készülhetnek egyenes, ferde vagy ívelt fogazattal. Ha a két keréken különböző szögű fogferdeséget vagy ívelést alkalmazunk, akkor kitérő tengelyek között is át lehet vinni forgómozgásokat vagy nyomatékokat. Az ilyen kúpkereket hipoid kerekeknek nevezzük (151. ábra).

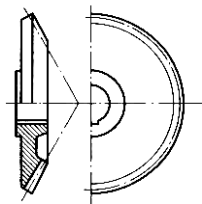


150. ábra. Egyenes fogazatú kúpkerekpár szemléltető rajza

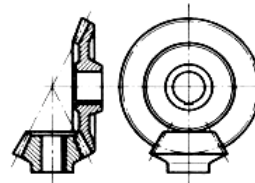


151. ábra. Hipoid kerékpár szemléltető rajza

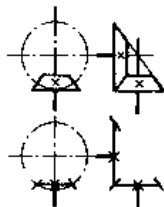
A kúpos fogaskerék és a kúpkerekpár ábrázolása a 152-es és 153-as ábrán látható. Kinematikai vázlatokon a kúpkerekpárok ábrázolását a 154-es és a 155-ös rajzokon mutatjuk be.



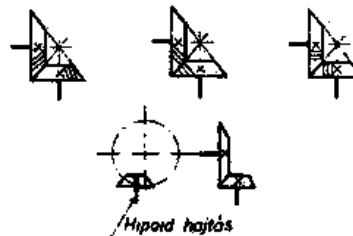
152. ábra. Kúpos fogaskerék ábrázolása



153. ábra. Kúpkerekpár jelképes jelölései

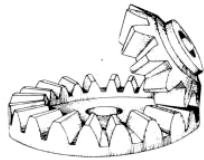


154. ábra. Kúpkerekpár jelképes jelölései

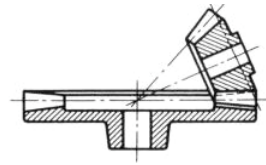


155. ábra. Egyenes, ferde és ívelt fogazatú kúpkerekpárok és hipoidhajtás jelképes jelölése

A kúpkerekpárok egyik különleges esete az, amikor az osztókúpszög 180° , vagyis az osztókúp egy síkfelület (156. ábra). A két kerék középvonala 90° -nál nagyobb szögben metsződik (157. ábra).



156. ábra. *Síkkerék és kúpkerék kapcsolódásának szemléltető rajza*



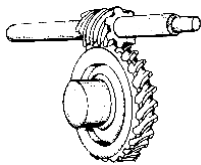
157. ábra. *Síkkerékkel kapcsolódó kúpkerék ábrázolása*

Egy másik derékszögben hajló, kitérő tengelyek között lévő, forgó mozgást továbbító hajtómű a csigahajtás (158. ábra).

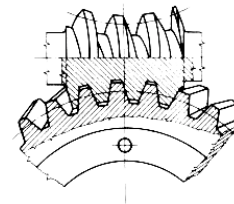
A csigahajtás lassító áttétel, mert egy bekezdésű csigamenetnél a csiga egyszeri körülforgásánál a kerék egy fognak megfelelő szöggel fordul el. Egy kerékfordulathoz tehát Z számú csigafordulat szükséges. Két bekezdésű csigánál $Z/2$ számú csigafordulat kell a kerék egy fordulatához.

A csigákat általában esztergálással, acélból készítjük. A kisebb méretű csigakereket foszfor vagy alumínium-bronzból gyártják. Nagyobb méretű csigakerekeknél a fogkoszorút bronzötvözetből készítik, a kerékagy a tárcsával öntöttvasból vagy acélból készül. A fogkoszorút felsajtoljuk, és csavarokkal rögzítjük.

A csigahajtások hengeres csigahajtások (158. ábra) és globoid csigahajtások (159. ábra) lehetnek.

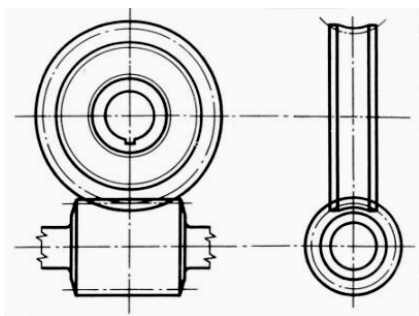


158. ábra. *Hengeres csigahajtás*

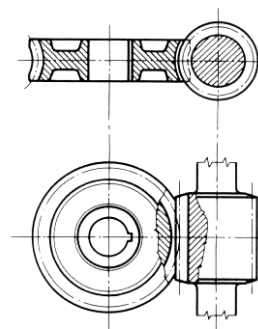


159. ábra. *Globoid csigahajtás*

A géprajzokon a csigahajtásokat nézetben (160. ábra) vagy metszetben (161. ábra) ábrázolhatjuk.

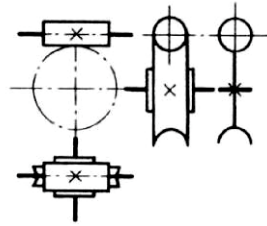


160. ábra. *A hengeres csigahajtás ábrázolása nézetben*

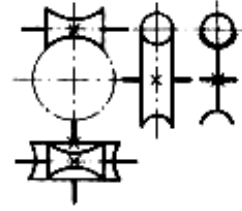


161. ábra. *A hengeres csigahajtás ábrázolása kitöréssel és metszetben*

Hengeres és globoid csigahajtások kinematikai rajzát a 162-es és 163-as ábrák mutatják be.

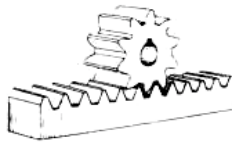


162. ábra. *Hengeres csigahajtás kinematikai rajza*

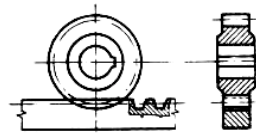


163. ábra. *Globoid csigahajtás kinematikai rajza*

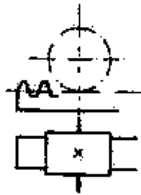
A fogaskerek forgó mozgását egyenes vonalú mozgássá fogasléc segítségével lehet átalakítani (164. ábra). A fogasléc készülhet egyenes, ferde és nyílfogazattal. A fogasléc kapcsolódása a 165-ös ábrán látható. Kinematikai ábrázolások esetén a 166-os, 167-es és 168-as jelképes jelöléseket alkalmazzuk.



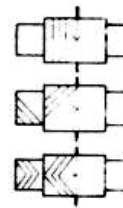
164. ábra. *Fogasléc kapcsolódása hengeres kerékkel*



165. ábra. *Fogasléc kapcsolódás ábrázolása*



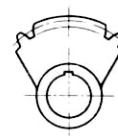
166. ábra. *Fogasléc kapcsolódás kinematikai jelölése*



167. ábra. *Hengeres, ferde és nyílfogazatú fogasléc kapcsolódás kinematikai jelölése*



168. ábra. *Csiga fogasléchajtás kinematikai jelölése*

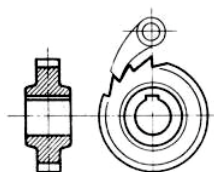


169. ábra. *Fogasív ábrázolása*

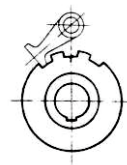
Ha egy fogaskerék csak egy részét használjuk, akkor fogasív elnevezésű alkatrészt kapunk (169. ábra).

10. Kilincskerék ábrázolása

A kilincskerék fogazata olyan, hogy a kerék csak a kapcsolódó kilincs által meghatározott irányba tud elfordulni. Emelőbe építve a teher süllyedésének megakadályozására alkalmazzunk. A kilincskerék foghézagaiba kapcsolódó elemet kilincsnek nevezzük. Kilincskerék ábrázolása a 170-es ábrán látható. Ha a kerék palástjának csak egy részére terjed ki, akkor minden fogat kirajzolunk (171. ábra).



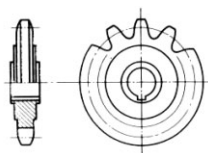
170. ábra. Kilingskerék ábrázolása



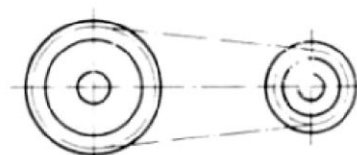
171. ábra. Kilingskerék fogainak ábrázolása

11. Láncajtások ábrázolása

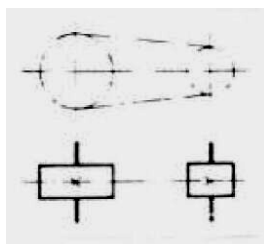
Fogásláncok kerekeit a hengeres kerekhez hasonlóan ábrázoljuk, de a fogak alakjának pontos meghatározására néhány fogat kirajzolunk (172. ábra). A láncajtás rajzán a láncot vékony pontvonallal jelképesen rajzoljuk (173. ábra). A láncajtás kinematikai vázlata a 174-es ábrán látható.



172. ábra. A lánckerék ábrázolása



173. ábra. Láncajtás ábrázolása



174. ábra. Láncajtás jelképes ábrázolása

Irodalomjegyzék

- 1] Magyar - Majdán - Tábori: *Géprajzi alapismeretek*, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1979.

Az alkalmazott anyagtudomány új elemei

Dr. Bicsak Jenő, egyetemi tanár

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagok Technológiája tanszék

1. Új fémes szerkezeti anyagok

1.1. Bevezetés

Az anyagtudomány az anyagok előállításával, megmunkálásával, felhasználásával és tulajdonságaival foglalkozó tudomány. A történelem folyamán az emberi civilizáció fejlődése nagymértékben az anyagok fejlődésétől függött, a kőkorszaktól kezdve a bronzkoron és vaskoron keresztül a XVIII-XX századi ipari forradalmon át a jelenkori technika legújabb megvalósításáig (űrtechnika, számítástechnika, robotika, automatizálás, telekommunikáció stb.). A szerkezeti anyagok felhasználása tömegében, sokféleségében, mennyiségében állandóan nő. Az új gépek, berendezések, eszközök, igen változatos és új igényeket támasztanak a felhasználandó anyagokkal szemben. A mérnöki tevékenység, tervezés, gyártás, üzemeltetés ma már elképzelhetetlen az anyagok és azok tulajdonságai ismerete nélkül. Ezért ma már nem anyagfelhasználásról, hanem anyagtervezésről (material design) beszélünk, ami igen magas tudományos és gyakorlati felkészülést igényel, kezdve a fizikai, kémiai, technológiai ismeretektől, a gazdasági és piaci felkészültségig. Az utóbbi évtizedekben óriási fejlődésen ment keresztül az anyagok, főként a fémek metallurgiája és technológiája. Új eljárások, új anyagok, új alkalmazások jelentek meg jelentősen megnövelve a berendezések élettartalmát, kiszélesítve alkalmazási területüket és csökkentve a gyártási és felhasználási költségeket. Átalakultak az öntészetben, a képlékeny alakításban, a darabolásban, a forgácsolásban, a hegesztésben, a hőkezelésben stb. alkalmazott klasszikus technológiák. Új technológiák jelentek meg: a porkohászat, felületkezelés, termikus fémfelszórás, felrakó hegesztés, besugárzás stb.

Az iparban felhasználásra kerülő szerkezeti anyagok legnagyobb része még ma is fémötvözet (>1000 Mt), 96%-ban vas, alumínium és réz ötvözet. Mintegy 100 elemet ismerünk, amelyekből két-, három-, négy-, öt-, vagy többalkotós rendszereket lehet létrehozni, ezáltal a lehetséges előállítható ötvözetek száma óriási nagyságúra lehet (10^{25} - 10^{26}). A szerkezeti anyagok jelenleg ismert sokassága előtt még óriási a jövő a fejlesztés, a kutatás és az alkalmazás terén.

A következőkben felsorolásra kerül néhány fontosabb anyag előállítási és felhasználási történelmi adatait soroljuk fel:

- i.e. 7000 - a réz és arany olvasztása;
- i.e. 3000 - az ón, ólom, ezüst előállítása;
- i.e. 1200 - első mesterségesen előállított vastermék;
- 1500 - nyersvas, előállítása 3-5% széntartalommal;
- 1700 - lemezhengerlés;
- 1856 - Siemens-Martin acélgyártás;
- 1900 - vas-szén első teljes egyensúlyi diagramjának kidolgozása;
- 1903 - a gyorsacél első típusa;

1905 - a réz elektrolitikus tisztítása;
1910 - elektroacél gyártás villamos ívkemencében;
1912 - első rozsdamentes Cr-Ni acél előállítása;
1920 - titán színfém előállítása;
1926 - WC-Co keményfém lapkák előállítása;
1931 - PVC - előállítása kereskedelmi célokra;
1935 - a nylon gyártástechnológiája;
1940 - NiCoCr melegszilárd ötvözetek megjelenése;
1948 - a tranzistor feltalálása;
1949 - üvegszál-erősítésű kompozit anyag készítése;
1951 - az acél folyamatos öntése;
1954 - elektrosalakos átolvasztás;
1957 - mesterséges gyémánt első előállítása;
1960 - az amorf fémek megjelenése;
1964 - szénerősítésű kompozit anyagok elkészítése;
1969 - szupravezető anyagok;
1970 - egykristály öntvények;
1975 - gyengén ötvözött nagyszilárdságú (HSLA) acélok gyártása;
1980 - biokerámia anyagok;
1981 - nanokristályos anyagok; Al_2O_3 - ZrO_2 kompozit kerámiák;
1982 - CD lemezek
1984 - Floppy lemezek;
1990 - szupravezető és alakemlékező ötvözetek előállítása;
1996 - felületi bevonás több rétegben.

1.2. Az anyagok osztályozása

A szerkezeti anyagok két nagy csoportba oszthatók:

- **szervetlen anyagok** és
- **szerves anyagok.**

A **szervetlen anyagok** az atomok közötti kötés típusától és térbeli elrendezettségüktől függően lehetnek:

- **fémes anyagok;**
- **fémüvegek;**
- **üvegek;**

- **kerámiák;**
- **kompozitok.**

A szerves anyagok óriás molekulás vegyületek láncolata, hálós vagy szálak elrendezésű anyagok, amelyeket polimereknek neveznek. Lehetnek:

- **természetes polimerek** (cellulózok);
- **mesterséges polimerek** (műanyagok).

A műanyagok szintetikus, mesterségesen előállított anyagok, melyek lehetnek:

- **hőre lágyuló anyagok** (termoplasztok);
- **hőre keményedő anyagok** (duroplasztok);
- **műgumik, műkaucsukok** (elasztomerek).

A fémes anyagok tulajdonképpen térben geometrikusan elhelyezkedő, elektrosztatikus és Van der Waals vonzóerők által összekötött, negatív töltésű szabad elektronok felhőjében, kristályrács szerkezetbe rendeződött pozitív fémionok rendszere. Az atomok leggyakrabban térben középpontos, lapközepes köbös, vagy hexagonális térrácsot alkotnak, 0,1-0,4 nm atomtávolsággal. A fémes jelleg azon elemek tulajdonsága, amelyeknek az elektronegativitása kisebb, mint 2,5 (egy 0,7-4 számmal jellemzett skálán).

Több mint 40 fémes jellegű elemet ismerünk. Ezek közül kb. 20 fordul elő a mindennapos használatban. A természetben az elemek gyakorisága a következő:

O ₂ -46%;	Zr-0,022%;
Si-28%;	Cr-0,02%;
Al-8,2%;	V-0,015%;
Fe-5,6%;	Zn- 0,013%;
Ca-3,6%;	Ni-8.10 ⁻³ %;
N-2,8%;	Cu-7.10 ⁻³ %;
K-2,6%;	W-6,9.10 ⁻³ %;
Mg-2,1%;	Co-2,3.10 ⁻³ %;
Ti-0,5%;	Pb-1,6.10 ⁻³ %;
H-0,14%;	Mo-1,5.10 ⁻³ %;
Mn-0,1%;	Ag-1.10 ⁻⁵ %;
C-0,032%;	Au-5.10 ⁻⁷ %;

A fémes anyagok a következő csoportokat különböztetjük meg:

- **színfémek;**
- **ötvözetek**, amelyek lehetnek:
 - **szilárd oldatos ötvözetek;**
 - **többfázisú ötvözetek;**

- **intermetallikus ötvözetek (TiAl, Ni₃Al, stb.).**

A **fémüvegek** üvegszerű, amorf szerkezetű anyagok, amelyek igen nagy lehűlési sebességgel (10^6 K/s) dermesztett ötvözeteknél érhetők el (például **Fe80B20; Cu60Zr40; Ni75Si8B17;** stb.). Nagy mechanikai szilárdságú tulajdonságokat mutatnak (**R_m=2000-3700 MPa, HV=910-1750 kgf/mm²**), de nem stabil szerkezetűek, **390-906⁰C** közötti hőmérsékleten kikristályosodnak.

Az **üvegek** kovalens kötésű **SiO₄** tetraéderekből álló amorf, szilárd, átlátszó anyagok. Az üvegekben nincs fényszóródás, mert az anyag nem tartalmaz szemcséket, az atomok nem gerjednek, és elmarad az interferencia jelensége. Ellenben nagyon rideg, törékeny, alakváltozásra képtelen anyagok.

A **kerámiák** ionos vagy kovalens kötéssel kapcsolódó elemekből álló szilárd testek, igen magas olvadásponttal és rugalmassági tényezővel. Kémiaileg rendkívül ellenálló, nem alakíthatók, elektromosan szigetelők, tűz- és kopásállóak.

A **kompozitok** társított szerkezeti anyagok, amelyek különböző anyagfajták kombinálásával célirányosan megtervezett és kivitelezett szerkezeti anyagok. Attól függően, hogy az alapanyagba (matrixba) milyen erősítő (társító) anyag milyen formában van jelen, 4 féle kompozit típust különböztetünk meg:

- **részecske erősítésű kompozitok;**
- **szálerősítésű kompozitok;**
- **rétegelt (szendvics) kompozitok;**
- **felületi réteggel bevont kompozitok**

A matrix minősége függvényében a kompozitok lehetnek:

- **fém;**
- **kerámia,** vagy
- **műanyag** alapanyagú.

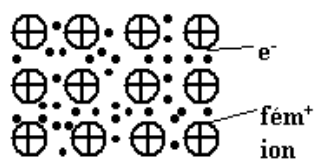
1.3. A fémes anyagok kristályszerkezete

Az atomok között 4 típusú kötés jöhet létre:

- ionos kötés (**Na⁺Cl⁻**);
- kovalens kötés (**CO₂**);
- poláris kötés (**Ne₂**);
- fémes kötés.

Ezek közül a fémes kötés a legfontosabb, mert nagyon erős, stabil és meghatározza a fémes tulajdonságok nagy többségét: elektromos- és hővezetés, mechanikai szilárdság, fényvisszaverődés és elnyelés, mágneses tulajdonságok, az elektromos ellenállás növekedése a hőmérséklet függvényében, kationok formálása, erős bázikus oxidok alakítása stb.

A **fémes kötés** egy pozitív fémionokból álló, térben rács szerkezetben rendeződő háló és az atomok között megjelenő szabad elektronokból álló felhő (elektron kód) között megjelenő elektrosztatikus és Van der Waals vonzóerőkön alapul, úgy ahogy a mellékelt 1. ábrán megfigyelhető.



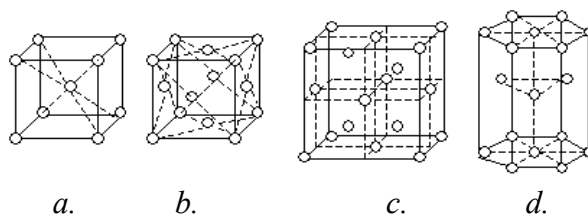
1. ábra.

A fémion atomok kristályrács rendszerbe rendeződnek, és ez minden fém és ötvözet saját tulajdonságú tényezője. A **krisztálográfia** az anyagtudomány azon része, amelyik az anyagok kristály rendszereivel, azok leírásával, tanulmányozásával és kutatásával foglalkozik.

Általában 7 alapkristályrendszert és 14 származtatott kristályt különböztetünk meg. Alap kristályrendszerek: **köbös; tetragonális; rombikus; hexagonális; romboedrikus; monoklinikus és triklinikus** rendszerek. A derivált, származtatott rendszerek közül a fémeknél főként a következők találhatók meg:

- a.-térben központos köbös rendszer (Fe_a, Cr, Mo, W, V, Ti, Zr, Nb stb.);**
- b.-lapközepes köbös rendszer (Al, Cu, Ni, Fe_γ, Au, Ag, Pt, Pb, Co_β stb.);**
- c.-gyémantrácsos köbös rendszer (C, Si, Ge, Sn_a stb.);**
- d.-kompakt hexagonális rendszer (Zn, Mg, Cd, Co_α, Hf, Be stb.).**

Ezen rendszerek elementáris kristálycellái az alanti 2-es ábrán láthatók:



2. ábra.

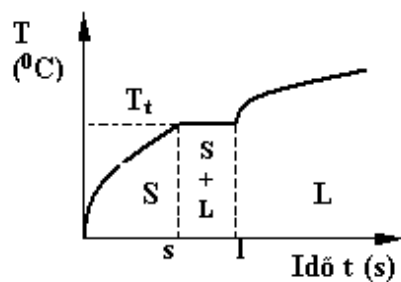
Az anyagok kristály szerkezetének tanulmányozására röntgen diffraktometrikus eljárást alkalmaznak. Az eljárás a 0,01-0,2 nm hullámhosszú X sugár visszaverődésén (reflexióján) és egymásra hatásán (diffrakcióján) alapszik. A kristályparamétert a Bragg törvény alapján számítják ki.

1.4. A fémek olvadása és kristályosodása

Az olvadás a fématomok közötti kohéziós erők szakadása alapján történik. Melegítés hatására a fémion atomok rezgésbe jönnek a térrács rendszerbeli közép helyzetük körül, a rezgések kilengése a hőmérséklet függvényében addig nő, amíg egy adott ponton az összetartó elektrosztatikus erők felszakadnak, a kristályrács rendszer eltűnik és az atomok rendezetlen cikk-cakk mozgást végeznek a folyékony fémfurdőben.

A fémkötések felszakadása energiaelnyeléssel jár, és amíg az anyag teljesen megolvad a hőmérséklet állandó értéken marad.

A mellékelt 3. ábra a melegítési görbét mutatja az idő függvényében, ahol a T_t vízszintes rész az olvadási hőmérsékletet jelzi. Az olvadás alatt elnyelt energiát latens olvadáshőnek nevezzük, és ez - az olvadásponttal együtt - minden fémes anyag specifikus állandója.

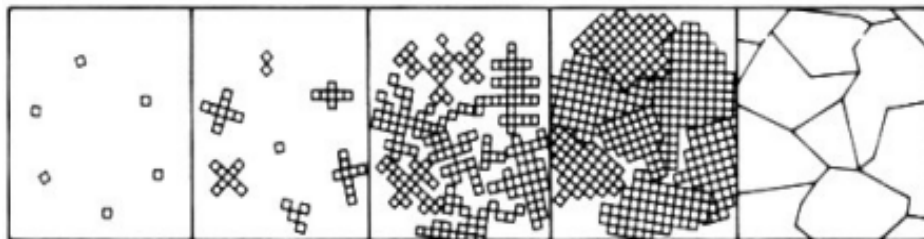


3. ábra.

A **kristályosodás** a fémfűrdő lehűlése alatt jön létre. Ekkor is a szabad fématomok termikus mozgása lelassul, amíg két atom közötti vonzási erő őket egymáshoz köti. Hozzájuk újabb atomok kötődnek, úgy rendeződve, hogy az első elementáris kristálycella megjelenjen. Ezek a cellák kristályosodási csirákat képeznek, amelyek aztán a főkristály irányába növekednek újabb atomok lekötésével. Mikor a kristályosodási frontok elérik egymást, az anyag szilárd állapotba kerül, és létrejön a szemcsés szövetszerkezet.

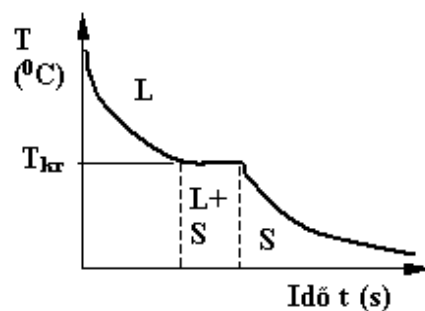
E folyamatot a 4. ábra illusztrálja, amelyen a kristályosodás három fő fázisa figyelhető meg:

- **kristálycsirák keletkezése;**
- **kristálycsirák növekedése;**
- **szemcsés krisztalít szövet-szerkezet létrejötte.**



4. ábra.

A kristályosodás alatt az olvadáskor elnyelt hő felszabadul, ami által a hőmérséklet állandó marad, amíg az egész folyékony anyag megszilárdul. Így a lehűlési görbén egy vízszintes lépcső keletkezik jelezve a T_{kr} kristályosodási hőmérsékletet (5. ábra).



5. ábra.

A folyamatok alapján létrejön az úgynevezett **elsődleges (primer) kristályosodási szövet**, amely lehet:

- **poliéderes szemcsés szövet**, vagy
- **dendritikus szövet**.

A poliéderes szövet szemcsenagysága - a **Tamman** féle elmélet szerint - a Q_{kr} kristályosodási kapacitástól (a formálódó kristályosodási csirák száma egységnyi olvadékból és időben) és a V_{kr} kristályosodási sebességtől (a kristálycsirák növekedési sebessége) függ, mindkettő a lehülési sebesség, vagyis az ún. alulhűtési mérték függvénye. Kicsi lehülési sebességnél kicsi az utóbb említett faktorok értéke, kevés csira keletkezik. Ezek lassan nőnek, és ennek következtében durva, nagyszemcsés primerszerkezet jön létre. Nagy lehülési sebességnél nagy lesz az alulhűlés mértéke és mindkét faktor értéke, sok kristályosodási csira keletkezik. Ezek hamar nőnek, ami által a szemcseszerkezet finom, kisszemcséjű lesz.

1.5. A fémalapanyagok gyártása

Az arany, ezüst és platina kivételével a fémek érc alakban fordulnak elő a természetben. A vasat például hematitből (Fe_2O_3), vagy magnetitből (Fe_3O_4) állítják elő redukcióval, az alumíniumot bauxitból ($Al_2O_3 \cdot H_2O \cdot Fe_2O_3 \cdot SiO_2$), a rezet szulfidokból ($(Cu, Fe)S$), vagy oxidokból (Cu_2O , $Cu(OH)_2$, $CuCO_3$), a titánt ilmenitből ($FeTiO_3$) vagy rutilból (TiO_2) nyerik, különböző metallurgiai folyamatokkal.

A **nyersvasgyártás** nagyolvasztóban végzett kohósítással történik a fent említett vasoxidok szénrel való redukálásával. A redukcióhoz kokszt használnak és a reakciók fenntartásához forró levegőt fújnak be. Az így termelt nyersvas 4-5,5% szenet tartalmaz oldott és cementit (Fe_3C) formájában. Magas a szennyezettségi foka különböző oxidok, szulfidok, szilikátok és más salakanyagok alakjában.

Az **acélgyártás** a nyersvas további finomítása révén, Siemens-Martin kemencékben (már nem nagyon használják), villamosív kemencékben, indukciós kemencékben, vagy oxigén befúvásos konverter kemencékben történik. Gyártás közben végbemegy a frissítés (dekarburálás, H és P csökkentése), dezoxidálás, finomítás-rafinálás (S, P lekötése), ötvözés, esetenként átolvasztás, vákuumozás, stb., míg az anyag eléri a megfelelő kémiai és szerkezeti összetételt. A megfelelő mértékben csillapított folyékony acélt **tuskókba**, vagy **öntecsekbe** öntik, és ezekben megy végbe a kristályosodás. A modern acélgyártás egyre szélesebb körben alkalmazza a folyamatos öntést (ma már eléri a 90% -ot), amikor folyamatosan acélszalakat, vagy rudakat öntenek, a dermedés és a lehülés pedig az elkövetkező hengerléssel egy folyamatos technológiát képez, nagymértékben növelve a termelékenységet és csökkentve a gyártási kiadásokat.

Az **alumínium gyártása** a bauxitból előállított timföld elektrolízisével történik, többfázisú tisztítási folyamat által.

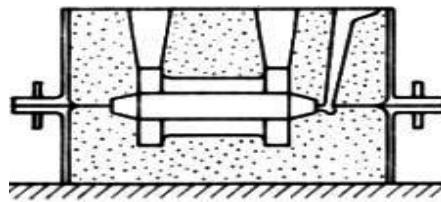
A **rezet** a dúsított és kiegészített ércből lángkemencékben dezoxidációval és gáztalanítással nyerik, majd elektrolízissel finomítják.

A **titánt** dúsított rutilból (TiO_2) klóráramban, szén hozzáadásával titánkloriddá alakítják, majd metalotermikus eljárással, magnéziummal keverve készítik.

1.6. Öntészet

A formaadás egyik legrégebbi módszere az olvasztott fémekből vagy ötvözetekből, homokból vagy más tűzálló anyagokból alakított formákba való öntés által készült darabok előállítása. Az öntészetben használt főbb formázási és öntészeti módszerek:

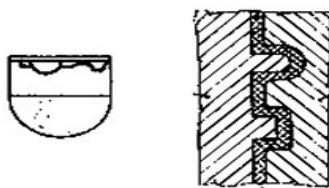
- **Homokformázás**, agyag kötőanyagú kvarc alapú formázókeverékből, vasrámákban, famodell után készített formákat használ, amelyekbe szárítás és előmelegítés után beöntik az olvadt, folyékony fémeket. A 6-os ábrán egy öntésre kész homokforma metszete látható, vas keretben, középen egy hengeres formájú maggal. Láthatók a beöntő medence, a kanális, a légző- és nyomócsatornák is.



6. ábra.

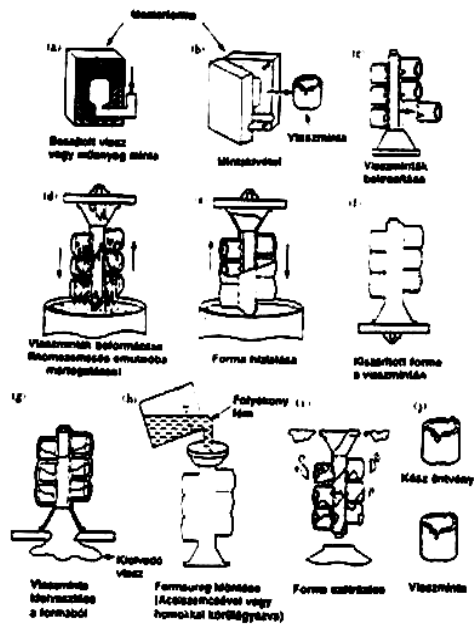
- A **kötőanyaggal kevert homokformák** abban különböznek a fentitől, hogy a formázó homokot különböző szerves vagy szervetlen anyagokkal erősítették meg, megnövelve ezáltal a forma szilárdságát. E célból vízüveget, bentonitot, gyorskötésű cementet, vagy különböző műgyantákat (furán-, fenol- és karbamid gyanták) használnak fel.

- A **héjformázás** méretpontos öntvények gyártására használt legfontosabb eljárás, mivel nagy az öntött darabok pontossága ($\pm 0,1-0,2$ mm), felületi simasága, kicsi a szükséges forgácsolási ráhagyás. A formázó anyag finom, jó minőségű SiO_2 homok, formaldehid novolak műgyanta és hexametilén tetramin térhálósító katalizátor. Legelterjedtebb formázó eljárása a billenőedényes módszer, 200°C -ra felmelegített fém mintalappal (7. ábra).



7. ábra.

- A **precíziós öntés** pontos, jó felületű, nagy bonyolultságú, de kis méretű, nehezen forgácsolható anyagú alkatrészek gyártását teszi lehetővé ($\pm 0,05-0,1$ mm tűréssel). Kiolvadómintás (viaszmintás) formázó eljárást alkalmaznak, iszapszerű homokkeveréket használnak. Ennek megszáradása és megszilárdulása után kiolvasztják a viaszmintát. A formázás és öntés fázisait a 8-as ábra mutatja be.



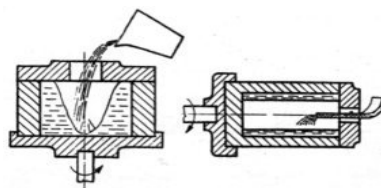
8. ábra.

- A **keramikus formázás** hasonló a fenti módszerhez, de a kész formát a viaszminta kioldása után lángkezeléssel stabilizálják, majd 1000°C -on kiégetik, hogy gázképző anyagok ne maradjanak.

- A **kokillaöntés** tulajdonképpen fémformába való öntés, amely számtalanszor felhasználható. A kokillák anyaga öntöttvas, vagy Cr-Ni, Cr-Mo ötvöztött acél és főként könnyű fémekhez és ötvözetekhez alkalmasak. A kokillaöntés több változata ismeretes:

- **gravitációs kokillaöntés;**
- **pörgetőöntés;**
- **kiszorításos kokillaöntés;**
- **nyomásos öntés.**

A pörgető öntésnél a centrifugális erő egyenletesen nagy kompaktitását teszi lehetővé. A függőleges és vízszintes változatokat a mellékelt 9-es ábra mutatja be. A kiszorításos öntés hasonlít a matricába való sajtoláshoz, a folyékony fém az alsó kokillába öntik, majd a felső nyomóbéllyeggel bepréselik (10-es ábra). A beöntőrendszer nem szükséges, így a költségek jelentősen csökkenthetők, a darabok minősége nagyon jó és magas a termelékenység is. Főként alumínium és ötvözei öntésére alkalmazzák.



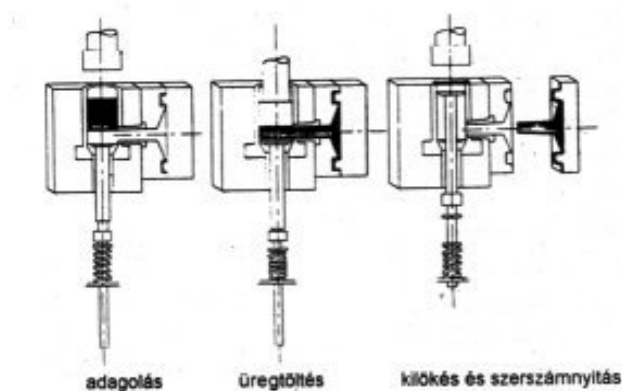
9. ábra.



10. ábra.

- A **nyomásos öntés** is egy kokillaöntés, de a folyékony fémet nyomóhengeres berendezéssel bepréselik a két részből álló kokillába (11. ábra). Az eljárásnak 3 változata ismeretes:

- kisnyomású melegkamrás eljárás;
- nagynyomású melegkamrás eljárás;
- nagynyomású hidegkamrás eljárás.



11. ábra.

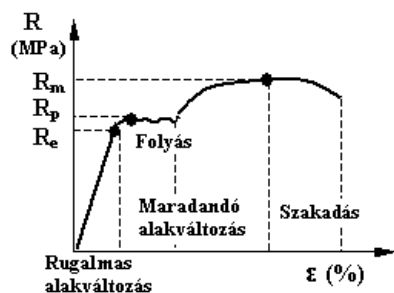
1.7. Képlékeny alakítás

Külső erő hatására a fémek és ötvözetek rugalmas és maradandó alakváltozást szenvednek. A **rugalmas alakváltozás** az erő eltűnése után szintén eltűnik, a fém alkatrész visszakapja az eredeti formáját. E jelenség értékelésére használatos az E rugalmassági, vagy Young-féle modulusz.

A **képlékeny alakváltozás** egy maradandó forma változása a fémeknek, amely akkor jelentkezik, ha a külső erő meghaladja a rugalmassági feszültség (R_e) értékét. Ezt követően megkezdődik a fém folyása, az R_p feszültség állandó marad, a fém megkeményedik, megnő az erő és a feszültség, amíg eléri a legnagyobb értékét, az R_m szakító szilárdságot, majd létrejön az anyag szakadása. E jelenségeket legjobban a Hooke diagram ábrázolja (12. ábra,) amely az anyagban fellépő R feszültség változását mutatja a fajlagos alakváltozás ϵ függvényében. Míg a rugalmas alakváltozás az atomtávolság (kristály paraméter) növekedésével jár, a maradandó alakváltozás a következő két mechanizmuson alapszik:

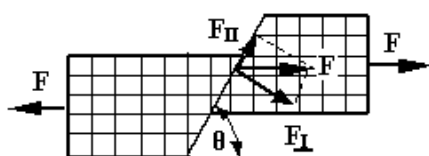
- kristálycsúszás vagy **transzláció** és

– kristályikresedés.

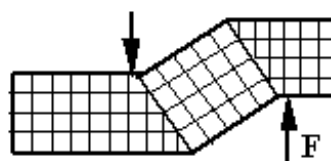


12. ábra.

A **csúszáson** (transzláción) alapuló, maradandó alakváltozás legjobban az egykristályokon figyelhető meg, amikor külső erő hatására, a rugalmas alakváltozás után a kristály két része egy bizonyos θ szög alatt (leggyakrabban 45° alatt) levő legsűrűbb atomtartalmú sík mentén egymáshoz képest elcsúszik anélkül, hogy a kristály két része elválna egymástól (lásd a 13. ábrát). Ha a terhelést tovább fokozzuk, egyrészt folytatódik a csúszás az első síkon, másrészt azzal párhuzamos új csúszási síkok alakulnak ki. Az F húzóerő a csúszási síkon két alkotóra bontható: egy, a síkkal párhuzamos összetevőre (F_{II}), amely a transzlációt segíti elő, és egy merőleges összetevőre (F_I), amely a szakadást idézi elő.



13. ábra.



14. ábra.

Az **ikerképződés** főként nyírásos vagy csavarásos igénybevétel esetén jelentkezik, lapközpontos köbös vagy hatszögű kristályrendszerek esetében, amikor az ikerzónában a kristályrács iránya megváltozik (14. ábra).

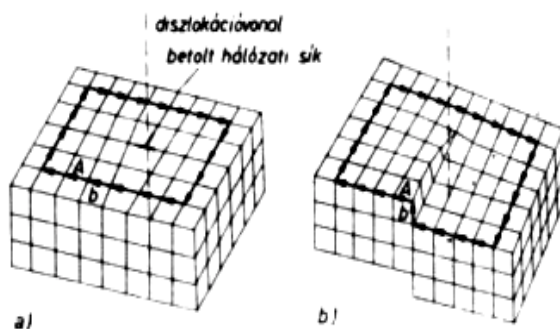
A **sokszemcsés valódi fémek és ötvözetek** esetében a maradandó alakváltozás szintén a két fent említett jelenség alapján történik annak függvényében, hogy a szemcsekristályrács milyen szöget zár be a külső alakító erővel. Először azok a szemcsék nyúlnak meg, amelyeknek a kristályrácsa 45° szöget zár be az erővel. Ezeket azok a szemcsék követik, amelyek csúszó síkjai kissé térnek el az optimális szögtől, majd a nagy szögeltérésű szemcsék jönnek. Utoljára a merőleges csúszássíkjú kristályok (15. ábra.) deformálódnak



15. ábra.

A maradandó alakváltozás után az anyagszemcsék megnyúlt formát kapnak, egy szálas szemcseszerkezet alakul ki, amelyben a szövetalakulatok sorban rendeződnek és nyújtott kinézetet kapnak. A lágyabb, könnyebben alakítható fázisok (például a ferrit az acélokban) jobban kihúzódnak, míg a kemény szövetalakulatok csak kevésbé, vagy egyáltalán nem nyúlnak, vagy felaprózódnak és sorokat képeznek a nyúlás irányában.

A maradandó alakváltozás létrejötté szempontjából nagy szerepe van a **diszlokációknak**, amelyek jelenléte határozza meg a csúszási síkok kialakulását. A diszlokáció egy kristályrácshiba, amely lehet él- vagy csavar formájú és egy atomsor hiánya, vagy eltolódása a jellemzi. A 16-os ábra bal oldalán éldiszlokációt, jobb oldalán pedig egy csavardiszlokációt mutat be. A képlékeny alakítás szempontjából az éldiszlokáció a fontos, mert ennek a mozgása alakítja ki a csúszási síkok megjelenését. A diszlokációkon kívül még pont formájú rácshibák, **Schottky** vagy **Frenkel** típusú rácslukák is megtalálhatóak, amelyek főképpen a diffúzió szempontjából fontosak. A szemcsehatárokon, rétegződéseknél sík formájú, kétdimenziós felépítésbeli hibák jelentkezhetnek.



16. ábra.

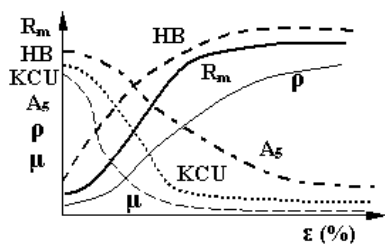
A **keményedés** a maradandó alakváltozás egyik következménye, amely az összes csúszási síkok maximális kihasználódását jelenti. Ekkor megnő az anyag keménysége, belső feszültségi állapot jön létre, és a további képlékeny alakítás már nem lehetséges. A keményedés az ún. **hidegalakítás** alatt jön létre, ami a szobahőmérsékleten való alakítást jelenti. A keményedés tulajdonképpen a rácstorzulás következménye csúszási síkok mentén, de ilyen hatása van a képlékeny alakítás alatt a csúszási síkok elfordulásának is.

A hidegalakítás alatt létrejövő keményedés megváltoztatja az anyag fizikai és mechanikai tulajdonságait a fajlagos alakítás ϵ függvényében (17. ábra). A képlékeny alakítás folyamán növekedik az R_m szakító szilárdság, a HB keménység és a ρ elektromos ellenállás, míg az A_5 fajlagos nyúlás, az ütésszilárdság (KCU) és a mágneses permeabilitás csökken.

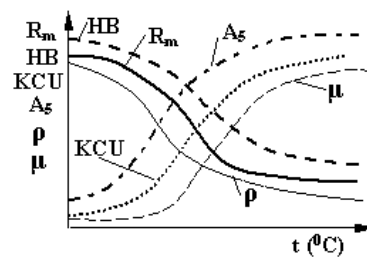
Az **ernyedés** (relaxáció) a maradandó alakítás rugalmas utóhatásának minősíthető. Az alakító terhelés eltűnése után a darab méretei kis mértékben megnőnek. A hidegalakítás által keményedett állapot a következő fémtani tulajdonságokkal jellemezhető:

- a kristályrác torzulása és az anyag megnövekedett energiatartalma;
- a kristályszemcsék megnyúlása, egyes keményebb fázisok felaprózódása.

A **melegalakítás** magasabb hőmérsékleten történik, amikor az atomok mozgása olyan nagy, hogy ezek a csúszási síkok mentén újrendeződnek és a keményedés csak kis mértékben, vagy egyáltalán nem jön létre.



17. ábra.



18. ábra.

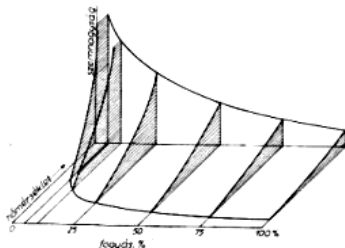
Az újrakristályosodás, a hidegen alakított keményedett fémek melegítésével létrejövő ellentétes jelenségek halmaza. A jelenség alatt csökken a keménység, a szakító szilárdság és az elektromos ellenállás, és az eredeti nagyságra nő a képlékeny alakíthatóság, az ütés szilárdság és a mágneses permeabilitás (18. ábra). Az újrakristályosodás folyamán - a hőmérséklet növekedésével - a következő jelenségek történnek:

- **megújulás** amellyel eltűnnek során a rácshibák és torzulások, a rácsszerkezet újrendeződik az atomok nagyobb mobilitása folytán;
- **kristálycsírásodás**, ami új, finom szemcsék megjelenését jelenti a megnyúlt szemcsehatárok mentén;
- **szemcsedurvulás**, ami az energiatartalom csökkenési tendencia folytán létrejövő szemcsekoaguláció és szekunder újrakristályosodás eredménye.

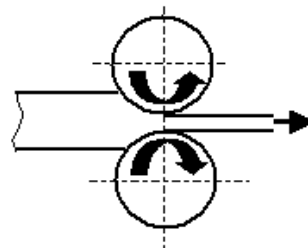
A szemcsedurvulás mértéke a következő három tényező összhatására történik:

- **t** melegítési hőmérséklet (200-800°C);
- **τ** hőmérsékleten tartás ideje (0,5-6 h);
- **ε** fajlagos hidegalakítás mértéke (%).

Az újrakristályosodott szemcseméret változása a hőmérséklet és a fajlagos alakítás függvényében az úgynevezett **újrakristályosodási diagrammban** látható (19. ábra). Kicsi fajlagos hidegalakítás esetén nagyon nagy mértékű szemcsedurvulás lép fel. Az újrakristályosodás kezdetén kevés szemcsecsíra alakul, mert kevés a szövetszerkezetben a deformált szemcse. Ezt kritikus fajlagos alakításnak nevezzük ($\epsilon = 3-10\%$).



19. ábra.



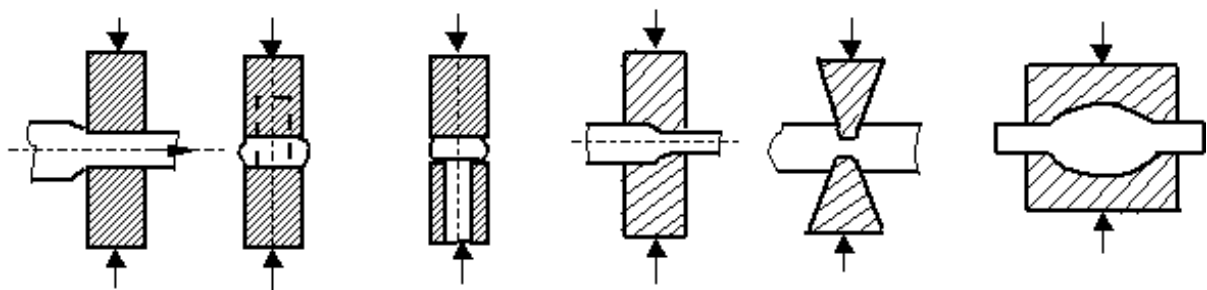
20. ábra.

A fémek képlékeny alakításának a következő technológiai alkalmazásai ismertek:

a. Hengerlés: két vagy több vízszintes (vagy függőleges) henger között átvezetett anyag vastagság csökkentési eljárása (20. ábra). Az öntött tuskóból előgyártmányokat (laposbuga, durvalemez, platinát stb.) és egyes késztermékeket megleghengerléssel állítanak elő. A hideghengerlést ritkábban, csak finomlemezgyártás befejező műveleténél használják. A síkhengerlést lemezek, rudak, szalagok gyártásánál alkalmazzák. Idomhengerlést profilos hengerekkel végeznek, kör, háromszögű, hatszögű rudak, sínek, szögacélok vagy I, U, T, Z tartók gyártásánál. Csőgyártásra kúpos, hordós, vagy tárcsás ferdehengerlési eljárásokat alkalmazzák.

b. Kovácsolás: általában az újrakristallizációs hőmérséklet felett, ütéssel vagy nyomással végzett képlékeny alakítás. A kovácsolt fém mechanikai tulajdonságai, hasonlóan a hengerelt anyagokhoz, anizotrop viselkedést mutatnak, a szilárdsági tulajdonságuk szálirányban rendszerint jobb, mint keresztirányban. A **szabadalakító kovácsolás** lehet kézi, vagy gépi eljárás, utóbbi esetben mechanikus, gőz, vagy pneumatikus kovácsgépeket alkalmazzák.

A szabadkovácsolás alpműveletei a 21. ábra szerint a következők:



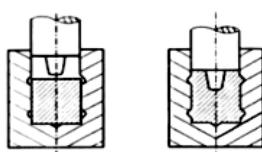
1-nyújtás; 2-zömítés; 3-fejzömítés; 4-hegyezés; 5-darabolás; 6-duzzasztás;

21. ábra.

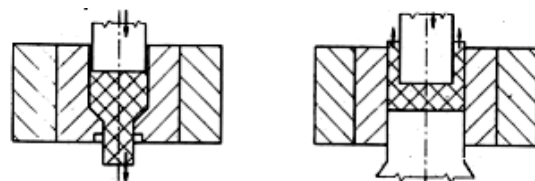
c. A süllyesztékes kovácsolást nagy darabszám, darabméret és bonyolult munkadarab esetén alkalmazzák. Alakításkor a kovácsolási hőmérsékletre felhevített munkadarabot fokozatosan beleverik, zömítik a süllyesztékbe, amíg annak üregeit teljesen kitölti. A süllyeszték (matrica) lehet nyitott (sorjacsatornával vagy anélkül), vagy zárt (sorjamentes). A 22. ábra zárt süllyesztékben való alakítást mutat be, nagy precizitású darabok előállítására.

Többször alkalmazzák a következő, speciális kovácsolási eljárásokat is:

- vízszintes kovácsolás;
- támolygó kovácsolás;
- kör és finomkovácsolás;
- hidegzömítés.



22. ábra.



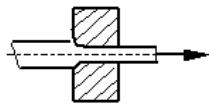
23. ábra.

d. Az extrudálás (folyatás) a fémek süllyesztékben való alakításának különleges esete, amikor a süllyeszték falában levő nyíláson át kinyomják az anyagot (23. ábra). A szerszám belsejében hidrosztatikus nyomófeszültség lép fel, ami az anyagot képlékeny állapotban - melegen vagy hidegen - kinyomja. Az acél melegfolytatásánál kenőanyagot kell alkalmazni (grafit, MoS₂, olvadt üveg).

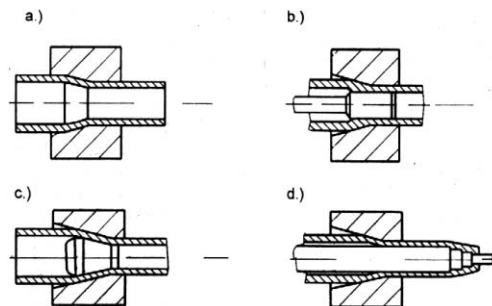
Megkülönböztetünk előre (a), hátra (b) vagy kombinált folyamat.

e. A húzás drótok és rudak előállítási eljárása, amikor az előhengerelt vagy elősajtolts nyersrudat vagy huzalt folyamatosan kisebbedő keresztmetszetű húzószerszámon húzzák át (24. ábra). Bizonyos számú keresztmetszet-csökkentés után az anyagot - hogy továbbhúzható legyen - lágyítani kell. Általában kis széntartalmú acéldrótokat húznak, de nagyobb karbontartalmú, nagy szilárdságú patentírozott huzalokat is gyártanak izotermikus edzéssel kombinálva. A csövek húzása hasonló technikával történik.

A különböző eljárásokat a 25. ábra mutatja be.



24. ábra.



25. ábra.

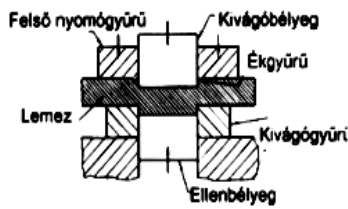
f. A lemezalakító technológiák a képlékeny alakításos eljárások külön fejezete. Megkülönböztetnek:

- vágás, kivágás, finomkivágás eljárásokat;
- hajlítás, élhajlítás műveleteket;
- mélyhúzás, mélynyomás, flexibilis szerszámmal való alakítást;
- robbantásos alakítást;
- víz alatti alakítást.

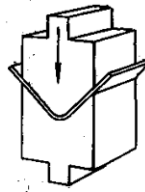
A **lemezek darabolása, leválasztása, kivágása** stb. speciális ollók felhasználásával, vagy vágóbélyeg és vágógyűrű segítségével történik. Általában a vágó szerszámmal nyíróhatásra kitett anyag először rugalmas, majd képlékeny alakváltozást szenved, majd alakváltozó képessége kimerül, repedések jelennek meg, amelyek ha összeérnek, végbe megy a vágási folyamat (26.a ábra).

A **hajlítás** olyan technológiai művelet, amellyel a lemezek egyes felületeit egymáshoz viszonyítva adott szög alatt hajló felületekké alakítják át, az anyag szétválasztása nélkül (26.b ábra).

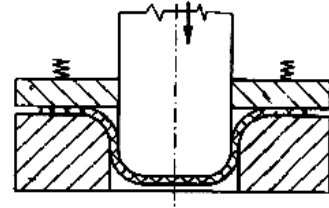
Mélyhúzással egy síklemezből - alakítóbélyeg nyomásának hatására - üreges testet alakítanak ki (26.c ábra).



a.



b.



c.

26. ábra.

Az alakítás rugalmas szerszámmal bonyolult formájú termékek előállítására való, mikor néhány szerszámelemet flexibilis anyagra (gumi, poliuretán stb.) cserélnek ki. Így csökkennek a költségek, kisebb a szerszámkopás és kevésbé károsodik a lemezanyag.

1.8. A szerkezeti anyagok tulajdonságai és igénybevételei

Az anyagok tulajdonságai a következő főbb kategóriákba csoportosíthatók:

- mechanikai tulajdonságok;
- technológiai tulajdonságok;
- kémiai tulajdonságok;
- mikroszerkezeti tulajdonságok;
- termikus tulajdonságok;
- villamos tulajdonságok;
- mágneses tulajdonságok;
- optikai tulajdonságok;
- nagyfrekvenciás és röntgensugárzási tulajdonságok;
- anyagtulajdonság-változások az igénybevételek hatására.

a. A mechanikai tulajdonságok három csoportba oszthatók:

- statikus,
- dinamikus és
- fáradási anyagjellemzők.

A **statikus anyagjellemzők** közül megkülönböztetnek:

- szilárdsági;
- képlékenységi és
- szívóssági jellemzőket.

A **szilárdsági** jellemzők a következők:

- R_m - szakítószilárdság (MPa);
- R_p - folyáshatár (MPa),

- $R_{0,2}$ - konvencionális folyáshatár;
- R_e - elasztikus deformáció határa (MPa);

A **képlékenységi** jellemzők közül a legfontosabbak:

- A_5 vagy A_{10} -fajlagos szakítási nyúlás (%), öt vagy tízszeres próbahosszra vonatkoztatva;
- Z -fajlagos szakítási keresztmetszet kontrakció (%);
- φ -maximális hajlítási szög az első anyagrepedés megjelenéséig ($^\circ$).

A **szívósságot** a W_c -fajlagos törési munkával jellemzik (J/cm^3), amely azt fejezi ki, hogy a vizsgált anyag egységnyi térfogata töréséhez mekkora energiára van szükség.

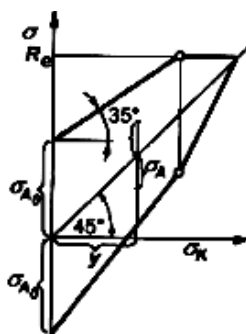
A **dinamikus anyagjellemzők** az ütéssel, vagy nagy sebességgel növekedő terheléssel szemben kifejtett ellenállást mutatják. E célból Charpy-féle ütvehajlító vizsgálatot végeznek el.

- **KCU** - fajlagos törési ütmunka U alakú bevágású Charpy próbával (J/cm^2);
- **KV** - törési munka V alakú bevágású próba ütve hajlításnál Charpy kalapáccsal (J).

A **fáradási anyagjellemzők** az időben ciklikusan változó terhelésű igénybevétellel szembeni ellenállást fejezik ki. A ciklikus igénybevétel szimmetrikusan változó (lengő), vagy lüktető (pulzáló) lehet, előfeszítéssel vagy nélküle. E jellemzőket kisciklusú vagy nagyciklusú fárasztóvizsgálatok segítségével lehet meghatározni.

A **kisciklusú** fárasztóvizsgálatnál a váltakozó igénybevétel szintje a folyáshatárt meghaladja, a törés már viszonylag kevés igénybevételi ciklus után következik be (kb. 10^3 - 10^4).

A **nagyciklusú** fárasztóvizsgálatnál az anyag kifáradási határát határozzák meg, R_e -nél kisebb feszültségnél, nagyszámú igénybevétel esetén ($>2 \cdot 10^6$). A vizsgálat eredményét az úgynevezett Smith-diagramm fejezi ki, amely a törési szilárdságot a változó feszültség középértéke (σ_k) függvényében ábrázolja. Amennyiben az üzemi igénybevételre jellemző pontok az egyenesek által behatárolt biztonsági területen belül esnek, nem kell fáradásos töréstől tartani (27. ábra).



27. ábra.

b. A kémiai tulajdonságok főként a korróziós igénybevételekkel szembeni ellenállást jelenti. A korrózió a fémek és a környezet között fellépő kémiai vagy elektrokémiai reakció, amely az alapanyag mérhető méretcsökkenését okozza. Behatolva az anyag belsejébe, annak leromlását, porladását, mechanikai tulajdonságai lecsökkenését okozva.

A **kémiai korrózió** a fémek száraz gázokkal (füst), vagy elektromosan nem vezető folyadékokkal (szerves oldószerek, kéntartalmú kőolajipari termékek) való érintkezés útján jön létre. Ebben az esetben általában a fémek oxidációja a jellemző, és ha az oxidréteg tömör, összefüggő és jól tapad az alapanyagra, nagymértékben csökken a korrózió sebessége.

Az **elektrokémiai korrózió** alapfeltétele, hogy a fém felülete olyan - általában vizes - elektrolittal érintkezzen, amelyben a fémionok oldódni képesek. Az elektrolit és az abba merülő fémek potenciálkülönbsége meghatározza az oldási potenciált, amely minél nagyobb, annál kisebb a korrózióval szembeni ellenállás.

A korrózió megjelenési formái különbözőek lehetnek az általa okozott elváltozások alaki jellegzetességei szerint:

- egyenletes korrózió;
- helyi korrózió (pont-, lyuk-, tűszerű korrózió);
- kristályhatármenti korrózió;
- szelektív korrózió;
- feszültség korrózió (repedések);
- különleges korrózió (pácolási hólyagosodás, mikrobiológiai,
- gőzbomlásos, réteges, lemezes korrózió stb.).

A korróziós közegek vegyipari gázok, füst, levegő, széndioxid, kén-gázok, nitrózus gázok, porok, csapadék, pára, gőz, ivóvíz, tengervíz, vízbázisú szilárd és folyékony anyagok, szerves folyadékok és oldatok, folyékony fémek és ötvözetek, sóömlések, talajok, mikroorganizmusok, élelmiszerek lehetnek. A korróziót számos tényező befolyásolhatja: koncentráció, hőmérséklet, nyomás, mechanikai feszültség, villamos áram, tribológiai hatások stb.

c. Termikus tulajdonság a hőhatásnak kitett anyagok viselkedését határozza meg. Az anyagok az energiát hő formájában elnyelik, ennek következtében megnő a hőmérsékletük, méreteik megváltoznak. A szilárd anyagok termikus igénybevételénél a következő tulajdonságok a legjellemzőbbek:

- **hőkapacitás**, amely azt az energiamennyiséget fejezi ki, amely az egységnyi anyag hőmérsékletét egységnyi értékkel emeli: $C = dQ/dT$, (J/mol.K);

- **fajhő**: ugyanaz, mint a hőkapacitás, de egységnyi tömegre vonatkoztatva c (J/kg.K);

- **hőtágulás**: az anyag hő hatására történő térfogat növekedését jelenti. Ha ezt csak egy irányba vizsgálják, lineáris hőtágulásról beszélünk: $\Delta l = l_0 \cdot \alpha_t \cdot \Delta T$, ahol α_t a lineáris hőtágulási együttható.

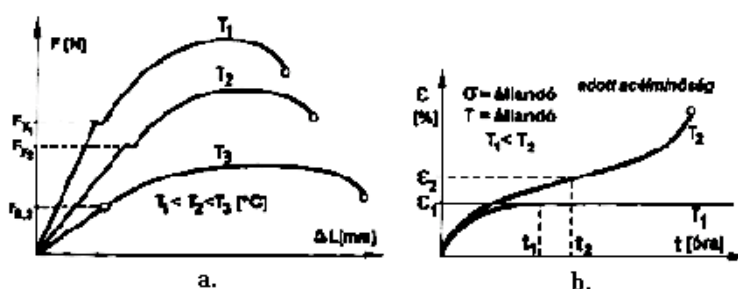
- **hővezetés**: az a folyamat, amikor a hő egy adott közegben a nagyobb hőmérsékletű helyről a kisebbre áramlik. A hővezetés tulajdonképpen a fononok és elektronok közegében való mozgási energia továbbadása. A szilárd anyagokban a rácsrezgések és a szabad elektronok is résztvesznek a hőszállításban. A hővezetést a λ - hővezetési együtthatóval (J/cm.s.K), vagy $a = \lambda/c$ (cm²/s) hőterjedési (difúziós) együtthatóval jellemzik.

- **termikus feszültség**: a hőmérsékletváltozás vagy inhomogén hőmérséklet elosztással hőtágulás akadályoztatása alapján létrejövő belső mechanikai feszültség. Képlete: $\sigma = \alpha_t \cdot E \cdot \Delta T$, ahol E - a rugalmassági modulusz.

- **hősokk**: főként a rideg anyagoknál jelentkezik (kerámiák), amikor a gyors hőmérsékletváltozás okozta feszültségek megnövelik a ridegtörés lehetőségét, az anyagban a képlékeny helyi alakváltozás útján nem egyenlítődnek ki a folyási határt meghaladó termikus feszültségek. Ennek következtében a darabok felületén húzófeszültségek keletkeznek, és ezek repedések formájában egyenlítődnek ki. Ezt a tulajdonságot hősokkkal szembeni ellenállásnak nevezet **TSR** faktorról jellemzik.

- **melegszilárdság, időtartam-szilárdság, tartós folyási határ:** a fémek anyagok hőmérséklettel csökkenő szilárdságát jellemzik. Ez főként a magas hőmérsékleten dolgozó berendezések esetében (kazánok, hőcserélők, gázturbinák, pompák, erőművi gőzvezetékek repülőgépmotorok stb.) fontos. 400-450⁰ C hőmérsékletig az anyag melegszilárdságát használják, ami egy bizonyos magasabb hőmérsékleten megmért szakító szilárdságot jelent. Magasabb hőmérsékleten az időtartam szilárdság a fontosabb, ami alatt azt a feszültséget értik, amely τ_2 idő alatt ϵ_2 előírt alakváltozást hoz létre. Tartós folyási határ az a feszültség, amely végtelenül hosszú τ_1 idő alatt sem okoz egy előírt ϵ_1 értéknél nagyobb alakváltozást. Mindezek grafikai ábrázolása a 28. ábrán látható (a. melegszilárdság, b. időtartam szilárdság és tartós folyáshatár).

-**termikus fáradás** akkor jelentkezik, ha a hirtelen hőmérsékletváltozás gátolt dilatációnál változó feszültségeket hoznak létre, amik időben mikropedéseket okoznak.



28. ábra.

d. Villamos tulajdonságok a fémek alapvető jellemzői, hogy jó elektromos és hővezetők. Ez a tulajdonságuk a szabad elektronfelhő mozgásán alapszik. A szabad elektronok mozgását több hatás - külső elektromos tér, mágneses tér, anyagi minőségben történő változás, hőmérséklet különbség stb. - befolyásolja. A villamos tulajdonságok legfontosabb jellemzői a fajlagos ellenállás ρ ($\Omega\text{m/mm}^2$) és a fajlagos villamos vezetőképesség σ (ami a fajlagos ellenállás reciproka értéke). Az elektromos ellenállás a hőmérséklet függvényében növekszik, mert növekednek a kristályrács ionatomjainak rezgései, ami akadályozza által a szabad elektronok áramlását. A rácshibák, szemcsehatárok, különböző ötvözőelemek, anyagszennyező zárványok stb. növelik az elektromos ellenállást. A képlékeny alakítás mértékével növekedik a fémek és ötvözetek ellenállása is.

A villamos tulajdonságok szempontjából az anyagok a következő főbb csoportokba sorolhatók:

- vezetékanyagok;
- ellenállásanyagok;
- szupravezető anyagok;
- félvezető anyagok.

A **vezetékanyagok** fontosabb kategóriái a következők:

-**vezetékek** (huzalok, kábelek, drótok, tekercsek stb.), amelyek nagyon kicsi villamos ellenállással kell rendelkezzenek, hogy a veszteségek minél kisebbek legyenek. E célból

nagyon tiszta réz-, alumínium- vagy aranyhuzalokat használnak. Ötvözve mechanikai szilárdságuk nő, vezetőképességük pedig csökken.

- **érintkező anyagok:** elektromos kapcsolók kontaktjai számára készülnek, Ag, W, Pt, Au vagy ezek ötvözetei (Cu-Ag, Cu-Ag-Au, Ag-W, Cu-Ag-Ni, Ag-CdO stb.) felhasználásával.

- **hőelemek:** anyagai elektromos áramot szolgáltatnak a hőmérséklet emelkedése függvényében, ha két különböző anyaghuzal hegesztési pontja melegítve van. Ilyen elemek a Ni-NiCr, Cu-CuNi, Fe-CuNi, vagy Pt-PtRh huzalpárból készülnek.

- **kettős fémek** (bimetáll anyagok): két eltérő hőtágulású, egymással összehengerelt fémlemezről készülnek, amelyek hőmérsékletváltozásra elhajlanak, így villamos kontaktus zárására vagy nyitására alkalmazhatók. A kis hőtágulási lemez ún. Dumet anyag, míg az aktív lemez minél nagyobb hőtágulású ötvözet (MnCu18Ni10, FeMn6Ni20).

- az **ellenállás-hegesztés befogó-elektroda** anyagok jó villamos és hővezető képességgel rendelkező, nagy szilárdságú réz, vagy rézötvözetek (CuCr1, CuCo2Be0,5, CuZrCr stb.)

- **lágyszerkezetanyagok** villamos és mechanikai kötést biztosítanak elektromos és elektronikai berendezésekben. Leggyakrabban ón alapú eutektikus ötvözeteket használnak (Sn62Pb38, Sn60Pb37Sb35 stb.).

- **olvadóbiztosító betétanyagok** rézhuzalok, fóliák vagy lemezek SnPb cseppel lomhásítva.

Ellenállásanyagok: kemencékben, melegítőknél használatos fűtőellenállások FeCrSi, FeCrAlCo (kantál), Ni80Cr20 (cekász), Ni62Cr16Fe22 (kromel) ötvözetek, amelyek nagy fajlagos ellenállással, hőszilárdsággal és oxidációs ellenállással rendelkeznek. Precíziós és mérőellenállásokat (Cu55Ni45-konstantán, CuMnNi-manganin), ellenállás-hőmérő huzalokat (Pt, Ni), nyúlásmérő bélyegek anyagait (NiCu, NiCr), vastagréteg ellenállás pasztákat (Pd, Ru ötvözetek), vékonyréteg ellenállásokat (CrNi, Ta, SnO₂, CrSiO₂) is használnak.

A **szupravezető anyagok** fajlagos ellenállása egy kritikus hőmérséklet alatt (T_{krit}) nulla lesz. Általában Nb alapú ötvözeteket használnak (Nb₃Sn - 18K; NbZr - 10,8K; NbGeAl - 23K), vagy nemfémes, kerámia anyagokat (LaB₂Cu₃O₇ - 30K; Ti(CaBa)Cu₃O₇ - 125K).

Félvezető anyagok: diódák, tranzisztorok, integrált áramkörök (CIP), fényérzékelők, fotodiódák stb. készítésére használandó speciális, nagy tisztaságú, ionplantációval készült ötvözetek. Leggyakrabban Si és Ge alapanyagú félvezetőanyagokat használnak, de az utóbbi időben egyre inkább elterjedt a GaAs egykristály alapú vegyület.

Irodalomjegyzék:

- 1] Verő József, Káldor Mihály: *Fémten*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.
- 2] Káldor Mihály: *Fizikai metallurgia*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.
- 3] Szakács György, Dévény Miklós: *Keményfémek és szuperkemény anyagok alkalmazása*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- 4] Artinger István, Kator Lajos, Ziaja György: *Új fém szerkezeti anyagok és technológiák*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.
- 5] Artinger István, Csikós Gábor, Krállics György, Németh Árpád, Palotás Béla: *Fémek és kerámiák technológiája*, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.
- 6] Ginsztler János, Hidasi Béla, Dévényi László: *Alkalmazott anyagtudomány*, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000.

Keményfém, kerámia és kompozit anyagok a jövő gépgyártásban

Dr. Bicsak Jenő, egyetemi tanár

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagok Technológiája tanszék

1. Kerámiák

A kerámia a görög kiégetett szóból ered. A kerámiákat az különbözteti meg a fémektől, hogy hiányzik a villamosvezetést és a képlékeny alakíthatóságot lehetővé tevő elektronfelhő. Nagy a villamos ellenállásuk, e tulajdonságuk azonban - a fémekkel ellentétben - a hőmérséklet emelkedésével csökken. A kerámiák nagyon ridegek, de jól ellenállnak a korróziónak, jól bírják a kopást és a magas hőmérsékletet. Kristályos anyagszerkezetük van, ami az atomok szabályos térbeli elrendeződését jelenti.

A kovalens és ionos jelleg, valamint a kis atomtávolság következtében a kerámiákban nagyon erős az atomok közötti kötés.

A kerámiákat két nagy csoportba sorolhatjuk:

- **Egyatomos kerámiák;**
- **Vegyület kerámiák.**

Az egyatomos kerámiák színállapotban alkalmazható anyagok, mint például a grafit és a gyémánt, vagy az egykristály alakban előállított szilícium és germánium.

A kerámiák óriási többsége valamely vegyületből áll, amit nagyobb méretű fématomok és egy, vagy több kis rendszámú nemfémes elem (O, C, N, B, H) kombinációja alkot. Ezek **oxidok, karbidok, nitridek, karbo-nitridek, boridok, hidrátok, szilicidok, szulfidok stb.** lehetnek.

Az oxidkerámiák lehetnek:

- **műszaki, kristályos finom oxidkerámiák** (Al_2O_3 , ZrO_2 , ThO_2);
- **kristályos, durva oxidkerámiák** (cserép, tégl, porcelán);
- **kristályos hidrátok** (cement, beton, üvegek, közetek).

A kerámiák főbb mechanikai és fizikai tulajdonságai:

- **kis sűrűség; nagy rugalmassági határ; ridegség;**
- **nagy olvadáspont; nagy nyomószilárdság; törékenység;**
- **nagy keménység; nagy kémiai stabilitás; mikrorepedések;**
- **nagy kopásállóság; nagy melegsilárdság; kis hősokkállóság;**
- **nagy korrózióállóság;**
- **nagy villamos ellenállás; nehéz gyárthatóság;**
- **jó polarizálhatóság; nagy dielektromos állandó; magas ár.**

A műszaki kerámiák jellegzetes felhasználási területei:

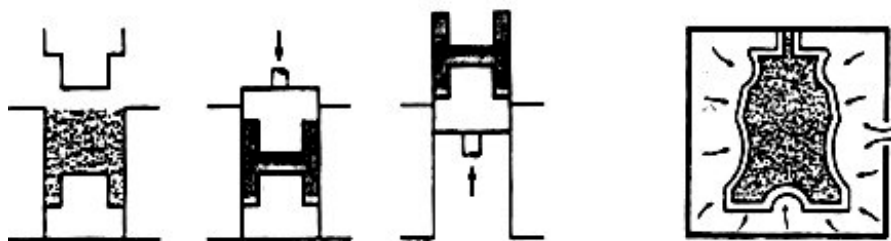
- **forgácsoló szerszámok:** BN, Al_2O_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{ZrO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiC}$, $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiC}$, Si_3N_4 , SiAlON;
- **csapágyanyagok:** Al_2O_3 , SiC, AlN, BN;
- **biokerámiák:** ZrO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 , TiB_2 ;
- **hőcserélők:** Si_3N_4 , SiC;
- **elektrokerámiák:** Al_2O_3 , $\text{ZrO}_2\cdot\text{MgO}$;
- **diesel-motor, turbinák:** Si_3N_4 , $\text{ZrO}_2\cdot\text{MgO}$, SiC, $\text{Si}_3\text{N}_4\cdot\text{SiC}$;
- **űrtechnika:** BeO, SiO_2 , BN, SiC, Al_2O_3 ;
- **kerámia páncélzat:** B_4C , Al_2O_3 , SiC, TiB_2 ;
- **villamos szigetelők:** Al_2O_3 ;
- **félvezetők:** Ge, Si;
- **kondenzátorok:** oxidok;
- **hőszigetelők:** ZrO_2 ;
- **mágnesek:** FeO, Fe_2O_3 , ZnMnFeO , CrFeO ;
- **szupravezetők:** BaTiO_3 , $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, LaBaCuO ;
- **nukleáris anyagok:** UO_2 , PuO_2 ;
- **érzékelők:** ZrO_2 , ZnO, TiO_2 ;
- **optikai anyagok:** Al_2O_3 -Cr laser, BaNaNbO.

A kerámiák előállítása és gyártása

A kerámiák előállítása és gyártása oxid alapú természetben található ásványok tisztításán és aprításán alapul. Kiinduló anyagként kvarchomokot, kaolint, földpátot, bauxitot stb. használnak fel. A jó minőségű kerámiát portechnológia alkalmazásával, nagy tisztaságú alapanyagokból, különleges eljárásokkal gyártják és alakítják darabokká. Olvasztásos technológiával csak kis olvadáspontú ($<1700^\circ\text{C}$) kerámiákat lehet készíteni (üveg). Az oxidok és más kerámia alapanyagok olvadáspontja igen magas, így csak porkohászati technológiákkal lehet megmunkálni. A gyártási technológiák iszapöntéses, vagy sajtolásos eljárások lehetnek.

Az **iszapöntést** hidráttartalmú kerámiáknál alkalmazzák, gyúrható, vagy hígán folyó massa formájában, a szokásos öntő eljárások alkalmazásával: hagyományos, nyomásalatti-, fröccs-, vagy centrifugál öntéssel. A termékeket lassan szárítják, majd magas hőfokon égetik ki.

A **portechnológia** a porgyártás, osztályozás, adalékolás után sajtolás és zsugorítás (szinterelés) útján gyártja a legjobb minőségű kerámiákat. A sajtolást szárazon, nedvesen, hidegen, vagy melegen lehet elvégezni fa- vagy fémsüllyesztékben. A legjobb minőséget meleg izosztatikus sajtolással (HIP) lehet elérni $900\text{--}1700^\circ\text{C}$ -on. A szinterelést $1400\text{--}1900^\circ\text{C}$ között végzik a kerámia anyagminősége függvényében. A porkeverék hagyományos (a) és HIP (b) sajtolását az 1. ábra illusztrálja.



1. ábra.

Kerámiaszálak és tűkristályok (whiskerek), szemcsék különleges eljárásokkal készülnek és kompozit anyagokban használják fel. A 0,02-2 mm átmérőjű és néhány mm hosszú tűkristályok igen kedvező tulajdonságokkal rendelkeznek: nagy a szakítószilárdságuk ($R_m = 1450-20000 \text{ MPa}$), kicsi a fajsúlyuk ($1,45-4 \text{ g/cm}^3$).

Kerámia bevonatok nagy keménységű, hő és korrózióálló réteget képeznek, szerszámok, turbinalapátok, úrberendezések stb. felületén. E célból TiC, Al_2O_3 , TiN, TiAlN, ZrO_2 , Cr_2O_3 , vagy gyémánt anyagokat használnak. A bevonatok egyrétegűek vagy többrétegűek lehetnek, 1-100 μm vastagságban.

Az **üvegek** nem kristályos kerámiák SiO_2 alapú Na_2O , K_2O , CaO, MgO, Al_2O_3 , PbO, B_2O_3 adalékú összetétellel. Előállításuk olvasztásos és öntési technológiákat alkalmaz. Az üveg törésmutatója az elektronsűrűségtől függ, amit az atomok rendszáma és helykitöltése határoz meg. Ólomoxid (PbO) hozzáadásával nagy sűrűségű, könnyen csiszolható, nagy sugárelnyelő és fénytörésű ólomüveg készül. Szintelen üveget nehéz gyártani a szennyező anyagok miatt. A vas zöld, a króm kék, a mangán lila színt ad az üvegnek. Üvegszálakat egyre nagyobb mértékben a telekommunikációban (műanyagba burkolt hajszálvékony üvegszálakból kötegelt fénykábelek), és az üvegszál erősítésű kompozit anyagok gyártásában használnak fel.

Kristályos hidrátok, mint a cement és a beton, szintén oxidokból álló termékek, amelyeket agyagtartalmú meszek 1400°C feletti hőmérsékleten történő kiegészítésével, majd e massa porrá őrlésével gyártanak. Összetétele: $50\%\text{CaO} + 36\%\text{SiO}_2 + 11\%\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO, Fe}_2\text{O}_3$.

Természetes kerámiák közé az agyagot, mészkövet, homokkövet, gránitot, csillámot és földpátot sorolják. Ezek közül a gránit a legellenállóbb, ezt gépállványok, kémiai edények gyártására használják fel.

2. Kompozitok

A kompozit, vagy társított anyagok két vagy több különböző anyag egyesítésével előállított szerkezeti anyagok (fém-kerámia, kerámia-kerámia, műanyag-kerámia, műanyag-üveg, fém-üveg, vas-beton stb.). A kompozit anyagok szerkezete két részre bontható: mátrixra (alapanyag) és az erősítő adalékanyagra. A **mátrix** körbefogja az erősítőanyagot, átadja és elosztja az igénybevételt, megnövelve az anyag szilárdságát, szívósságát, keménységét. Felhasználásuk ma már igen széleskörű: a repülőgép konstrukcióktól a turbinalapátokon át egész a sporteszközökig. A kompozitoknál meghatározó szerepe van a mátrix és az erősítőanyag közti kémiai és fizikai kapcsolatnak, a fázisok közötti átmeneti rétegnek.

A kompozitanyag négy típusát gyártják (2. ábra):

- szemcsés, vagy részecske erősítésű;
- szálal (rövid, vagy hosszú) erősítésű;

- lemezes (rétegelt, szendvics) szerkezetű;
- felületi réteges, bevonatos.



2. ábra.

A kompozit anyagok tulajdonságai részecskeerősítés esetén iránytól függetlenek, míg a szál-erősítésűeknél, valamint a rétegeltknél irányítottság áll fenn. Az erősítő anyagok elosztása véletlenszerű, vagy szabályos lehet. A kompozit anyagok létrehozásával a következő tulajdonságok érhetők el:

- szilárdságnövekedés;
- törési biztonság növelése;
- rugalmassági modulusz növekedése;
- hőtágulási együttható csökkenése;
- tömegcsökkentés;
- mágneses és elektromos tulajdonságok javítása;
- kopásállóság növelése;
- szupravezető szerkezet előállítása;
- hőszigetelő képesség növelése.

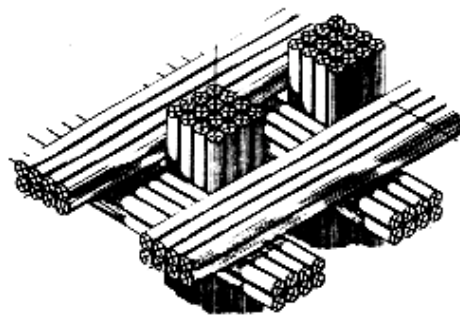
Részecske erősítésű kompozitok alapanyaga lehet fém, kerámia, vagy műanyag (polimer), amelybe finomra őrölt, apró, diszperz $0,1-10\ \mu\text{m}$ átmérőjű kerámia-, fém-, vagy műanyagrézecskeket ágyaznak be nagy szilárdság, vagy különleges tulajdonságok elérése céljából.

Az alumínium szilárdsága növelhető Al_2O_3 , vagy Al_4C_3 részecskékkel. A diszperziósan erősített kompozitok a magasabb hőmérsékleten is megtartják szilárdságukat. A részecske erősítés 1 m-nél nagyobb szemcsékkel is történhet, amikor az erősítő szemcsemennyiség elérheti a 90 % -ot. Ilyen kompozitok például a 70-94% WC, TiC karbid + Co mátrixkészítésű keményfém forgácsoló és alakító szerszámok. A szívósság növelésére ma már nanokristályos karbid szemcséket ágyaznak be a Co mátrixba.

Szál-erősítésű kompozitok nagy szakítószilárdság és szívósság érdekében készülnek, fémek, kerámiák vagy polimerek esetében. A szálak grafit, szén üveg, Al_2O_3 , vagy SiC -ből készültek, 1-4 átmérővel, 30-50 mm hosszúsággal. Folytonosak vagy rövidek lehetnek. A szilárdság elérheti 20000 MPa, a rugalmassági modulusz a 700 GPa értékeket. Jellemző szál-erősítésű kompozit anyagok a következők:

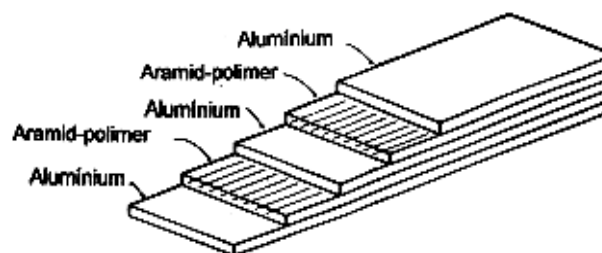
- üvegszálerősítésű poliészter (sílécsek stb.);
- kerámia szálal titánötvözetek (űrhajók);
- karbonszálal epoxi (légcsavaros repülőgépek);
- zafírszálal szuperötvözetek (turbinák);
- acélróttal erősítet gumi (gumiabroncs);
- kerámia-kerámia tükristály (szerszámok);
- karbonszálal alumínium ötvözet (repülőgépek);
- SiC szálalal erősítet bórszilikát üveg.

Folyamatos szálalal erősítet fém mátrixú kompozitok szálkötegek folyadékos infiltrációjával készülnek. A szálkötegek tipikus 3D rendszerbe vannak beágyazva (3. ábra).



3. ábra.

Lemezes (szendvics) kompozitok egymáshoz síkok mentén kapcsolt rétegekből állnak Ezek őse a funérlemez, de használnak alumíniummal bevont papírt, lakkal bevont alumínium csomagoló fóliát, poliészter-réz nyomtatott áramköri lapot, inver-réz bimetált, CuNi10 ötvözetel borított réz pénzérméket, alumíniumötvözet-grafitszál-epoxigyanta-alufólia repülőgép ajtót, alumíniummal borított acéllemezt, saválló NiCr, acélal borított ötvözetlen acéllemezt stb. A 4. ábrán egy szendvics szerkezetű Al-polimer kompozit anyag látható. A rétegelt kerámia kompozitokkal kiváló mechanikai tulajdonságok érhetők el, különősképpen Al_2O_3 - ZrO_2 rendszerekben.



4. ábra.

Felület réteges, bevonatos kompozitok főképpen korrózió, hőhatás, kopás, vagy különleges igénybevétel ellen használják. Gyakran alkalmazott bevonatok a műanyagok különböző fém alkatrészeken:

- akril, vagy alkid acélal (autókarosszéria);
- szilikon fémeken (hőnek kitett alkatrészek);
- nylon fémeken (siklócsapágyak).

A kerámia bevonat példája a zománc, a fémbevonat meg lehet ón, ólom, cink, vagy alumínium rétegmártó tűzi bevonással, vagy galvanizálással készítve. Szintén használják a kémiai lecsapatásos (CVD), vagy fizikai lecsapatásos (PVD) eljárásokat. Különböző felszóró eljárások (láng, plazma, laser stb. termálszórás) szintén használatosak fém vagy kerámia rétegek felvitelére.

Irodalomjegyzék

- 1] Szakács György, Dévény Miklós: *Keményfémek és superkemény anyagok alkalmazása*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- 2] Artinger István, Csikós Gábor, Krállics György, Németh Árpád, Palotás Béla: *Fémek és kerámiák technológiája*, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.

Minőségi rendszerek auditálása és tanúsítása

Dr. Kerekes László, egyetemi tanár

Bogdan Vodă Egyetem, Menedzsment Tanszék

1. A minőség értelmezése

1.1. Termékszabványoknak megfelelő minőségértelmezés

A minőség a termék azon tulajdonsága, hogy mennyire felel meg a vonatkozó szabványok, előírások követelményeinek. A termékszabványok alkalmazásának célja:

- egységesítés (csatlakoztathatóság, csereszabotosság, stb.),
- fogyasztói érdekvédelem,
- élet, egészség, testi épség és vagyonvédelem.

1.2. Gyártói minőségértelmezés

A minőség a terméknek azon tulajdonsága, amelyet a gyártó a meglévő adottságaival, az adott környezeti feltételek mellett elő tud állítani.

1.3. Piaci (vásárlói) minőségértelmezés

A minőség azt jelenti, hogy a termék milyen mértékben elégíti ki egy bizonyos fogyasztói kör igényeit.

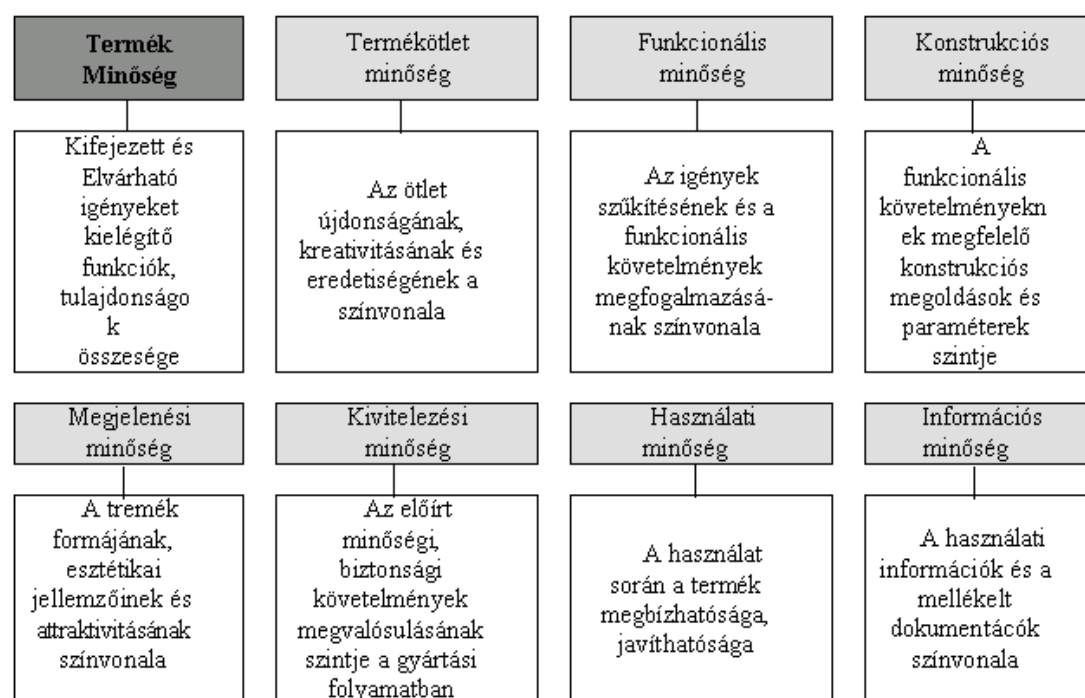
1.4. ISO 9000-ES szabvány szerinti minőségértelmezés (ISO 8402)

A termék vagy a szolgáltatás olyan tulajdonságainak és jellemzőinek összessége, amelyek hatással vannak a terméknek vagy a szolgáltatásnak arra a képességére, hogy kifejezett vagy elvárható igényeket kielégítsen.

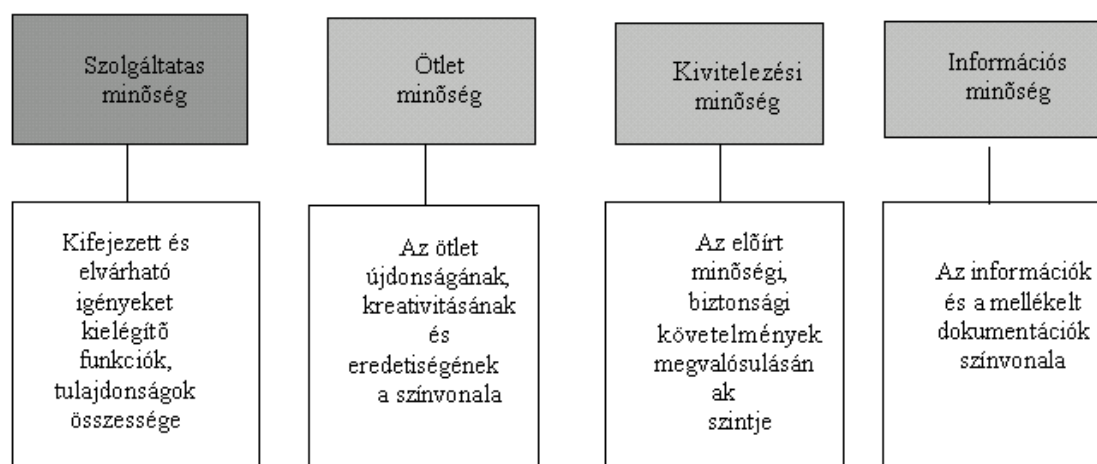
1.5. A minőség megvalósulásának négy szintje

1. Megfelelés a szabványnak.
2. Megfelelés a használatra alkalmasságnak.
3. Megfelelés a vevő nyilvánvaló igényeinek.
4. Megfelelés a látens igényeknek.

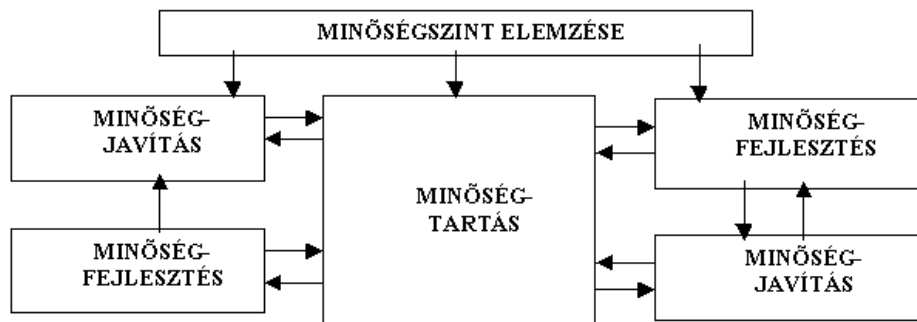
2. A termékminőség összetevői



3. A szolgáltatásminőség összetevői



4. Vállalati minőségstratégiák



4.1. A vezetéség felelőssége

Minőségpolitika

A szállító felsővezetőségének meg kell határozni, és dokumentálnia kell *politikáját a minőség terén*, amely tartalmazza a vezetéség minőséggel kapcsolatos céljait és elkötelezettségét.

A minőségpolitikának a szállító szervezeti céljaira, vevőinek elvárásaira és igényeire kell vonatkozzon. A szállítónak gondoskodnia kell arról, hogy ezt a politikát a szervezet minden szintjén *megértsék, megvalósítsák és megtartsák*.

Szervezet

Meg kell határozni, és dokumentálni kell a minőségre kiható tevékenységet irányító, végző és igazoló személyzet *felelősségét, hatáskörét* és kölcsönös kapcsolatát.

A szállítónak meg kell határozni az *erőforrásokra* vonatkozó követelményeket, és gondoskodnia kell a megfelelő erőforrásokról, beleértve a képzett személyzet kijelölését az irányításra, a munka végrehajtására és az igazolási tevékenységekre, beleértve a belső minőségügyi felülvizsgálatokat.

A legfelső vezetéség megbízottja

A szállító legfelső vezetéségének ki kell neveznie a *vezetéség megbízottját*, aki felelős a rendszer kialakításáért és fenntartásáért, valamint beszámol a legfelső vezetésnek.

Vezetőségi felülvizsgálat

A szállító legfelső vezetéségének megfelelően meghatározott időközönként *át kell vizsgálnia* minőségügyi rendszerét, hogy biztosítsa annak megfelelőségét és hatékonyságát, eleget téve a nemzetközi szabvány követelményeinek, valamint a szállító meghirdetett minőségpolitikájának és céljainak.

4.2. A minőségügyi rendszer

Általános követelmények

A szállítónak létre kell hoznia, dokumentálnia és fenn kell tartania egy olyan minőségügyi *rendszert*, amely biztosítja, hogy a termék megfelel az előírt követelményeknek.

A szállítónak *minőségügyi kézikönyvet* kell készítenie, amely kiterjed e szabvány összes követelményére. A minőségi kézikönyvnek tartalmaznia kell a minőségügyi rendszer eljárásait és a minőségügyi rendszerhez alkalmazott dokumentáció összefoglaló felépítését, vagy hivatkozni kell ezekre.

Dokumentált eljárások

A szállítónak olyan *dokumentált eljárásokat* kell kidolgoznia, amelyek összhangban vannak jelen nemzetközi szabvány követelményeivel és a szállító közzétett minőségpolitikájával, továbbá hatékonyan kell bevezetnie a minőségügyi rendszert és annak dokumentált eljárásait.

Minőségtervezés

A szállítónak meg kell határozni, és dokumentálnia kell, hogy a minőségi követelményeket hogyan elégíti ki. A *minőségtervezésnek* összhangban kell lennie a szállító minőségügyi rendszerének többi követelményével, és olyan formában kell dokumentálni, amely megfelel a szállító működési módjának.

4.3. A szerződés átvizsgálása

Általános követelmény

A szállítónak dokumentált eljárásokat kell kialakítania és fenntartania a *szerződés átvizsgálására* és a tevékenységek összehangolására.

Átvizsgálás

Az ajánlat *elküldése*, illetve a szerződés (megrendelés) *elfogadása előtt* a szállítónak át kell vizsgálnia ezeket a dokumentumokat, hogy biztosítsa:

- a követelmények megfelelő meghatározását és dokumentálását,
- bármely eltérés, ellentmondás feloldását a szerződés, vagy megrendelés és az ajánlat követelményei között,
- a szállító rendelkezzen azzal a képességgel, hogy a szerződés vagy megrendelés követelményeit teljesítse.

A szerződés módosítása

A szállítónak meg kell határozni a szerződésmódosítás menetét és azt, hogy mi legyen a szervezetén belül a *módosítás továbbításának* megfelelő módja az érintett részlegek felé.

Feljegyzések

A szerződés átvizsgálásának bizonylatait *meg kell őrizni*.

4.4. A műszaki tervezés szabályozása

A tervezés eredménye

A műszaki tervezés eredményeit olyan formában kell *dokumentálni* és kifejezni, hogy azokat a *kiinduló követelményekkel* össze lehessen vetni.

A tervezés eredményeinek átvizsgálása

A műszaki tervezés megfelelő fázisaira *tervezni kell*, és végre kell hajtani a tervezés eredményeinek *dokumentált* átvizsgálását.

Az átvizsgálásokról a feljegyzéseket *meg kell őrizni*.

A tervezés eredményeinek igazoló ellenőrzése (verifikálás)

A tervezés megfelelő fázisaiban igazoló ellenőrzés alá kell vetni a tervezés eredményeit, ezzel biztosítva, hogy az adott *fázisra vonatkozó tervezési eredmények* megfelelnek a fázisra előírt kiinduló követelményeknek.

Az igazoló ellenőrzésekről *feljegyzést* kell készíteni, és meg kell azt őrizni.

A tervezés eredményeinek érvényesítő ellenőrzése (validálás)

A tervezés eredményeit érvényesítő ellenőrzésnek kell alávetni, annak biztosítására, hogy a termék kielégítse a meghatározott *felhasználói igényeket*.

A műszaki terv módosítása

A műszaki terv minden módosítását és változtatását ezek *bevezetése előtt* azonosítani és dokumentálni kell, át kell vizsgálni, továbbá azt az erre felhatalmazott személyeknek kell jóváhagynia.

4.5. A dokumentumok és adatok kezelése

Általános követelmény

A szállítónak *dokumentált eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania *minden olyan dokumentum* és adat kezelésére, amely ennek a szabványnak a követelményeihez kapcsolódik, beleértve a kívülről *érkező* dokumentumokat is, mint például a szabványokat és a vevő rajzait.

Dokumentumok és adatok jóváhagyása és kiadása

A dokumentumokat és adatokat kiadásuk előtt erre felhatalmazott személyeknek kell megfeleléség szempontjából *átvizsgálniuk* és *jóváhagyniuk*.

Az *érvénytelen* vagy elavult dokumentumok alkalmazásának megelőzése érdekében egy *alapjegyzéket* (törzsnylvántartás) vagy ezzel egyenértékű dokumentumszabályozó eljárást kell bevezetni, és naprakészen működtetni.

A dokumentumok és adatok szabályozására vonatkozó eljárásnak az alábbiakat kell biztosítania:

- a) a dokumentumok *megfelelő kiadásai* álljanak rendelkezésre minden érintett helyen;
- b) az *érvénytelen* vagy elavult példányokat *azonnal visszavonják* minden kiadási helyről, vagy más módon akadályozzák meg a véletlen alkalmazást;
- c) *megfelelően azonosítsanak* minden érvénytelen, elavult dokumentumot.

A dokumentumok és adatok módosítása

A dokumentumokon és az adatokon végrehajtott módosításokat ugyanazoknak a *részlegeknek* vagy szervezeteknek kell *átvizsgálniuk* és *jóváhagyniuk*, amelyek az eredeti átvizsgálást és jóváhagyást végezték.

4.6. Beszerzés

Általános követelmény

A szállítónak *dokumentált eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania így biztosítva, hogy a beszerzett termék megfelel az előírt követelményeknek.

Alvállalkozók (beszállítók) kiválasztása és értékelése

A szállítónak azon az alapon kell az alvállalkozókat értékelnie és *kiválasztania*, hogy azok milyen mértékben képesek az alvállalkozói szerződés követelményeit kielégíteni, beleértve a minőségi követelményeket is.

A szállítónak meg kell határoznia az alvállalkozókra vonatkozó ellenőrzés *jellegét és mértékét*.

A szállítónak az elfogadható alvállalkozókról *feljegyzéseket* kell készítenie és megőriznie.

Beszerezési adatok

A beszerzési dokumentumoknak tartalmazniuk kell azokat az adatokat, amelyek egyértelműen *leírják* a megrendelt terméket.

A szállítónak kibocsátás előtt *át kell vizsgálnia*, és *jóvá kell hagynia* a beszerzési dokumentumokat abból a szempontból, hogy megfelelnek-e az előírt követelményeknek.

4.7. A vevő által beszállított termék kezelése

Általános követelmény

A szállítónak *dokumentált eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania a vevő által beszállított termék igazolására, tárolására és állagmegőrző tárolására.

Minden olyan jellegű termékről, amely elveszett, károsodott vagy más módon vált alkalmatlanná, *feljegyzést* kell készíteni, és az esetet jelenteni kell a *vevőnek*.

4.8. A termék azonosítása és nyomonkövethetősége

Általános követelmény

Ahol az célszerű, ott a szállítónak *dokumentált eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania a termék megfelelő eszközökkel történő *azonosítására* az átvételtől kezdve a gyártás, a kiszállítás és a telepítés minden szakaszában.

Ahol és amilyen mértékig a *nyomonkövethetőség* előírt követelmény, a szállítónak *dokumentált eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania az egyes *termékek* vagy *tételek* egyértelmű azonosítására.

4.9. Folyamatszabályozás

Általános követelmény

A szállítónak meg kell *határoznia*, és meg kell *terveznie* azokat a gyártási, telepítési és vevőszolgálati folyamatokat, amelyek közvetlenül befolyásolják a minőséget, és biztosítania kell, hogy ezeket a folyamatokat szabályozott körülmények között hajtsák végre.

A szabályozott körülményeknek a következőket kell tartalmazniuk:

- a) *dokumentált eljárásokat*, amelyek meghatározzák a gyártás, telepítés és a vevőszolgálat módját;
- b) a megfelelő *berendezések használatát*, és a megfelelő üzemi körülményeket a gyártás, telepítés és a vevőszolgálat során;

- c) a vonatkozó szabványoknak, szabályzatoknak, dokumentált eljárásoknak való megfelelést;
- d) a megfelelő folyamatparaméterek és *termékjellemzők figyelését és szabályozását*;
- e) a folyamatok és berendezések *jóváhagyását*, ha célszerű;
- f) a *kivitelezésre* vonatkozó kritériumokat;
- g) a berendezések megfelelő *karbantartását*, hogy állandóan biztosítsák a folyamatképességet.

Ahol a folyamatok eredményeit a *termék utólagos ellenőrzésével* és vizsgálatával *nem lehet* teljes mértékben igazolni, és ahol az eljárásbeli mulasztások csak a termék használatbavétele után válnak nyilvánvalóvá, a folyamatot *képzett személyzetnek* kell végeznie.

4.10. Ellenőrzés és vizsgálat

Általános követelmény

A szállítónak *dokumentált eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania az ellenőrzési és vizsgálati tevékenységekre annak igazolására, hogy a termék megfelel az előírt követelményeknek.

A beérkező termék átvételi ellenőrzése és vizsgálata

A szállítónak gondoskodnia kell arról, hogy a beérkező terméket *addig ne használják vagy dolgozzák fel*, amíg nem ellenőrizték vagy más módon nem igazolták, hogy *megfelel az előírt követelményeknek*.

A beérkező termék átvételi ellenőrzése mértékének és jellegének meghatározásakor figyelembe kell venni a *beszállító megfelelőségének* feljegyzéseit.

Ha a beérkező terméket *sürgős gyártási célból* az igazoló ellenőrzés előtt jóváhagyták, akkor a terméket egyértelműen azonosítani kell, és nyilván kell tartani, hogy visszahívható és *cserélhető* legyen, amennyiben az előírt követelmények nem teljesülnek.

Gyártásközi ellenőrzés és vizsgálat

A szállítónak *ellenőriznie kell a terméket* a minőségügyi terv, vagy a dokumentált eljárások követelményei szerint.

A terméket *vissza kell tartania*, amíg a megkövetelt ellenőrzéseket és vizsgálatokat el nem végezték.

Végellenőrzés és vizsgálat

A szállítónak minden végellenőrzést és vizsgálatot a minőségügyi terv vagy dokumentált eljárásoknak megfelelően kell végrehajtania.

A terméket *addig nem szabad kiszállítani*, amíg minden előírt vizsgálatot el nem végeztek, és az ezzel kapcsolatos dokumentum nincs jóváhagyva.

Ellenőrzési és vizsgálati feljegyzések

A szállítónak olyan feljegyzéseket kell *készítenie és megőriznie*, amelyek bizonyítják, hogy a terméket ellenőrizték. Ezeknek a feljegyzéseknek *egyértelműen ki kell mutatniuk*, hogy a vizsgálatok során *megfelelt* a termék.

A feljegyzésekből legyen *azonosítható* a termék jóváhagyásáért felelős személy.

4.11. Ellenőrző, mérő- és vizsgálóberendezések felügyelete

Általános követelmény

A szállítónak dokumentált *eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania a termék megfelelőségének bizonyítására használt ellenőrző, mérő- és vizsgálóberendezések *ellenőrzésére, karbantartására és kalibrálására, illetve hitelesítésére.*

Az ellenőrző, mérő- és vizsgálóberendezéseket úgy kell használni, hogy a mérési bizonytalanság ismert legyen, és összhangban álljon a szükséges mérési képességgel.

A szállítónak

- meg kell határozni az elvégzendő *méréseket*, a *megkövetelt pontosságot* és ki kell választania a megfelelő mérőeszközöket, amelyek alkalmasak a szükséges pontosság teljesítésére;
- minden olyan mérőeszközt *azonosítani és kalibrálni* kell, amely hatással lehet a termék minőségére;
- meg kell határozni a *kalibrálásoknál alkalmazott folyamatokat*;
- megfelelő *jelzéssel azonosítani* kell a mérőeszközöket, hogy bemutassa azok *kalibrált állapotát*;
- *kalibrációs feljegyzéseket* kell készítenie és megőriznie;
- értékelnie és dokumentálnia kell a korábbi ellenőrzési és vizsgálati *eredmények érvényességét*, ha a mérőeszközökről kiderül, hogy már *nincsenek kalibrált állapotban*;
- biztosítani kell a mérésekhez, kalibrálásokhoz a megfelelő *környezeti feltételeket*;
- biztosítani kell, hogy a mérőeszközök *tárolása, kezelése* olyan legyen, hogy megőrizzék pontosságukat;
- meg kell *védni* a mérőeszközöket az olyan beállításoktól, amelyek a *kalibráltság elvesztésével* járnak.

4.12. Ellenőrzött és vizsgált állapot

Általános követelmény

A termék ellenőrzött és vizsgált állapotát olyan *alkalmas eszközökkel* (aláírás, pecsét stb.) kell ellátni, amelyek a végrehajtott ellenőrzések és vizsgálatok eredményei alapján egyértelműen *megmutatják* a termék *megfelelőségét* vagy *nem megfelelőségét*.

Az ellenőrzött és vizsgált állapot kimutatását úgy kell *fenntartani* a termék *gyártása és telepítése során*, hogy biztosítsák: csak az előírt ellenőrzések és vizsgálatok során megfelelő *terméket szállítsanak ki*, illetve használjanak.

4.13. A nem megfelelő termék kezelése

Általános követelmény

A szállítónak dokumentált *eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania, amelyek biztosítják, hogy az előírt követelményeknek *nem megfelelő terméket* véletlenül se használhassanak fel, vagy telepítsenek.

Az eljárásnak gondoskodnia kell a nem megfelelő termék azonosításáról, dokumentálásáról, értékeléséről, elkülönítéséről és további kezeléséről.

Nem megfelelő termék átvizsgálása és rendelkezés a termékről

Meg kell határozni a nem megfelelő termékre vonatkozó *átvizsgálási és döntési felelősségeket*.

A nem megfelelő terméket az eljárás szerint *át kell vizsgálni*.

A nem megfelelő terméket *utánmunkálásra* lehet küldeni, javítással vagy anélkül *felhasználási engedély* alapján el lehet fogadni, *át lehet minősíteni*, és *selejtezni* lehet.

Az elfogadott nem megfelelőséget és az elvégzett javításokat *fel kell jegyezni*.

A javított vagy utánmunkált terméket *újból ellenőrizni kell*.

4.14. Helyesbítő és megelőző tevékenység

Általános követelmény

A szállítónak dokumentált *eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania, a helyesbítő és a megelőző tevékenységek megvalósítására.

Minden helyesbítő vagy megelőző tevékenységnek, amelyet a tényleges vagy lehetséges nem megfelelőségek kiküszöbölésére hajtanak végre, arányban kell lennie a *problémák súlyosságával* és a fellépő *kockázattal*.

Helyesbítő tevékenység

A helyesbítő tevékenységekre vonatkozó eljárásoknak tartalmazniuk kell

- a *vevők panaszairól* és a termékek nem megfelelőségéről készült jegyzőkönyvek hatásos kezelését;
- a termékkel, a folyamattal és a minőségügyi rendszerrel kapcsolatos nem megfelelőségek *okainak kivizsgálását* és a vizsgálatok eredményeinek feljegyzéseit;
- a nem megfelelőségek *okainak megszüntetéséhez* szükséges helyesbítő tevékenységek meghatározását;
- a helyesbítő tevékenységek hatékony végrehajtásának *ellenőrzését*.

Megelőző tevékenység

A megelőző tevékenységekre vonatkozó eljárásoknak tartalmazniuk kell

- a megfelelő információforrások biztosítását annak érdekében, hogy észleljék, elemezzék és kiküszöböljék a nem megfelelőség *lehetséges okait*;
- a szükséges *lépések meghatározását* bármely probléma esetén;
- a megelőző tevékenység kezdeményezésével és végrehajtásával kapcsolatos *felelősségeket*;
- a *vezetőségi átvizsgálások* számára a megfelelő információk biztosítását.

4.15. Kezelés, tárolás, csomagolás, állagmegőrzés és kiszállítás

Általános követelmény

A szállítónak dokumentált *eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania a termék kezelésére, tárolására, csomagolására, állagának megőrzésére és kiszállítására.

Kezelés

A szállítónak olyan *kezelési módszerekről* kell gondoskodnia, amelyekkel megakadályozzák a *károsodást* vagy a *minőségromlást*.

Tárolás

A szállítónak *kijelölt tároló területeket* vagy *raktárhelyiségeket* kell használnia, hogy megakadályozza a termék károsodását, vagy minőségromlását a felhasználásig, vagy kiszállításig.

A minőségromlás kimutatása érdekében a *raktáron lévő termék* állapotát megfelelő időközönként értékelni kell.

Csomagolás

A szállítónak szabályoznia kell a *csomagolási, kiserelési és jelölési* folyamatokat.

Állagmegőrzés

A szállítónak megfelelő módszereket kell alkalmaznia a termék azonosítására és *megóvására*, amíg az a szállító ellenőrzése alatt áll.

Kiszállítás

A szállítónak gondoskodnia kell a termék minőségének megőrzéséről a *végellenőrzés és vizsgálat után*, és amennyiben szerződés írja elő, ezt ki kell terjeszteni a rendeltetési helyre történő *szállításra* is.

4.16. Minőségügyi feljegyzések kezelése

Általános követelmény

A szállítónak dokumentált eljárásokat kell kialakítania és fenntartania a minőségügyi feljegyzések *azonosítására, összegyűjtésére, rendezésére, hozzáférhetőségének biztosítására, tárolására, megőrzésére és selejtezésére*.

A minőségügyi feljegyzéseket úgy kell megőrizni, hogy *igazolni lehessen* az előírt követelményeknek való megfelelést és a minőségügyi rendszer hatékony működését.

Minden minőségügyi feljegyzésnek jól *olvashatónak* kell lennie.

A minőségügyi feljegyzéseket úgy kell tárolni, hogy könnyen *megtalálhatók, visszakereshetők* legyenek.

A minőségügyi feljegyzéseket olyan helyen kell tárolni, hogy megelőzzék károsodásukat és *elvesztésüket*

4.17. Belső minőségügyi auditok

Általános követelmény

A szállítónak dokumentált *eljárást* kell kialakítania és fenntartania a belső minőségügyi auditok *tervezésére* és *végrehajtására* annak igazolására, hogy a minőséggel kapcsolatos tevékenységek és azok eredményei összhangban vannak a tervezett tevékenységekkel, és hogy meghatározza a minőségügyi rendszer hatásosságát.

A belső minőségügyi auditokat a vizsgálandó tevékenység állapota és fontossága alapján kell *ütemezni*.

A belső minőségügyi auditot olyan *személyeknek* kell végrehajtaniuk, akik *függetlenek* az auditálandó tevékenységek végrehajtásáért közvetlenül felelős személyektől.

Az auditok eredményeit fel kell *jegyezni* és az auditált területért felelős személyek *tudomására* kell hozni. Az auditált területért felelős személyeknek kellő időben *helyesbítő tevékenységeket* kell végezniük az audit során tapasztalt hiányosságokkal kapcsolatban.

Az *utóaudit* során ellenőrizni kell, és *fel kell jegyezni* az elvégzett helyesbítő tevékenység végrehajtását és hatásosságát.

4.18. Képzés

Általános követelmény

A szállítónak dokumentált *eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania a *képzési igények felmérésére*, és gondoskodnia kell minden, a minőséget befolyásoló tevékenységet végző személy képzéséről.

Bizonyos feladatok végrehajtásához az erre külön kijelölt személyeknek szükség szerint legyen megfelelő képzettségük, gyakorlatuk és tapasztalatuk.

A képzésről megfelelő *feljegyzéseket* kell vezetni és *megőrizni*.

4.19. Vevőszolgálat

Általános követelmény

Ahol a vevőszolgálat *előírt követelmény*, a szállítónak dokumentált *eljárásokat* kell kialakítania és fenntartania a szolgáltatás végrehajtására, valamint annak igazolására és jelentésére, hogy a vevőszolgálat kielégíti az előírt követelményeket.

4.20. Statisztikai módszerek

Az igény megállapítása

A szállítónak *meg kell határoznia*, hogy milyen statisztikai módszereket kell alkalmaznia a *folyamatképeség* és a *termékjellemzők* kiválasztásához, szabályozásához és ellenőrzéséhez.

Eljárások

A szállítónak dokumentált eljárásokat kell kialakítania és fenntartania a megállapított statisztikai *módszerek bevezetésére* és *alkalmazásuk szabályozására*.

5. A minőségügyi rendszer kiépítésének és működtetésének indokai

Külső szempontok

Vevői, tulajdonosi elvárások

Bizalomkeltés a vevőben

Külső image, Goodwill

Piaci megítélés

Belső szempontok

Gazdaságosság

Szabályozott folyamatok

Rendszerű működés

Egyértelmű felelőség

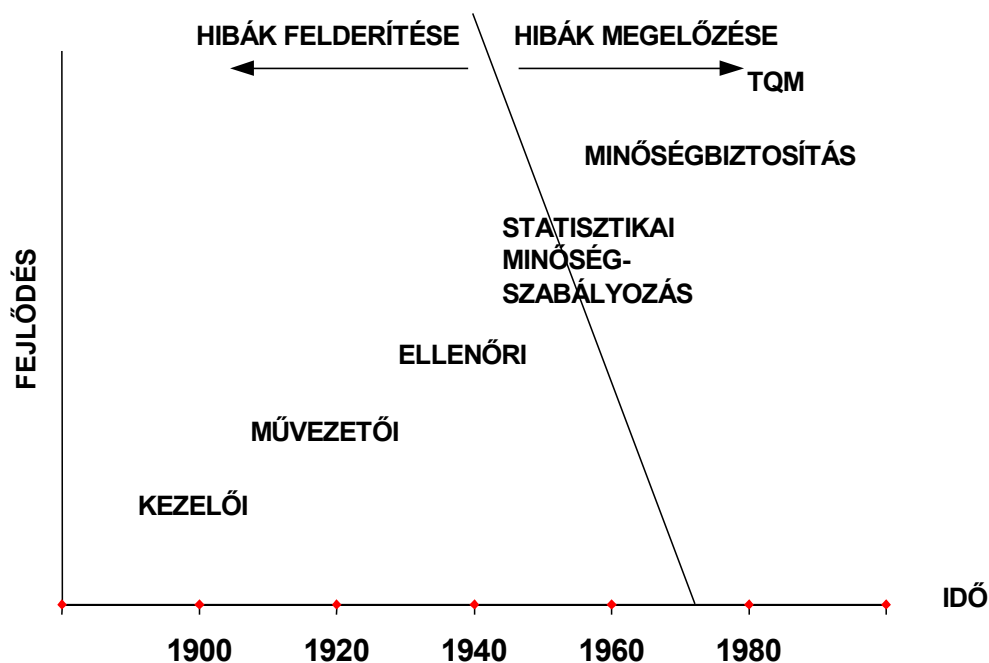
Biztonságérzet

Minőségtudat

6. A minőségügyi rendszer kiépítésének és működtetésének hatásai

működési jellemzők	minőségügyi rendszer nincs	minőségügyi rendszer van
Értékrend	Gyártói/szolgáltatói szempontok elsődlegessége	Gyártói/szolgáltatói, vevői, társadalmi, és környezeti szempontok együttes figyelembevétele
A minőséggel kapcsolatos problémák kezelése	Végellenőrzés (válogatás)	Hibamegelőzés, Folyamatszabályozás
Felelősség a minőségért	Az ellenőrző személyzeté (részlegesen értelmezett)	Valamennyi dolgozóé (teljes körűen értelmezett)
Belső egységek kapcsolatai	Elkülönült érdekek, öncélú működés	Összehangolt érdekek, együttműködés
Vevői kapcsolatok	A meglévő termék/szolgáltatás eladására való törekvés	Vevői igénykielégítésre való törekvés
Külső szállítói kapcsolatok	Előírás egyeztetésen alapuló közvetett kapcsolat	Együttműködésen alapuló közvetlen kapcsolat
Biztonságérzet	Alacsony biztonságérzet, Ismeretlen kockázat	Nagyfokú biztonságérzet Minimális kockázat
Eredmény	A cég, a vevői, a társadalom és a környezet összhangja nem valósul meg, bizonytalan életképesség	A cég, a vevői, a társadalom és a környezet összhangja megvalósul, biztos, hosszú távú életképesség

7. A minőségbiztosítás története



8. A minőségbiztosítási szabványok fejlődése

Királyi Légierő - brit repülőgépek minőségbiztosítása: 1912

Amerikai hadiipar - MIL-Q-9858: 1959

NATO Szövetségi Minőségbiztosítási Közlemények - AQAP-1: 1968

Védelmi Szabványok, UK (tervezés) - DEF.STAN 05-21: 1970

Irányelvek általános ipari alkalmazásra - BS5179: 1975

Szerződéses kapcsolatok a minőség biztosítására - BS5750-1, 2 & 3: 1975

Értelmezések - BS5750-4, 5 & 6: 1981

Nemzetközi minőségügyi szabvány - ISO 9000-es sorozat: 1987

Magyarország is átveszi a szabványsorozatot - MSZ EN 29000: 1992

A nemzetközi szabvány új kiadása - ISO 9000-es sorozat: 1994

Az új szabványsorozat Magyarországi kiadása - MSZ EN ISO 9000: 1996

9. Az ISO 9000-es szabványsorozat felépülése

- Az alapfogalmak szabványa
- ISO 8402: 1994 - Minőségirányítás és minőségbiztosítás - Szótár
- A kiválasztás szabványa
- ISO 9000-1: 1994 - Minőségirányítási és minőségbiztosítási szabványok - 1.Rész: a kiválasztás és alkalmazás irányelvei

- A szerződéses kapcsolatok szabványai
- ISO 9001:1994 - Minőségrendszerek - a tervezés, a fejlesztés, a gyártás, a telepítés és a vevőszolgálat minőségbiztosítási modellje
- ISO 9002:1994 Minőségrendszerek - a gyártás, a telepítés és a vevőszolgálat minőségbiztosítási modellje
- ISO 9003:1994 Minőségrendszerek- a végellenőrzés és a vizsgálat minőségbiztosítási modellje
- Magyarázó és értelmező szabvány
- ISO 9004-1:1994 minőségirányítás és minőségrendszer-elemek.1. Rész: irányelvek

10. Nemzetközi, regionális és nemzeti szabványok

Eredet	Szabványok kiválasztása és alkalmazása	A minőségbiztosítás fokozatai	A minőségügyi rendszer elemei
ISO	ISO 9000:1992	ISO 9001,2,3:1992	ISO 9004:1992
Európai Közösség	EN ISO 9000	EN ISO 9001,2,3	EN ISO 9004
USA	ANSI/ASQC Q90	ANSI/ASQC Q91,2,3	ANSI/ASQC Q94
Egyesült Királyság	BS 5750:Part 0	BS 5750:Part 1,2,3	BS 5750:Part 0
Németország	DIN ISO 9000	DIN ISO 9001,2,3	DIN ISO 9004
Románia	SR EN ISO 9000	SR EN ISO 9001,2,3	SR EN ISO 9004
Ausztria	ÖNORM-EN 9000	ÖNORM-EN 9001,2,3	ÖNORM-EN 9004
Franciaország	NF EN 9000	NF EN 9001,2,3	NF EN 9004
Olaszország	UNI/EN 9000	UNI/EN 9001,2,3	UNI/EN 9004
Svájc	SN-ISO 9000	SN-ISO 9001,2,3	SN-ISO 9004
Dánia	DS/EN 9000	DS/EN 9001,2,3	DS/EN 9004
Svédország	SS-ISO 9000	SS-ISO 9001,2,3	SS-ISO 9004
Hollandia	NEN-ISO 9000	NEN-ISO 9001,2,3	NEN-ISO 9004
Kína	GB/T 19000	GB/T 19001,2,3	GB/T 19004
India	IS 14000	IS 14001,2,3	IS 14004
Ausztrália	AS 3900	AS 3901,2,3	AS 3904

11. A szabványok tartalmának összerendelése

Fejezet	ISO 9001 fejezet címe	9001	9002	9003
4.1.	A felső vezetés felelősége	■	■	⊙
4.2.	Minőségügyi rendszer	■	■	⊙
4.3.	A szerződés átvizsgálása	■	■	■
4.4.	A műszaki tervezés szabályozása	■	Δ	Δ
4.5.	A dokumentumok és adatok szabályozása	■	■	■
4.6.	Beszerezés	■	■	Δ
4.7.	A vevő által beszállított termék kezelése	■	■	■
4.8.	A termék azonosítása és nyomonkövethetősége	■	■	⊙
4.9.	Folyamatszabályozás	■	■	Δ
4.10.	Ellenőrzés és vizsgálat	■	■	⊙
4.11.	Ellenőrző, mérő-és vizsgálóberendezések felügyelete	■	■	■
4.12.	Ellenőrzött és vizsgált állapot	■	■	■
4.13.	Nem megfelelő termék kezelése	■	■	⊙
4.14.	Helyesbítő és megelőző tevékenység	■	■	⊙
4.15.	Kezelés, tárolás, csomagolás, állagmegőrzés és kiszállítás	■	■	■
4.16.	A minőségügyi feljegyzések kezelése	■	■	⊙
4.17.	Belső minőségügyi aduitok	■	■	⊙
4.18.	Képzés	■	■	⊙
4.19.	Vevőszolgálat	■	■	Δ
4.20.	Statisztikai módszerek	■	■	⊙

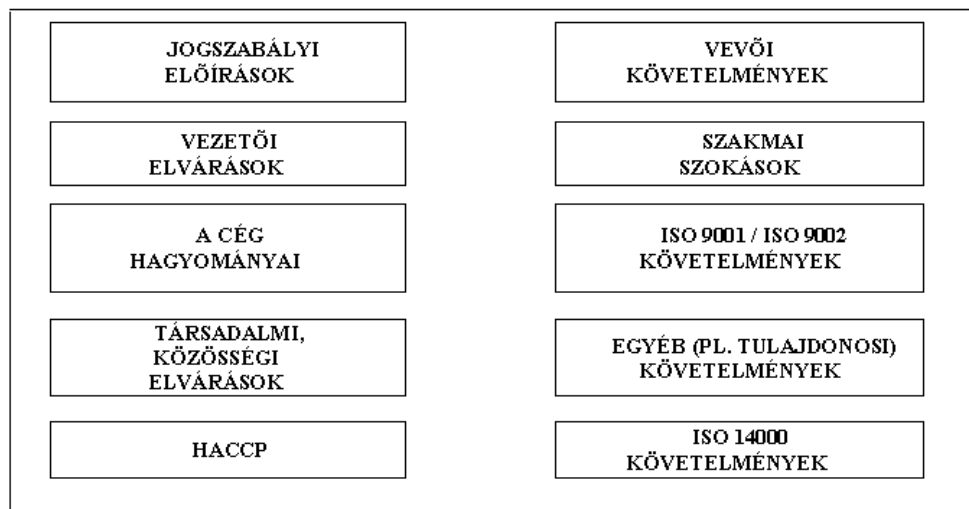
Jelmagyarázat:

■ Teljes követelmény

⊙ Szűkített követelmény

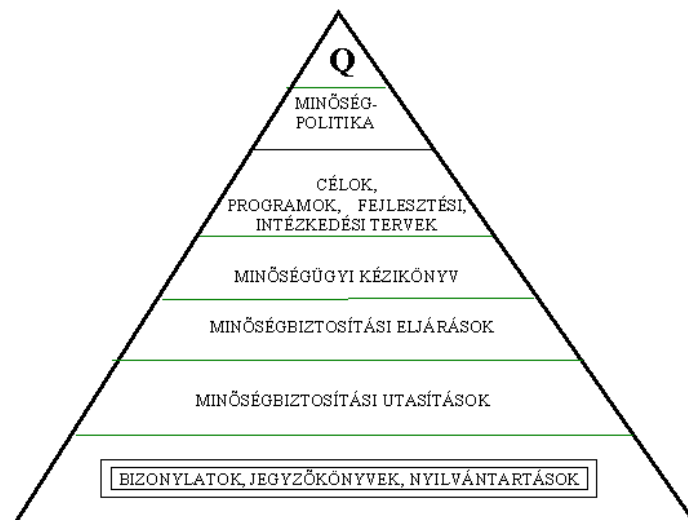
Δ Nem létező elem

12. Az ISO 9000 lehetséges szerepe



13. A minőségügyi rendszer dokumentumai

ISO 9000, MINT KERETRENDSZER



14. A minőségpolitika fogalma és fő gondolatai

A minőségpolitika fogalma:

„Egy szervezetnek a minőségre vonatkozó, a felső vezetés által hivatalosan megfogalmazott és kinyilvánított általános szándékai és irányvonala. (A minőségpolitika a vállalati politika egyik eleme, amelyet a felsővezetés hagy jóvá.)”

A minőségpolitika fő gondolatai:

- A vállalkozás célja a vevők és a felhasználók maradéktalan kielégítésével a gazdasági eredmény növelése.
- A minőséget a vevő (megrendelő, felhasználó) határozza meg.

- A minőségi célok elérése érdekében a cég a minőségügyi rendszert folyamatosan fejleszti a vevői és nemzetközi követelmények figyelembevételével.
- A cég a vevőivel és szállítóival hosszú távú kapcsolatok kialakítására törekszik. Együttműködik velük a minőségi célkitűzések elérése érdekében.
- A folyamatos minőségfejlesztés, a hiba- és költségcsökkentés minden vezető és dolgozó állandó feladata.
- A minőségpolitikát megismertették valamennyi dolgozóval.

15. A minőségügyi kézikönyv fogalma és szerepe

A minőségügyi kézikönyv fogalma

A Minőségügyi Kézikönyv a minőségügyi rendszer alapidokumentuma. Leírja a minőségügyi rendszerrel kapcsolatos követelményeket, a rendszer működtetésének feladatait, a szervezeti és felelősségi viszonyokat, valamint összefoglalja a dokumentációs rendszert.

A minőségügyi kézikönyv szerepe:

- Bizonyíték arra, hogy a dokumentált minőségügyi rendszer megfelel a vevők elvárásainak, valamint az ISO 9001-9003 nemzetközi szabvány előírásainak.
- Összefoglalja a minőségügyi rendszerre vonatkozó alapelveket, követelményeket és feladatokat.
- Deklarálja a minőségbiztosítással kapcsolatos feladatokat és felelősségi köröket.
- Alapot jelent a minőségügyi rendszer további dokumentumainak (eljárások, szabályzatok, utasítások, specifikációk, tervek) és bizonylatainak kidolgozásához.
- A külső rendszer tanúsítás és a belső rendszer felülvizsgálat elsődleges dokumentuma.

16. A minőségbiztosítási eljárás fogalma és felépítése

A MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI ELJÁRÁS FOGALMA:

A Minőségbiztosítási Eljárások a Minőségügyi Kézikönyvben meghatározott feladatok végrehajtásának folyamatát írják le, a tevékenységek és a felelősségek/felelősök megjelölésével.

A minőségbiztosítási eljárás felépítése:

- Területi érvényesség meghatározása;
- A használt fogalmak meghatározása;
- A folyamat leírása;
- Feljegyzések kezelése;
- Kapcsolódó dokumentumok;
- Mellékletek (folyamatábrák, bizonylati minták, felelősségi mátrix, stb.).

17. A minőségbiztosítással kapcsolatos utasítások fogalma és fajtái

A minőségbiztosítással kapcsolatos utasítások fogalma

A minőségbiztosítással kapcsolatos utasítások a Minőségbiztosítási Eljárásokban meghatározott tevékenységek végrehajtási módszerének részletes leírásai.

A minőségbiztosítással kapcsolatos utasítások típusai:

- Rajzdokumentáció
- Technológiai utasítás
- Műveleti utasítás/terv
- Munkautasítás
- Gépkezelési/gépbeállítási utasítás
- Karbantartási utasítás/terv
- Gyártási program/terv
- Kezelési, tárolási utasítás
- Kiszerezési/csomagolási utasítás
- Rajzdokumentáció
- Technológiai utasítás
- Műveleti utasítás/terv
- Munkautasítás
- Gépkezelési/gépbeállítási utasítás
- Karbantartási utasítás/terv
- Gyártási program/terv
- Kezelési, tárolási utasítás
- Kiszerezési/csomagolási utasítás

18. A minőségügyi feljegyzések fogalma és fajtái

A MINŐSÉGÜGYI FELJEGYZÉS FOGALMA:

A minőségügyi feljegyzések a Minőségbiztosítási Eljárásokban előírt tevékenységekhez kapcsolódnak, és a kívánt minőség elérésének, valamint a minőségügyi rendszer hatékony működésének követésére szolgálnak.

A minőségügyi feljegyzések típusai

- Vizsgálati, minősítési feljegyzések (mérési lapok, naplók, jegyzőkönyvek, kalibrálási/hitelesítési jegyzőkönyv, minőségi bizonyítvány);
- Hatósági engedélyezések okmányai;
- Reklamáció kivizsgálási jegyzőkönyvek/jelentések;
- Jóváhagyási, zsűri jegyzőkönyvek;

- Értekezletek, vezetőségi átvizsgálások jegyzőkönyvei/emlékeztetői;
- Felülvizsgálati jelentések (belső minőségügyi felülvizsgálatról, külső minőségügyi felülvizsgálatról, vevői felülvizsgálatról, beszállítói felülvizsgálatról);
- Gépnaplók, műszaknaplók;
- Oktatási jelenléti ívek;
- Nyilvántartások (mérőeszköz, szabvány, személyzet, dokumentum tőpéldányok, dokumentum átadókönyv, minőségköltség, stb.).

Minőségügyi rendszerek auditálása

Dr. Kerekes László, egyetemi tanár

Bogdan Vodă Egyetem, Menedzsment Tanszék

A minőségügyi audit meghatározása

Rendszeres és független vizsgálat annak meghatározására, hogy a minőségügyi tevékenységek és ezek eredményei megfelelnek-e a tervezett intézkedéseknek, ezeket az intézkedéseket hatékonyan bevezették-e, valamint az intézkedések alkalmasak-e a célok elérésére.

ISO 8402 - 1994

A minőségügyi audit az *auditor szempontjából*

Bizonyítékok gyűjtése a minőségügyi rendszer állapotának valós információkon alapuló megítéléséhez.

Bizonyíték:

- feljegyzésen, dokumentumon és adaton alapuló bizonyíték;
- felelős személy állítása;
- auditor megfigyelése.

Az auditált fél ártatlan, amíg az ellenkezője be nem bizonyosodik!

A minőségügyi auditok típusai

Vezetőségi átvizsgálás

Egy cég vezetőségének rendszeres ellenőrzése az elfogadott minőségügyi rendszer alkalmasságára és hatékonyságára vonatkozóan.

Belső minőségügyi audit

Egy cég által saját szervezetén belül, saját minőségügyi rendszerének fejlesztése érdekében végzett auditálási tevékenység. A belső minőségügyi audit okai:

- előírja az ISO 9001 szabvány;
- objektív információk biztosítása a vezetőség felé;
- a minőségügyi rendszer hibáinak „belső” feltárása;
- a minőségügyi rendszer fejlesztésének eszköze.

Beszállítók, alvállalkozók felülvizsgálata

Egy beszállító vagy alvállalkozó minőségügyi rendszerének felülvizsgálata a szállító (vagy megbízottja) által.

Vevői audit

A szállító minőségügyi rendszerének auditálása a vevő (vagy megbízottja) által.

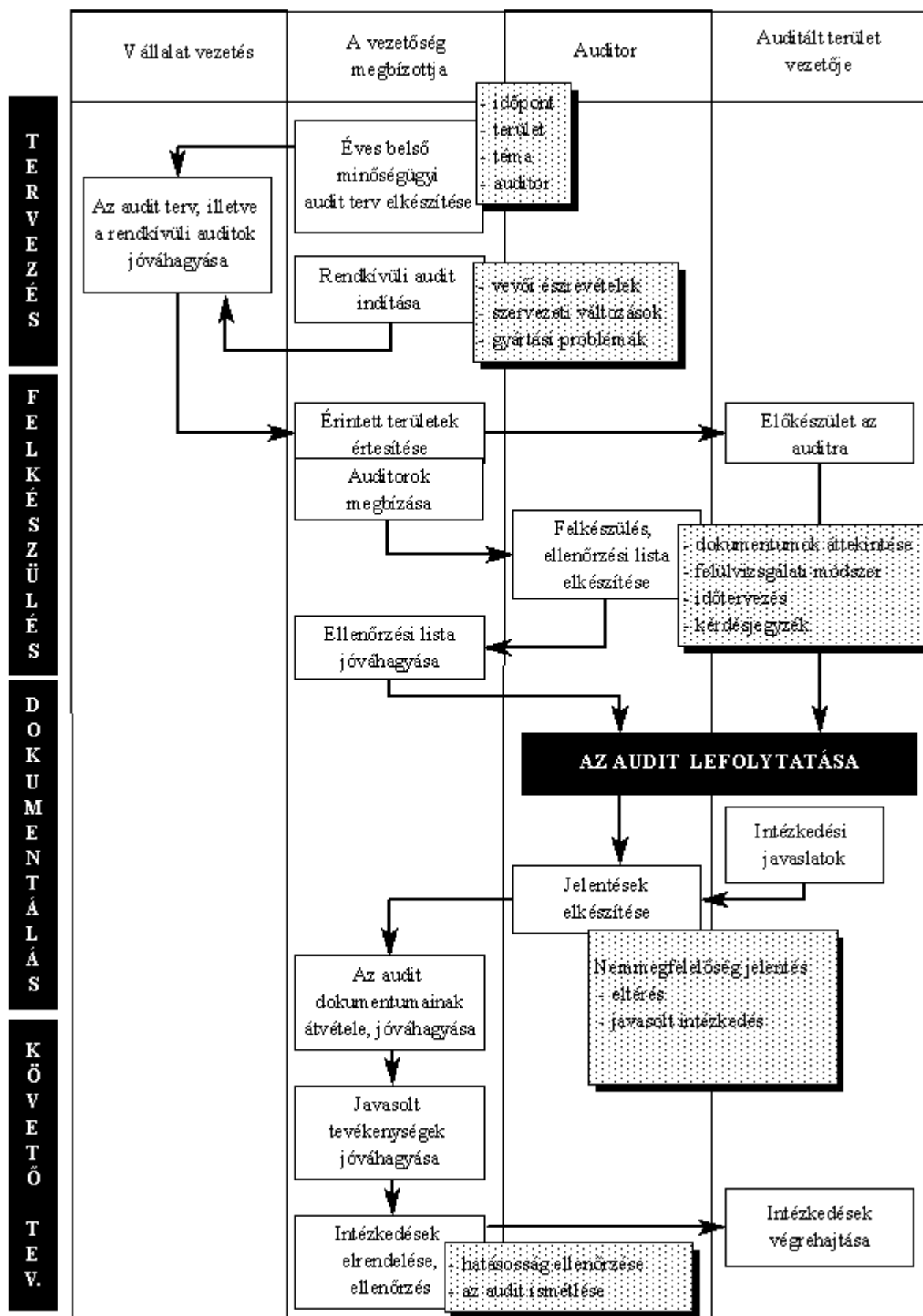
„Független” audit

Egy vállalat minőségügyi rendszerének auditálása a szabványnak való megfelelés szempontjából az erre akkreditált tanúsító szervezet által.

A minőségügyi auditok stratégiái

Vertikális Minőségügyi rendszerterületek értékelése egy azokat összekapcsoló folyamaton keresztül.

Horizontális Minőségügyi rendszerterületek értékelése, az adott terület által végzett tevékenységek ellenőrzésén keresztül.



A minőségügyi auditok kérdései

Alapkategóriák szerint	Jellegük szerint
Általános	Minek akarunk utánanézni?
Konkrét	Mit keresünk?

Az audit az általánostól a konkrét felé halad!

5 W	WHO	KI?
	WHAT	MIT?
	WHEN	MIKOR?
	WHERE	HOL?
	WHY	MIÉRT?
+		
1 H	HOW	HOGYAN?

Más hasznos kérdések:

MILYEN GYAKRAN?

MELY BIZONYLATOK / ŰRLAPOK?

MIT TARTANAK NYILVÁN? (TÜV CERT KÉRDŐÍV)

Jó tanácsok auditoroknak

Mindig feltehető egy újabb kérdés. Fontos?

Kommunikáljon hatékonyan.

Maradjon mindig nyugodt és udvarias.

Legyen kitartó, de ha kell rugalmas is.

Maradjon tárgyilagos.

Ne hagyja vezetni magát.

Jegyzeteljen pontosan, lényegretörően.

Nem megfelelés, eltérés

Nem megfelelés (nonconformity): Az előírt követelmények nemteljesülése.

ISO 8402 - 1994

A nem megfelelések (eltérések) esetei:

- A belső követelmények nincsenek összhangban:
- a vonatkozó ISO 9001 szabvánnyal;
- a vevői elvárásokkal;
- a hatósági előírásokkal.
- A gyakorlat nincs összhangban a követelményekkel.
- A gyakorlat nem hatékony.

A nem megfelelések (eltérések) jellemzői:

- a minőségügyi rendszerrel kapcsolatosak, segítők;

- konkrétak, pontosak, tényyszerűek, visszaazonosíthatók, tömörek;
- valós információkon (az auditor megfigyelésén, felelős állításokon, dokumentált bizonyítékon) alapulnak;
- érzelmektől és előítéletektől mentesek.

A nem megfelelés (eltérés) típusai:

Súlyos (lényeges):

- például: Több mérőeszköznél és berendezésnél az előírt hitelesítési időt rendszeresen túllépték.

Enyhe (csekély jelentőségű):

- például: Egy mérőberendezésnél az előírt hitelesítési időt kismértékben túllépték.

A súlyosság megítélésénél a következőket kell mérlegelni:

Milyen kárt okoz, ha a nem megfelelés kijavíthatatlan marad?

Mi a valószínűsége a kár bekövetkezésének?

Milyen hatása van a nem megfelelésnek a minőségügyi rendszer működésére?

Szótár

Dr. Csibi Vencel, egyetemi tanár

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechanizmusok, Finommechanika és Mechatronika tanszék

Magyar	Román	Német	Angol
A			
Alakhiba	eroare de formă	Formfehler	formal defect, shape inaccuracy
Alaktényező	Coeficient de formă	Formzahl	form factor
Alámetszés	Subțaiere	Unterschnitt	undercut
Alapfogasléc	Cremalieră de referință	Bezugsprofil	standard rack
Alaphenger	cilindru de bază	Grundzylinder	base cylinder
Alapkör	cerc de bază	Grundkreis	base circle
Alapkör átmérő	diametrul cercului de bază	Grundkreis-durchmesser	base circle diameter
Alaposztás	pas de bază	Grundteilung	base pitch
Archimedesi csiga	melc archimedic	Archimedische Schnecke	Archimedean worm
Axiális nyomásszög	unghi de presiune axial	axialer Druckwinkel	axial pressure angle
Axiális osztás	pas axial	axiale steigung (Sprung)	axial pitch
Á			
Állandó húr	coardă constantă	Konstantsehne	constant chord
Általános fogazat	angrenaj corijat	V-Verzahnung	corrected tooththing
B			
Balhajlású ferde fogazat	dantură cu înclinare la stânga	Schägverzahnung mit Linkssteigung	left-hand helical gearing
Bekezdésszám	număr de începuturi	Gangzahl	number of threads
Belsőfogas koszorú	coroană cu dantură interioară	innenverzahnter Zahnkranz	annulus
Belső fogazás	dantură interioară	Innenverzahnung	internal gearing
Bolygókerék	roată satelit	Planetenrad	satellite
Bolygómű	angrenaj planetar	Planeten -getriebe	epiciclic gear
Bütyköstárcsa	camă	Nockenscheibe	cam
Bütykös tengely	ax cu came	Nockenwelle, Daumenwelle	camshaft

C

Ciklois fogazat	dantură cicloidală	Ziklodenver-zahnung	cycloidal toothing
-----------------	--------------------	---------------------	--------------------

Cs

Csapmért	cotă peste role	Meßrollenmaß	measurement over rolls
Csiga	melc	Schnecke	worm
Csigahajtás	angrenaj melcat	Schneckentrieb	worm gear drive
Csigakerék	roată melcată	Schneckenrad	worm gear
Csigaszekrény	reductor melcat	Schnecken-getriebe	worm-gear drive

D

Differenciálmű	diferențial	Differential-getriebe	differential drive
----------------	-------------	-----------------------	--------------------

E

Egyenértékű fogszám	număr de dinți echivalent	äquivalente Zähnezahl	equivalent number of teth
Egyenes fog	dinte drept	Geradzahn	straight tooth
Egyenes fogazat	dantură dreaptă	gerade Verzahnung	spur gearing
Egyenlőtlenségi fok	grad de neregularitate	Ungleichförmigkeitsgrad	degree of irregularity
Elemi fogazat	angrenaj elementar	Nullverzahnung	uncorrected toothing
Eelkedési szög	unghi de pantă	Steigungs-winkel	helix angle, lead angle
Evolvenscsiga	melc evolventic	Evolventen-schnecke	involute worm
Evolvens-fogazat	dantură evolventică	Evolventen-verzahnung	involute toothing

É

Érdesség	Rugozitate	Rauhigkeit	roughness
----------	------------	------------	-----------

F

Fejkör	cerc de cap	Kopfkreis	addendum circle
Fejmagasság	înălțimea capului dintelui	Kopfhöhe, Zahnkopfhöhe	addendum
Fejmagasság-tényező	coeficientul înălțimii capului dintelui	Kopfhöhen-faktor	addendum factor
Ferde fog	Dinte înclinat	Schrägzahn	helicoidal tooth

Ferdefogazat	Dantură înclinată, elicoidală	Schräg-verzahnung	helicoidal toothing
Fésűskés	Cuțit piaptăn	Kammstahl, Schneidkamm	rack cutter, thread chaser
Fog	Dinte	Zahn	tooth
Fogaskerék	roată dințată	Zahnrad	gear, toothed wheel
Fogaskerék-hajtás	Angrenaj	Zahnrad-getriebe	gear drive
Fogaskerék-hajtómű	reductor cu roți dințate	Zahnrad-getriebe	(tooth) gear drive
Fogasléc	cremalieră	Zahnstange	tooth(ed) rack
Fogazat	dantură	Verzahnung	teeth, toothing
Fogfej	capul dintelui	Zahnkopf	addendum, (tooth) crest
Fogfelület	flanc	Zahnflanke	flank
Fogferdeségi szög	unghi de înclinare a dintelui	Schrägungswinkel	helix angle
Foggömbölyítés	rotunjirea dintelui	Stirnabrundung	edge rounding
Foggörbe	profilul dintelui	Zahnflanke	tooth profile
Foggörbe homlokmetsetben	profilul frontal al dintelui	Stirnprofil	transverse (ap-parent) profile
Foggörbe normálmetszetben	profilul normal al dintelui	Normalprofil	normal profile
Foghézag	jocul dintre dinți	Flankenspiel	backlash
Fogláb	piciorul dintelui	Zahnfuß	root, bottom, dedendum
Fogmagasság	înălțimea dintelui	Zahnhöhe	tooth height
Fognyomás	presiune de contact pe flanc	Flanken-pressung	surface contact pressure
Fogszám	număr de dinți	Zähnenzahl	number of teeth
Fogvastagság	grosimea dintelui	Zahndicke, Zahnstärke	tooth thickness
Fogvastagság állandó húrmérete	coarda constantă	konstante Sehnendicke	chordal constant thickness
Főpont	polul angrenării	Wälzpunkt	pitch point
Főpontvonal	linie de angrenare	Wälzlinie	pitch line

G

Gépelem	organ de mașină	Maschinen-element	machine element
Globoidcsiga	melc globoid	Globoid-schnecke	hourglass (Hindley)worm
Gördülőkör	cerc de rostogolire	Rollkreis	rolling circle
Gördülőkúp	con de rostogolire	Rollkegel	rolling cone
Gördülőosztás	pas de rostogolire	Betriebswälz-kreisteilung	pitch of engagement

H

Hajlító igénybevétel	solicitare la încovoiere	Biegelbean-spruchung	bending loading
Hajtó gépelem	element motor	Antriebs-element	driving element
Hajtómű, mechanizmus	mecanism	Getriebe	mechanism
Hámlás	decojire, fenomen Pitting	Absplitterung	peeling
Hengeres fogaskerék	roată dințată cilindrică	Stirnrad	cylindrical gear
Hengeres fogas- kerék-hajtás	angrenaj cilindric	Stirnradgetriebe	cylindrical gear drive
Hézagmentes kapcsolódás	angrenare fără joc	spielfreier Engriff	backlash-free engagement
Hipoidfogazás	angrenaj hipoid	Hypoidver-zahnung	hypoid gearing
Homlokkapcsolószög	unghi de angrenare frontal	Stirneingriffs-winkel	transverse pressure angle
Homlokosztás	pas frontal	Stirnteilung	transverse pitch
Homlokütés	bătaie frontală	Stirnrund-lauffehler	axial runout

I

Idomszer	calibru, leră	Lehre, Meß-lehre, Kaliber	gauge, gage
Illesztés	ajustaj	Passung	fit
Interferencia	interferență	Interferenz	interference

K

Kapcsolóhossz	lungime de angrenare	Eingiffsstrecke	length of contact
Kapcsolóív	arc de angrenare	Eingriffsbogen	arc of angagement
Kapcsolószám	grad de acoperire	Überdeckungs-grad	contact ratio
Kapcsolóvonal	linie de angrenare	Eingriffslinie	line of contact
Kerék	roată	Rad	wheel
Kilionskerék	roată de clichet	Sperrad	ratchet (wheel)
Kiskerék	pinion	Ritzel	pinion
Kompenzált fogazat	angrenaj compensat	V-O-Verzahnung	compensated toothing
Koszorú	coroană	Zahnkranz	rim
Körívfog	dantură în arc de cerc	Kreisbogen-zahn	circular-arc tooth
Kötés	cuplă	Verbindung	joint, coupling
Középponti egyenes	linia centrelor	Mittenlinie	centre line
Kúpogaskerék	roată dințată conică	Kegel(zahn)rad	bevel gear
Kúposság	conicitate	Kegeligkeit	conocity, taper

Külső fogazás	dantură exterioară	Außen-verzahnung	external gear(ing)
---------------	--------------------	------------------	--------------------

L

Lábkör	cerc de picior	Fußkreis	dedendum circle
Lábkúp	con de picior	Fußkegel	dedendum con
Lábmélység	înălțimea piciorului dintelui	Fußhöhe	dedendum (height)
Lánchajtás	transmisie cu lanțuri	Kettentrieb	chain drive
Lánckerék	roată de lanț	Kettenrad	sprocket (gear)
Lefejtett felület	suprafață înfășurată	Abwälzfläche	generated surface
Lefejtett foggörbe	profil înfășurat	Abwälzflanke	generated profile
Lefejtő csigamaró	freză melcată	Abwälzfräser	generating milling cutter
Lendkerék	volant	Schwungrad	Flywheel

M

Mechanizmus	mecanism	Getriebe, Mechanismus	Mechanism
Méret	dimensiune	Maß, Abmessung	dimension
Mérőhasáb		Endmaß	Johansson gauge
Metszőkerék	cuțit roată	Schneidrad	fellows cutter
Minőségi fokozat	clasă de precizie	Passungsgüte, Genauigkeits-klasse	grad of fit
Modul	modul	Modul	module

N

Nagykerék	roată	Rad	gear
Napkerék	roată solară (centrală)	Sonnenrad, Mittenrad	sun gear
Névleges méret	dimensiune nominală	Sollmaß	nominal dimension

Ny

Nyílfogazás	angrenaj în V	Pfeilverzahnung	herringbone gearing
-------------	---------------	-----------------	---------------------

O

Osztás	divizare, pas	Teilung	division, spacing
Osztóhenger	cilindru de divizare	Teilzylinder	pitch cylinder
Osztókör	cerc de divizare	Teilkreis	pitch circle
Osztókúp	con de divizare	Teilkegel	pitch cone

P

Profileltolás	deplasare de profil	Profilver-schiebung	profile displacement
---------------	---------------------	---------------------	-------------------------

R

Relatív csúszás	alunecare relativă	relatives Gleiten	relative sliding
-----------------	--------------------	-------------------	------------------

S

Síkkerék	roată plană	Planrad	crown gear
Súrlódó hajtás	transmisie prin fricțiune	Reibungs-getriebe	friction drive

Sz

Szíjhajtás	transmisie prin curele	Riementrieb	belt drive
Szíjtárca	roată de curea	Riemenscheibe	sheave, (belt) pulley
Sztatikai terhelés	solicitare statică	ruhende/statische Belastung	static load

T

Tányérkerék	roată conică	Tellerrad	crown gear
Tengelytáv	distanța între axe	Achsabstand	centre distance
Többfogméret	cota peste dinți	Zahnweite	caliper setting
Tűrés	toleranță	Toleranz	tolerance, allowance