

**PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
POLLACK MIHÁLY MŰSZAKI KAR**

Gépszerkezettan Tanszék

G É P E L E M E K II.

Pécs
2007
javított

Tartalomjegyzék

1. Géprajzokon alkalmazott egyszerűsített és jelképes ábrázolások	3
1.1. Csavarmenetek	3
1.1.1. Csavarmenetek ábrázolása	6
1.1.2. Különféle csavarok és anyák, csavarkötések	11
1.1.3. Csavarbiztosítások	20
1.2. Nyomatékot átvivő elemek	29
1.2.1. Ékkötések	29
1.2.2. Reteszkötések	32
1.2.3. Bordás tengely és agy ábrázolása	35
1.2.4. Rögzítő és helyzetbiztosító elemek	38
1.3. Fogazatok ábrázolása	39
1.4. A rugók egyszerűsített ábrázolása	45
1.5. Szegecsek, szegecskötések ábrázolása	51
1.6. Hegesztések jelölése	54
1.7. Forrasztás, ragasztás jelölése	61
1.8. Gördülőcsapágyak ábrázolása	61
2. OLDHATÓ KÖTŐELEMENK	64
2.1. Csavarkötések	64
2.1.1. Csavarkötések méretezése nyugvó terhelés esetén	66
2.1.2. Fárasztó húzóigénybevételnek kitett csavarkötés méretezése	72
2.2. Mozgató orsók	74
2.3. Tengelykötések	75
2.3.1. Alakzáró tengely-agy kötések	75
2.3.2. Reteszkötések	75
2.3.3. Bordás tengelykötések	77
3. NEM OLDHATÓ KÖTÉSEK	80
3.1. Hegesztett kötések	80
3.1.1. Hegesztett kötésekről általában	80
3.1.2. Hegesztett kötések és varratok fajtái	81
3.1.3. A varratok vizsgálata és minősége	83
3.1.4. A hegesztett kapcsolatok szerkesztési elvei	84
3.1.5. Hegesztett kapcsolatok méretezése	85
3.1.6. Méretezés fárasztóterhelésre	88
3.2. Forrasztott kötések	90
3.2.1. Forrasztási eljárások	90
3.2.2. A forrasztott kötések alakja	93
3.2.3. A forrasztott kötések szilárdsági méretezése	94
3.3. Ragasztott kötések	95
3.3.1. A ragasztóanyagok és a ragasztás technológiája	96
3.3.2. A ragasztott kötések kialakítása	99
3.3.3. Ragasztott kötések szilárdsági méretezése	102

3.4. Szilárd illeszkedésű kötések.....	105
3.4.1. Feszültségek és alakváltozások.....	107
4. CSÖVEK, CSŐKÖTÉSEK.....	109
4.1. Alapfogalmak.....	109
4.2. A csövek falvastagsága.....	109
4.3. Csővezetéki szabványok.....	110
4.4. Csővezetékek anyagai.....	112
4.5. Csőkötések.....	113
5. TARTÁLYOK.....	116
5.1. Általános fogalmak.....	116
5.2. Nyomástartó edények alapfogalmai.....	116
5.3. Nyomástartó edények főbb típusai.....	119
5.4. Edények szilárdsági méretezése.....	121
Irodalomjegyzék.....	131

1. Géprajzokon alkalmazott egyszerűsített és jelképes ábrázolások

A műszaki gyakorlatban jellemző az egyszerűsített ábrázolásra való törekvés. Ezzel a rajzolás során sok munkát és időt takaríthatunk meg. Ez a törekvés a számítástechnikával segített rajzolás során is érvényesül, az alkalmazható egyszerűsített és jelképes ábrázolásokat szabványok írják elő. Az így készített rajzokat csak az érti meg, aki készítésük szabályait ismeri.

A jelképrendszer nemcsak ábrázoláskor alkalmazható, hanem méretek megadásához is. Ilyen értelemben lehet beszélni jelképes ábrázolásról és jelképes jelölésről (pl. csavarmenet ábrázolása és méretmegadása).

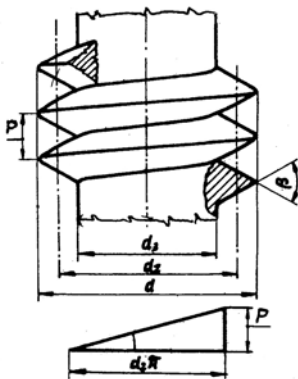
Néhány esetben rajzi egyszerűsítéseket alkalmazunk jelképek alkalmazása nélkül (pl. rugók).

A jegyzet szűkös terjedelmére tekintettel az egyes tárgyalásra kerülő gépelemek elengedhetetlen ismertetését követően mutatjuk be az egyszerűsített, illetve jelképes ábrázolásmódjukat. A jegyzetben – a teljesség igénye nélkül – csak a gépészeti rajzok készítése során leggyakrabban használt elemeket és ábrázolásmódjukat mutatjuk be, kiemelve a legfontosabb tudnivalókat.

1.1. Csavarmenetek

A gépszerkezetek egyik leggyakrabban alkalmazott oldható gépeleme a csavarból és csavaranyából (orsómenetből és anyamenetből) álló elempár.

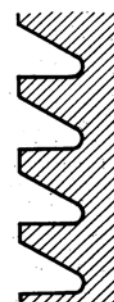
Csavarfelület úgy keletkezik, hogy valamilyen egyszerű síkidomot (háromszöget, trapéz stb.) henger palástján körbeviszük, miközben a hengert tengelye irányában is elmozdítjuk úgy, hogy a forgó és haladó mozgás sebességének aránya állandó legyen. A síkidom ilyenkor éles-, trapéz-, fűrész-, zsinórmenetű csavarfelületeket ír le. (1.1, 1.2, 1.3, 1.4. ábra)



1.1. ábra



1.2. ábra



1.3. ábra



1.4. ábra

A csavarok jellemző méreteit az 1.1. ábrán láthatjuk. E szerint csavaroknál megkülönböztetünk d névleges menetátmérőt; d_3 magátmérőt, d_2 középátmérőt, β profilszöget P menetemelkedést. A menetemelkedésből kiszámítható az emelkedés ψ szöge (1.1. ábra).

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{P}{d_2 \pi}$$

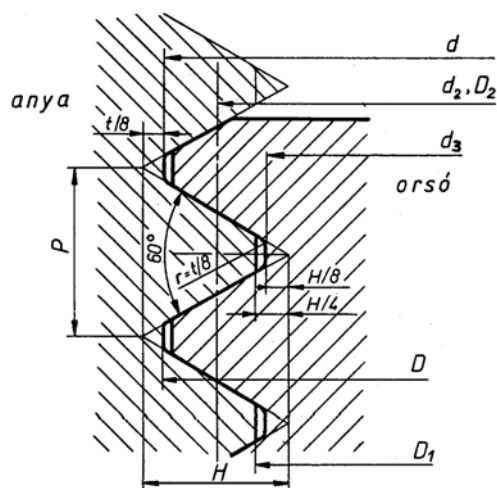
A nézetben jobb felé emelkedő csavarokat jobbmenetű, a balfelé emelkedőket balmenetű csavaroknak nevezzük.

Ha két egymás alá helyezett síkidomot viszünk egy körülfordulásra úgy, hogy a menetemelkedés kétszer legyen, akkor kétbekezdésű csavart kapunk. Hasonlóképpen több bekezdésű csavart is előállíthatunk.

Métermenet (1.5. ábra) a kötőcsavarok leggyakrabban használt menete. Élesmenetek közé tartozik. Jellemzője a $\beta = 60^\circ$ -os profilszög. A métermenet jele M. Normál métermenet a mm-ben megadott külső menetátmérővel és előtte a szelvény jelével adunk meg. Pl.: M20. Finommeneteknél a jel és a menetátmérő után x jellel megadjuk a menetemelkedést is mm-ben. Pl.: M20x1,5. A menetjelhez szükség szerint, gondolatjellel kiegészítő jeleket kapcsolhatunk, pl. a csavarmenet tőrésére vonatkozóan.

Whitworth menetnél a külső átmérő angol hüvelykben (jele:"") van megadva. Pl.: W $\frac{3}{4}$ ". A hüvelyk (coll) átszámítása mm-re: $1'' \cong 25,4$ mm. Profilszög: $\beta = 55^\circ$.

Whitworth-menetet ma már csak régebbi gépeknél pótlásra szabad felhasználni. Új gyártmányokon kizárólag métermenet alkalmazható.



1.5. ábra

Csőmenet szintén Whitworth-szelvényű, amelyet csővezetékek szerelésénél használnak. Metrikus megfelelője nincsen. A hengeres orsómenet jele G, melyet a hüvelyben megadott méret követ "-jel nélkül. Pl. G $\frac{1}{2}$ ". A méret tulajdonképpen a cső

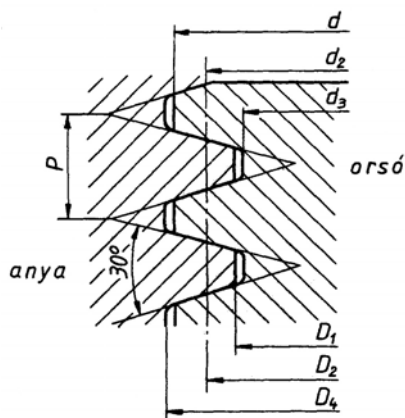
névleges belső átmérőjét jelenti, így a tényleges méretekhez táblázat használata szükséges. Az anya – és kúpos csőmenetek jelölése az 1.1. táblázatban található.

Csavarmenetek jelölése (MSZ 200:81)

(kivonat) 1.1. táblázat

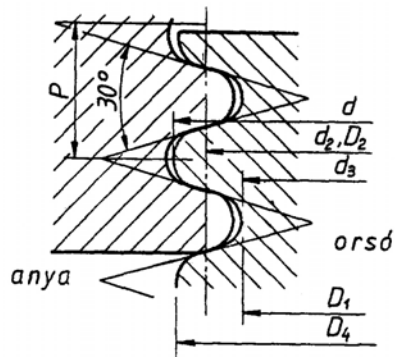
A szelvény Megne- vezése		rövid jele	Profil- szög	A csavarmentet méret jelölése	Példák	Alkalmazási terület
Méter	M		60°	A csavarmentet külső átmérő mm-ben	M 20	Általános
Finom méter	M		60°	Külső menetátmérő mm-ben x emelkedés mm-ben	M 20x1,5	Finommechanika
Whitworth	W		55°	Külső menetátmérő hüvelykben, hüvelyk méretjellel	W 2"	Csak pótlási célokra
Hengeres csőmenet	G		55°	Csavarmentet névleges külső átmérője hüvelykben,	G ¾	Nem tömítő csövek, csőkötések
Hengeres cső-anyamenet	R _p		55°	Csavarmentet névleges külső átmérője hüvelykben	R _p ¾	Tömítő mentes csövek és csőszerelvények
Kúpos orsómenet	R		55°	Csavarmentet névleges külső átmérője hüvelykben	R ¾	
Kúpos anyamenet	R _c		55°	Csavarmentet névleges külső átmérője hüvelykben	R _c ¾	
Trapézmenet	Tr		30°	Külső csavarmentet átmérője mm-ben x emelkedés mm-ben	Tr 48 x 8	Mozgató orsók általános
Fűrészmenet	S		30°	Külső csavarmentet átmérője mm-ben x emelkedés mm-ben	S 80x10	Mozgató orsók általános
Zsinórmenet	Rd		30°	A csavarmentet külső átmérő mm-ben	Rd 16	Általános
Edisonmenet	E			Menet külső átmérő mm-ben	E 27	Lámpafoglatok, izzók, biztosítékok
Lemezmenet	Lm		30°	Menet külső átmérő mm-ben	Lm 3,5	Lemezcsavar

Trapézmenetet mozgások átszarmaztatására használják (emelőbak, esztergapad vezérorsó stb). Menetjelölésnél a szelvény jele után mm-ben a menetátmérőt és x jellel mm-ben az emelkedést kell megadni. Pl.: Tr 48 x 8.



1.06. ábra

Zsinórmenet főleg lökészerű igénybevételnek kitett helyeken alkalmazzák (pl. vasúti kocsik összekapcsolása). Szelepscápák meneteként is gyakran használatos. Jele: Rd, ezt követi a menet mérete mm-ben. Pl: Rd 16.



1.07. ábra

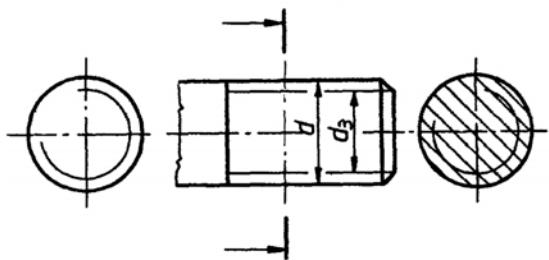
A leggyakrabban használatos csavarmenetek jelölését az 1.1. táblázat tartalmazza.

Több bekezdésű meneteknél lényegében több menetárok van egymás mellett párhuzamosan kialakítva. Ezeknél meg kell különböztetni a teljes menetemelkedést (P_h) a menetsztástól (P). Méretmegadása a menete, mérete után x jellel a menetemelkedést mm-ben, majd zárójelbe téve a P jelet és a menetsztást mm-ben Pl.: M64 x 3 (P 1,5), ami azt jelenti, hogy a menetemelkedés 3 mm, a menetsztás 1,5 mm, a bekezdések száma 2. Az egybekezdésű menetet nem kell külön jelölni.

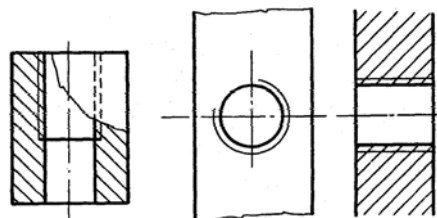
Bal menetű a csavar, ha az óramutató járásával egyezően csavarva hozzánk közeledik. A gyakorlatban használt csavarok rendszerint jobbmenetűek, ezért azt külön nem jelöljük. A balmenet jele: LH. Ezt a jelet a menetjel végéhez kell illeszteni (pl. M20 LH).

1.1.1. Csavarmenetek ábrázolása

A csavarmenetet általában egyszerűsítve rajzoljuk. Menetfajtaára való tekintet nélkül az orsómenetet az 1.8. ábra, az anyamenetet az 1.9. ábra szerint kell ábrázolni.



1.8. ábra

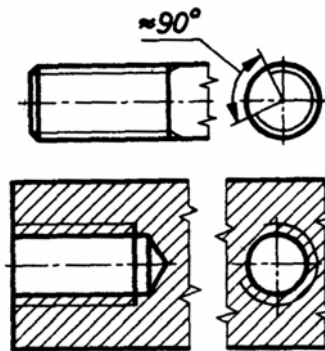


1.9. ábra

A menetes orsó külső és a menetes furat belső burkoló hengerének kontúrját vastag folytonos vonallal rajzoljuk. A menetes orsó magvonalát és a menetes furat külső

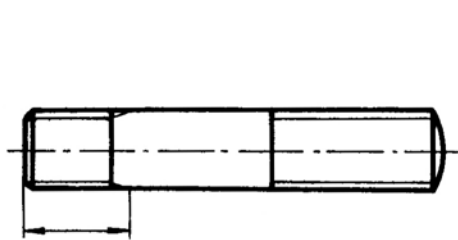
vonalt vékony folytonos vonallal jelöljük. A menetes rész határát mind a menetes orsó nézetén, mind a menetes furatban a hasznos menethossz végéhez a menetátmérő vonaláig húzott vastag folytonos vonallal - menethatároló vonallal – jelöljük (1.8., 1.9. ábra).

Tengelyirányú nézetben, ill. a tengelyre merőleges metszetben a menet ábrázolására vékony folytonos vonallal húzott körívet használunk, amelyből negyedrészt megszakítunk (1.10. ábra).

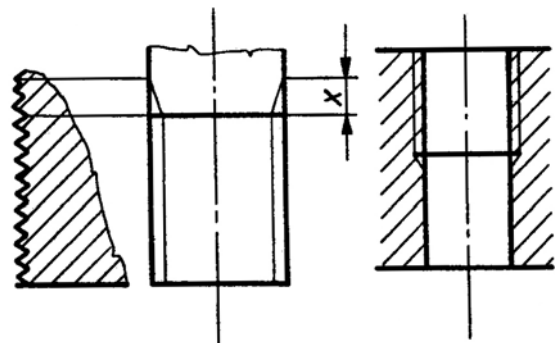


1.10. ábra

Különleges esetekben, amikor a menetikifutás feltüntetése indokolt, azt az 1.11., 1.12. ábrák szerint lehet jelölni.

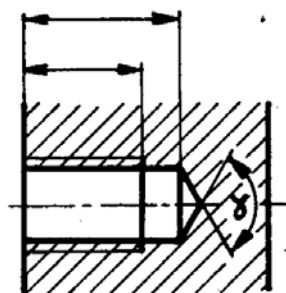


1.11. ábra



1.12. ábra

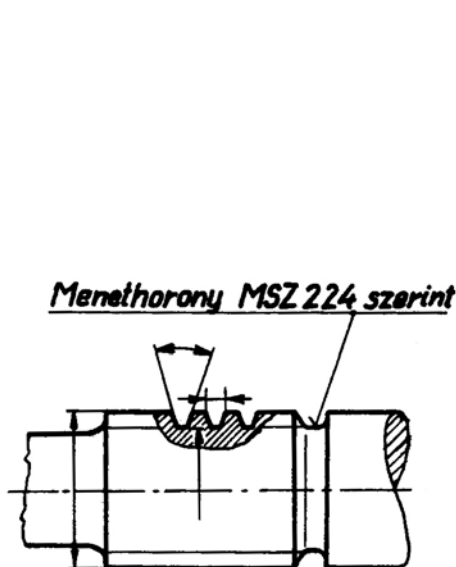
Menetet nehéz a furat tövéig készíteni, ezért a hasznos menethosszat célszerű megadni. Ha a furat fenékszögét nem kívánjuk előírni, 120° -osra rajzoljuk, függetlenül a fúró csúcshozógtól (1.13. ábra).



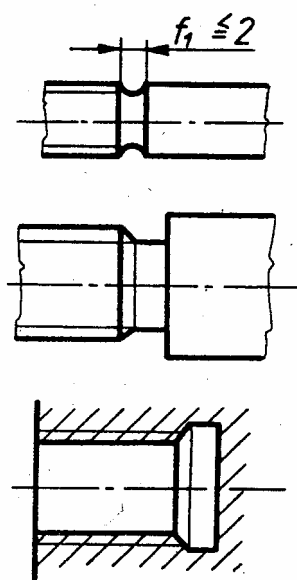
1.13. ábra

Amennyiben esztergályozással készített meneteknél a menetet végig teljes mélységgel akarják elkészíteni, akkor a munkadarabot úgy kell kialakítani, hogy a menetet készítő késnek kifutási helye legyen, ezt beszűrés készítésével lehet eltérni. A beszűrés elnevezése: menethorony.

A menethorony alakját az 1.14., 1.15. ábrán láthatjuk, méreteit a vonatkozó szabványok pontosan meghatározzák.



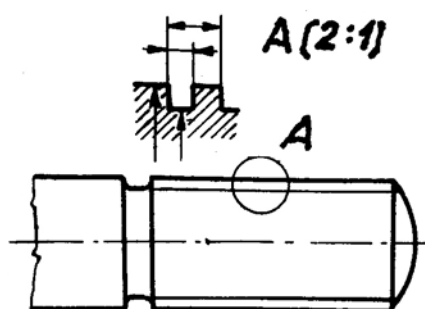
1.14. ábra



1.15. ábra

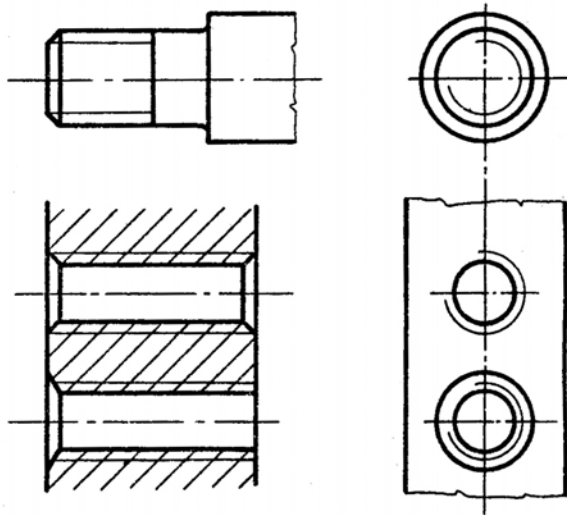
Nem szabványos menet szelvényét (pl. lapos menet) megadhatjuk:

- tényleges alakját meghatározó – mérhálózattal ellátott kitörésben (1.14. ábra)
- a menetes alkatrész képe mellett kiemelt részletesen (1.16. ábra).



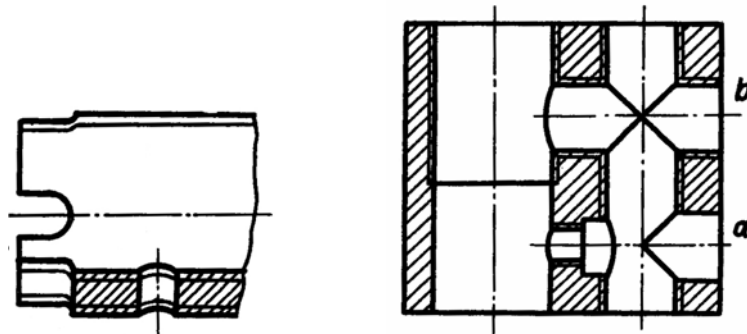
1.16. ábra

A menetes orsók és furatok rendszerint éltompítással készülnek. Általában a tompítás az orsómeneten magmértig, anyameneten pedig az orsómenetnek megfelelő külső méretéig tart. Tengelyirányú nézetben ez esetben a menetvonal és az éltompítás vonala egybeesik. Ilyenkor az éltompítás vonalát nem rajzoljuk meg, hanem csak a menetjelölést, mert lényegesebb a menet megmutatása. Amennyiben a menet jele és az éltompítás vonala nem esik egybe, mindkettőt ábrázoljuk. (1.17. ábra).



1.17. ábra

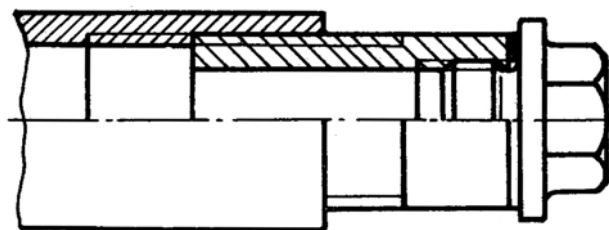
Csavarmenetek menetvonalát áthatásban, ferde nézetben, vagy ferde metszetben csak akkor kell megrajzolni, ha a rajz érthetősége azt megkívánja (1.18. ábra). A menetvonal elhagyására példa az 1.19. ábra „a” részlete. Menetes furatok egymáson való áthatásában menetvonalat nem rajzolunk. (245. ábra „b” részlete).



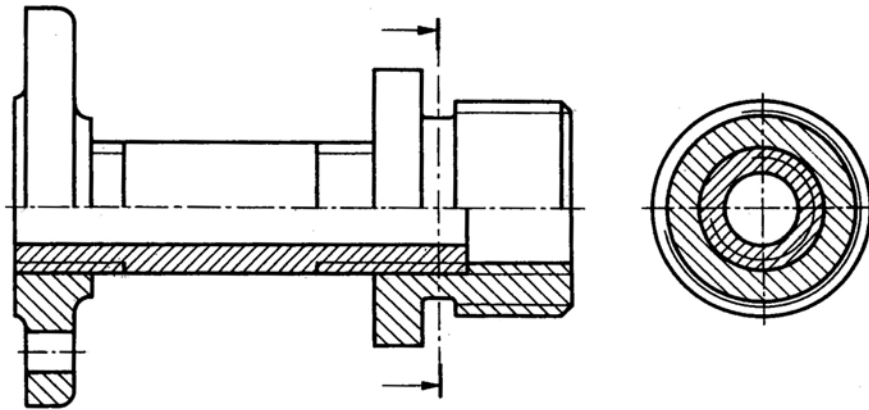
1.18. ábra

1.19. ábra

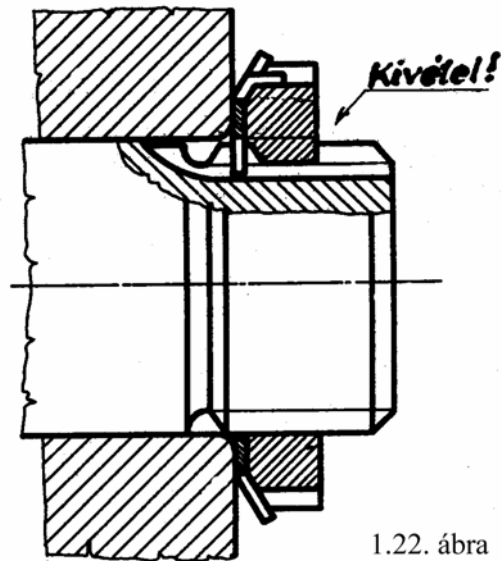
Összeszerelt orsó és anyamenet rajzolásánál alapszabály: az orsómenet fedi az anyamenetet – függetlenül attól, hogy az orsómenet nézetben vagy metszetben van – 1.20. és 1.21. ábrákon látható módon. E szabály alól kivétel az olyan metszet, ahol a metszősík az orsót nem menetes helyen (pl. hornyon át), az anyát pedig menetes helyen metszi (1.22. ábra felső része).



1.20. ábra

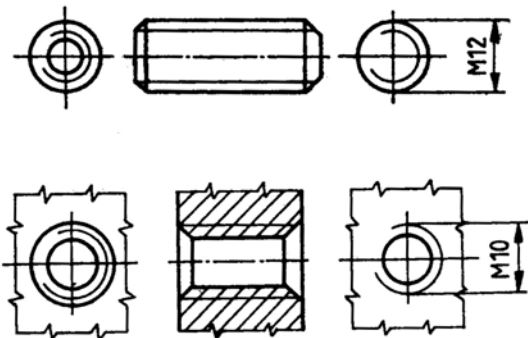


1.21. ábra

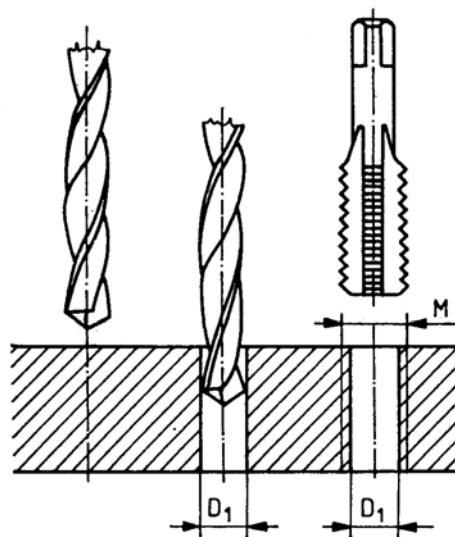


1.22. ábra

A menetek méretmegadásával mindig a külső átmérőt kell megadni, akár menetes orsóról, akár menetes furatról van szó. (1.23. ábra). Menetes furat készítése az 1.24. ábrán látható módon történik.

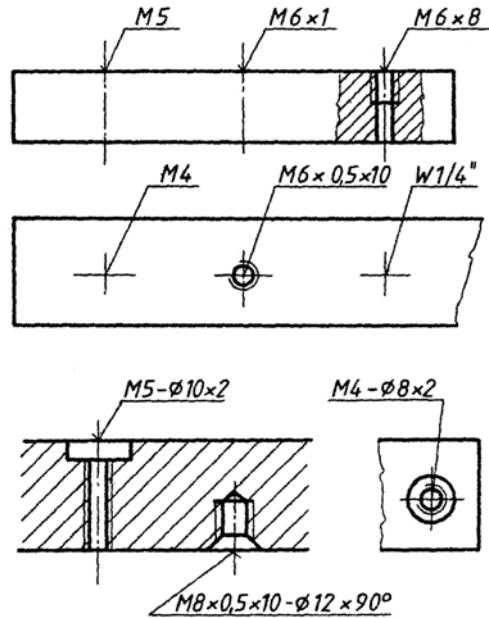


1.23. ábra



1.24. ábra

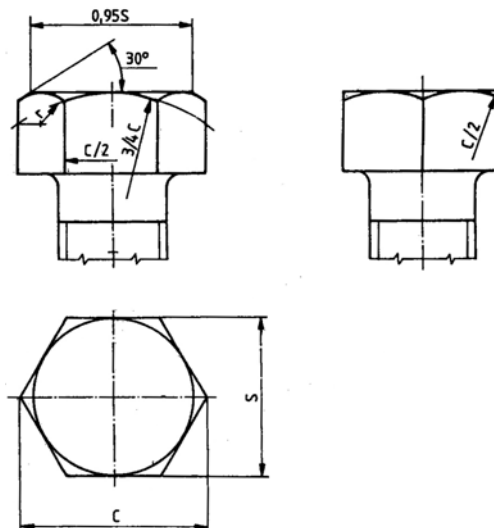
A sima átmérő és zsákfuratokhoz hasonlóan a menetes furatok mérete is megadható egyszerűsítetten. A furatot meg is lehet rajzolni, de lehet csak tengelyével jelölni. A finommenet jeléhez újabb szorzójellel kapcsolva a hasznos menethossz adható meg. Menetes átmérő és zsákfuratok, valamint sülyesztéses furatok méretmegadása látható az 1.25. ábrán.



1.25. ábra

1.1.2. Különféle csavarok és anyák, csavarkötések

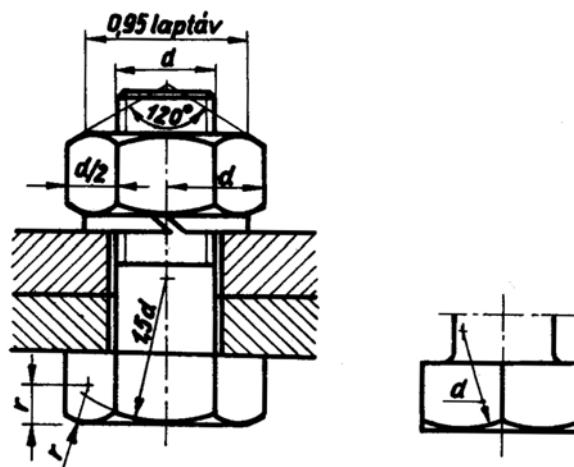
Ábrázolási egyszerűsítést alkalmazunk a leggyakrabban használt csavaroknál, ill. anyák ábrázolásakor. A hatlapú hasábalakú csavarfej és csavaranya sarkait ugyanis lemunkáljuk a csavar tengelyével 60° -os szög bezáró késsel, vagyis egy 120° -os csúcshögű kúp mentén. A hatsögű hasáb és a kúp áthatási vonalait (hiperbolák) körívvel helyettesítjük. A körívek megrajzolásának módja a 1.26. ábrán látható. Ezen az ábrán a méretek a csúcstávolság R függvényében vannak megadva.



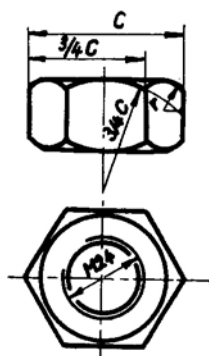
1.26. ábra

Az 1.27. ábrán „d” függvényében vannak a méretek megadva. Az 1.27-os ábra egy csavarkötést mutat metszetben. A csavart mindig nézetben rajzoljuk, az anyát és az alátétet metszetben is, nézetben is rajzolhatjuk.

1.27. ábra



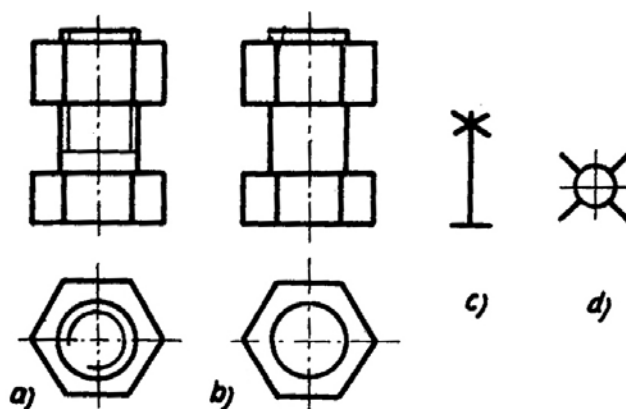
Hatlapú anya 3 képe látható az 1.28. ábrán



1.28. ábra

Kis méretű csavarok ábrázolásakor a jelképes ábrázolás egészen leegyszerűsíthető. Az 1.29. ábrán pl. csavarkötést ábrázoltunk négyféle fokozat szerint egyszerűsítve.

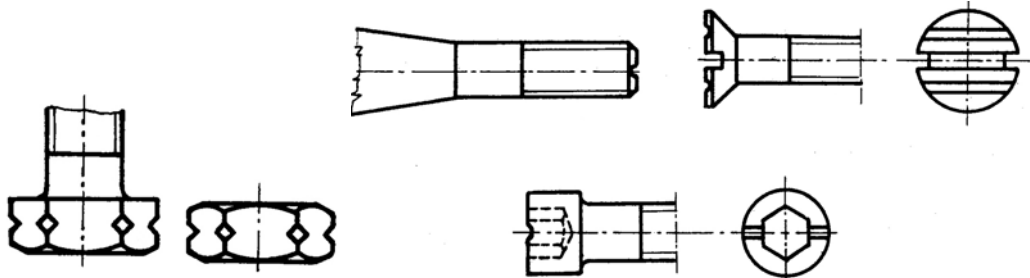
1.29. ábra



Az 1.29/a ábránál lekerekítés már nincs, az 1.29/b ábrán a menetjelölés is elmarad, az 1.29/c ábrán csak vonalasan rajzoltunk mindent, az 1.29/d-nél pedig már teljesen jelképes (acélszerkezeti rajzokon). Az egyszerűsítésekről az MSZ 4497-es szabvány ad tájékoztatást.

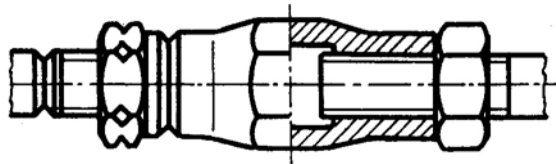
Általában jobbmenetű csavarokat készítenek, de ha balmenetű a csavar a méretmegadás után az LH jelzést tesszük (pl. M16x1,5 LH). Balmenetű csavarorsókat, ill. csavaranyákat a rajzon és az alkatrészen egyaránt megkülönböztető jelzéssel látjuk el.

A balmenetű csavarfejet, anyát, orsót kis mélységű rovátkával kell jelölni (1.30. ábrán). A rovátka az orsó vagy fej homloklapfelületén is elhelyezhető (1.31. ábra). Az 1.32. ábra egy ún. jobb-bal menetes zárt feszítőcsavart ábrázol.



1.30. ábra

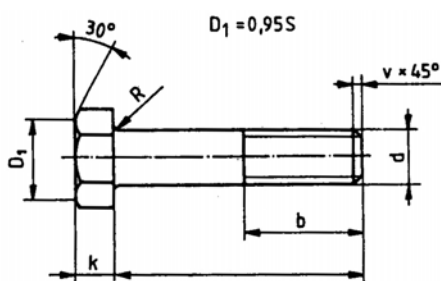
1.31. ábra



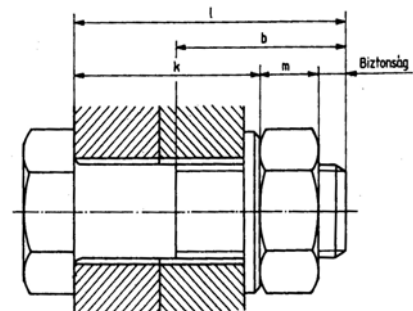
1.32. ábra

A gyakorlatban használt nagyon sokféle csavar és anya közül néhányat ismertetünk:

Hatlapfejű csavar látható az 1.33. ábrán, mérethálózattal ellátva. A csavar szerkezeti hosszát „*l*” a hornyos menethosszát „*b*” betűvel jelöljük. E kettőnek olyannak kell lennie, hogy a szükséges közrefogást „*k*” meg lehessen vele valósítani. Az anyán túl kell lennie néhány mm biztonsági túlnyúlásnak. A „*d*” névleges átmérőjű csavart táblázatból választjuk ki, ezek függvényében a többi méretet „*c*”, „*k*” stb. a „*d*” függvényében megadják. Beépítése az 1.34. ábrán látható.



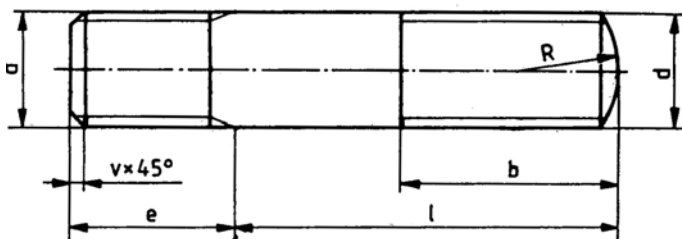
1.33. ábra



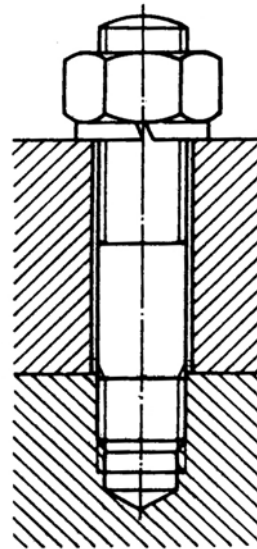
1.34. ábra

Ászokcsavar (tőcsavar) látható az 1.35. ábrán. Ászokcsavart gyakran használnak olyan helyeken, ahol nincsen elegendő hely átmenő csavar beépítésére, vagy ahol az anyagból való kicsavarás nem szükséges, káros. Gyengébb minőségű anyagoknál a gyakori csavargatás elroncsolja a menetet. Ezért cél, hogy az ászokcsavar vége („e” hossz) beszoruljon az anyagba és az anya kicsavarásakor a helyén maradjon. Az „e” méret acél anyagba csavarás esetén $1d$; öntöttvas esetén $1,25d$, alumínium esetén $2d$.

Ászokcsavar beépítése hatlapú anyával és rugós alátétes biztosítással az 1.36. ábrán látható.

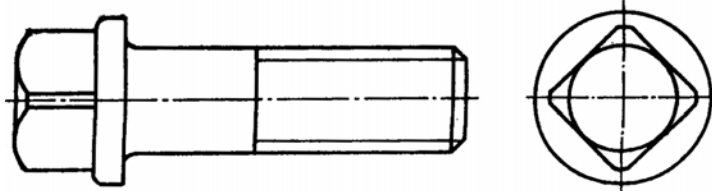


1.35. ábra



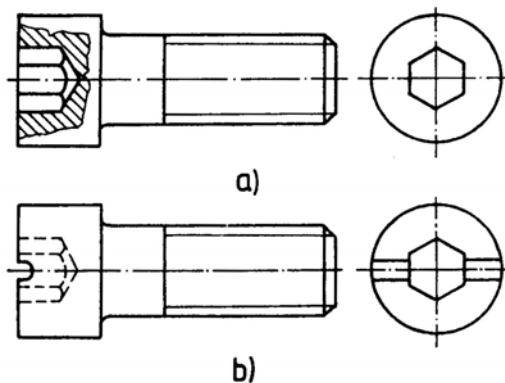
1.36. ábra

Négylapfejű peremes csavart mutat be az 1.37. ábra.

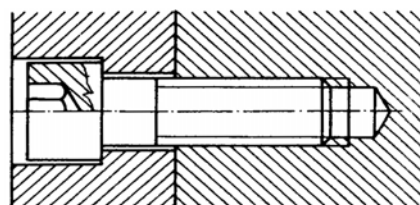


1.37. ábra

Belső kulcsnyílású jobb és balmenetes csavarokat ábrázol az 1.38. ábra. Süllyesztést kívánó helyeken és esztétikai okok miatt használják. Beépítve az 1.39. ábrán látható.

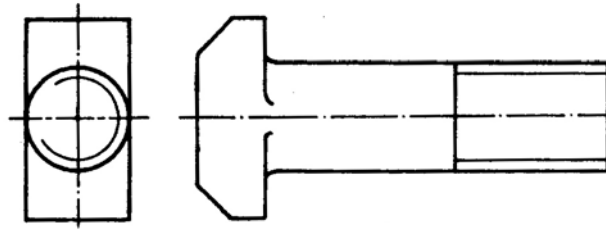


1.38. ábra



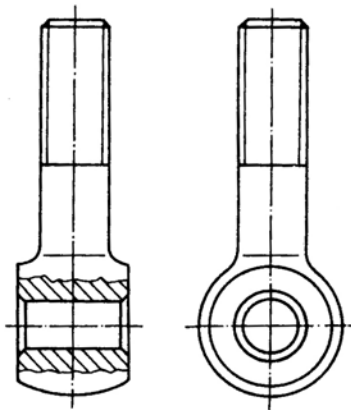
1.39. ábra

Kalapácsfejű csavart szerszámgépek hornyaiba és gépalapozásoknál használják.
(1.40. ábra)

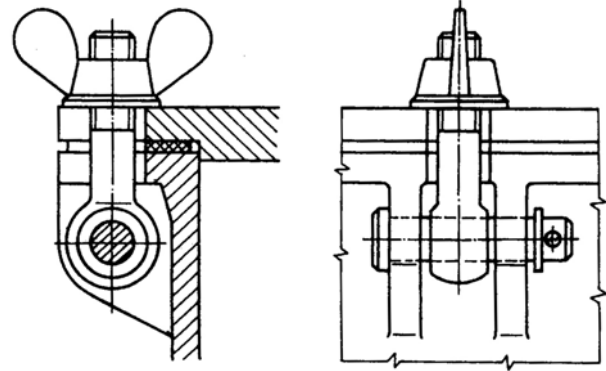


1.40. ábra

Szemescsavar és ennek beépítése látható az 1.41. és 1.42. ábrákon. Ezeket kezelőnyílások és egyéb fedelek gyors rögzítésére használják, rendszerint szárnyas anyával szerelve. A szemescsavaron keresztüldugott fejes csapszeg körül – a kötés lazítása után – a csavar az anyával együtt lebillenthető, ezzel gyors szerelhetőséget biztosít.

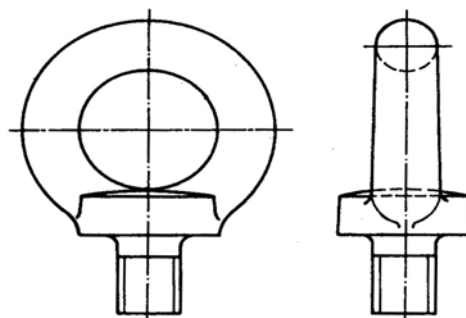


1.42. ábra



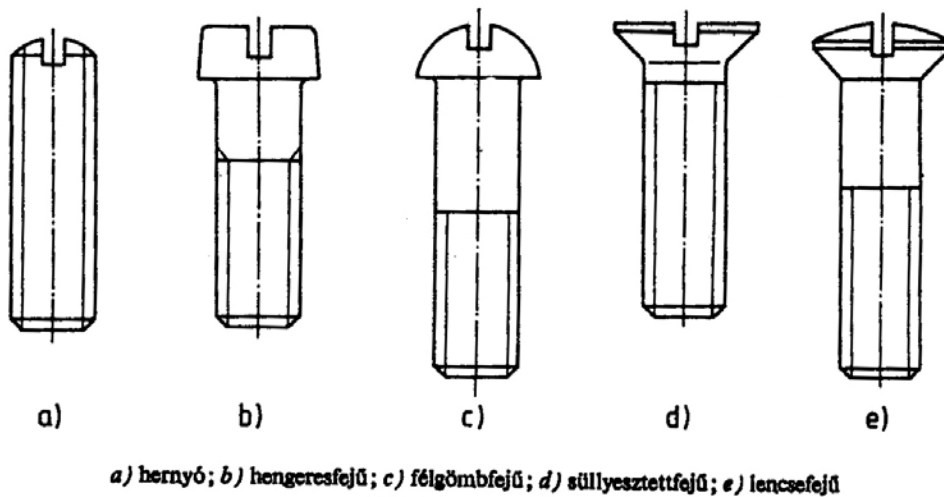
1.42. ábra

Gyűrűs csavar látható az 1.43. ábrán. Ezeket a szerszám nélküli gyors csavarhatóság érdekében, valamint gépek emelhetőségéhez használják.



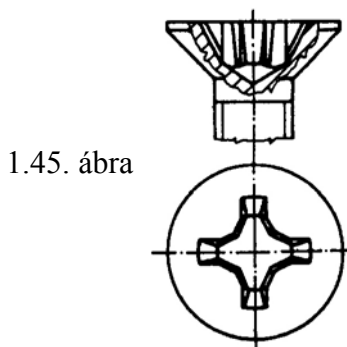
1.43. ábra

Hornyos csavarok különféle fajtái láthatók az 1.44. ábrán

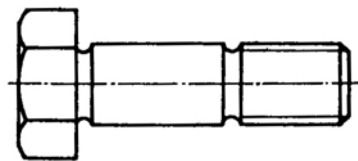


1.44. ábra

Kereszthornyos csavarfej látható az 1.45. ábrán, sokféle kivitelben gyártják.



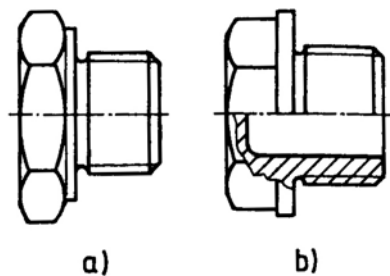
1.45. ábra



1.46. ábra

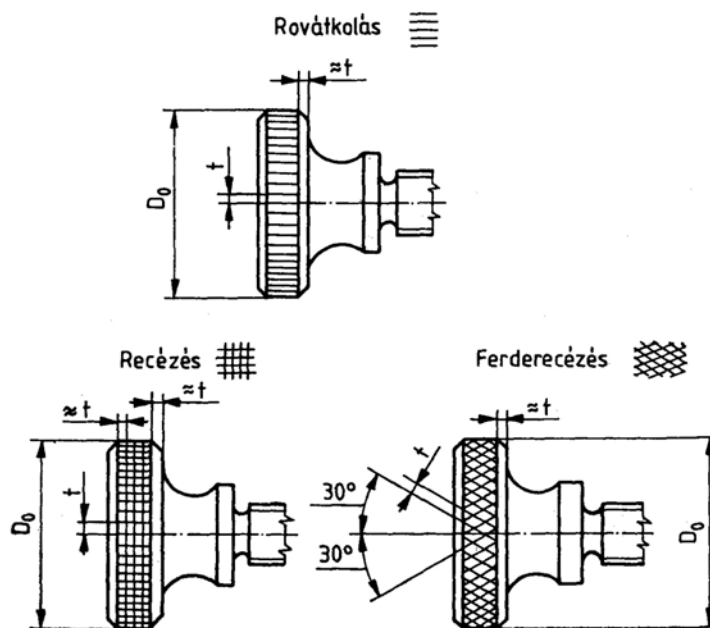
Illesztőcsavart (1.46. ábra) alkalmazunk, ha a furatba való pontos illeszkedés fontos (pl. tengelykapcsolóknál, acélszerkezeteknél).

Zárócsavarokkal (1.47/a,b ábra) leeresztő furatok zárhatók le. A hatszögletes fej nagyobb a szükségesnél, hogy tömítőgyűrű is elhelyezhető legyen alatta. Ezek készülhetnek peremes kivitelben is, belül üregesre öntve a könnyítés érdekében.



1.47. ábra

Rovátkolt fejű csavarok láthatók az 1.48. ábrán. Ezeket kézi csavaráshoz készítik a megfogás könnyítésére. A rovátkákat kemény gördülő szerszámmal nyomják a fejre.

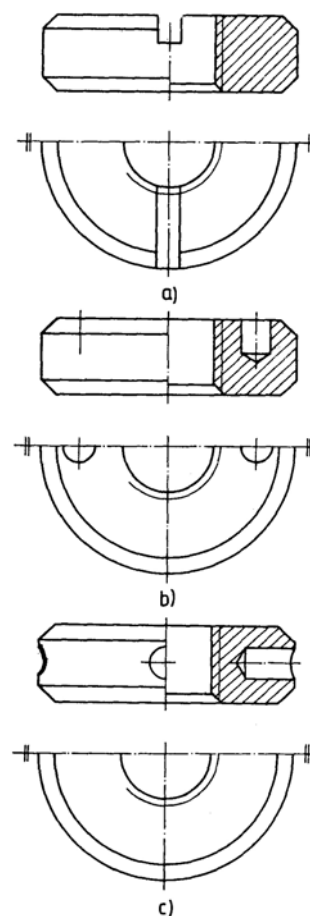


1.48. ábra

A csavaranyák alakját, méretüket rendeltetésük szabja meg. Néhány típust az alábbiakban mutatunk be.

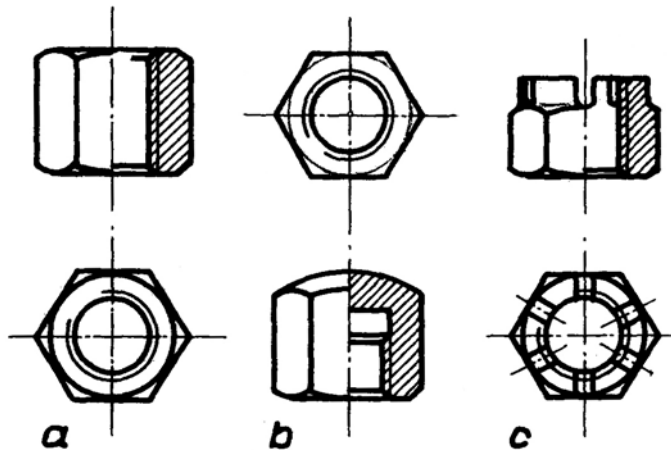
Az 1.49. ábrán látható hengeres anyák horony-, ill. furatok elhelyezésben különböznek. Az 1.49./a ábrán látható a hornyos anya, az 1.49./b. a homlokfuratos, az 1.49./c. a palástfuratos anya változata.

A homlok-, ill. palástfelületen lévő furatok alkalmasak a meghúzáshoz körmös, ill. csapos kulcs segítségével.



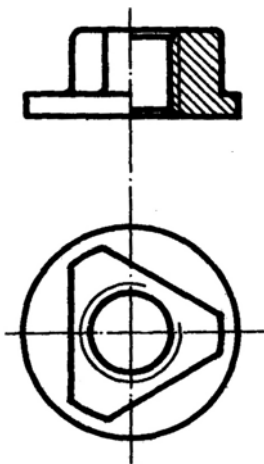
1.49. ábra

Magas anya látható az 1.50/a ábrán. Az 1.50/b. zárt anya ábrázol. Ezeket sérülésveszély, ill. esztétikai okokból alkalmazzák. A koronás anya (1.50/c. ábra) hornyai elfordulás elleni biztosításra nyújtnak lehetőséget. A csavarorsót horonymagasságban kifúrják, a furaton és valamelyik hornyon át sasszeg vezethető keresztül, mely az anyát lazulás ellen biztosítja.

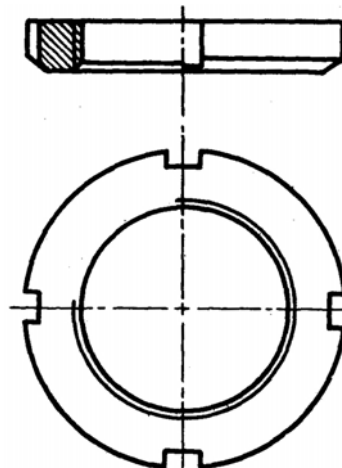


1.50. ábra

Háromlapú anya mutat be az 1.51. ábra. Robbanásveszélyes helyeken alkalmazzák, illetéktelen beavatkozás megakadályozására.



1.51. ábra

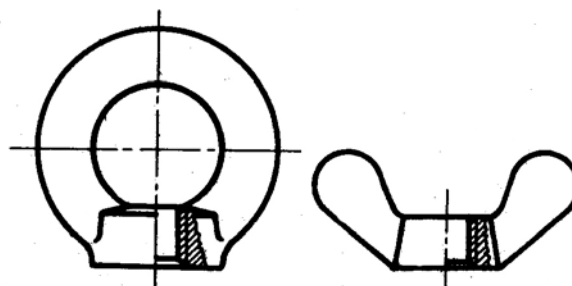


1.52. ábra

Hornyos csapágyanyát (tengelyanyát) ábrázol az 1.52. ábra. Gördülőcsapágyak, agyak tengelyre rögzítésére használják. Keskeny, ezért jó helykihasználást biztosít.

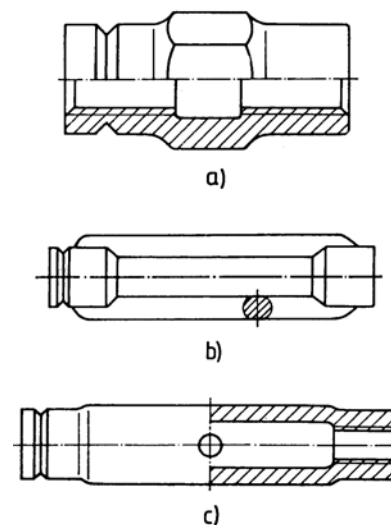
Az 1.53. ábrán gyűrűs, ill. szárnyas anya látható.

1.53. ábra

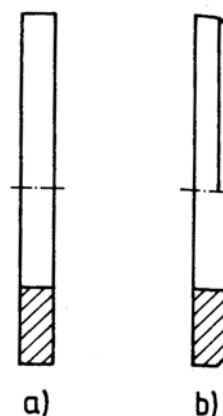


Feszítőanyák láthatók az 1.54. ábrán. Vezetékek kifeszítését, hosszú rudak hosszú rudak két végének összehúzását ezekkel végzik. Háromféle kivitelben készülnek, lehetnek nyitottak, hatlapúak vagy zártak.

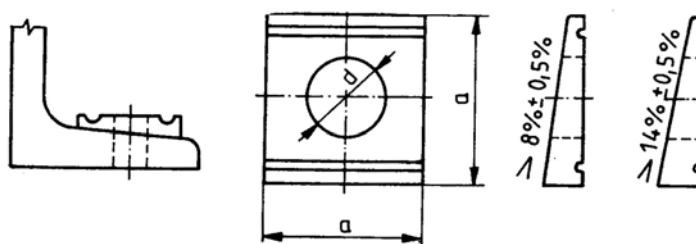
1.54. ábra



Csavaralátétet alkalmazunk, ha a csavarfej vagy a csavaranya felfekvő felülete nyers vagy ovális alakú furatra kerül. Az 1.55/a. ábra „c” az 1.55/b. ábra „B” pontossági fokozatú lapos alátétet ábrázol. Ferde felületekre négyszögletes ferde alátétet (1.56. ábra) alkalmazunk. Ezek főként hengerelt idomacélokhoz használatosak, U-tartókhoz 8 %-os, I-tartókhoz 14 %-os lejtéssel.



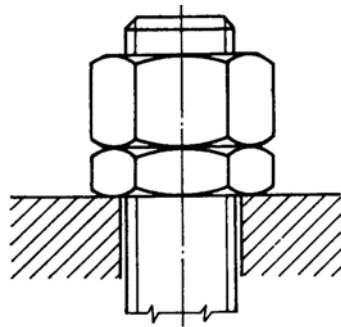
1.55. ábra



1.56. ábra

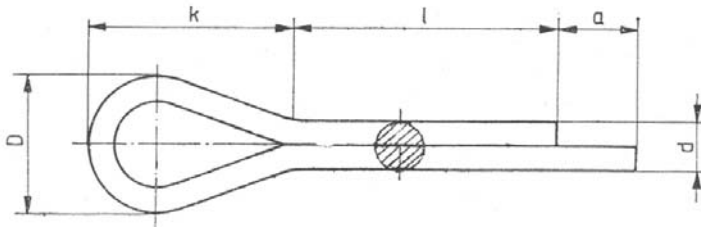
1.1.3. Csavarbiztosítások

Kétanyás (ellenanyás) biztosítás (1.57. ábra) alkalmazásakor a felső anya meghúzásával a felső anya és az orsó menetei között nagy erő keletkezik, amely erő az alsó anya és az orsó menetei között is fellép. A két felület közötti súrlódás akadályozza meg a kilazulást. Ezt a biztosítási módot rendszerint akkor alkalmazzák, ha az alsó anyát szerkezeti okok miatt nem szabad nagyon meghúzni. Ilyen esetekben a kötést alacsony alsó anyával szerelik.



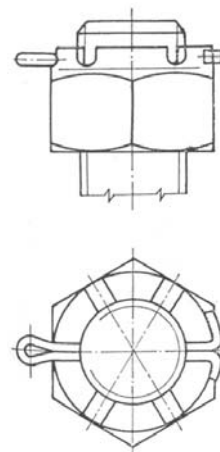
1.57. ábra

A sasszeges biztosítás az egyik leggyakrabban alkalmazott biztosítási módszer. A sasszeg (1.58. ábra) félköracélból készül, élei lekerekítettek, egyik szárát hosszabbra hagyják.



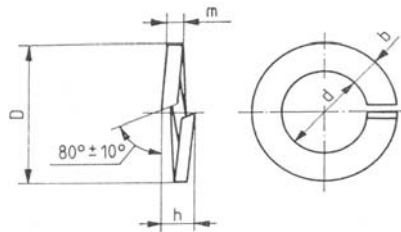
1.58. ábra

A koronás anyát a szükséges mértékben meghúzzák, valamelyik hornján keresztül a sasszeg számára furatot készítenek az orsón. A furaton áthúzott sasszeg végeit széthajlítják (1.59. ábra). Szokásos megoldás, hogy a koronás anya helyett alkalmazott csavaranyát a csavarorsóval együtt fúrják át. Ez ugyan a kötés szilárdságát csökkenti, de az így elhelyezett sasszeg kisméretű lazulást sem enged meg.

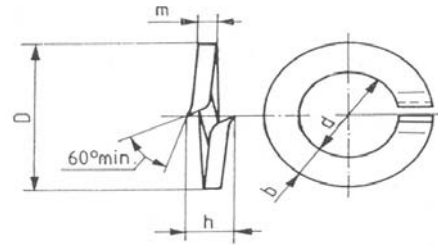


1.59. ábra

Rugós alátét 1.60. ábra) rugóacélból készített hasított gyűrű. Az anya meghúzásakor az anyára és a felületre feszül, kilazulás ellen sűrűdással biztosít. Egyik változata az orros rugós alátét, ami az 1.60/b. ábrán látható.

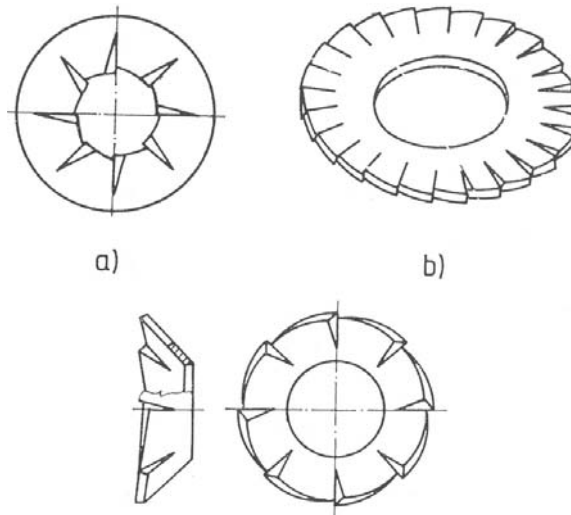


1.60/a. ábra



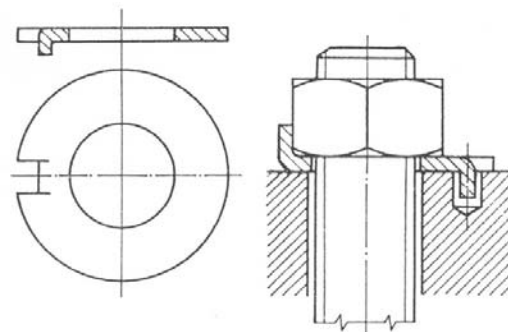
1.60/b. ábra

Fogazott alátétek alkalmazásával ugyancsak a kicsavarodást gátolják, kiküszöbölik az excentrikus terhelést. Anyaguk rugóacél. Kiviteli formái: a belső fogazatú, a külső fogazású és a fogazott kúpos alátét (1.61. ábra).



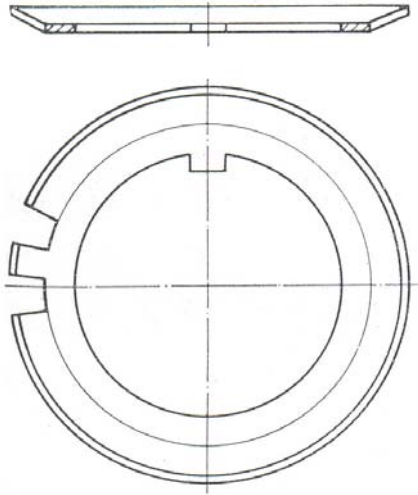
1.61. ábra

Orros biztosítólemez látunk az 1.62. ábrán. Alkalmazásakor az anya mellett kis furatot készítenk, s ebbe hajtjuk bele a lemez nyelvét, hogy az elfordulást megakadályozzuk. A lemez másik oldalát az anya egyik lapjára felhajlítjuk.

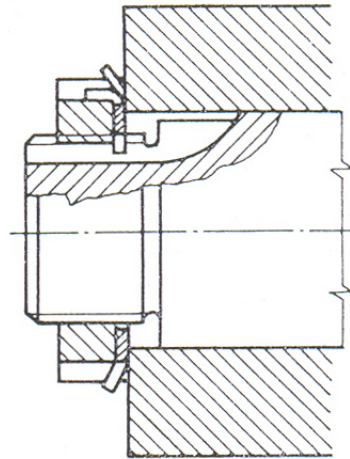


1.62. ábra

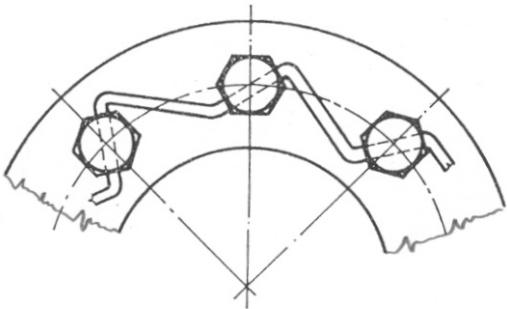
Az 1.63. ábra körtaréjos biztosítólemezt mutat. A csapágyanyák biztosítására használják. A nyelv a tengelyen készített horonyba kerül. A lemez külső kerületén levő taréjok közül egyet a hornyos csapágyanya valamelyik hornyába hajlítunk be. Alkalmazását a 1.64. ábrán szemléltetjük.



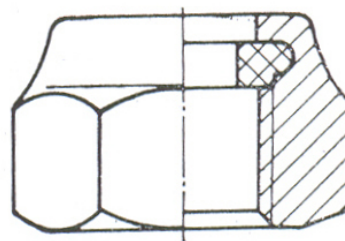
1.63. ábra



1.64. ábra



1.65. ábra



1.66. ábra

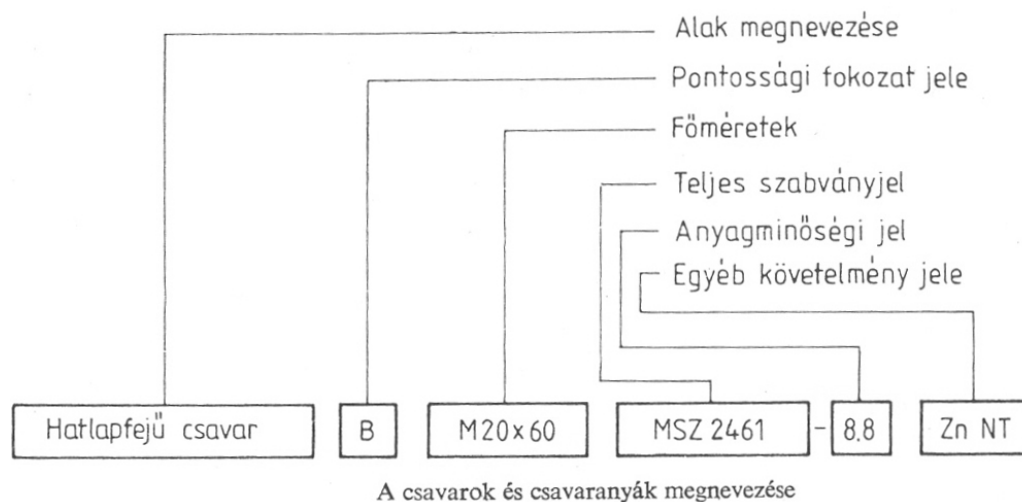
Huzalbiztosítást (1.65. ábra) alkalmazunk több közel fekvő, fejescsavar biztosításához. Ilyenkor a csavarfejekon készített furatokon keresztül fűzzük át a huzalt úgy, hogy a huzal a csavarokat a becsavarás irányába feszítse. Huzallal egyes csavarokat illetéktelen beavatkozás ellen is biztosíthatunk úgy, hogy a huzal két végére ólomplombát teszünk, mint az elektromos fogyasztásmérőn.

Roncsolásos biztosítást alkalmazunk, ha a csavarkötést üzemszerűen nem kell oldani. A csavarorsónak a meghúzott anyából kiálló végét közvetlenül az anya felett pontozóval vagy vágóval kissé elroncsoljuk.

Biztosítóelemként felhasználhatunk különféle műanyagokat, pl. a műanyag betétgyűrűs anyát (1.66. ábra) vagy a lapfuratos műanyag csapos anyát. Újabban alkalmaznak

a menetek között műanyag ragasztót is, ami a meghúzott anya menetei között köt meg. Az ilyen kötés kb. 150 °C-ra való melegítéssel oldható.

Kisméretű csavarok biztosítása megoldható különleges lakkfestéssel, amivel a csavarok tetejét bevonják. Különösen műszerekhez és egyéb kényes berendezésekhez alkalmazható.



1.67. ábra

A csavarok és a csavaranyák megnevezése lényegében meghatározó előírás, ami a csavarárak legfontosabb jellemzőit tartalmazza. Az MSZ 229 számú szabványsorozat szerinti megnevezés felépítését az 1.67. ábrán szemléltetjük. Az egyes jelcsoportok tartalma a szabvány szerinti sorrendben a következő:

1. A termék alakjának szabványos megnevezése (pl. hatlapfejű csavar). Műszaki dokumentációkban az alak megnevezése rövidítés is lehet (pl. Hlf. csavar).
2. A pontossági fokozat jele, nyomtatott nagybetű: A, B, C. Az A a régi I. (műszerpontosságú), a B a régi II. osztályú (fényes), a C a régi III. osztályú (nyers) minőségnek felel meg.
3. A főméretek megadása a menetjellel, amihez szorzójellel kell a csavar szerkezeti hosszát kapcsolni a termékszabvány választékából (pl. M20x60).
4. A teljes szabványjel (pl. MSZ 2461). Szabványosnak tekintjük azt a csavart is, amely csak hossz méretében tér el a termékszabvány választékától. A szabványostól eltérő méretű vagy alakú csavar vagy csavaranya megnevezéséhez nem kapcsolható szabványjel.

A csavarok szilárdsági csoportjainak jeleit az 1.2. táblázatban foglaltuk össze. Például a 6.8. anyagminőségű csavar

- szakítószilárdsága $R_m = 6.100 \text{ N/mm}^2 = 600 \text{ MPa}$;

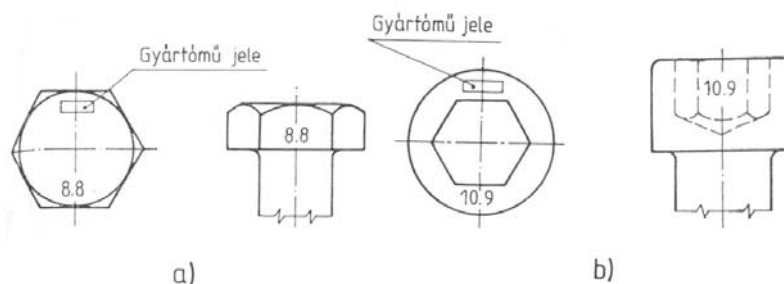
- folyáshatára $R_{eL} = 6.8.10 \text{ N/mm}_2 = 480 \text{ MPa}$.

A csavaranyák szilárdsági csoportjának jele egy szám, a N/mm^2 -ben megadott vizsgálati terhelés 1/100 része. A vizsgálati terhelés megegyezik az olyan csavar névleges minimális szakítóerejével, amellyel az anya párosítható. A kisebb szilárdsági csoportú anya helyettesíthető nagyobb szilárdsági csoportú anyával. Az anyák szilárdsági csoportjai az 1.3. táblázat szerint vehetők fel. Az ún. „alacsony csavaranyák” (az anya magassága 0,6d-nél kisebb) szilárdsági csoportjának a jele elé 0-t kell írni. A lehetséges változatok: 04, 05, 06.

A csavaranyák szilárdsági csoportjának jelei
(az MSZ 229/4—78 szerint)

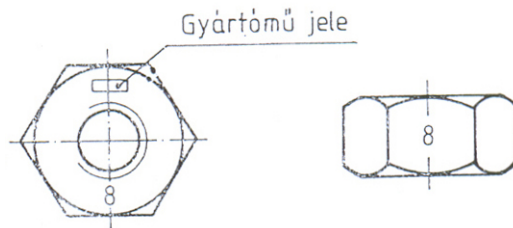
Az anya szilárdsági csoportjának jele (anyagminőségi jel)	A vizsgálati terheléskor ébredő feszültség, N/mm^2	Az anyával párosítható csavarok szilárdsági csoportjának jele
4	400	3.6; 4.6; 4.8
5	500	5.6; 5.8
6	600	6.8
8	800	8.8
9	900	9.8
10	1000	10.9
12	1200	12.9

1.3. táblázat



1.68. ábra

A csavarárak szilárdsági csoportját a csavaron és a csavaranyán jól olvashatóan kell jelölni. A 800 N/mm^2 -nél nagyobb szakítószilárdságú és az M6-nál nagyobb méretű csavar esetén a jelölés kötelező! A jelet a csavarfejen, a homloklfelületen süllyesztett vagy kiemelkedő számokkal, ill. az oldalfelületen (paláston) süllyesztett számokkal kell elhelyezni (1.68. ábra). A hatlapfejű és a belső kulcsnyílású csavaron a gyártómű nevét vagy azonosító jelét is fel kell tüntetni. Az ászokcsavarok megjelölése a 800 N/mm^2 szakítószilárdság és az M12-nél nagyobb méret esetén kötelező.

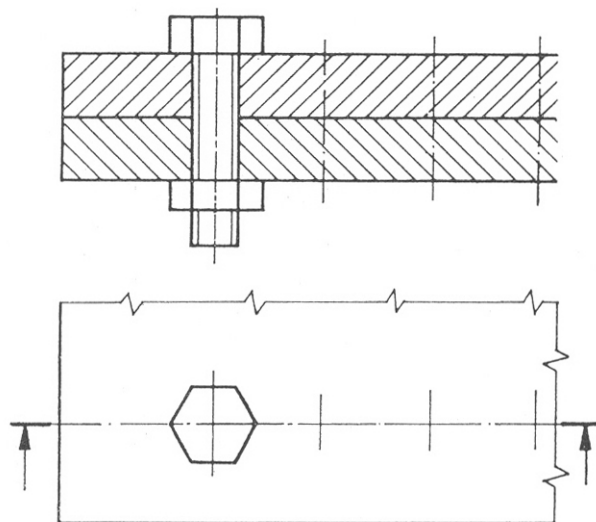


1.69. ábra

A csavaranyák megjelölése a csavarokhoz hasonló esetben kötelező. Az anyagminőség számjelét a csavaranya homloklapfelületén vagy oldalán, süllyesztve kell elhelyezni (1.69. ábra). A jelzett anyagminőségű csavaranyán a gyártó nevét vagy azonosító jelét is fel kell tüntetni.





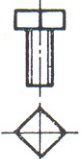
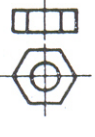

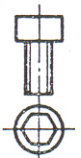
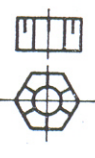



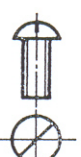
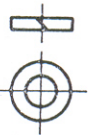





A csavarok és a csavarkötések az összeállítási és szerelési rajzokon egyszerűsítve vagy jelképesen is ábrázolhatók. Megjegyezzük, hogy a csavarokat már eddig is bizonyos egyszerűsítésekkel ábrázoltuk. További jelentős egyszerűsítéseket, ill. jelképes ábrázolásokat is alkalmazhatunk az MSZ KGST 1978-79. szerint, ha a kötőelem részletes kirajzolása nem szükséges. Az 1.4. táblázatban a kötőelemek, az 1.5 táblázatban a kötések egyszerűsített és jelképes ábrázolásait foglaltuk össze. A táblázatban nem szereplő kötőelemek és kötések egyszerűsített és jelképes ábrázolása hasonló jelleggel végezhető.

Ha az összeállítási rajzon több azonos fajtájú és méretű kötőelemet kell ábrázolni, elegendő azokat egy helyen megrajzolni jelképesen vagy egyszerűsítve, a többi helyen csak a középvonalat húzzuk meg. (1.70. ábra).



1.70. ábra

Csavarok egyszerűsített és jelképes ábrázolása
(az MSZ 1978—79 szerint)

Megnevezés	Egyszerűsített	Jelképes	Megnevezés	Egyszerűsített	Jelképes
Hatlapfejű csavar			Ászokcsavar		
Négylapfejű csavar			Hatlapú anya		
Belső kulcsnyílású csavar			Koronás anya		
Hengeresfejű csavar			Alátét		
Félgömbfejű csavar			Rugós alátét		
Félgömbfejű kereszt-hornos csavar			Orros biztosítólemez vagy alátét		
Süllyesztettfejű csavar				Sasszeg	

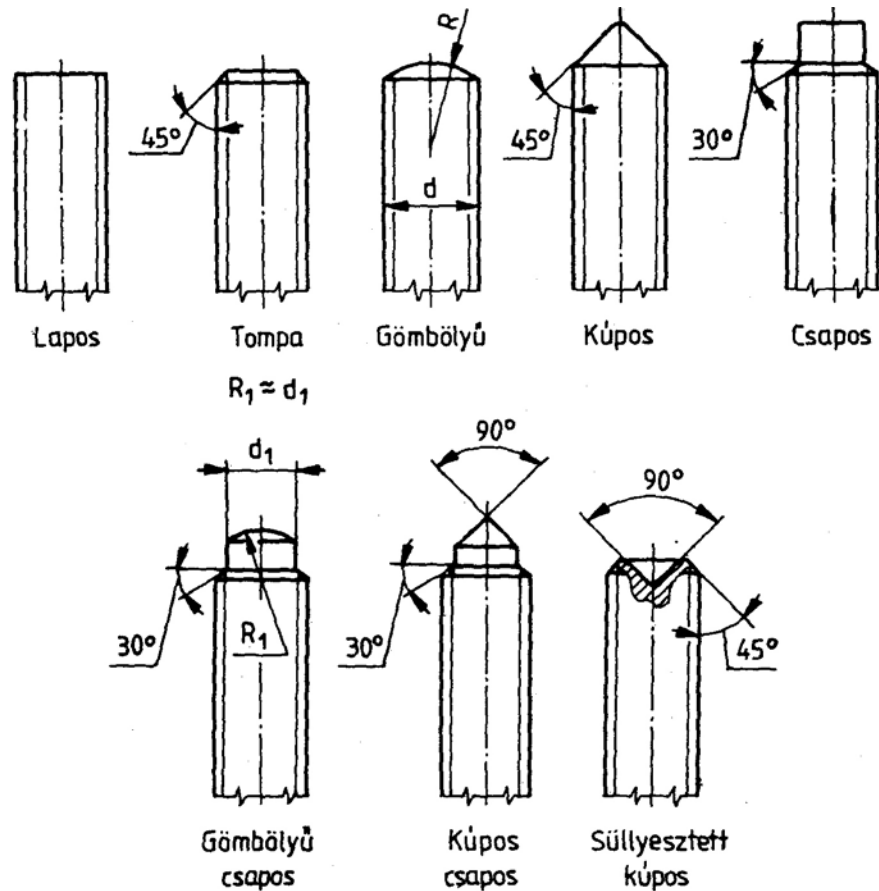
1.4. táblázat

Csavarkötések egyszerűsített és jelképes ábrázolása
(az MSZ KGST 1978—79 szerint)

A kötés		
egyszerűsített	jelképes	
	ábrázolása	
metszetben	metszetben	nézetben

1.5. táblázat

Különböféle csavarvégződéseket mutat az 1.71. ábra. Ezeket a valóságos kivitelnek megfelelően ábrázoljuk.



1.71. ábra

1.2. Nyomatékot átvivő elemek

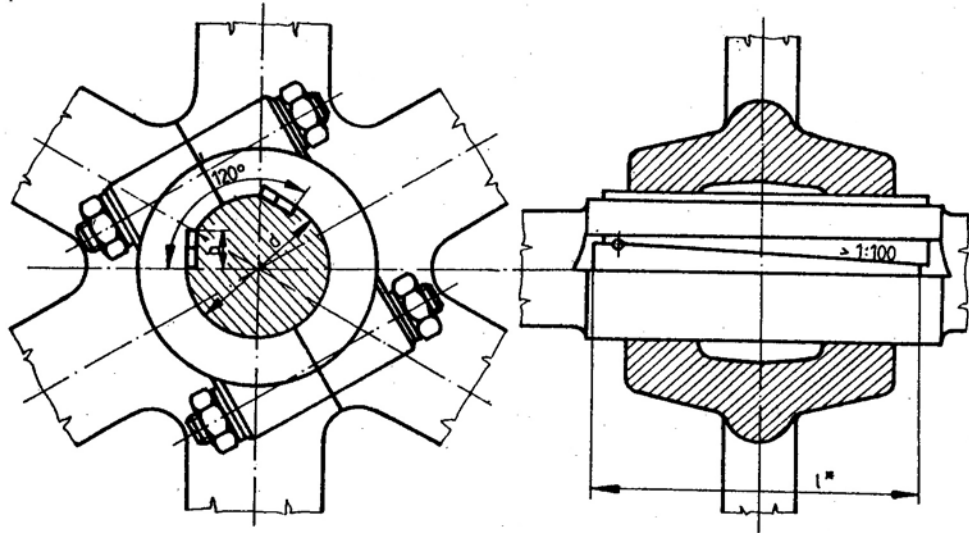
1.2.1. Ékkötések

Az ék olyan gépelem, amelynek segítségével együttforgó szerkezeti részeket (pl. tengelyt és szíjtárcsát) tudunk egymáshoz rögzíteni úgy, hogy a nyomaték átvitele mellett a tengelyirányú elmozdulást is gátolja. A kötést sugárirányú befeszítéssel hozzuk létre. Az ágy sugár és tengelyirányban meg van feszítve, az egytengelyűség nincsen biztosítva. Abban az esetben, ha az egytengelyűség biztosítása követelmény, nem célszerű ékkötést alkalmazni.

Az ékek alakjai és elnevezései az 1.2.1. ábrán láthatók.

Az 1.2.2. ábra 1 és 2 alakú ék beépítését szemlélteti. Az ábrán az ékkötésre jellemző méreteket is feltüntettük. A tengely és a furat alkatrészrajzán meg kell adni a tengely t_1 , helyett esetleg $(d-t_1)$ méretét, illetve a furat $(d+t_2)$ méretét.

Nagy, lökészerű, váltakozó irányú forgatónyomaték átvitelére az érintős ék alkalmas. Az érintős ék – eltérően a retesz, ill. egyéb ékkötésektől – nem nyírásra, hanem nyomásra van igénybe véve (1.2.3.) ábra).



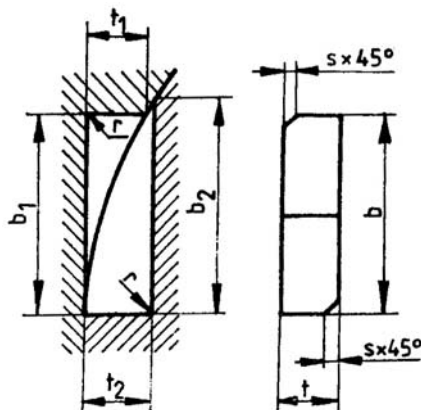
1.2.3. ábra

Az ék hossza 10-15 %-kal hosszabb legyen a furathossznál. Az ékek egymáshoz viszonyított helyzetét szerelés után csappal vagy más módon biztosítani kell. Az ékeket 180^0 -ra is el lehet helyezni.

Megnevezési példa

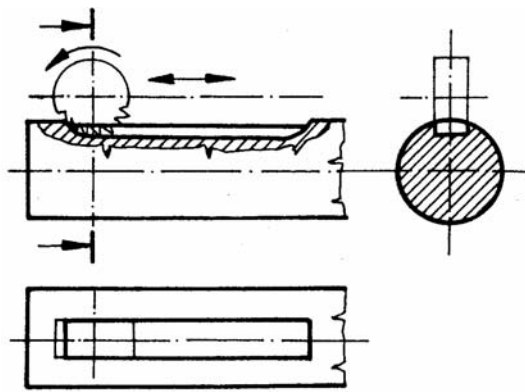
A $t = 8$ mm vastag, $b = 24$ mm széles és $l = 100$ mm hosszú érintős ék(pár) megnevezése.

Érintős ék 8 x 24 x 100 MSZ KGST 646

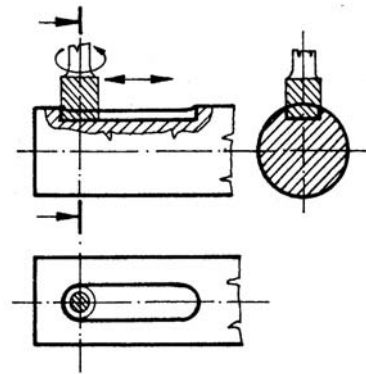


1.2.4. ábra

Az 1.2.4. ábra az ékhorony és ék jellemző méreteit szemlélteti. Összeállítási rajzon megengedett az ékek egyszerűsített – élettörés nélküli – ábrázolása is. Az ékek és reteszek számára a tengelyben és a furatban hornyot kell készíteni. A tengelyhorony készülhet: tárcsamaróval (1.2.5. ábra) – a horony végén az áthatási vonalat egyenessel helyettesítjük -, vagy ujjmaróval (1.2.6. ábra). A furathorony véséssel vagy üregelő megmunkálással készül.



1.2.5. ábra



1.2.6. ábra

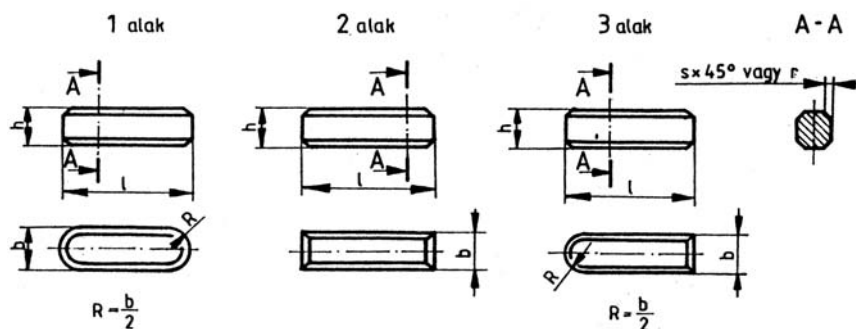
1.2.2. Reteszkötések

A retesz olyan gépelem, amellyel együttforgó szerkezeti részeket (pl. tengelyt és szíjtárcsát) tudunk egymáshoz rögzíteni. A reteszt akkor alkalmazzák, ha a szerkezeti elem (pl. szíjtárcsa, fogaskerék stb.) tengelyirányú elmozdulása egyéb módon (pl. csavarkötéssel) gátolt. A reteszkötés alkalmazásakor a fellépő forgatónyomatékból adódó kerületi erő a retesz és a horony oldalfelületeit terheli. Az agyhorony és a retesz csak oldalfelületeikkel illeszkednek.

A reteszek lehetnek hornyos, fészkes, sikló és íves kivitelűek.

A hornyos és fészkes reteszek alakja, kiképzése az ékek orr nélküli változataihoz hasonlóak. Alacsony hornyos és fészkes reteszeket használnak vékonyfalú csőtengelyeknél és ott, ahol a dinamikus egyensúly biztosítása szimmetrikusan elhelyezett reteszek alkalmazását igényli.

A reteszek alakja a beépítés helyétől függően az 1.2.7. és 1.2.8. ábrák szerinti lehet.



1.2.7. ábra

Megnevezési példák:

Az 1 alakú, $b = 18$ mm széles, $h = 11$ mm magas, $l = 100$ mm hosszú retesz megnevezése:

Retesz 18x11x100 KGST SZT 189-79

Ugyanolyan méretű, de 2 alakú retesz megnevezése

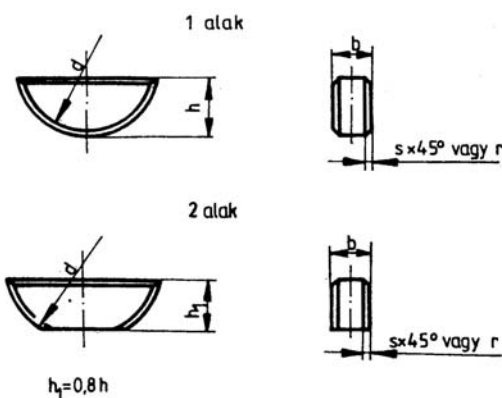
Retesz 2-18 x 11x100 KGST SZT 189-79

Belföldi alkalmazásban az előző reteszek megnevezése:

Retesz 2-18x11x100 MSZ KGST 189

A reteszek méreteit és tűréseit az MSZ KGST 189-79. szabvány tartalmazza.

Az 1.2.8. ábra az íves retesz MSZ KGST 647-77



1.2.8. ábra

Megnevezési példák:

Az 1 alakú, $b \times h = 5 \times 6,5$ mm szelvényméretű íves retesz megnevezése:

Íves retesz 5x6,5 MSZ KGST 647

A 2 alakú, $b \times h_1 = 5 \times 5,2$ mm szelvényméretű íves retesz megnevezése:

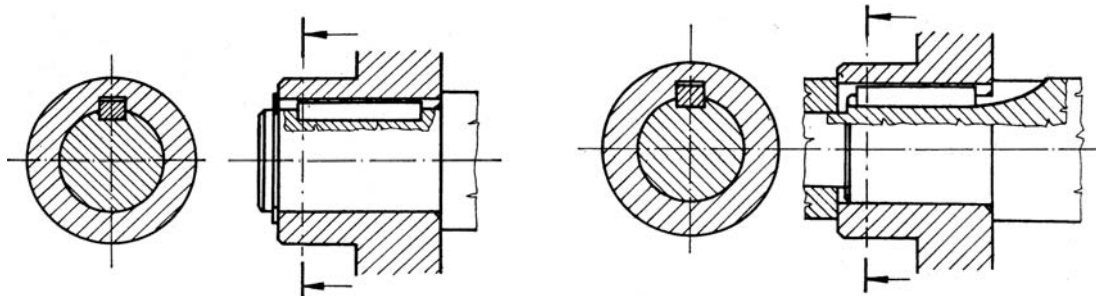
Íves retesz 2-5x5,2 MSZ KGST 647

A retesz méreteit és tűrését az MSZ KGST 647-77 szabvány táblázatai tartalmazzák.

Rajzoláskor a retesz élettörése elhagyható.

Az 1.2.9. és 1.2.10. ábra reteszköttést ábrázol. A tengelybe a reteszfészket ujjmaróval

készítették (1.2.10. ábra). Az agy tengelyirányú rögzítését rögzítőgyűrű biztosítja.

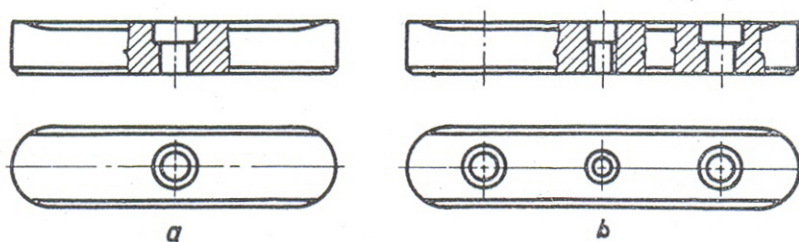


1.2.9. ábra

1.2.10. ábra

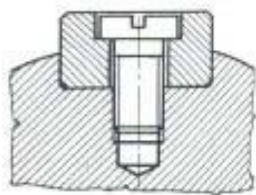
A tengelybe a reteszhornyot tárcsamaróval készítették (1.2.5. ábra). Az agy tengelyirányú rögzítését a csatlakozó alkatrész biztosítja.

Az ékeknél előfordulhat, hogy a befeszítés következtében a tárcsa ferdén helyezkedik el a tengelyen. Ezért sok esetben ék helyett reteszt használnak. A retesz lejtés nélkül készül, ezért sugárirányú feszítő erőhatást sem okoz. A nyomatékot csak a nyíróerőkkel szembeni ellenállásukkal származtatják át. Feltétlenül központosan elhelyezkedő kerekeknél, tárcsáknál tehát jobb reteszt használni. További előnye, hogy a felhúzendó forgó alkatrészt nem kell erősen kalapálva szerelni, mint az ékeknél. Hátránya, hogy a felerősítendő tárcsát, fogaskereket stb. tengelyirányú elmozdulás ellen feltétlenül váll, szorítóanya, stb. segítségével rögzíteni kell. Ha a reteszt csavarral a tengelyhez erősítjük, a tengely mentén elcsúsztatható forgó alkatrészeknél is használhatjuk nyomatékátvitelre (sikló retesz).

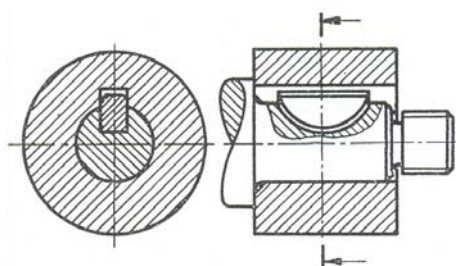


1.2.11. ábra

A siklóretesz egy, ill. két csavarral felerősíthető változatát az 1.2.11/a és 211/b mutatja. A tengelyre való felerősítés módját a 1.2.12. ábrán láthatjuk. A siklóreteszeket fészkes kivitelben használjuk, hogy a forgó elem tengelyirányú elcsúszása közben a retesz biztosítva legyen tengely irányú elmozdulás ellen. A két csavarral felerősíthető siklóretesznél közepén menetes furat van. Ebbe csavarjuk bele azt a csavart, amivel a fészekből kiemelhetjük a reteszt.



1.2.12. ábra

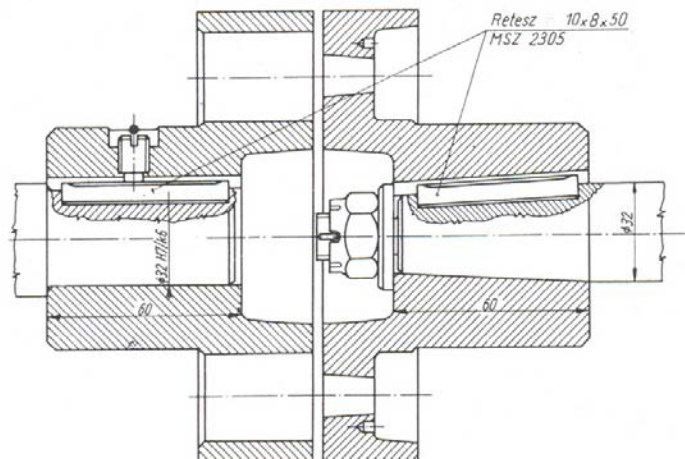


1.2.13. ábra

Az íves retesz kisebb nyomaték átvitelére alkalmas. Előnye, hogy a szükséges horony tárcsamaróval könnyen előállítható és a helyszükséglete kicsi. Az 1.2.13. ábrán az íves reteszt, ill. beépítését láthatjuk.

Az 1.2.13. ábra azt mutatja, hogy különösen tengelyvégeknél alkalmazhatjuk előnyösen az íves reteszt, ahol kevés a hely. Hátránya, hogy viszonylag mélyebben nyúlik a tengely anyagába, és így azt erősen gyengíti.

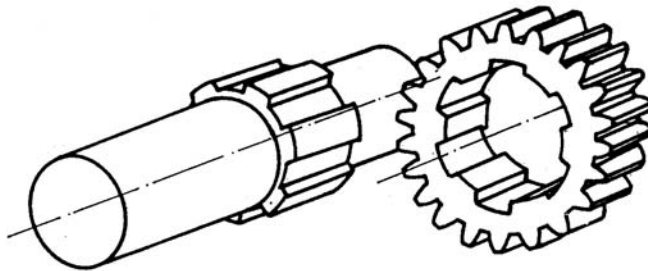
További reteszkötések láthatók még az 1.2.14. ábrán



1.2.14. ábra

1.2.3. Bordás tengely és agy ábrázolása

Tetszőleges profilú (párhuzamos oldalú, evolvens-, háromszög- stb.) bordás tengelykötés jelképes ábrázolására is szabvány vonatkozik. Az 1.2.15. ábrán a kötés két elemét látjuk, a bordás tengelyt és a hozzá tartozó bordás furatú agyat vagy hüvelyt.

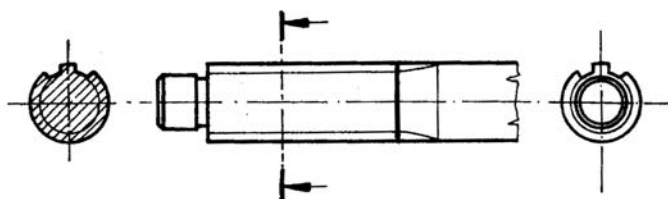


1.2.15. ábra

Ha a bordák vetülethelyes ábrázolása nem szükséges, akkor jelképesen – a burkolóelv alapján – a következő az ábrázolási mód:

Bordás tengely

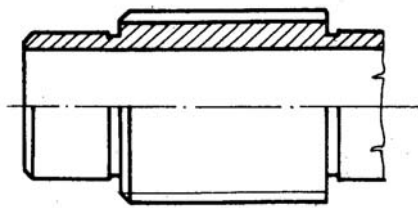
A forgástengellyel párhuzamos képsíkban a bordázat külső átmérőjének megfelelő kontúrvonalát vastag folytonos vonallal, belső átmérőjének megfelelőt pedig vékony folytonos vonallal rajzoljuk (1.2.16. ábra). Ez utóbbi folytatásaként feltüntethetjük a kifutást is vékonyan; a kifutás kezdetét vastag, a végét vékony vonallal zárjuk le.



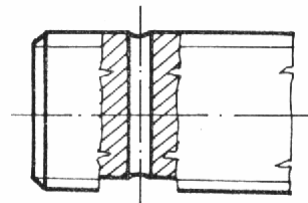
1.2.16. ábra

A forgástengelyre merőleges képsíkban (akár metszetben, akár nézetben) elegendő két egymást követő horony kirajzolása, a kerület további részén a külső kör vastag folytonos, a belső kör vékony folytonos vonal (még mindig az 1.2.16. ábra). A vastag és vékony vonalú körök kapcsolódnak a kirajzolt profilhoz.

Csőtengelynél a hosszmetsetben a bordázat külső és belső átmérőjének megfelelő alkotót vastagon rajzoljuk, a bordát pedig nézetben hagyjuk (1.2.17. ábra)



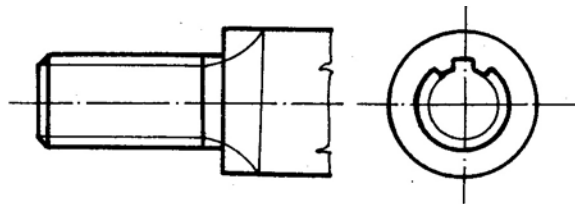
1.2.17. ábra



1.1.18. ábra

Ha a bordák elhelyezése tetszőleges, akkor a jelképesen rajzolt bordázaton kitörést ne rajzoljunk. Ha a bordák helyzete egyéb részlethez képest nem tetszőleges, akkor a kitörésben a tényleges anyaghatárt rajzoljuk, nem a jelképet (1.2.18. ábra).

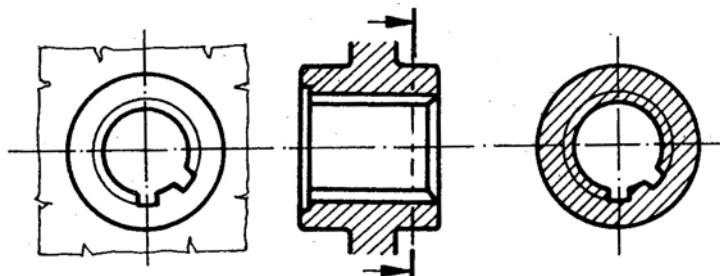
Forgástengelyre merőleges képsíkban kifutást nem ábrázolunk (1.2.19.)



1.2.19. ábra

Bordás furat

A forgástengellyel párhuzamos képsíkban – hosszmetsetben – a külső és belső átmérőnek megfelelő vonalakat vastag folytonos vonalakkal kell rajzolni, vonalkázás a külső vonalig terjed (1.2.20. ábra).

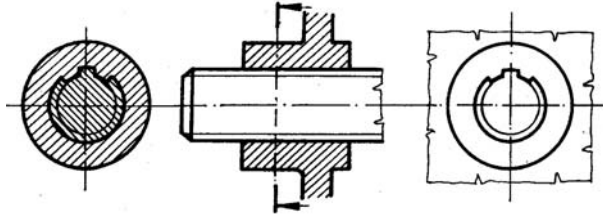


1.2.20. ábra

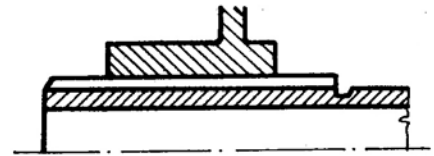
Tengelyre merőleges képsíkban (akár metszet, akár nézet) két egymást követő horony kirajzolása után a belső kör vastag folytonos, a külső pedig vékony (1.2.20.)

Összeszerelt kötés

Láthatóság szempontjából a tengely takarja a hornyos furat vonalait; ennek megfelelően nézetben rajzolt tengelynél az 1.2.21. ábra, metszetben rajzolt tengelynél pedig az 1.2.22. ábra szerint ábrázoljuk. Hézagot jelképes ábrázolásban nem rajzolunk.

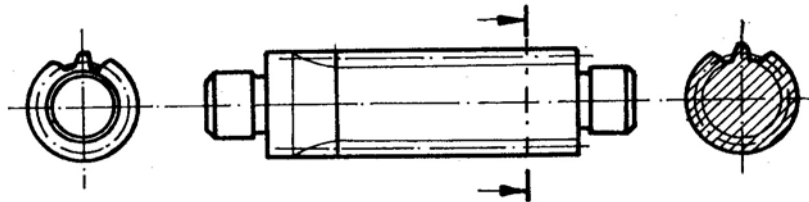


1.2.21. ábra

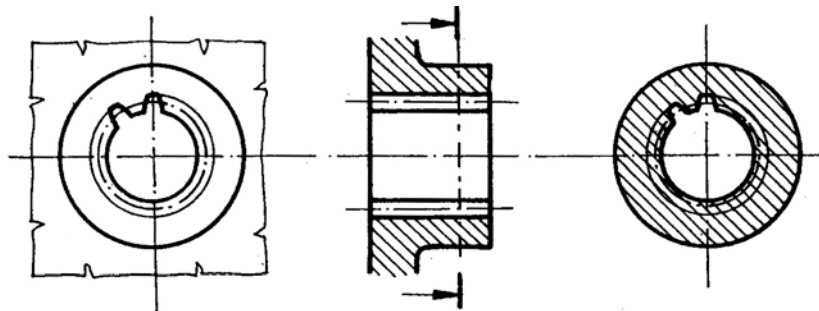


1.2.22. ábra

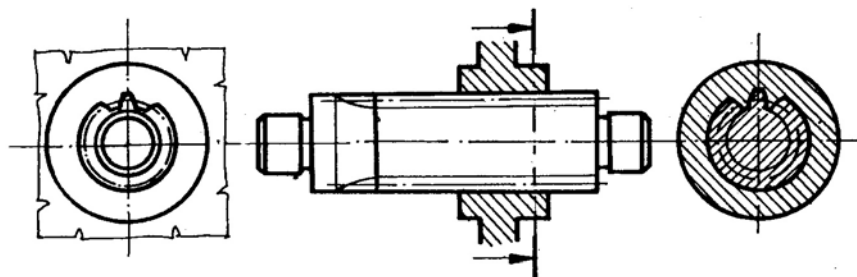
Evolvens profilú tengelykötés jelképes ábráin az osztóhengernek megfelelő osztókört, ill. osztóvonalat is fel kell tüntetni vékony pontvonallal (1.2.23.- 1.2.25. ábrák).



1.2.23. ábra



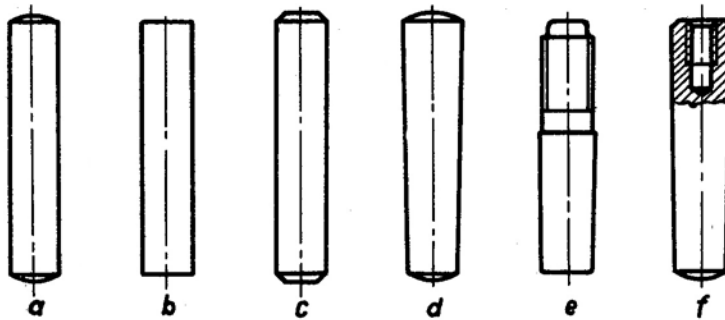
1.2.24. ábra



1.2.25. ábra

1.2.4. Rögzítő és helyzetbiztosító elemek

A kisebb rögzítő elemek közé a különböző szegeket, csapszegeket és ugyanezek hasított változatait soroljuk. A hasított fajták közül némelyiket felhasználják nyomaték átszármaztatására is. A többség azonban nem nyomatékátvitelre, hanem két alkatrész egymáshoz viszonyított elfordulásának megakadályozására, viszonylagos helyzetének meghatározására alkalmas. A csapszegeket többnyire két alkatrész elfordulásának lehetővé tételére használjuk fel. Közvetve, pl. láncokba építve, ezek is alkalmazhatók nyomatékátvitel céljára.

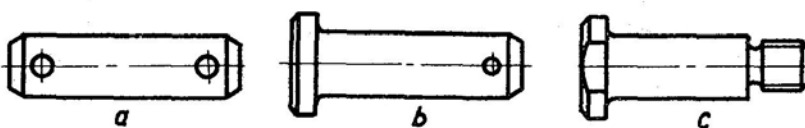


1.2.26. ábra

Az 1.2.26. ábrán sorrendben „a” illesztőszeg, „b” szegecsszeg, „c” rögzítőszeg, „d” kúposzeg, „e” menetes kúpos szeg, „f” belsőmenetes kúposzeg látható. Ezek jól használhatók alkatrészek kölcsönös helyzetének meghatározására. A különböző szekrények, fedelek, csapágytálpak szerelési állapotban való pontos helyzet elfordulás, elmozdulás ellen e szegekkel lehet biztosítani. A menettel ellátott változatok a szeg kiemelését könnyítik meg.

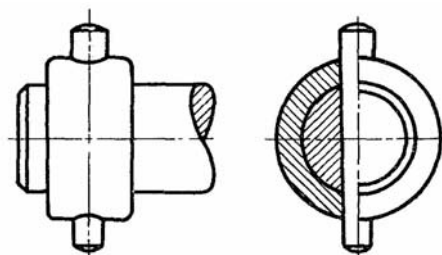
Az 1.2.26. ábrán bemutatott szegekkel –sorrendben – a következő szabványok foglalkoznak: MSZ 2218, 2222, 2217, 2227, 2229, 2231. Anyagminőségük az MSZ 299 szabványban található, általában az 5.6., 6.6.-os anyagminőségeket használják.

Az 1.2.27. ábra sorrendben: „a” csapszeget, „b” fejes csapszeget, „c” menetes csapszeget mutat be. A csapszegek egymáshoz képest elforduló alkatrészek összefogására alkalmasak. Furataikba sasszegek helyezhetők, a menetes változat anyával ellátva fogja össze az elforduló alkatrészeket. A sasszegen, anyán belül még alátétet is elhelyeznek, hogy az elfordulás zavartalan legyen.

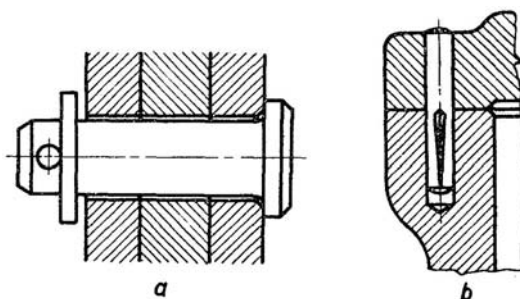


1.2.27. ábra

Az 1.2.28. ábra kúpos szeg felhasználását mutatja be, amikor gyűrűt rögzít egy tengelyvégre. Az 1.2.29/a. ábra elforduló alkatrészek együtt tartását, elfordulási lehetőségét biztosítja fejes csapszeg segítségével. Az 1.2.29/b. ábra hasított illesztőség alkalmazását mutatja be. A hasított vég az egyik szekrényfélbe beszorul, a felső szekrényfél ezáltal mindig pontosan visszahelyezhető a helyére.



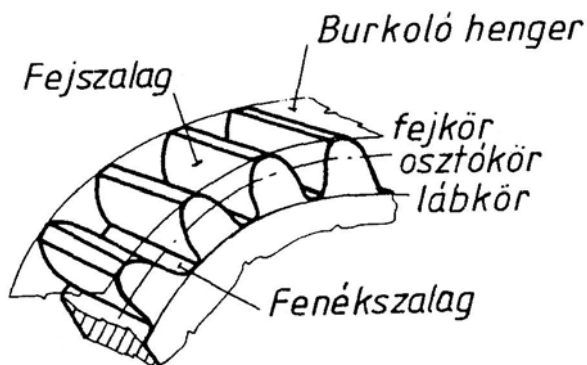
1.2.28. ábra



1.2.29. ábra

1.3. Fogazatok ábrázolása

A fogaskerekek és a hozzájuk hasonló gépelemek (csiga, csigakerék, lánckerék, kílincskerék) fogazatát egyszerűsítve ábrázoljuk, mivel a fogak kirajzolása felesleges és szükségtelen munka lenne.



1.3.1. ábra

A rajzszabályok ismertetése során találkozhatunk néhány olyan fogalommal, amelyet előre meg kell magyaráznunk. Az 1.3.1. ábrán, amely egy fogaskerék részletet ábrázol, láthatjuk az alábbi elnevezések jelentését:

Fejkör: a fejszalagokat burkoló henger és a kerék tengelyére merőleges sík metszövona.

Osztókör: az osztóhenger és a kerék tengelyére merőleges sík metszövona. Az osztókörön mérik a fogak egymástól mért távolságát, az osztást.

Lábkör: a fenékszalagokat magában foglaló lábhenger és a kerék tengelyére merőleges sík metszövona.

A fogazatot nemcsak henger-, hanem kúpfelületen is ki lehet képezni, ekkor osztóhenger helyett osztókúpról beszélünk. Ennek a tengelyre merőleges legnagyobb metszetét szokás osztókörnek nevezni. A fogazatot egy henger belső felületén is lehet készíteni, így nyerjük a belső fogazatú kereket.

A fogak lehetnek alkotóirányúak (egyenes fogazatú kerekek) vagy azzal szöveget zárhatnak be (ferde fogazatú kerekek). A kúpkerék fogiránya ezen kívül ívelt is lehet.

Magukban álló fogaskerekek ábrázolása

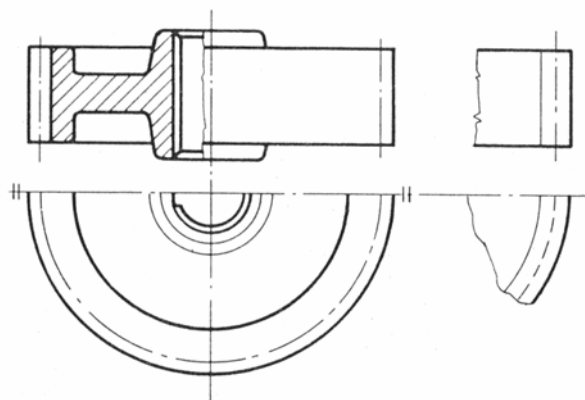
Az 1.3.2. ábrán egy hengeres külső fogazatú kerék rajzát mutatjuk be, két vetületben. Amint láthatjuk, az egyszerűsített rajzon a fogazatot nézetben és metszetben egyaránt a fejszalagjait tartalmazó hengerfelület határolja. A tengelyirányú vetületben a fog kontúrjai helyett köröket rajzolunk, a tengellyel párhuzamos nézetben a hengeralkotókat tüntetjük fel:

a fejkör, ill. fejhenger alkotó: vastag folytonos vonal,

osztókör, ill. osztóhenger alkotó: vékony pont-vonal

lábkör: tengelyirányú vetületben, ill. a tengellyel párhuzamos nézetben általában nem jelöljük, amennyiben igen, akkor vékony folytonos vonallal rajzoljuk.

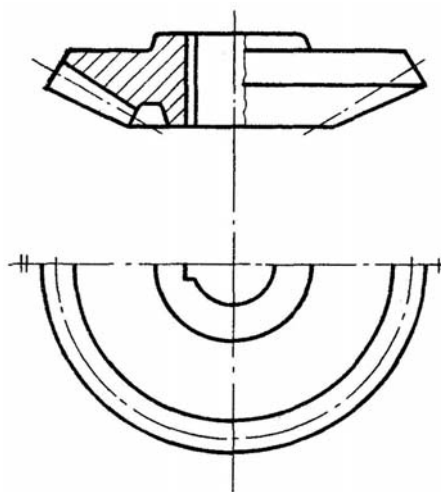
(A lábkör jelölése azért szükségtelen, mivel azt a fejkör és a fogazószerszám mérete meghatározza.



1.3.2. ábra

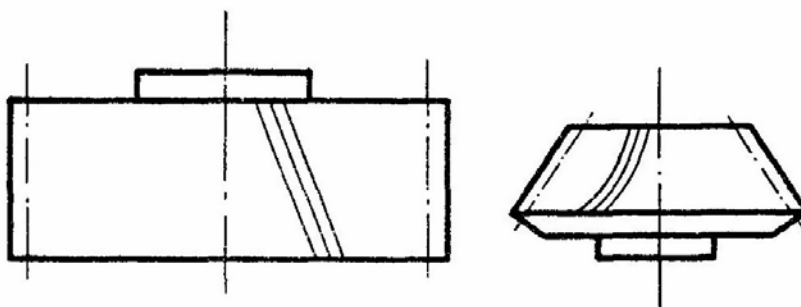
Tengellyel párhuzamos metszeten a lábhenger alkotót vastag vonallal rajzoljuk meg, mindig úgy készítve a rajzot, mintha a metszősík a fogárkon menne keresztül, akkor is, ha teljes metszetet rajzolunk páratlan fogszámú kerékről.

A kúpkerek egyszerűsített rajzát az 1.3.3. ábrán mutatjuk be. A tengelymetszetben (ill. nézetben) itt kúpalkotókat ábrázolunk. A vonalvastagságok értelemszerűen egyeznek a hengeres kerek rajzain találhatóival. A lábkört (ill. lábkúp-alkotót) nézetben nem rajzoltuk meg. A fogaskerék rajza független attól, hogy a fogak alkotóirányúak (egyenes fogazat) vagy pedig az alkotóval szöveget zárnak be (ferde fogazat)



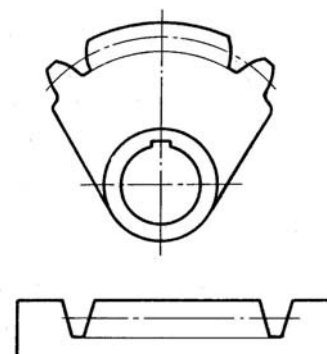
1.3.3. ábra

A ferde fogazat foghajlás irányát nézetben lehet jelölni az 1.3.4. ábra szerinti három vékony vonallal, amelyek hozzávetőleg megegyeznek a fogferdeségi szöggel.



1.3.4. ábra

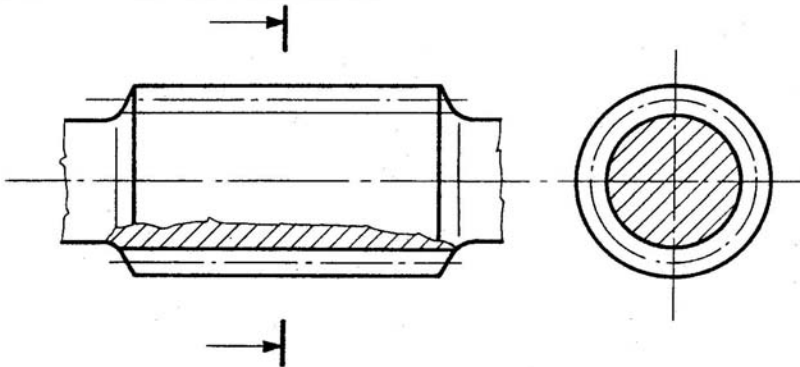
A fogaskerek fogalakját nem szokás megrajzolni, ugyanis a fogazat kialakításának technológiája azt egyértelműen meghatározza. A nem teljes kerületen készülő fogazat esetében szükség lehet a szélső fogak helyzetének megadására, ilyenkor az 1.3.5. ábra szerint rajzolhatjuk ki a fogazat határát jelentő fogárkot, ill. fogat. Az ábra egy fogasív és egy fogasléc (végtelen sugarúnak tekintett fogaskerék) rajzát mutatja. Amint az ábrákon látható, a fogkontúrt vastag vonallal kell rajzolni, ehhez kapcsolódik a fejszalag jelképes vonala; ilyenkor a lábkört, ill. lábvonalat is meg kell rajzolnunk, vékony vonallal. Az osztókört (ill. a fogasléc osztóvonalát) csak a fogazat terjedelmének megfelelően kell megrajzolni.



1.3.5. ábra

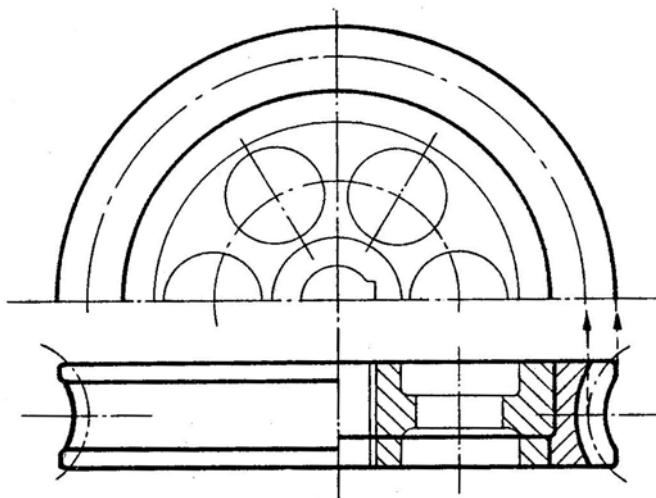
Csiga és csigakerék

A fogaskerékhez hasonlóan kell megrajzolni a csigahajtás elemeit is. A csiga tulajdonképpen nem fogaskerék, hanem egy henger kerületén csavarvonal mentén végigvitt fogprofil. A hossz tengelyen keresztül készített metszete azonban (a legegyszerűbb esetben) egy fogasléc metszetével egyezik meg. Ezért jelképes ábrázolása ennek megfelelően készülhet (1.3.6. ábra). A csigát hosszirányban nem szabad metszeni, esetleg kitörést lehet alkalmazni.



1.3.6. ábra

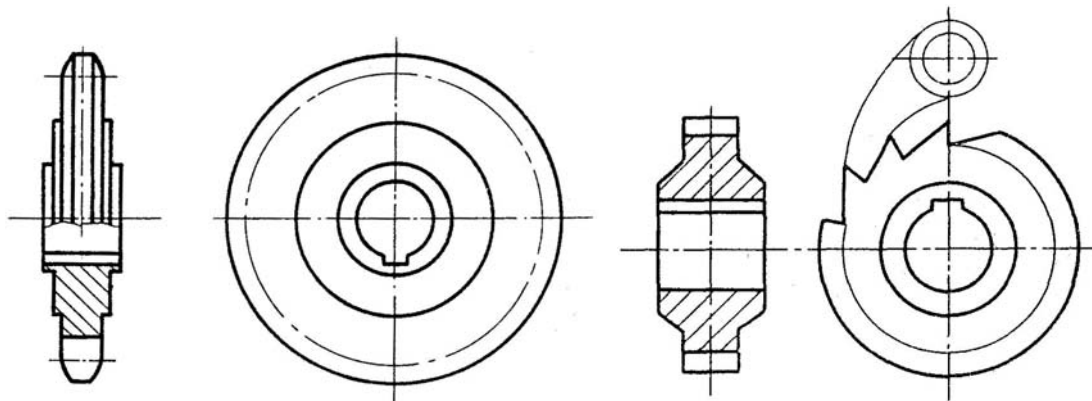
A csigakerék ferdefogazatú fogaskerékhez hasonlít, azzal a különbséggel, hogy a fogak a csiga osztóhenger-átmérőjének megfelelő görbültségűek; a fogferdeség a csiga menetemelkedési szögének megfelelő. A csigakerék rendszerint jó siklási tulajdonságú bronzból készül, amelyet öntöttvas vagy kovácsolt acél agyra szerelnek. Ezért az 1.3.7. ábrán csak a fogaskoszorút rajzoltuk meg vastag vonallal, az agyat csak mint kapcsolódó alkatrészt ábrázoltuk. A lábvonalat, ill. lábkört a nézeti rajzon nem szükséges megrajzolni. Az ábrán a jellegzetes vonalak egymáshoz tartozását szaggatott vetítívonallal jeleztük.



1.3.7. ábra

Lánckerék, kilinckerek rajza

Ki kell még térnünk a fogaskerekhez hasonló elemek ábrázolására. A rajzegyszerítés teljesen azonos a fogaskerek ábráin alkalmazottakkal. (1.3.8. ábra). Amennyiben a lánckerék fogalakját be akarjuk mutatni, úgy az 1.3.5. ábrának megfelelően járhatunk el, ez esetben a lábkört is megrajzoljuk.



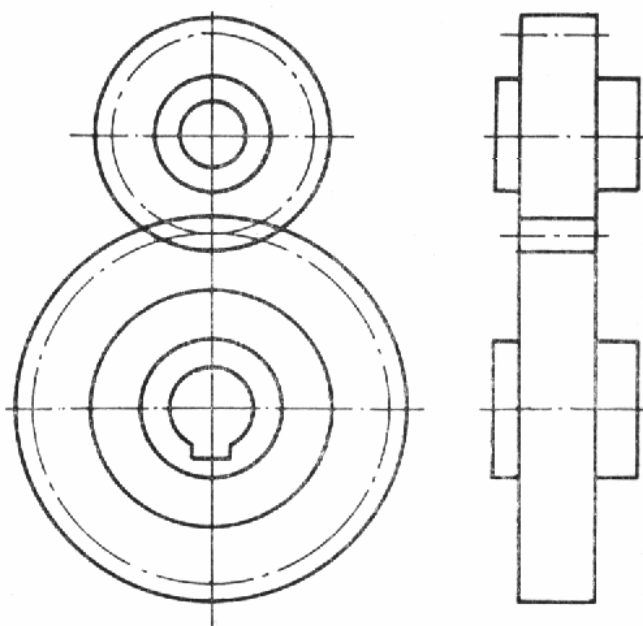
1.3.8. ábra

1.3.9. ábra

A kilinckerek rajzát is a fogaskerekhez hasonlóan egyszerűsíthetjük, azzal a megjegyzéssel, hogy itt mindig kirajzolunk néhány fogat. Osztókört a kilinckerek rajzán nem rajzolunk. (1.3.9. ábra).

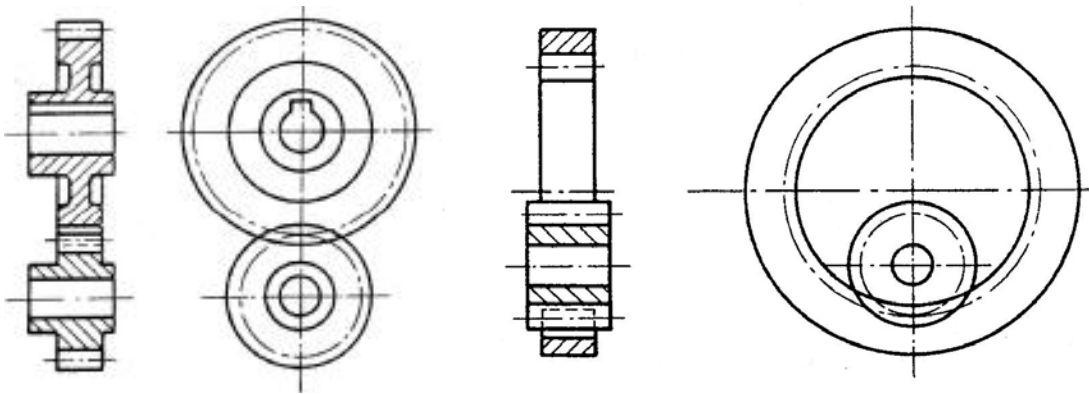
Kapcsolódó fogaskerek ábrázolása

Külső és belső fogazatú hengeres fogaskerékpár egyes kerekeinek nézetét úgy rajzoljuk meg, mint a másik kerék nem lenne ott. (1.3.10. ábra).



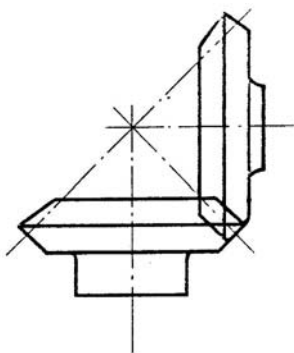
1.3.10. ábra

Metszetben valamelyik fogát, de a fogat mindkét keréken nézetben ábrázoljuk. (1.3.11. ábra).

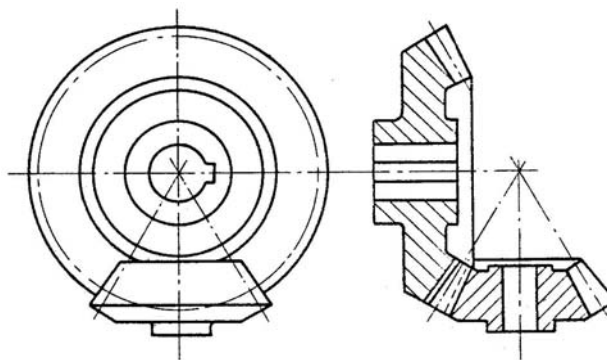


1.3.11. ábra

A kúpkerekek rajzán ugyanezek az elvek érvényesek, kivéve azt az esetet, amikor nem mindkét kerék tengelye van a rajz síkjában, hanem az egyik kerék takarja a másikat (1.3.12., 1.3.13. ábra).

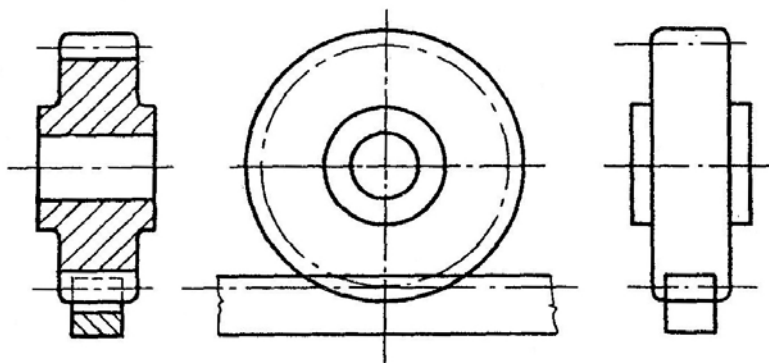


1.3.12. ábra



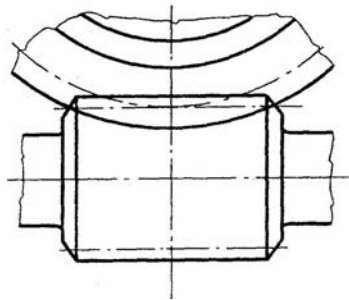
1.3.13. ábra

A fogasléccel kapcsolódó fogaskerék ábrázolása hasonló módon történik, azzal a megkötéssel, hogy metszetben a kerék fogát rajzoljuk a fogasléc foga elé.

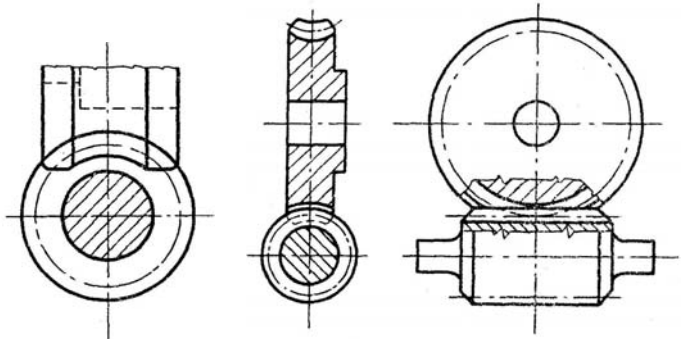


1.3.14. ábra

A csigahajtás nézeti rajzán az elemeket egymástól függetlenül rajzoljuk (1.3.15. ábra), a metszeti rajzon mindig a csiga takarja a csigakereket (1.3.16. ábra).



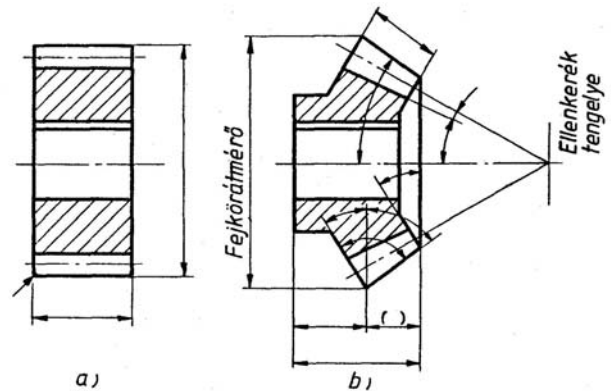
1.3.15. ábra



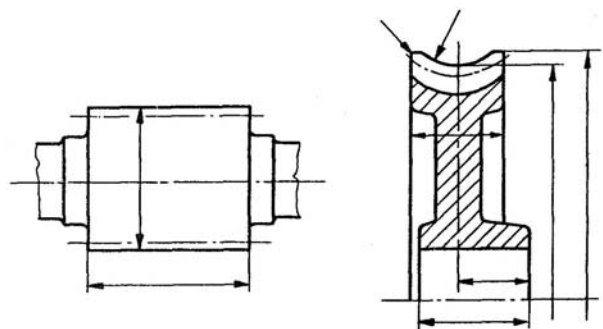
1.3.16. ábra

Néhány szót még a fogaskerekek műhelyrajzáról. A műhelyrajzon tulajdonképpen a fogazás művelete előtti állapotban ábrázoljuk a keréktestet.

A fogazat adatait a rajzon adattáblázatban foglaljuk össze, amely a fogazatra jellemző összes méretet és azok tűréseit – a vonatkozó szabványban meghatározott pontossággal – tartalmazza. Példaként az 1.3.17/a ábrán egy hengeres egyenes vagy ferdefogú kerék, az 1.3.17/b. ábra egy kúpkerék műhelyrajzának ábráját láthatjuk a mérethálózattal. Mindkét ábrán csak a fogazat kialakításával kapcsolatos méreteket tüntettük fel. Az 1.3.18. ábra a csiga és a csigakerék fogazatára vonatkozó adatokat mutatja be.



1.3.17. ábra



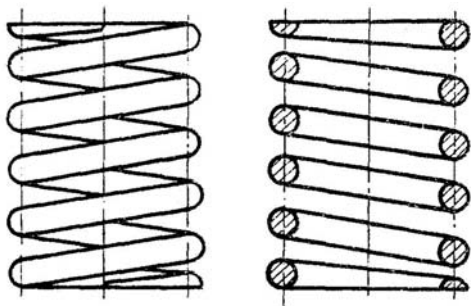
1.3.18. ábra

1.4. A rugók egyszerűsített ábrázolása

A különböző rugótípusok némelyikét, főként a kör- vagy négyzetkeresztmetszetű huzalból készült hengeres vagy kúpos csavarrugókat a valóságos alakjuktól eltérően egyszerűsítve lehet ábrázolni.

Az egyszerűsítést részben a valóságos vetületnek megfelelő sinusvonalak egyenessel történő helyettesítése, részben az ismétlődő részek elhagyása jelenti.

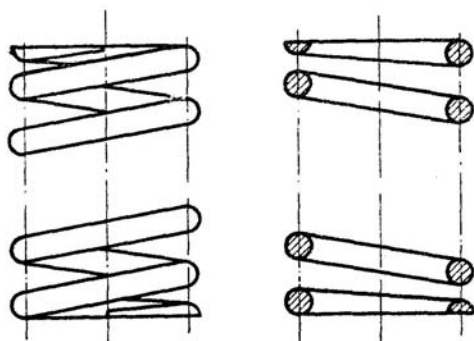
A leggyakrabban alkalmazott rugófajta, a csavarrugó rajzán a rugómenet kontúrvo-
nalát egyenes vonallal kell rajzolni, a huzal középvezonalát nem ábrázoljuk.



A rugót nézetben vagy metszetben raj-
zolhatjuk meg. Az 1.41. ábrán egy hen-
geres nyomó csavarrugó nézetét és met-
szetét rajzoltuk meg.

1.4.1. ábra

A rugót mindig jobbra csavarodással kell ábrázolni. A balra csavarodó rugó rajzára
fel kell írni az ábra mellé a „Balmenetű” szöveget. Ez a szabály a később bemutatott
húzó csavarrugóra is vonatkozik, míg a forgatórugót mindig a valóságos csavarodás-
nak megfelelően kell rajzolni.



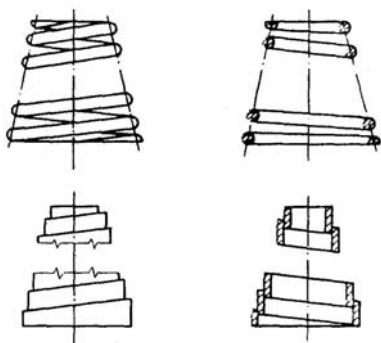
Nagyobb menetszámú rugó összes men-
tetét nem szükséges kirajzolni, hanem
1.4.2. ábra szerinti egyszerűsítés meg-
engedett nézetben és metszetben egy-
aránt.

1.4.2. ábra

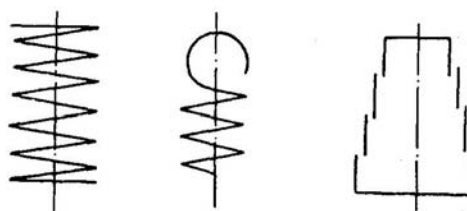
Ugyanígy rajzolható meg a kúpos körszelvényű vagy négyszögszelvényű nyomórugó
is (1.4.3. ábra). A két megrajzolt vég összetartozását a rugó középvezonalának és a ru-
gószelvények középpontjait összekötő középvezonalaknak a megrajzolása mutatja.

A rajzon 2 mm-nél kisebb átmérőjű vagy vastagságú rugószelvény feketíthető.

Összeállítási és szerelési rajzon a kisméretű rugók vonalasan is ábrázolhatók. Henge-
res nyomó és húzó csavarrugó, valamint egy négyszögszelvényű kúpos nyomórugó
jelképes rajzát láthatjuk az 1.4.4. ábrán.

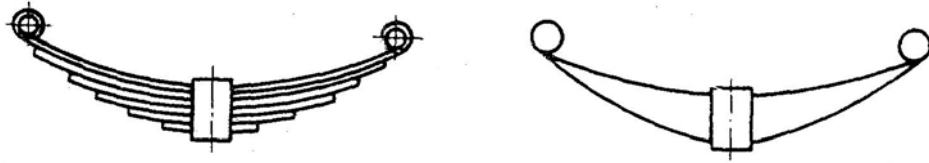


1.4.3. ábra



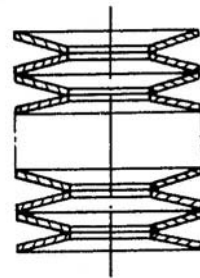
1.4.4. ábra

A rugók másik – különösen a közlekedési gyakorlatban jelentős - csoportját az általában több lapból álló lemeZRUGÓK képezik. Ezeket a rugókat legtöbbször a géprajz eddig megismert szabályai szerint rajzoljuk, összeállítási rajzokon (ahol a rugó mérete kicsi) találkozhatunk az 1.4.5 ábra szerinti egyszerűsített, ill. jelképes rajzzal.



1.4.5. ábra

A több elemből álló egyéb rugófajták elemeit sem kell mind megrajzolni. 1.4.6. ábra több elemből összerakott tányérrugó oszlopot mutat. A két rugóvég összetartozását itt a kontúrt helyettesítő pontvonal mutatja.

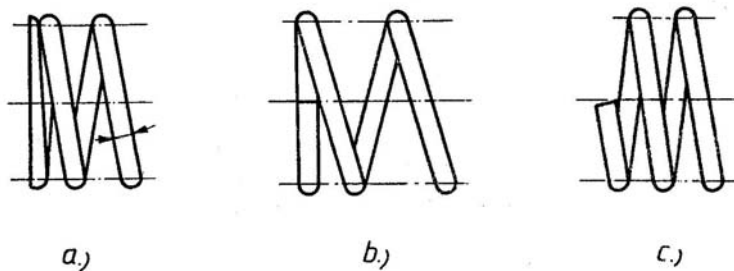


1.4.6. ábra

A különböző típusú rugók műhelyrajzairól kell még néhány szót ejtenünk.

A műhelyrajzon a rugót az előzőek szerint egyszerűsítve kell megrajzolni, a fő méretekkel és a méretek határeltéréseivel (tűréseivel); szükség esetén jelleggörbével (más néven rugódiagrammal) kiegészítve. A rugódiagram a rugóra ható erő vagy nyomaték és a rugó alakváltozásának összefüggését mutatja meg. A rajzon vagy a jelleggörbén nem szereplő, de a gyártáshoz és ellenőrzéshez szükséges adatokat adattáblázatban, esetleg a szöveges műszaki követelményekben kell előírni a rajzon. Az adattáblázatot a rajz jobb felső sarkában kell elhelyezni.

A hengeres nyomó csavarrugó felfekvő felületét rendszerint úgy képezik ki, hogy kb. $\frac{3}{4}$ menetre terjedjen ki. Ehhez az utolsó menet emelkedését csökkenteni kell. Az így kialakított, ún. zárt végződésű rugó lehet köszörült vagy köszörületlen felfekvő felületű (1.4.7/a., ill. b. ábra). Egyes esetekben alkalmaznak olyan rugót, amelyet egy hosszú rugóból vágnak le, szükséges hosszúságúra. Ez a kivétel a nyitott végződés (1.4.7/c ábra). Az ábrán csak a rugók egyik végét rajzoltuk meg.



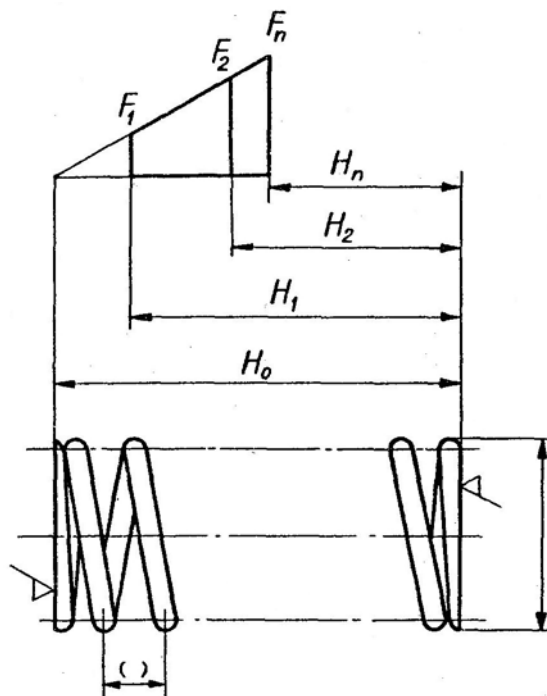
1.4.7. ábra

A nyomórugó jelleggörbájén a következő adatokat kell megadni:

- a rugó terheletlen hosszát (H_0),
- a rugó hosszát a megengedett maximális F_n próbaterhelés alatt (H_n),
- esetlegesen adott F_1 és F_2 erőkhez tartozó H_1 és H_2 rugóhosszakat. (Ez akkor szükséges, ha a rugómerevséget – az egységnyi alakváltozáshoz tartozó erőt ki kell értékelni.)

A legnagyobb mérhető rugóerőt olyan rugóhosszra célszerű megadni, amelynek menetei között hidegen alakított rugó esetén 0,1 d, melegen alakított rugó esetén 0,2 hézag marad.

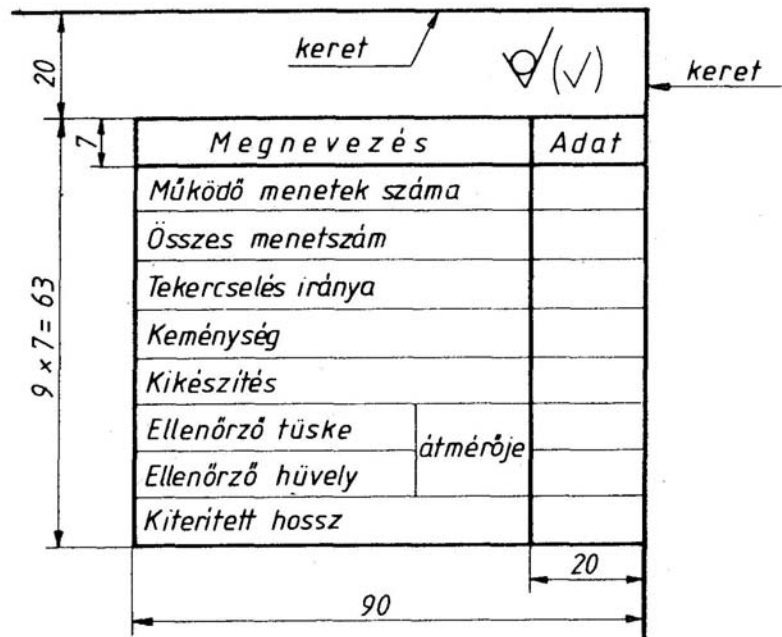
Az 1.4.8. ábra egy zárt végű, köszörült felfekvő felületű, hengeres nyomó csavarrugó műhelyrajzát mutatja be. Amennyiben nem szükséges a rugódiagram megrajzolás, akkor a hosszméretek közül csak H_0 -t kell megadni. A menetemelkedést csak tájékoztató méretként kell megadni – tehát zárójelben. A rugó külső átmérője helyett a belső átmérő is megadható attól függően, hogy szerkezeti szempontból melyik a lényegesebb méret.



1.4.8. ábra

Amennyiben a rugószál átmérőjét az előgyártmányra vonatkozó szabvány szerint a feliratmezőben megadjuk, akkor a rajzon nem kell beméretezni.

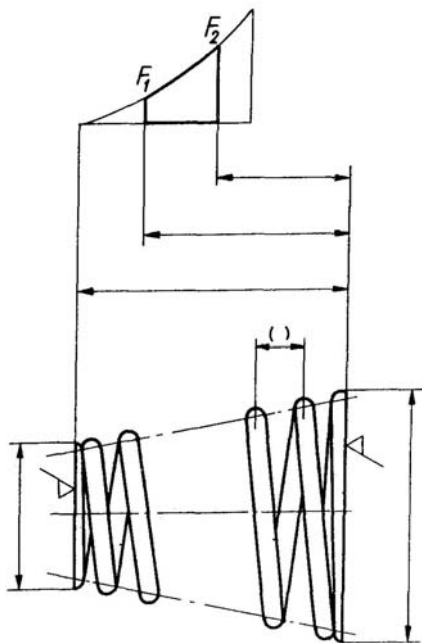
A rugó műhelyrajzát az adattáblázat egészíti ki, amelynek méretei, elhelyezése és a rovatok tartalma az 1.4.9. ábrán láthatók. A rugó fajtájától függően az adatok száma csökkenhet vagy növekedhet.



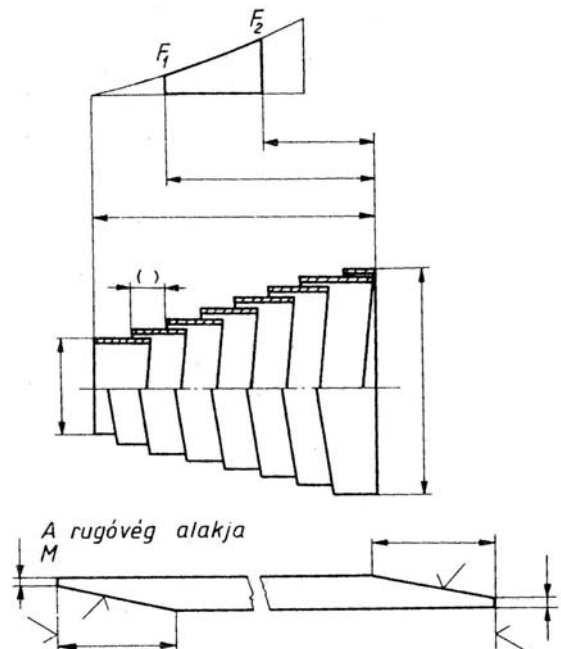
1.4.9. ábra

A húzórugó műhelyrajzán a fülek pontos kialakítását meg kell rajzolni. A rugómene-
tek rajza ugyanúgy egyszerűsíthető, mint a nyomórugó rajzán.

A zárt végű, körszelvényű, kúpos nyomórugó műhelyrajza az 1.4.10. ábrán, a négy-
szögszelvényű, kúpos nyomórugó rajza pedig az 1.4.11. ábrán látható.

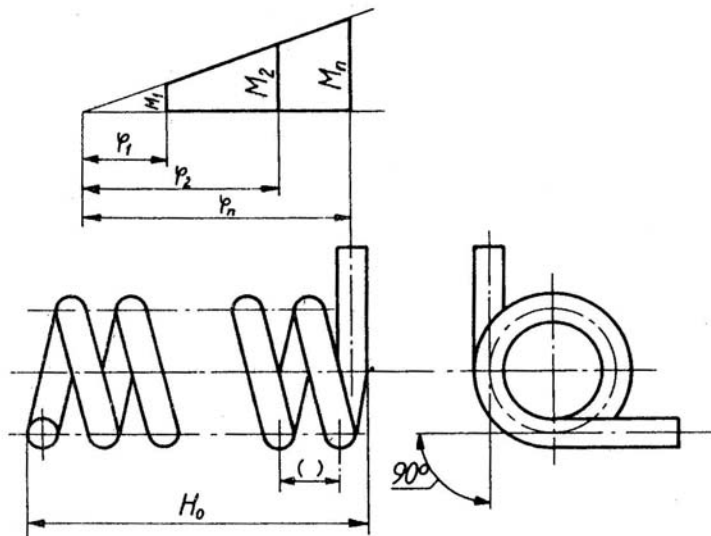


1.4.10. ábra



1.4.11. ábra

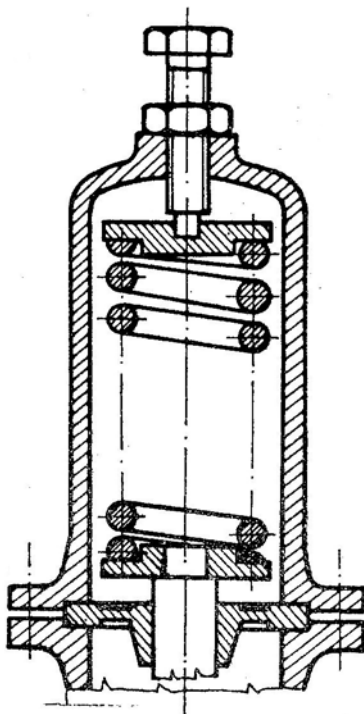
Az 1.4.12. ábrán a forgatórugó műhelyrajzát rajzoltuk meg. Itt a rugódiagram a nyo-
maték és elforgatási szögösszefüggését adja meg (megrajzolható poláris koordiná-
rendszerben is).



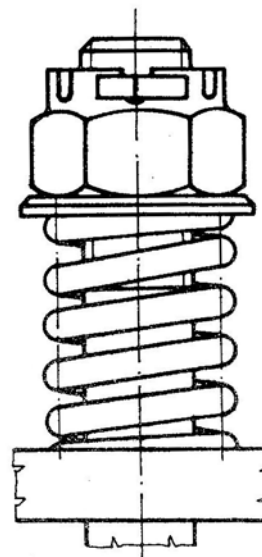
1.4.12. ábra

A rugók műhelyrajzát szabályozó szabványban egyéb, ritkábban előforduló rugók műhelyrajza is megtalálható (spirálrugó, tányérrugó, lemezrugó), ezekre itt nem térünk ki.

Összeállítási rajzon a rugókat metszetben rajzoljuk, ha a többi alkatrész is metszetben van ábrázolva (1.4.13. ábra); és nézetben, ha a többi alkatrész is nézetben van (1.4.14. ábra.)



1.4.13. ábra



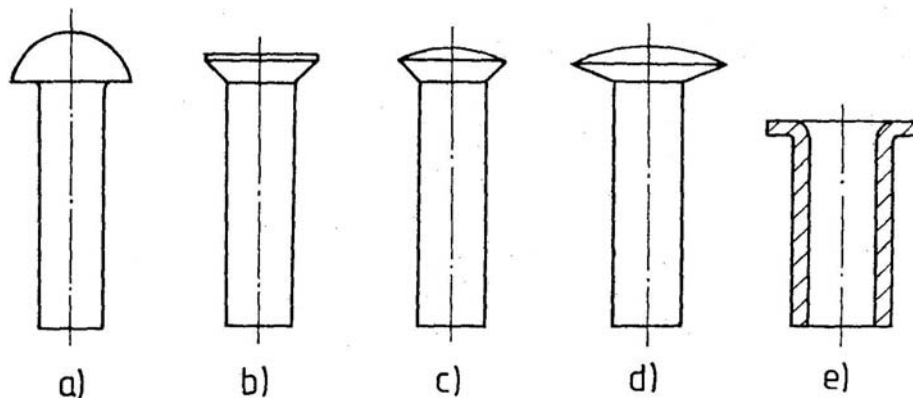
1.4.14. ábra

1.5. Szegecsek, szegecskötések ábrázolása

A szegecsek nem oldható kötések megvalósítására alkalmas gépelemek. Felhasználási területük szerint három csoportba sorolhatók:

- csak erőhatással szemben kell szilárdságot adni (vasszerkezetek szegecskötése);
- a szilárdságon kívül a tömör zárást is létre kell hozni (tartályok, kazánok szegecs-kötése);
- csak tömör zárást kell megvalósítani (ez a tömítő szegecselés).

A szegecsek leggyakoribb típusai az 1.5.1. ábrán láthatók. A szegecseket, mint tömör hengeres elemeket nem szabad vonalkézni!



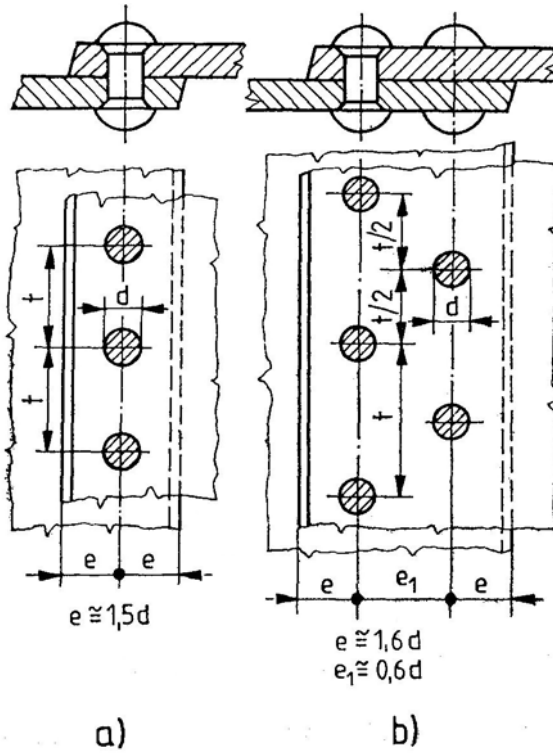
a) félgömbfejű; b) süllyesztettfejű; c) lencsefejű; d) lemezszegecselő szegecs e) csőszegecs

1.5.1. ábra

A szegecselés elvégezhető kézzel vagy géppel. A gépi szegecselés nagyobb termelékenységet, egyenletesebb, megbízhatóbb kötést hoz létre. A szegecselőgépek rendszerint sűrített levegővel működtetett kalapácsok vagy folyadéknyomással működő sajtolók.

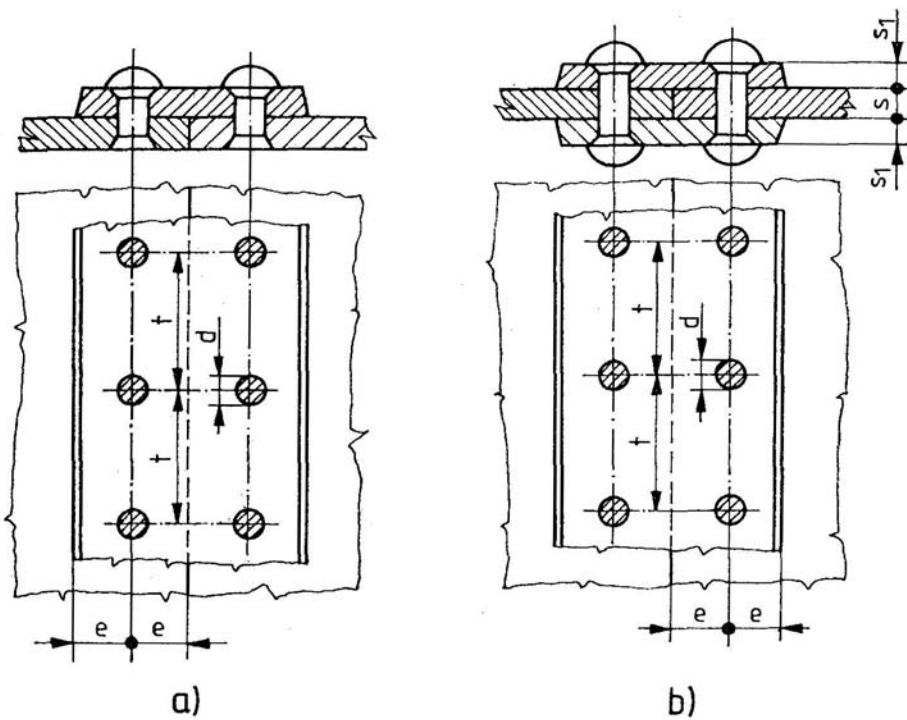
Az összekötendő alkatrészek elhelyezkedése szerint az átlapolt, egyhevederes és a kéthevederes szegecskötések fordulnak elő leggyakrabban.

Átlapolt a szegecskötés, ha a két lemezt egymásra helyezve szegecseljük össze. A szegecseket a mechanikai szempontok figyelembevételével helyezhetjük egy vagy több sorba. Az 1.5.2/a. ábrán félgömbfejű, egysoros, az 1.5.2/b. ábrán kétsoros, átlapolt szegecskötést látunk. Kétsoros szegecseléskor a két sort $t/2$ osztással eltolják egymáshoz képest.



1.5.2. ábra

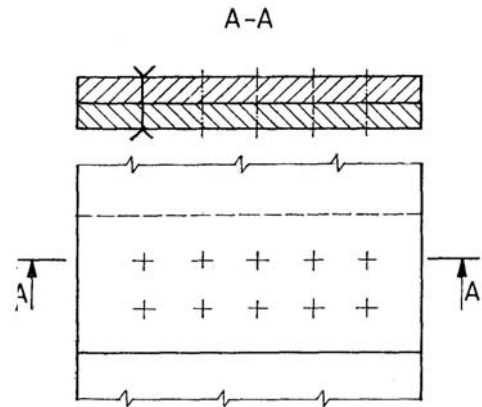
Ha a lemezek igénybevétele nagyobb, hevederkötést alkalmazunk. Ilyenkor az egy síkban, egymás mellé helyezett lemezvégeket egyik vagy mindkét oldalukon a rájuk helyezett hevederekkel együtt szegecseljük össze. Az 1.5.3/a hevederes szegecskötést mutatunk be, az 1.5.3/b. ábrán pedig egysoros, kéthevederes szegecskötés látható.



1.5.3. ábra

Egy heveder esetén a lemezanyag és a heveder vastagsága egyezik. Két heveder esetén általában a heveder vastagsága (s_1) kisebb lehet: $s_1 = 0,8 s$.

A szegecskötések jelképesen is ábrázolhatók, elsősorban az összeállítási rajzokon. A szegecselt kötések jelképeit az 1.6. táblázatban foglaltuk össze. A jelképek vastagsága az összeállítási rajz szerinti vastag vonal másfélszerese. Az összeállítási rajzon az azonos fajtájú szegecskötéseket egy helyen nézetben vagy metszetben jelképével lehet ábrázolni, a többi helyen csak a szegecskek középvonalát kell megrajzolni (1.5.4. ábra). A szegecs hossz tengelyére merőleges vetületben a szegecskek helyét vékony vonallal rajzolt kis keresztrel kell jelölni.



1.5.4. ábra

Szegecselt kötések jelképes ábrázolása
(az MSZ 23 006—83 szerint)

A kötés ábrázolása	A kötés jelképes ábrázolása		A kötés ábrázolása	A kötés jelképes ábrázolása	
	metszetben	nézetben		metszetben	nézetben

1.6. táblázat

1.6. Hegesztések jelölése

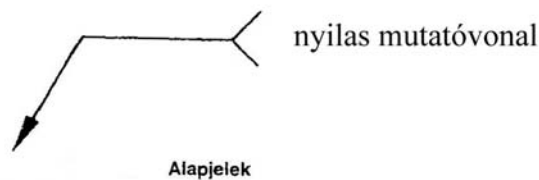
(Kivonat az MSZ EN 22533: 1998-as szabványból)

A hegesztési varratokat a műszaki rajzokra vonatkozó általános előírások szerint kell jelölni (nézetben vagy metszetben). A gyakori hegesztési varratokat egyszerűsítetten, e nemzetközi szabványban megadott rajzjelekkel célszerű ábrázolni.

A rajzjelekkel való ábrázolás alapjelekből áll, amelyet ki lehet bővíteni:

- kiegészítőjellel
- a méreteket megadó jellel
- kiegészítő utasításokkal

Az alapjelképeket az 1.7. táblázat adja meg. Önálló alapjelképe csak az egy oldalról készített varratoknak van.









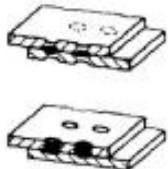

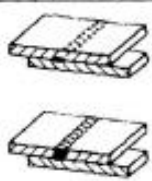









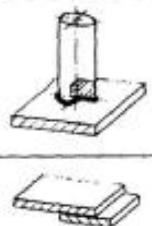







Alapjelek

Sor-szám	Megnevezés	Ábrázolás	Rajzjel
1.	Felperemezett lemezek közötti tompavarrat. ¹⁾ Peremvarrat (USA). (A varrat a peremkőzt kitölti.)		
2.	Egyoldali tompa I varrat		
3.	Egyoldali tompa V varrat		
4.	Egyoldali tompa 1/2 V varrat		
5.	Egyoldali tompa Y varrat		
6.	Egyoldali tompa 1/2 Y varrat		
7.	Egyoldali tompa U varrat párhuzamos vagy lejtős (ferde) oldalakhoz		

(A táblázat folytatódik)









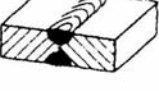

1.7. táblázat

Sor-szám	Megnevezés	Ábrázolás	Rajzjel
8.	Egyoldali tompa J (1/2 U) varrat		
9.	Gyökutánhegesztett tompavarrat. Hátoldali varrat		
10.	Sarokvarrat		
11.	Horonyvarrat		
12.	Ponthegesztés, pontvarrat		
13.	Vonalhegesztés, vonalvarrat		
14.	Meredekfalú tompa V varrat		
15.	Meredekfalú tompa 1/2 V varrat		
16.	Hornokvarrat		
17.	Felrakó hegesztés		
18.	Varrat a felületen		
19.	Ferde varrat		
20.	Hajlogatott varrat		

1.07. táblázat folytatása

A két oldalról hegesztett kötés jelképét az egy oldalról készített kötés jelképének tükröképes megismétlésével (1.8. táblázat), a nem szimmetrikus kétoldalas varratot összetett jelképpel kell képezni.







Az alapjelek kombinációi szimmetrikus varratokhoz

Megnevezés	Ábrázolás	Rajzjel
Kettős V varrat (X varrat)		
Kettős 1/2 V varrat		
Kettős Y varrat széles gyökfelülettel		
Kettős 1/2 Y varrat		
Kettős U varrat		

1.8. táblázat

Az alapjeleket ki lehet egészíteni olyan további, javasolt rajzjelekkel, amelyek a hegesztési varrat külső alakját (felületét) jelképezik. (1.9. táblázat). A kiegészítőjel hiánya azt jelenti, hogy nem szükséges pontosan megadni a varrat külső alakját.

Kiegészítőjelek

A varratfelület alakja	Rajzjel
a) sík (általában lemnunkált)	
b) domború	
c) homorú	
d) varratátmenet éles sarok nélkül	
e) olvadó betéttel	
f) alátét alkalmazásával	

1.9. táblázat

Alap- és kiegészítőjelek együttes alkalmazására az 1.10. táblázat tartalmaz példákat.

Példák a kiegészítőjelek alkalmazására

Megnevezés	Ábrázolás	Rajzjel
Sík felületű tompavarrat		
Domború tompa kettős V varrat (X varrat)		
Homorú sarokvarrat		
Lemunkált gyökutánhegesztett V varrat		
Y varrat gyökutánhegesztéssel		
Sík felületű lemunkált V varrat		
Sarokvarrat éles átmenet nélkül		

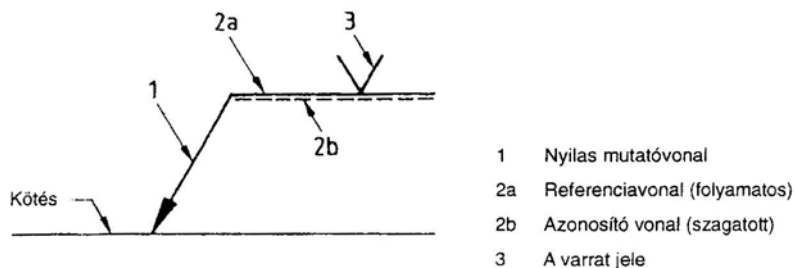
1) Az ISO 1302 szerinti jelölés, e jel helyett a $\sqrt{\quad}$ főjelet lehet alkalmazni.

1.10. táblázat

A hegesztés rajzjelét ki kell egészíteni méreteket tartalmazó információkkal, hogy

- a keresztmetszet méretei a jel bal oldalára,
- a hosszúság méretei a jel jobb oldalára kerüljenek.

Ha a jelet nem követi hosszúság, akkor a hegesztés a munkadarab teljes hosszában folyamatos. A jelképes előírás elemeit az 1.6.1. ábra mutatja (vékony vonalak).

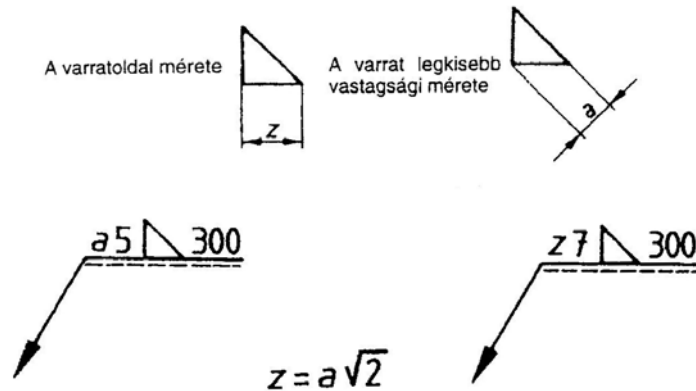


1.6.1. ábra

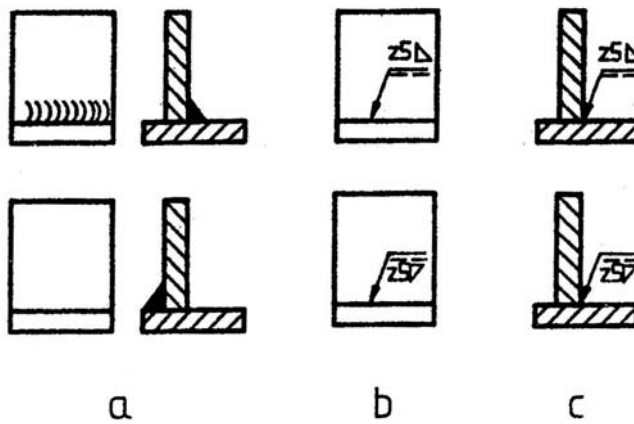
A szaggatott azonosító vonal a folyamatos vonal alatt és fölött is elhelyezhető.

Szimmetrikus varrat esetén a szaggatott vonal felesleges és elhagyható!

Sarokvarrat esetében a méretek megadására két módszer van (1.6.5. ábra). Ezért mindig a megfelelő számérték elé kell írni az „a” vagy „z” betűt.



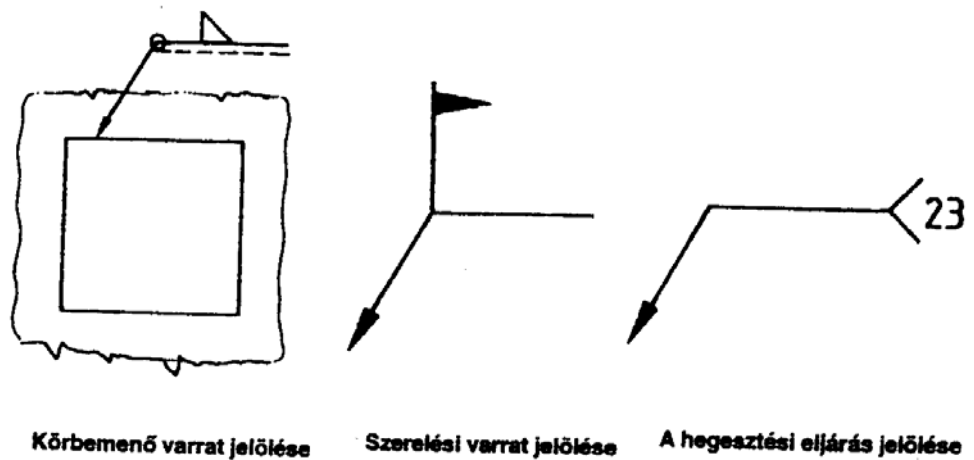
1.6.5. ábra



1.6.6. ábra

- a) a varrat teljes ábrázolása
- b) rajzzellel megadás nézeten
- c) rajzzellel megadás metszeten

A varrat jellemzőinek megadása további jeleket tehet szükségessé (1.6.7. ábra.)



1.6.7. ábra

A fő méretek értelmezésére mutat példákat az 1.11. táblázat.

A. 11. tábl

Megnevezés	Meghatározás	Rajzjel
Tompavarrat		s: az alkatrész felületétől a varrat alsó széléig mért távolság. Nem lehet több, mint a vékonyabb alkatrész vastagsága. V (6.2.1. és 6.2.2. szakasz)
		s (6.2.1. szakasz)
		s Y (6.2.1. szakasz)
Perem varrat tompahegesztései		s: a varrat felső és alsó síkja közötti távolság s (6.2.1. szakasz és az 1. táblázat lábjegyzete)
Folyamatos sarokvarrat		a: a varrat keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlő szárú háromszög alapjához tartozó magassága z: a varrat keresztmetszetébe írható legnagyobb egyenlő szárú háromszög szárhosszúsága. a z (6.2.1. és 6.2.3. szakasz)

1.11. táblázat

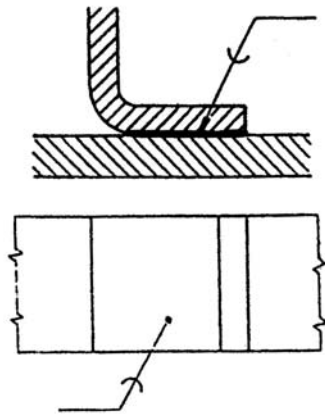
Szakaszos varratok méretmegadása látható az 1.12. táblázatban.

Megnevezés	Meghatározás	Rajzjel
Megszakításos (szakaszos) sarokvarrat		l: a varrat hossza (kráter nélkül) (e): a varratszakaszok közötti távolság n: a varratszakaszok száma a: z: a z n x l (e) z n x l (e) (6.2.3. szakasz)
Váltakozó oldalról megszakított (váltakozó szakaszos) sarokvarrat		a z n x l (e) z n x l (e)

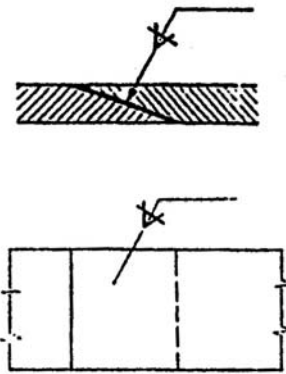
1.12. táblázat

1.7. Forrasztás, ragasztás jelölése

A forrasztott vagy ragasztott kötések nézeti vagy metszeti képen a kapcsolatot az elemek között kiemelt folytonos vonallal kell megrajzolni. A nyílban végződő mutatóvonalon helyezzük el a forrasztás, illetve a ragasztás jelképét. Az előzőek szerinti forrasztás ábrázolást az 1.7.1. ábra, a ragasztásét az 1.7.2. ábra mutatja.



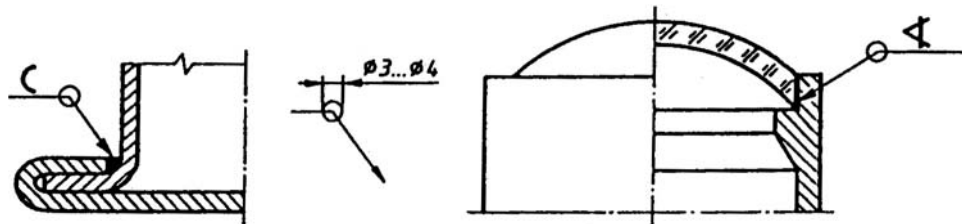
1.7.1. ábra



1.7.2. ábra

A forrasztó, illetve ragasztóanyag minőségét a darabjegyzékben vagy a műszaki követelményekben kell megadni. A rajzon a mutatóvonalon kell hivatkozni a műszaki követelmények megfelelő pontjára.

Kör alakú elemek forrasztásakor vagy ragasztásakor körjelzést is alkalmazhatunk, ekkor a kötés jelképe a mutatóvonal vízszintes szakaszára kerül (1.7.3.).



1.7.3. ábra

1.8. Gördülőcsapágyak ábrázolása

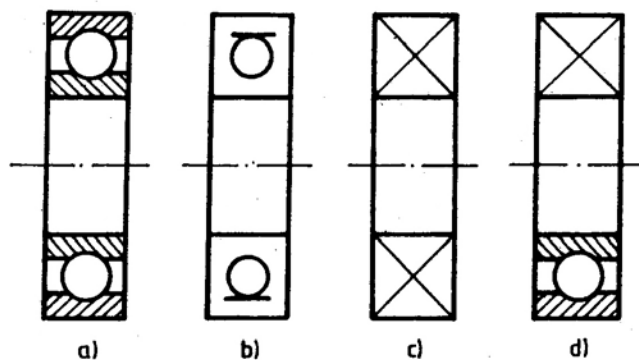
A gördülőcsapágyakat az alapján osztályozhatjuk, hogy milyen jellemző irányú erő felvételére alkalmasak. Ilyen alapon megkülönböztetünk: radiális (tengelyre merőleges az erő) és axiális (tengelyirányú az erő) csapágyakat. (Vannak csapágyak, amelyek mindkét irányú erő felvételére alkalmasak). Szokásos osztályozás még gördülőtestek alapján: golyóscsapágyak és görgőscsapágyak.

A gördülőcsapágyak általában négy fő részből állnak:

- külső gyűrű (vagy tárcsa)
- belső gyűrű (vagy tárcsa)
- gördülőttestek (egy vagy több sorban)
- kosár (a gördülőttestek összetartására)

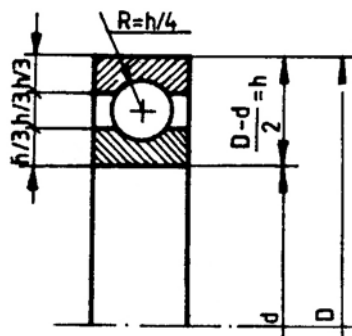
A csapágy-szelvény körvonalát mindenkor mérethelyesen kell megrajzolni vastag vonallal. Ebben a csapágy-szerkezet – a rajz rendeltetésétől függően – rajzolható:

- egyszerűsítve (1.8.1/a ábra)
- jelképesen (1.8.1/b ábra)
- egyezményes jelöléssel (1.8.1/c ábra)
- félig egyszerűsítetten, félig egyezményesen (1.8.1./d ábra)



1.8.1. ábra

Az 1.8.2. ábrán mélyhornyú golyóscsapágyat rajzoltunk meg, és a golyó kb. méreteit a szelvényhez képest arányosan. Ez más csapágyak esetén is értelemszerűen alkalmazható. Ha csapágykatalógusban erre vonatkozó adatok is vannak, akkor aszerint kell rajzolni.

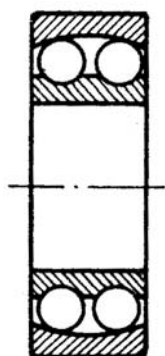


1.8.2. ábra

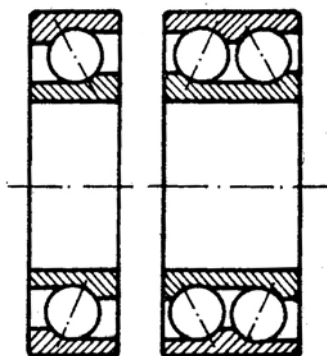
A továbbiakban néhány fontosabb gördülőcsapágy rajzát mutatjuk be.

Radiális gördülősapágycak

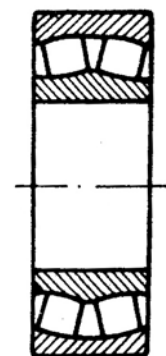
1.8.1.-2. ábra egysorú, mélyhornyú golyóscsapágy; 1.8.3. ábra beálló golyóscsapágy, 1.8.4. ábra ferdehatásvonalú, egy- ill. kétsorú golyóscsapágy, 1.8.5. ábra kétsorú beálló görgőscsapágy, 1.8.6. ábra egysorú hengergörgős csapágy, 1.8.7. ábra tégörgős csapágy, 1.8.8. ábra egysorú kúpörgős csapágy.



1.8.3. ábra



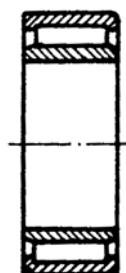
1.8.4. ábra



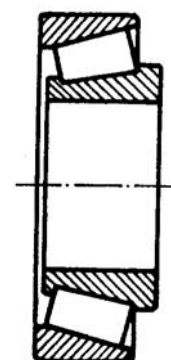
1.8.5. ábra



1.8.6. ábra



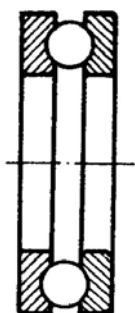
1.8.7. ábra



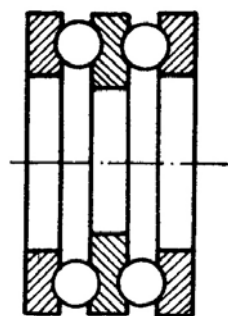
1.8.8. ábra

Axiális gördülősapágycak

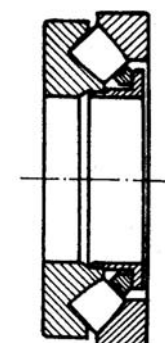
1.8.9. ábra egyfelé ható axiális golyóscsapágy; 1.8.10. ábra kétféle ható axiális golyóscsapágy; 1.8.11. ábra axiális beálló görgőscsapágy.



1.8.9. ábra



1.8.10. ábra



1.8.11. ábra

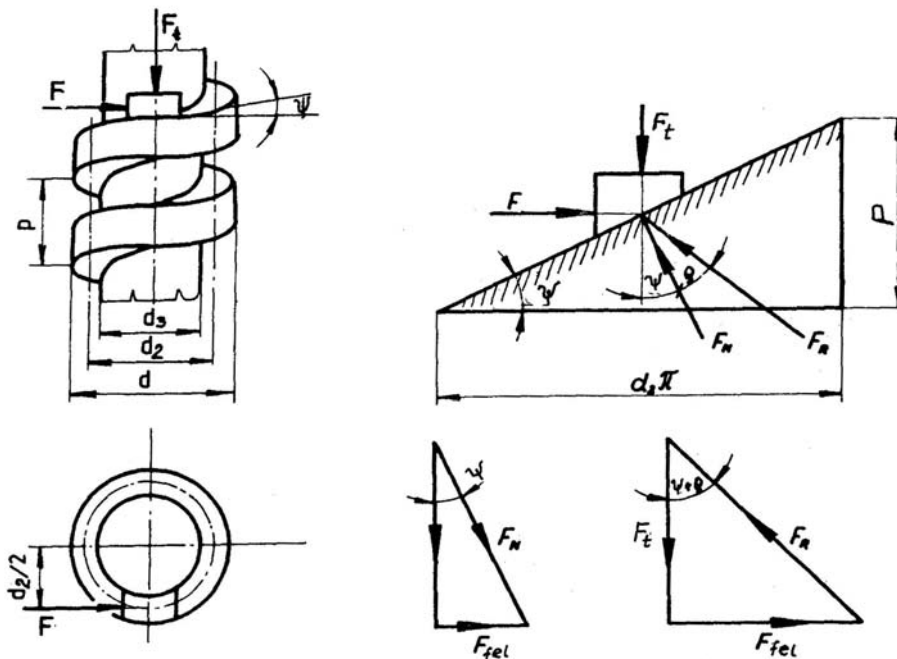
2. OLDHATÓ KÖTŐELEMEEK

2.1. Csavarkötések

A csavarmenet fajtáinak, ábrázolásuk és felhasználási területeik részletes ismertetése az 1.1. fejezetben található. E helyen a csavarmeneteken fellépő erőhatásokat és a csavarméretezéseket ismertetjük.

A csavarmeneteknél fellépő erőhatások és nyomatékok legegyszerűbb laposmenetű csavarmeneteken tanulmányozhatók.

A 2.1. ábrán laposmenetű orsó egy szakasza látható, a vele kapcsolódó anya kis darabjával. Tétélezzük fel, hogy az F_t tengelyirányú erő egy pontban koncentráltan hat (a valóságban természetesen a menetek felületén nagyjából egyenletesen elosztva). A közép-átmérőhöz tartozó csavarvonalat síkba terítjük, az erők egyensúlyát vizsgálhatjuk a 2.2. ábra szerint. Az ábra bal alsó részén a súrlódás nélküli (nem valós), jobb felén a súrlódásos (valós eset) vektorábrája látható



2.1. ábra

2.2. ábra

A test elmozdulásának határesetén fellépő legnagyobb súrlódó erő:

$$F_s = \mu F_N ;$$

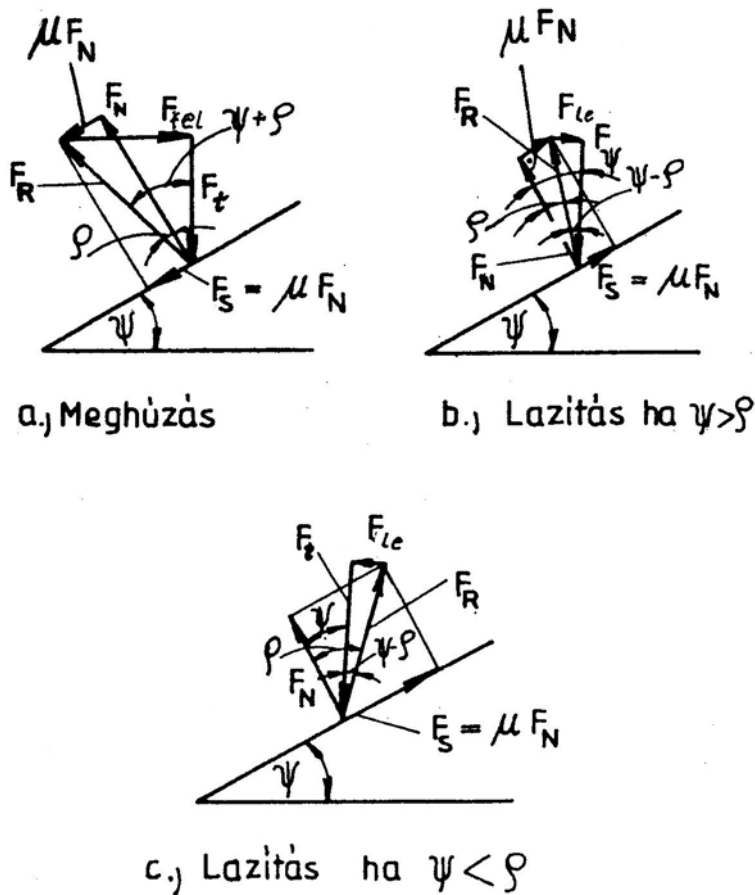
a súrlódási tényező pedig a súrlódási félkúpszöggel kifejezve:

$$\mu = \operatorname{tg} \rho$$

A 2.3/a. jelű egyensúlyi vektorábra a meghúzás esetére érvényes.

$$F_{fel} = F_t \cdot \operatorname{tg}(\psi + \rho), \text{ ill. nyomaték } M_{fel} = F_t \cdot \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi + \rho)$$

Lefelé mozgatóskor a súrlódási erő értelme ellentétes és ennek megfelelően módosul a vektorábra. A 2.3/b. ábrarészleten $\psi > \rho$ (nem önzáró) esetén a lefelé csúszás megakadályozására erőt kell kifejteni, a 2.3/c. szerint $\psi < \rho$; önzárás áll fenn, ilyenkor a test csak külön erő hatására csúszik le. Önzárás határán $\psi = \rho$. A csavaroktól majdnem mindig önzárást kívánunk meg, hogy a csavarkötések önmaguktól ne lazuljanak meg, mozgató orsók pedig a terhelés hatására ne jöjjenek mozgásba.



2.3. ábra

Tehát lazítás esetére:

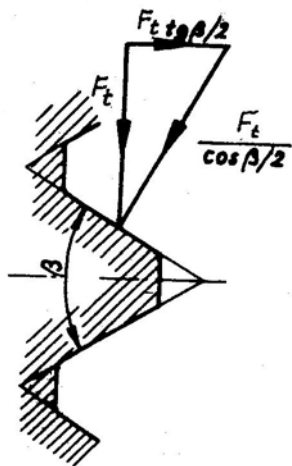
$$F_{le} = F_t \cdot \operatorname{tg}(\psi - \rho), \text{ illetve a nyomaték } M_{le} = F_t \cdot \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi - \rho)$$

Élesmenetű csavarok esetén a β profilszög miatt (2.4. ábra) a tengelyirányú erő

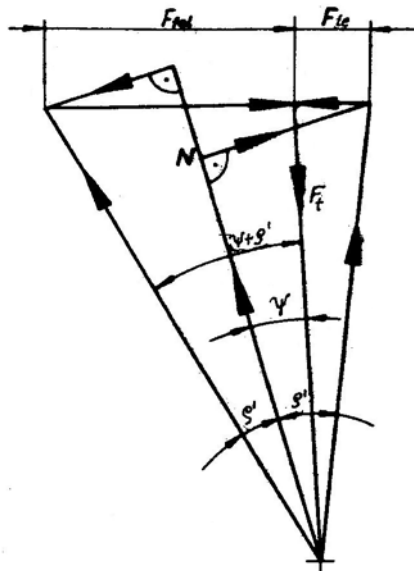
$\frac{F_t}{\cos \beta / 2}$ nagyságúra növekszik, ennek következtében a súrlódási tényező látszólag

$\mu' = \frac{\mu}{\cos \beta/2}$ értékére nő. Ilyenkor a fenti képletekbe ρ helyére $\rho' = \rho + \mu'$

alapján. Az erőjátékot szemléletesen mutatja a 2.5. ábra, amely önzáró csavarra mind a meghúzás, mind az oldás erőviszonyait tartalmazza.



2.4. ábra



2.5. ábra

Csavarkötések meghúzásakor a csavarkulccsal kifejtendő összes nyomaték:

$$M_{kulcs} = M_{csavar} + M_{alátét} = F_t \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi + \rho') + F_t \mu_a \frac{d_a}{2},$$

ahol d_a az anya súrlódó felületének közepes átmérője, $\mu_a \approx 0,11 \dots 0,22$ az anya és az alátét közötti súrlódási tényező (a bevonattól és a kenéstől függően).

2.1.1. Csavarkötések méretezése nyugvó terhelés esetén

A csavarkötés igénybevételének meghatározásához azt az idealizált állapotot feltételezzük, hogy az egyetlen menetre eső terhelő erő F_t/z , ahol z az erőátvitelben résztvevő menetele száma. E feltétel fenntartásával a kötőcsavarok igénybevételei a következők:

- Az orsó magkeresztmetszetét húzás (nyomás) terheli, amelyhez terhelés alatti meghúzásakor hozzáadódik a csavarás.
- A menet felületi nyomás is terheli (ezzel számítjuk ki a szükséges z menetszámot). Orsó-anya kapcsolatnál mindig a gyengébb anyaggal számolunk.
- A csavarfejnél a fő igénybevétel a nyírás (ezzel számítjuk a szükséges fejmagasságot), de esetenként ellenőrizni kell hajlításra és a felfekvő felületet nyomásra.

Kötőcsavarok méretezésénél négy esetet különböztetünk meg:

1. **Az anyát terheletlenül csak felcsavarják és csak ezután lép fel a hosszirányú terhelés** (pl. daruhorog felfüggesztése). Ilyenkor csak tiszta húzás lép fel, erre méretezzük.

$$\sigma_h = \frac{F_t}{A_3} = \frac{F_t}{\frac{d_3^2 \pi}{4}} \leq \sigma_{hmg}$$

ahol d_3 a menet magátmérője.

Pontosabb számításoknál az ún. „feszültségi keresztmetszettel” (A_s) számolunk:

$$A_s = \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

2. **A csavarkötést a hosszirányú erőhatás működése alatt kell meghúzni.**

Ekkor a csavart húzóigénybevételén kívül csavarás is terheli. Az orsót tehát összetett igénybevétel terheli, σ_h húzó és τ_{cs} csavaró feszültség. Ebből redukált feszültséget kell számítani a Huber-Mises elmélet szerint:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_h^2 + 3\tau_{cs}^2} \leq \sigma_{hmg}$$

Amennyiben egy métermenet emelkedési szöge $\psi < 6^0$ akkor nem szükséges a fenti számítást elvégezni, hanem elég átlagos értékekkel számolni. Feltételezve $\mu = 0,16$ értéket ebből $\rho' = 10,5^0$; a menetemelkedési szög $\psi = 2,16^0$ továbbá $d_2 = 1,3 d_3$. Így a csavar meghúzásához szükséges nyomaték:

$$M_{cs} = F_t \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\psi + \rho') = F_t \frac{d_2}{2} (2,16^0 + 10,5^0) = 0,112 d_2 F_t$$

A csavarásból származó feszültség:

$$\tau_{cs} = \frac{M_{cs}}{K_p} = \frac{0,112 d_2 F_t}{d_3^3 \cdot \pi / 16} = 0,47 \frac{F_t}{d_3^2 \cdot \pi / 4} = 0,47 \sigma_h$$

Ezt a redukált feszültség (H.M.H) képletébe behelyettesítve

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_h^2 + 3 \cdot 0,47^2 \sigma_h^2} = 1,32 \sigma_h$$

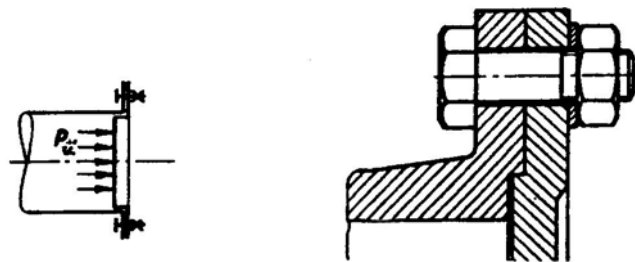
Tehát csavarás hatására az orsóban 32 %-kal növekszik meg a feszültség. Ezt az összefüggést használjuk fel arra, hogy az orsót tiszta húzásra méretezzük úgy, hogy a csavart terhelő erőt (F_t) 30-40 %-kal megnöveljük.

3. **A csavarkötést szorosan meg kell húzni, tehát előfeszítjük.** A meghúzási nyomaték, valamint a meneteken és a felfekvő felületek közötti súrlódás általában nem ismert. Tehát az előfeszítésből származó igénybevételt pontosan nem tudjuk, viszont a meghúzás után fellépő hasznos üzemi terhelést igen. Ezért a méretezést erre végezzük el. Így az egyszerűsített méretezésnél csak az üzemi terhelőerőt vesszük számításba, az előfeszítésből származó igénybevételt pedig úgy, hogy a megengedhető feszültséget csökkentjük. A méretezési képlet tehát:

$$\sigma_h = \frac{F_{ii}}{A_s} \leq \sigma_{h\text{meg}} \quad \text{ahol } F_{ii} - \text{üzemi terhelés}$$

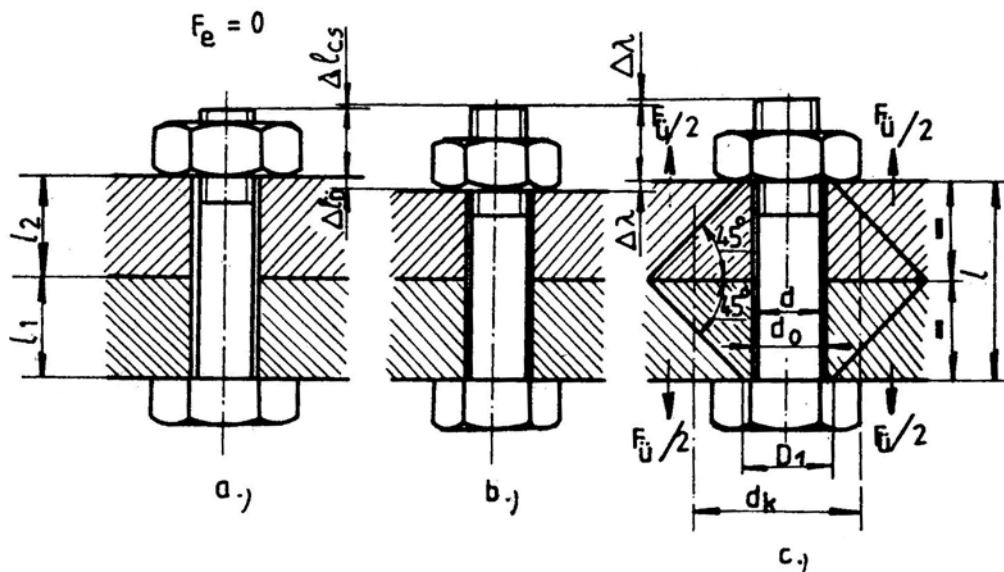
A $\sigma_{h\text{meg}}$ értékeit a szakirodalom megadja.

4. **A csavarkötést szereléskor ismert meghúzó erővel előfeszítik és utána lép fel az állandó nagyságú F_{ii} üzemi erő**, pl. egy tartály bűvónyílását vagy csővéget lezáró síkfedél (2.6. ábra jelképesen és konstrukciós változatban ábrázolja).



2.6. ábra

Az anya meghúzásakor mindkét lemez összenyomódik, (Δl_0), a csavar pedig megnyúlik (Δl_{cs}) (2.7./b. ábra szerint).

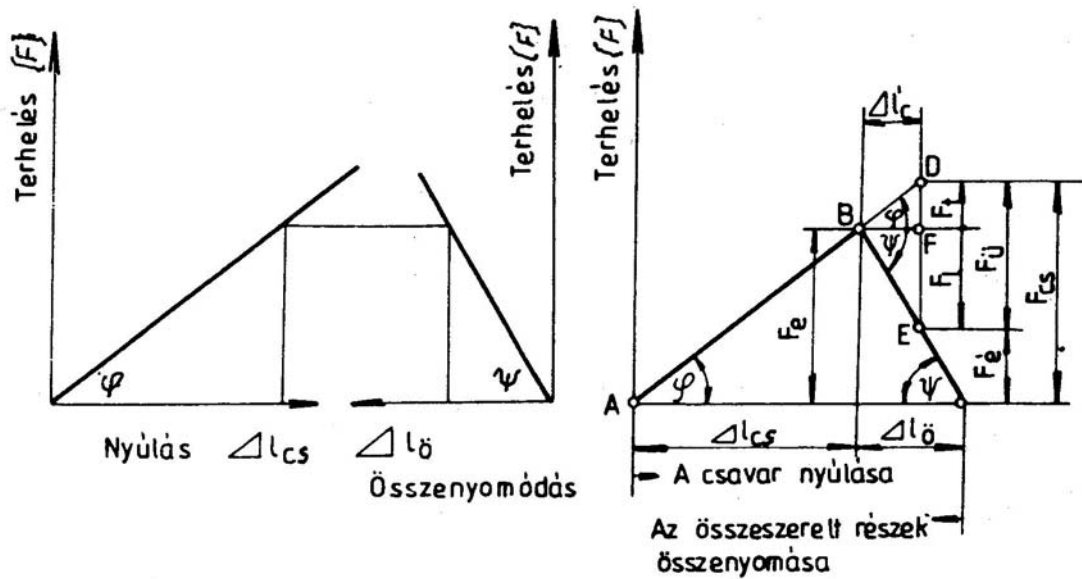


2.7. ábra

ahol: Δl_{cs} – a csavarorsó megnyúlása

$\Delta l_{\ddot{o}}$ – a karima (lemezek) összenyomódása.

Ha az erőhatás által előidézett feszültség a folyóshatár alatt marad, akkor a deformációk a HOOKE-törvény értelmében a terheléssel lineárisan változnak. A közös előfeszítő erő (F_e) alapján a két ábra egyberajzolható, mely ábrát a csavarkötés erőhatás ábrájának nevezük. (2.8. ábra).



2.8. ábra

Az erőhatás ábra megszerkesztéséhez ismernünk kell a φ és ψ szöveget. Az ábra alapján:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{F_e}{\Delta l_{cs}} = C_{cs} \quad \text{ill.} \quad \operatorname{tg} \psi = \frac{F_0}{\Delta l_{\ddot{o}}} = C_{\ddot{o}}$$

ahol C_{cs} a csavarszár, $C_{\ddot{o}}$ pedig az összefogatott részek rugómerevsége.

A csavar rugómerevsége számítható a szilárdságtanból ismert összefüggésekből. Állandó keresztmetszet esetén:

$$\Delta l = \frac{F \cdot l}{AE} \quad \text{alapján} \quad C_{cs} = \frac{F}{\Delta l_{cs}} = \frac{A_{cs} \cdot E_{cs}}{l}$$

ahol A_{cs} – a csavar keresztmetszete

E_{cs} – a csavar anyagának rugalmassági tényezője.

Az összefogott lemezek rugómerevsége a fentiekhez hasonlóan

$$C_{\ddot{o}} = \frac{F}{\Delta l_{\ddot{o}}} = \frac{A_l \cdot E_l}{l}$$

A lemez A_l keresztmetszetének meghatározása 2.7./c ábra alapján történik, számítási képleteit a szakirodalom részletesen tárgyalja.

A 2.8. ábrából látható, hogy az üzem közben fellépő $F_{\ddot{u}}$ erő nem növeli meg a csavart terhelő erőt $F_e + F_{\ddot{u}}$ nagyságúra, mert bár az üzemi terhelés hatására a csavar tovább nyúlik, de eközben az összeszorított elemek (lemezek) részben terhermentesülnek, így az előfeszítő erő $F_e' - re$ csökken. Ehhez járul az üzemi erő ($F_{\ddot{u}}$), így e kettő összege adja a csavart terhelő összes (F_{cs}) erőt, amelyre szilárdságilag (húzásra) méretezni kell a csavart:

$$F_{cs} = F_{\ddot{u}} + F_e$$

A szilárdsági méretezésen túlmenően biztosítani kell, hogy az összeszorított részekben üzem közben is legyen egy minimális összeszorító erő, mivel a külső terhelés csökkenti azt $F_e' - re$. Ezért biztosítani kell, hogy a tényleges előfeszítés

$$F_e \cong 1,2 F_{kr}$$

legyen

ahol

$$F_{kr} = F_{\ddot{u}} \frac{\gamma}{1 + \gamma}$$

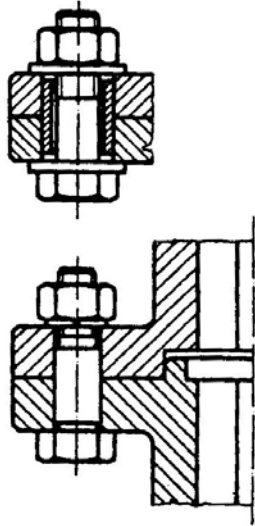
továbbá az ún. alakváltozási arány: $\gamma = \frac{S_{\ddot{o}}}{S_{cs}} = \frac{tg \psi}{tg \varphi}$

Csavarorsók nyíró igénybevétele

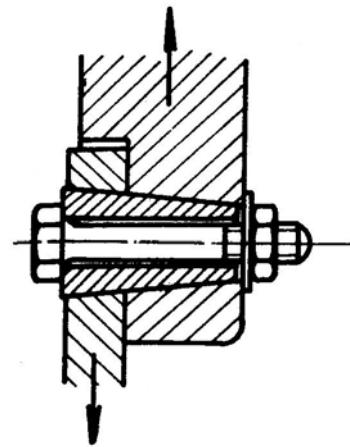
Csavarkötések tervezésénél az előzőkön túlmenően méretezési szempont a csavarok nyíró igénybevétele is (acélszerkezetek, tengelykapcsolók stb.).

Ilyenek tervezésekor alapvető elv, hogy a csavarorsó menetes részét nyíróerő nem terhelheti!

Emiatt vagy illesztő csavart kell alkalmazni általában H7/k6 illesztéssel, vagy hengeres tehermentesítő hüvelyt (2.9. ábra). További lehetőség kúpos tehermentesítő hüvely alkalmazása (2.10. ábra)



2.9. ábra



2.10. ábra

Csavar fejmagasságának számítása

A csavarfej a csavarorsó húzóigénybevétele hatására nyíróigénybevételt szenved a 2.11. ábra szerint, így

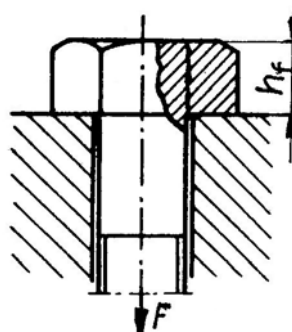
$$\tau_{ny} = 1,5 \frac{F}{A} = \frac{1,5 \cdot F}{d \cdot \pi \cdot h_f} \leq \tau_{nymeg}$$

határesetben: $F = F$

$$\tau_{nymeg} = \frac{d_3^4 \pi}{4} \cdot \sigma_{hmeg} \cdot \frac{1,5}{d \cdot \pi \cdot h_f}$$

azaz

$$h_f = \frac{1,5}{4\pi} \left[\frac{d_3}{d} \right]^2 \frac{\sigma_{hmeg}}{\tau_{nymeg}}$$



2.11. ábra

Ha $d_3/d \approx 0,8$ és acélra $\sigma_{hmeg} \approx 2\tau_{nymeg}$, akkor $h_f \approx 0,5d$. A szabvány biztonságból $h_f = 0,7d$ -t ír elő.

2.1.2. Fárasztó húzóigénybevételnek kitett csavarkötés méretezése

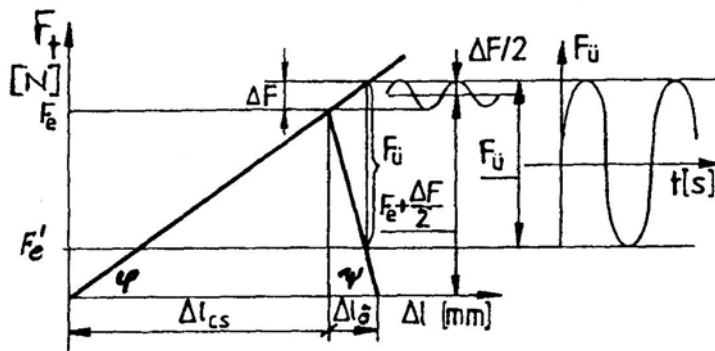
A változó terhelésnek kitett kötések előfeszített kötések, ezért méretezésükkor az erőhatásábrából kell kiindulni (2.8. ábra). Ilyen például a belsőégésű motorok hengerfejcsavarja, továbbá nyomás alatt álló henger, vagy tartályfedelelet leszorító csavar. Ezeknél a csavar nagy dinamikus erőhatást vesz fel, és előfeszítve építik be (a tömítést össze kell szorítani szereléskor). Az $F_{\bar{u}}$ üzemi terhelés nem nyugvó, hanem váltakozó, lüktető.

Az előfeszített csavarkötés a váltakozó igénybevétel jellegét is megváltoztatja (2.12. ábra) úgy, hogy a lengőfeszültség amplitúdója csökken (alsó határát az F_e előfeszítő erő szabja meg).

A csavar szárában az erő váltakozása úgy fogható fel, mintha az erő egy közepes erő $F_e + \Delta F/2$ amplitúdójával lengene. Ha ezen erőket a csavarszár keresztmetszetével (A_0) osztjuk, a csavarban uralkodó feszültségeket kapjuk meg:

$$\text{Közepes feszültség: } \sigma_m = \frac{F_e + \Delta F / 2}{A_0},$$

$$\text{Váltakozó feszültség: } \sigma_a = \frac{\Delta F / 2}{A_0} \quad (\text{feszültség amplitúdó})$$

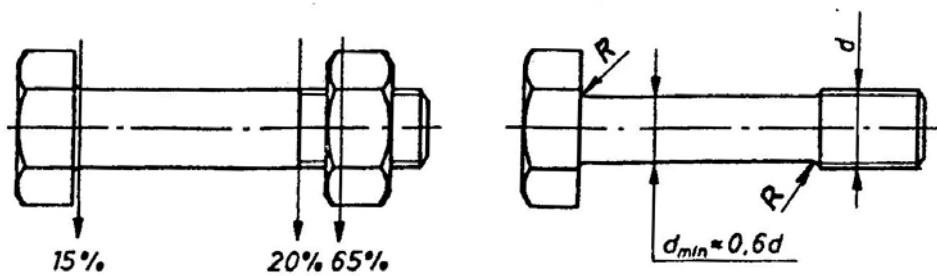


2.12. ábra

A különböző szilárdságú anyagokból készült csavarkötések esetén egy megadott közepesfeszültség (előfeszítés) mellett addig növelték az amplitúdót, amíg a csavar elszakadt, ezt a feszültséget lengőszilárdságnak nevezzük. A váltakozó feszültség ezt az értéket nem érheti el. Az erőhatás ábrán (2.12. ábra) jól látható, hogy a nagy váltakozó üzemi terhelés ($F_{\bar{u}}$) csavart terhelő váltakozó része (ΔF) erősen lecsökkent. Ez a hatás fokozható nagy nyúlóképességű (gyengített szárkéretű) csavarral, amelynél a φ szög kisebb.

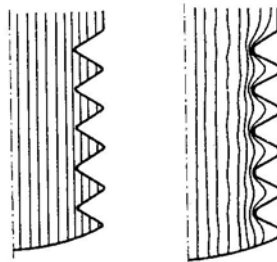
Csavarkialakítások fárasztó igénybevétel esetén

A csavar kritikus része az első „teherhordó” menet, a menet vége és a fej-szár átmenet. Ez látható a 2.13. ábra baloldalán, ami egy szabványos normál csavart ábrázol, jelölve a törési helyek %-os megoszlását, amit az ilyen csavarok fárasztása során mértek. Ezért fárasztó igénybevétel esetén a 2.13. ábra jobb oldalán látható gyengített szárkeresztmetű csavar alkalmazása célszerű, amelynél a fej alatt, valamint a menet kezdetén nagy lekerekítési sugarak vannak.



2.13. ábra

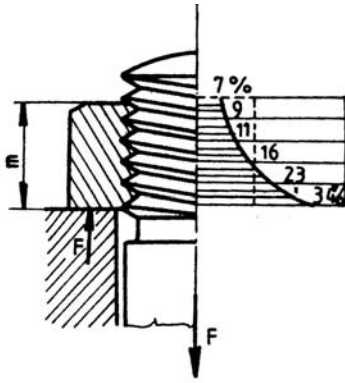
Vágott menet helyett mángorolt vagy hengerelt menetet célszerű használni. Ez utóbbinál a szálelrendeződés sokkal kedvezőbb fáradás szempontjából, mert a „szálak” nincsenek átvágva. A szálelrendeződést vágott, ill. mángorolt menet esetén a 2.14. ábra mutatja.



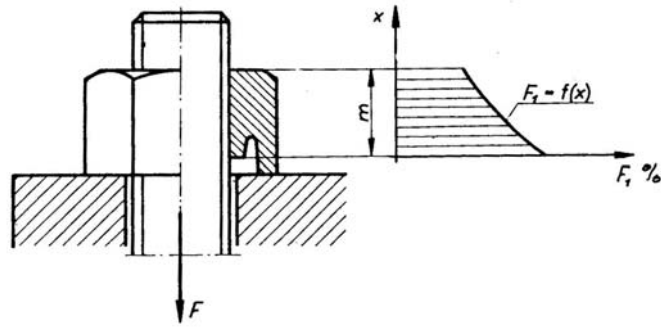
2.14. ábra

A tapasztalatok szerint az ismétlődő igénybevételű csavarok törései leggyakrabban az első terhelt menetnél következnek be. A 2.15. ábrán látható szabványos anya használatkor kialakuló valóságos terheléseloszlás. Ezen látható, hogy az alsó menetek túlterheltek.

A menetek terheléseloszlását lényegesen egyenletesebbé tehetjük az anya merevségének csökkentésével. Ez számos megoldással megvalósítható, ezek közül egy látható a 2.16. ábrán, ahol tehermentesítő beszúrás látható. Ez csak nagyobb anyáknál valósítható meg.



2.15. ábra



2.16. ábra

2.2. Mozgató orsók

A mozgatócsavarok méretezésekor a minimális magátmérőt az összetett igénybevétel redukált feszültségéből állapítjuk meg (húzás, vagy nyomás + csavarás):

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_h^2 + 3\tau_{cs}^2} \leq \sigma_{meg},$$

ahol

$$\sigma_h = \frac{F_t}{d_3^2 \cdot \pi / 4} \quad \text{és} \quad \tau_{cs} = \frac{M_{cs}}{d_3^3 \cdot \pi / 16}$$

Figyelembe véve, hogy:

$$M_{cs} = M_{fel} = (d_2 / 2) F_t \operatorname{tg}(\psi + \rho')$$

$$d_{3min} = \sqrt{\frac{1,27 F_t \sqrt{1 + 2 \left(\frac{d_2}{d_3} \right)^2 \operatorname{tg}^2(\psi + \rho')}}{\sigma_{meg}}}$$

ahol a $d_2/d_3 \cong 1,28 \dots 1,02$ között vehető fel, a növekvő méretek függvényében

$\sigma_{meg} = \sigma_{húzó\ meg}$ vagy $\sigma_{nyomó\ meg}$ az igénybevételtől függően.

A szükséges anyamagasságot, az általában gyengébb szerkezeti anyagú anya megengedett felületi nyomása (p_{meg}) alapján határozzuk meg a 2.17. ábra jelölésének figyelembevételével.

$$h_a = zP,$$

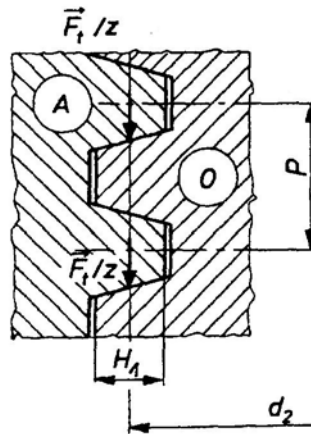
$$h_{a\min} = \frac{F_t}{d_2 \cdot \pi \cdot H_1 \cdot p_{meg}} P$$

ahol h_a – anyamagasság;

z - menetek száma;

P – menetemelkedés.

A mozgató csavarorsót ellenőrizni kell kihajlásra.



2.17. ábra

Az orsót forgató nyomaték:

$$M_{\text{összes}} = M_{\text{menet}} + M_{\text{alátét}} = (d_2 / 2) F_t \operatorname{tg}(\psi + \rho') + (d_a / 2) \mu F_t,$$

ahol d_a az anya vagy orsó súrlódó felületének közepes átmérője.

Szabványos anya-orsó kapcsolat esetén a menetek közötti egyenlőtlen terheléeloszlás, valamint a szorulás veszélye miatt nem célszerű 12 menetnél nagyobb anyát készíteni.

2.3. Tengelykötések

Az oldható kötések egyik külön csoportját képezik az ún. tengelykötések. E kötésekkel erősítjük fel a tengelyekre a különböző tárcsákat (szíjtárcsa, tengelykapcsolófél, fogaskerék). A nyomatékátadás történhet alakzárással, erőzárással vagy előfeszítés utáni alakzárással.

2.3.1. Alakzáró tengely-agy kötések

E kötéseknel a nyomatékátadás tiszta alakzárással történik. Mivel a tengellyel együtt-forgó tárcsák axiális irányba el tudnak mozdulni, ezért az axiális irányú helyzetet helyzetbiztosító elemekkel kell biztosítani.

2.3.2. Reteszkötések

A tengelykötés leggyakoribb formája a reteszkötés. A tengelyre az agyat befeszítés nélkül szerelik fel, a retesz az agy hornyában sugárirányú játékkal helyezkedik el. A reteszkötés tiszta alakzáró kötés, az erőátvitel a retesz és a horony oldalfelületén nyomással történik. Az a kötés csak akkor alkalmazható eredményesen, ha az erő iránya állan-

dó. Változó irányú erő esetén a retesz és agyban lévő horony laza játékkal való illeszkedése (D10/h9) miatt a retesz könnyen kiverődik. A hornyokat az agyba általában vésik vagy üregelik, míg a tengelybe ujjmaróval vagy tárcsamaróval készítik.

A retesz síklapú hasáb, egyes fajtáknál a homloklap félhenger. A horonnyal érintkező oldallapok palástnyomásnak, az erre merőleges középsíkban a retesz nyírásnak van kitéve.

A különböző típusú reteszek, ezek számára a horonykialakítások, valamint a fontosabb reteszkötések 1.2.2. fejezetben találkozik.

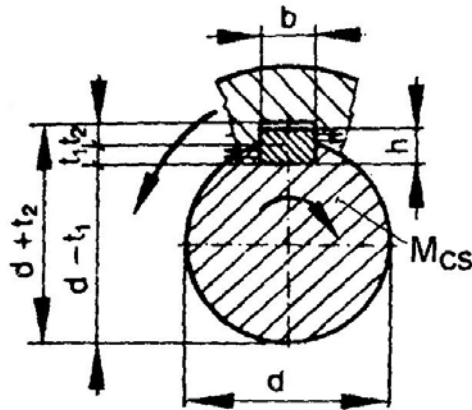
A fészkes és hornyos reteszkötések főleg ott kerülnek felhasználásra, ahol fontos az agy centrikus felfogása (pl. fogaskerekek, gyorsan forgó tárcsák). Szokás a reteszt párosával a tengelyen átellenesen elhelyezni, főleg vékonyfalú agyagnál, csőtengelyen. Az ilyen elrendezés dinamikusan jobban kiegyensúlyozott és nagyobb nyomaték is vihető át. A retesz készülhet a normáltól eltérő magassággal „alacsony”, illetve „magas” reteszként.

Az íves retesz alkalmazása akkor célszerű, ha beépítési hely szűke miatt rövid aggyal kell kisebb csavarónyomatékot átvinni. Hátránya a kötésnek, hogy az íves reteszhorony igen mély, ezért tengelyt szilárdságilag gyengíti.

A siklóreteszt akkor használják, ha a tengelyen az agyat (pl. fogaskeréktömb vagy tengelykapcsolófél) elcsúsztathatóan kell elhelyezni. Nagyobb nyomaték átvitelére, kisebb szerkezeti hossz elérése mellett a siklóreteszt célszerű párosan beépíteni. A siklóretesz egy vagy két lépcsős furattal rendelkezik, hogy a tengelyhez lehessen rögzíteni (nehogy a centrifugális erő kiemelje a horonyból). A középső menetes furatot a retesz horonyból való kiemelésnél, kiszerezésénél használják.

Az összes reteszkötésnél az agy külön tengelyirányú támasztást (tengelyváll, rögzítőgyűrű) és rögzítést igényel, mivel az agy és retesz, valamint az agy és tengely általában lazán illeszkednek, így könnyen elmozdulhatnak.

A reteszkötésnél a retesz oldalfelületei (2.18. ábra) a horony oldalfelületein fekszenek fel és azokon palástnyomás keletkezik. A palástnyomás közelítőleg a következő összefüggéssel számítható, ha a retesz l_1 hosszban támaszkodik a horony oldalfelületéhez.



2.18. ábra

$$p = \frac{M_{cs} / d / 2}{(h - t_1) \cdot l_1}$$

A $p \leq p_{meg}$ feltételből a retesz szükséges, tényleges terhelésátadó l_1 hossza kiszámítható:

$$l_1 = \frac{2M_{cs}}{d \cdot (h - t_1) p_{meg}}$$

Fézskes retesznél a teljes hossz: $L = l_1 + b$

Hornyos retesznél a teljes hossz: $L = l_1$.

A megengedett felületi nyomás általában az agy anyagától függ. Szokásos értékei lüktető terhelés esetén:

öntöttvas agyra	$p_{meg} = 36 \text{ MPa}$
acél agyra	$p_{meg} = 90 \dots 100 \text{ MPa}$
könnyűfém agyra	$p_{meg} = 30 \text{ MPa}$

Ha az l_1 és így az agy hossza is túlzottan nagyra adódik, két egymástól 120° -ra elhelyezkedő retesz is alkalmazható.

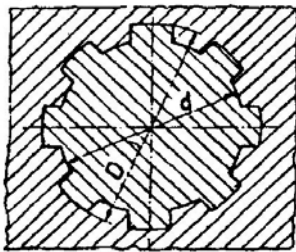
Ha a konstrukciót is figyelembe véve, a számítással túlzottan rövid retesz adódna, kisebb szilárdságú (kisebb palástnyomás!) anyagot választva, hosszabb retesz adódik.

Gyakran alkalmazunk reteszkötést akkor is, ha egy erőzáró kötés biztonságát növelni akarjuk.

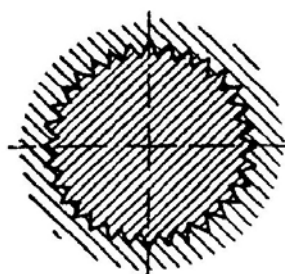
2.3.3. Bordás tengelykötések

Nagyobb nyomaték átvitelekor, ha tengelyirányú elcsúsztatás megvalósítására is szükséges bordás tengelyt használnak, melynél a tengelyre a reteszhez hasonló több bordát készítünk. Ennek a tengelynek az előnye az, hogy a nyomatékátvitel közelítőleg egyenletes az egész tengely kerületén.

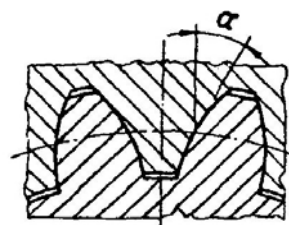
A bordák leggyakrabban párhuzamos oldallapokkal készülnek. E tengelyeket egyenes profilú bordástengelyeknek nevezzük és főleg gépkocsik sebességváltó műveiben használják (2.19. ábra). Elterjedten használják a barázda fogazatú bordástengelyeket is, amelyeknél a fog oldalfelülete nem párhuzamos, hanem ék alakú. Az ilyen tengelyt ékfogazatú bordás tengelynek is nevezik (2.20. ábra). A nagy fogszám miatt a tengely és az agy között finom beállítást tesznek lehetővé, így főként tengelyirányban nem mozgó kötésekhez, emelővillák, lengőkarok felerősítésére használják. A fog oldalfelülete készülhet nem egyenes, hanem evolvens profillal is. A 2.21. ábrán evolvens bordázat kapcsolódása látható. Az ilyen bordástengelyt ott alkalmazzák, ahol a mozgó alkatrész jobb kenést igényel. E tengelykötés szilárdságilag kedvezőbb, mint az egyenes profilú kötés, az oldalfelületen való vezetés miatt változó nyomaték felvételére kiválóan alkalmas.



2.19. ábra



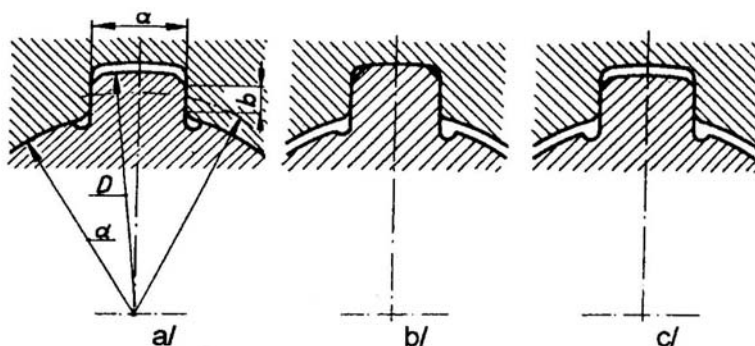
2.20. ábra



2.21. ábra

Az egyenes fogprofilú, párhuzamos oldalú bordástengelyeket 3 féle módon lehet megvezetni, központosítani (2.22. ábra).

- a belső átmérő (d) mentén (legkönnyebb megmunkálni),
- a külső átmérő (D) mentén,
- a fogak oldalfelületén (lökésszerű vagy változó nyomatékok esetén).



2.22. ábra

A bordástengely méretezése

Miután a tengely szükséges d átmérőjét (csavarásból, hajlításból) meghatároztuk, ellenőrizni kell a bordák felületét palástnyomásra. A 2.23. ábra jelöléseivel:

$$M_{cs} \leq r_m b l z \varphi p_{meg},$$

ahol:

l – a bordás agy hossza,

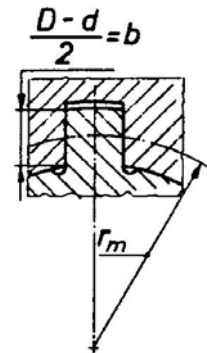
b - a bordák működő magassága,

z – a bordák száma,

r_m – a borda működő magasságával számított közepes sugár

ψ - a bordák egyenlőtlen teherviselése miatti tényező

$$\psi = 0,75 \approx 0,9$$



2.23. ábra

Az egyéb tengelykötés típusok a Gépszerkezettan tárgyban kerülnek ismertetésre.

3. NEM OLDHATÓ KÖTÉSEK

3.1. Hegesztett kötések

3.1.1. Hegesztett kötésekről általában

A hegesztés során az összekötendő alkatrészek és a hegesztőanyag megolvadnak és így kohéziós kapcsolat jön létre. A különféle hegesztési eljárások az elmúlt évtizedekben egyre jobban kiszorították a szegecselést.

A hegesztett kapcsolat előnyei:

- a folyamatos kötésmód miatt az erő továbbítása egyenletes, nem lépnek fel feszültségcsúcsok.
- az illesztendő anyagoknál a hegesztés nem okoz keresztmetszet-gyengítést,
- acélanyag megtakarítás érhető el (nincs külön kötőelem és keresztmetszet gyengítés)
- hegesztett szerkezetnél nincs szükség külön közvetítő kapcsolóelemre (pl. a gerinclemezes szegecselt tartónál szükség van övszögacélokra, hegesztett tartónál erre nincs szükség)
- a hegesztett szerkezet gyártása egyszerűbb, lényegesen kevesebb munkafázist igényel a gyártás. Elmarad az előrajzolás, fúrás, összefúrás, szegecselés.

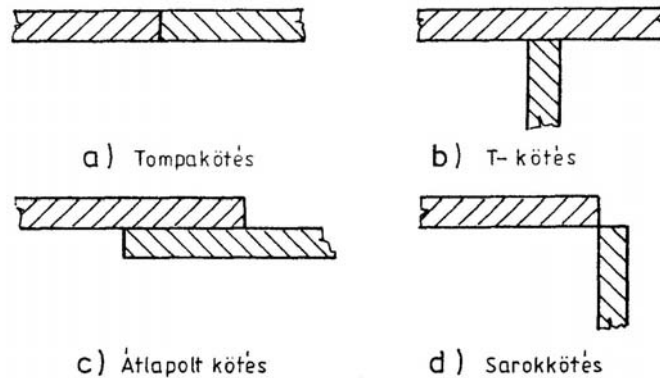
Számos előnye mellett vannak hátrányai:

- a hegesztésnél csak hegeszthető acélanyag alkalmazható,
- kézi hegesztés esetén a hegesztett szerkezet jósága nagymértékben függ a hegesztő szakmunkás gondos, szakszerű munkavégzésétől,
- a hegesztés előtt az éleket megfelelően le kell munkálni, rozsdátlanítani kell,
- a hegesztett szerkezet – a hőbevitel miatt – hajlamos az elhúzóadásra.

A hegesztett acélszerkezet legfontosabb kötőeleme a varrat. A kötőelemek közül talán a hegesztett varrat a legsokoldalúbb, a legváltozatosabb kötések kialakítását teszi lehetővé és messzemenően szabad kezet biztosít a tervezőnek a szerkezet kialakításában.

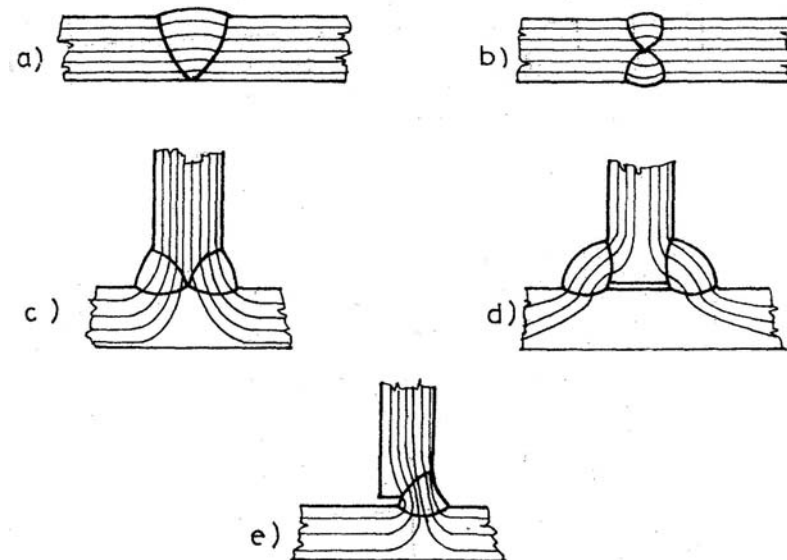
3.1.2. Hegesztett kötések és varratok fajtái

A hegesztett acélszerkezetek szokásos kötési az összekötendő elemek egymáshoz viszonyított helyzete.



3.1. ábra

Az alapesetek közül a legfontosabb és erőátvitel szempontjából a legjobb, a tompakötés. Az egymással tompán illeszkedő elemek összekapcsolására a tompavarratok szolgálnak. A megfelelő minőségű tompavarrattal elkészített kötés keresztmetszete közel azonos a szelvény keresztmetszetével, így az erővonalak szabad és iránytörésmentes átfutását teszi lehetővé az egyik szerkezeti elemről a másikra (3.2. ábrák). Ezért az ismétlődő igénybevételeknek és dinamikus hatásoknak kitett szerkezetekben, ahol csak lehet, tompavarratot kell alkalmazni.



3.2. ábra

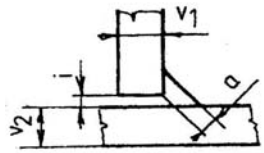
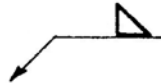
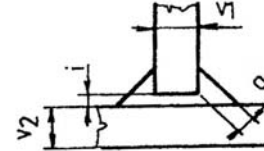
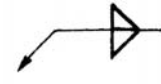
Minőségi sorrendben a tompa kötés után a merőleges bekötés vagy T-kötés következik. Az ilyen kötések K-varrattal vagy sarokvarrattal készülhetnek. A K-varratos kötés (3.2.c. ábra) kedvezőbb, mint a sarokvarratos (4.2.d. ábra), mert a sarokvarratokban az

erővonalak csak kettős iránytörés révén tudnak az egyik elemből a másikba áthaladni, emellett mindig marad légrés a csatlakozó elemek között, melyet az erővonalaknak meg kell kerülniök. Különösen megzavarja az erővonalak menetét a $\frac{1}{2}$ K vagy az egyoldalas sarokvarrat (3.2.e. ábra). Ezen kívül még az elhúzóadás veszélye is fennáll, ami feszültségnövelő hatású.

Az acélszerkezeteknél használatos tompavarratok fajtáit és fő méreteit, valamint a K és $\frac{1}{2}$ K varratok jellemző méreteit a 3.1. táblázat, míg a sarokvarratokét a 3.2. táblázat tartalmazza.

3.1. táblázat

A varrat neve	Lemezvastagság (mm)	Metszet a varraton át	A varrat jele	Főbb méretek mm-ben	A hegesztés módja
I varrat	3-6			$i \leq \frac{v}{2}$ $c_{max} = 1-2$	Egy oldalról hegesztve Két oldalról hegesztve
V varrat	6-14 Kivételesen 20			$\alpha = 50-70^\circ$ $i = 1-2$ $k = 0-2$ $c = 1-2$	Egy oldalról hegesztve Gyök után hegesztve
$\frac{1}{2}$ V varrat	6-12			$\alpha = 50-55^\circ$ $i = 0-2$ $k = 0-2$	Egy oldalról hegesztve Gyök után hegesztve
X varrat	$v \geq 12$			$\alpha = 50-70^\circ$ $i = 2-3$ $c = 0,1v$	Két oldalról hegesztve
U varrat	$v \geq 20$			$\alpha = 70^\circ$ $i = 2-3$ $R \approx 7$ $k = 2-3$ $c = 0,1v$	Egy oldalról hegesztve Gyök után hegesztve
$\frac{1}{2}$ K varrat	$v \leq 12$			$\alpha = 50-55^\circ$ $k = 2$ $i = 1-2$	Egy oldalról hegesztve
K varrat	$v \leq 12$			$\alpha = 50-55^\circ$ $i = 0-2$	Két oldalról hegesztve

Varrat neve	Metszet a varraton át	A varrat jele	Főbb méretek mm-ben
Sarokvarrat			A varrat „a” mérete a kapcsolandó lemez (v_1) függvényében
Kettős sarokvarrat			$a = (0,5 \dots 1) v_1$ Általában $i \approx 0$

Az egymáson fekvő, egymással párhuzamos elemek között létesített átlapolt kötések az erőt csak az erővonalak jelentős megzavarásával képesek közvetíteni. Legtöbbször sarokvarrattal kapcsoljuk őket, de készülhetnek lyuk-, horony-, vagy résvarrattal. Az átlapolt kötések sarokvarratait az erő irányához viszonyított helyzetük szerint is szokás megkülönböztetni. Eszerint, ha a varrat hossz tengelye az erő irányára merőleges, homlokvarratnak, ha hossz tengelye az erő irányával párhuzamos, oldalvarratnak nevezzük. A homlokvarrat húzó- és nyomóerők átadását, míg az oldalvarrat a nyíróerők felvételét biztosítja. Külön-külön és együtt is alkalmazhatjuk őket, de teherbírásuk nem összegződik, amire a varratszámításnál ügyelni kell.

A sarokkötések erőátadási viszonyai az átlapolt kötéseknél is kedvezőtlenebbek, ezért csak erőtanilag alárendelt helyen (fűző jelleggel, kisebb nyíró igénybevétel esetén) alkalmazhatók.

3.1.3. A varratok vizsgálata és minősége

A varrathibák képezik az alapját a varratok minőségi osztályba való sorolásának. A minőségi osztályokra vonatkozó előírásokat az MSZ 6442 tartalmazza. A tompa- és sarokvarratokat e szerint IA, I, II, III minőségi osztályba soroljuk.

A varratvizsgálat legegyszerűbb módja a szemrevételezés, amely szabad szemmel vagy nagyítóval történhet. A jó varrat felülete sima, repedésmentes, kiálló dudorokat nem tartalmaz, illetve csak minimális mértékben tartalmazhat. A varrat átmenete az alapanyagba fokozatos legyen, nem fordulhatnak elő beolvadási hibák. A heganyagban salakzárvány, légbuborék, repedés ne legyen. A varrat mérete egyezzen meg a terv szerinti mérettel. A varrat szilárdsága, - amely legalább meg kell egyezzen az alapanyag szilárdságával-, mechanikai vizsgálatokkal ellenőrizhető.

A varratok belsejét roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatokkal lehet ellenőrizni, az utóbbiak lehetnek:

- mágneses repedésvizsgálat,
- ultrahangos vizsgálat.

3.1.4. A hegesztett kapcsolatok szerkesztési elvei

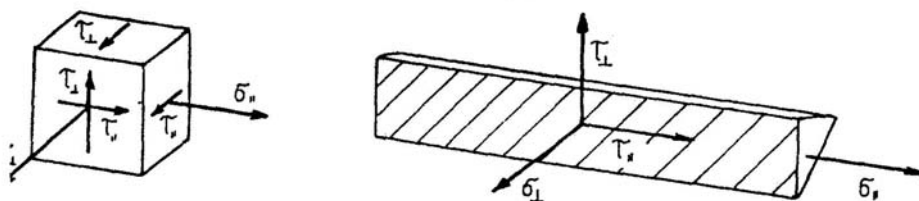
A szerkezetet mindig a legkisebb anyagfelhasználással és a legkevesebb varratmennyiséggel, az előírt szilárdsági követelményt kielégítve kell elkészíteni. Célszerű a következő szerkesztési irányelveket figyelembe venni:

- A hegesztési varrat lehetőleg a kisebb igénybevételű részen legyen, ne a legnagyobb terhelésű helyen.
- A hegesztési varrat csak akkora keresztmetszetű legyen, amekkorára szükség van. Sokszor célszerű acélöntvényel, vagy kovácsolt darabbal kombinálni a hegesztett szerkezetet.
- Szilárdságilag kedvezőbb a tompavarrat. A sarokvarrat gazdaságosabb lehet, mert elmarad az előzetes lemunkálás (leélezés stb.). A hevederes, átlapolt kötés nem olyan kedvező, mint a tompavarratos kapcsolat.
- Célszerűbb a hosszú, vékony varrat, előnyös az önmagában záródó folytonos varrat.
- Az oldalvarrat kedvezőbb, mint a homlokvarrat.
- A varratokat csak jó megközelíthető helyre szabad tervezni. A rosszul beolvadt varrat szilárdsága, feszültséggyűjtő hatása miatt, kisebb.
- A varratot készítés közben nem célszerű megszakítani, mert az újraindítás feszültséggyűjtő helyet ad.
- A csomólemezeket, saroklemezeket ne hegyes szögben vágjuk le, mert mindezek beégési helyek, így szilárdságilag gyengébbek.
- Varratvég-kráterek, beégési helyek lemunkálással lehetőleg eltávolítandók.
- A tompavarratot gyökhegeszteni kell váltakozó dinamikus erőhatás esetén. A varratnak tehát mindkét oldalról hozzáférhetőnek kell lennie.
- A hegesztési varrat ne zavarja a gondosan megmunkált vagy illesztett felületet.
- Hajlítóiigénybevétel esetén a varrat gyöke a nyomott részre kerüljön, mert a gyökben feszültségcsúcs alakul ki és ez a húzott részen kedvezőtlenebb.

- A hegesztett szerkezet darabjait lemezből, idomacélokból kell kivágni, célszerű lemezkiszabási tervet készíteni. Törekedni kell a minél kedvezőbb hulladéokra.
- Kerülni kell a hirtelen keresztmetszet-változásokat, az éles szögleteket, amelyek hegesztett szerkezetekben különösen veszélyesek a fáradási érzékenység miatt. Lehetőleg egyforma vastagságú anyagokat hegesszünk össze. Különböző vastagságú lemezekben átmenetet kell kialakítani.
- Egy pontban legfeljebb két varrat találkozhat, mert a többszöri beolvadás miatt ez a hely szilárdságilag kedvezőtlen. Célszerű a varratokat három varrat esetén eltolni egymástól.
- A hegesztett szerkezetek az öntött, vagy kovácsolt darabokhoz képest általában rugalmasabbak. Sokszor merev szerkezet szükséges, ezt zárt tartókkal, megfelelő merevítéssel érjük el.
- Rezgéscsillapítás szempontjából is kedvezőtlenebb a hegesztett szerkezet az öntött vagy kovácsolt kivitelhez képest.

3.1.5. Hegesztett kapcsolatok méretezése

A számítást a rugalmas állapotra vonatkozó elemi szilárdságtan képleteivel végezzük, ezek a tervezői gyakorlat számára legtöbb esetben kielégítőek. A varratokban csak a varrat tengelyével párhuzamos és arra merőleges normál- és nyírófeszültségeket vesszük figyelembe (3.3. ábra) az MSZ 15024/1 előírásai szerint.



3.3. ábra

Mivel a nyírófeszültségek párosával lépnek fel, megállapodunk abban, hogy merőlegesként kezeljük a nyírófeszültséget, ha a feszültségpár mindkét tagja merőleges, párhuzamosként, ha az egyik párhuzamos, a másik merőleges a varrat hossz tengelyére.

A varratban fellépő feszültség nagyságát döntően befolyásolja a varrat hasznos keresztmetszetének nagysága. A varrat hasznos méreteit a kötésben résztvevő elemek vastagsága, a varrat készítési módja és a varratvégek kialakítása határozza meg.

Különböző vastagságú elemek kapcsolásánál a varrat hasznos vastagságának (a varratméret) megállapításánál a vékonyabbik elem vastagsági méretéből indulunk ki, figyelembe véve a varrat készítési módját. Eszerint a gyökutánhegesztéssel készített tompavarratot és a teljes keresztmetszetű kétoldalról készített varratot (pl. X vagy K varrat) teljes értékű teherhordó keresztmetszetnek tekintjük:

$$a = v_{\min}$$

A gyökutánhegesztés nélküli tompavarratok és a nem teljes keresztmetszetű kétoldalról készített varratoknál teljes összeolvadásra nem számíthatunk, ezért hasznos varratvastagságukat csak csökkentett értékkel vehetjük figyelembe:

$$l_h = l - 2\delta$$

értékkel vehetjük figyelembe, ahol az l a varrat tényleges hossza, míg a δ krátergyengítés értéke a varratméret értékével, vagy 10 mm-rel egyenlő.

A hegesztési varratra általában az erőhatások egyidejűleg jelentkeznek és azok együttes hatását is figyelembe kell venni, oly módon, hogy az igénybevételből származó feszültségek együttes hatását egy összehasonlító (redukált) feszültség σ_r számításával határozzuk meg. A legkedvezőtlenebb összetett hatás megállapítása helyett megengedett az egyes összetevők legkedvezőtlenebb értékével egyidejű esetek vizsgálata. A varrat teherbírása szempontjából megfelelő, ha kielégíti a

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 2 \cdot \tau_{\perp}^2 + 2 \cdot \tau^2} \leq \sigma_{vH}$$

feltételt. A képletben σ_{vH} a varratnak a 3.3. táblázatban megadott határfeszültsége, míg σ_{\perp} ; τ_{\perp} ; τ a varratban fellépő feszültségösszetevők.

Amennyiben $\sigma_{\perp} = 0$, akkor az előbbieken megadott feltételek azonosak a

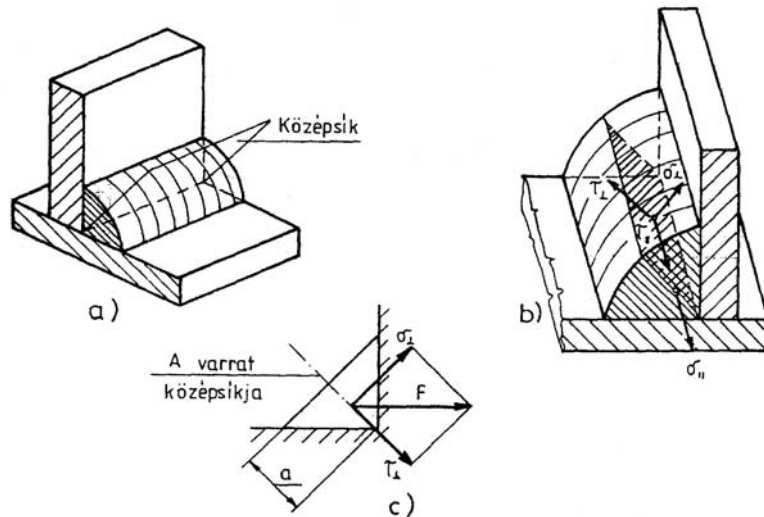
$$\tau_r \leq \frac{\sigma_{vH}}{\sqrt{2}} = \tau_{vH}$$

feltétellel, ahol τ_{vH} a varratnak a 3.3 táblázatban megadott nyírási határfeszültsége.

3.3. táblázat

A varrat fajtája	A határfeszültség				
	Jellege	Jele	37	45	52
Bármely varrat			jelű szilárdsági csoportra [MPa]		
	összehasonlító	σ_{vH}	200	240	280
	nyírás	τ_{vH}	141	170	198
Homlok sarokvarrat	nyírás	τ_{vH}	163	196	229

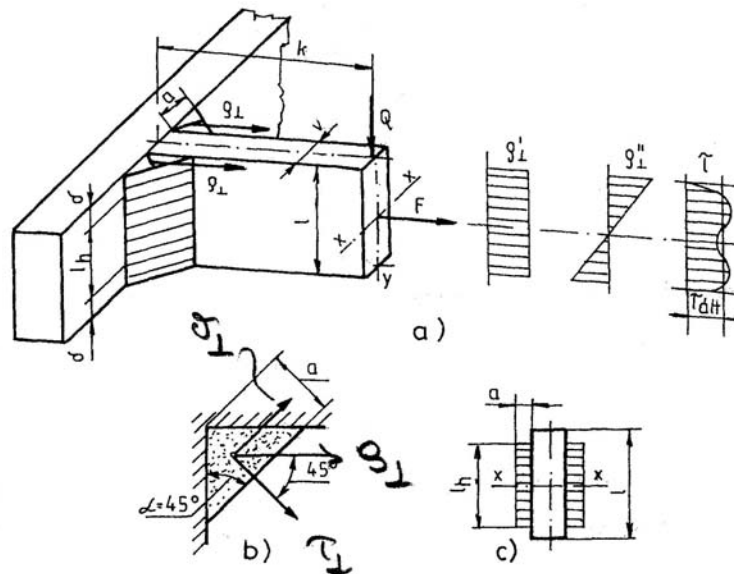
A sarokvarratok teherbírásának igazolásakor a feszültségösszetevőket a varrat elméleti hasznos keresztmetszetének síkjára (középsík) kell vonatkoztatni. (3.4.a. ábra) A feszültségösszetevők jelölésénél a varrat hossz tengelyéhez viszonyított irányokat kell feltüntetni (3.4.b. ábra).



3.4. ábra

A húzó-nyomó, illetve a hajlítógénybevitelből a varratban, a varrat középsíkjával $\sim 45^\circ$ -os szöget bezáró általános feszültség lép fel, melyet a szabvány $\bar{\tau}$ feszültségként jelöl (3.5.c. ábra). Ez a jelölés zavaró lehet, ezért célszerű a $\bar{\rho}$ általános feszültségvektor bevezetése. A továbbiakban már ezzel a jelöléssel vizsgáljuk az egyes feladatokat.

a) Merőleges lemezbekötés (3.5. ábra)



3.5. ábra

A varratban fellépő igénybevételek és feszültségek:

$$\begin{aligned} \rho_{\perp}' &= \frac{F}{2 \cdot a \cdot l_h} \\ \sigma_{\perp}' &= \tau_{\perp}' \cdot \frac{\rho_{\perp}'}{\sqrt{2}} \\ \rho_{\perp}'' &= \frac{M}{2 \cdot \frac{a \cdot l_h^2}{6}} \\ \sigma_{\perp}'' &= \tau_{\perp}'' = \frac{\rho_{\perp}''}{\sqrt{2}} \\ \tau_{\perp}''' &= \frac{T}{2 \cdot a \cdot l_h} \end{aligned}$$

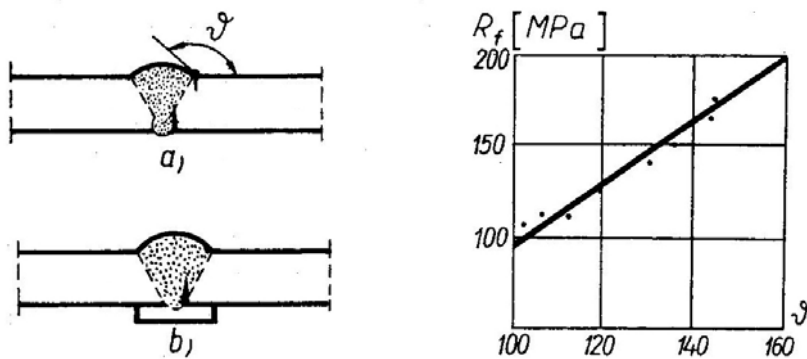
- húzás (F)

- hajlítás (M)

- nyírás (T)

3.1.6. Méretezés fárasztóterhelésre

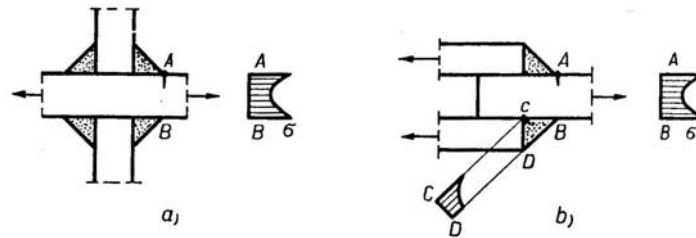
A szerkezeti elemek fáradási szilárdságát a varratok számottevően befolyásolják. A keresztmetszet-változások gátlási hatását növeli a varratdudor, az alátétlemeznél, a varrathibák, a hegesztési feszültségek. A 3.6. ábra mutatja, hogy a fáradt törés kiindulópontja tompavarrat esetén a varratdudor széle, vagy az alátétlemeznél létrejövő gátlási hely. A varratdudor alakja jelentősen befolyásolja a tompavarrat fáradási szilárdságát, ez a dudorszél hajlásszögének függvényében változik. A varratdudor leköszörülésével növelhető a fáradási szilárdság.



Fáradási repedések keletkezése tompavarratban; a fáradási szilárdság változása a dudorhajlásszög függvényében.

3.6. ábra

A 3.7. ábra érzékelteti, hogy a sarokvarratos kötésekben keletkező egyenetlen feszültségeloszlások miatt jön létre a fáradt törés, a feszültségcsúcsok helyeiről kiindulva.



3.7. ábra

A tervező munkájának megkönnyítésére, a méretezési szabványok fáradási csoportokat állapítanak meg és az egyes szerkezeti részeket ezekbe sorolják, a fáradásra megengedett, ill. határfeszültségeket ezekre a csoportokra adják meg.

A megengedett fáradási fokozatok (f_{adm}) az MSZ 6441-72 szerint kivonatosan a 3.4. táblázatban láthatók.

3.4. táblázat

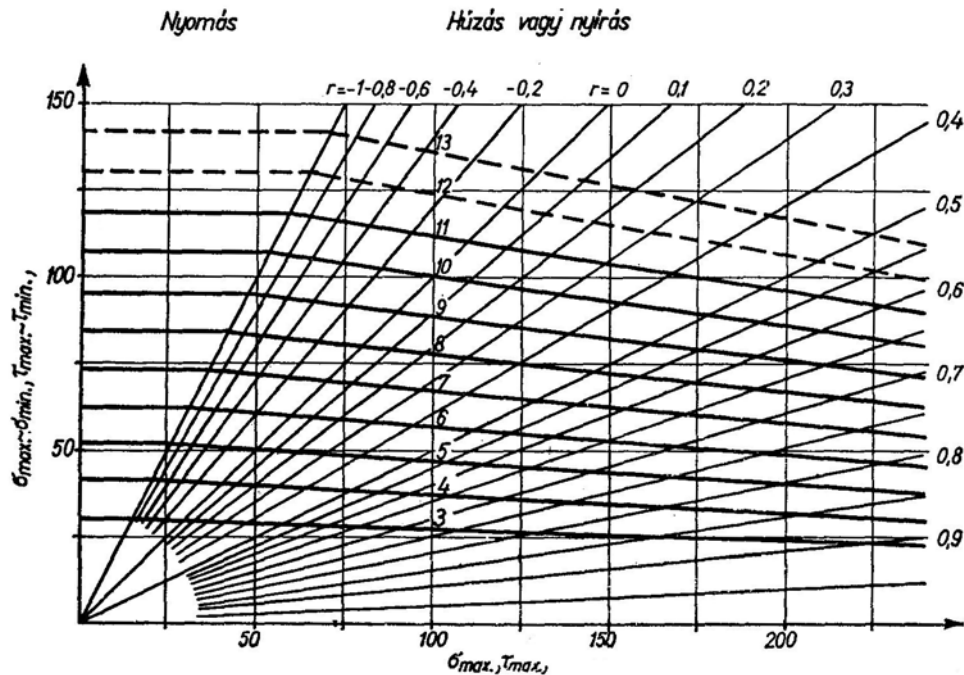
Kötéstípus	Varrat-minőség	Igénybevétel	f_{adm}	Kötéstípus	Varrat-minőség	Igénybevétel	f_{adm}
Tompavarrat és tompavarratos T-kötés	IA	σ_{\parallel} , σ_{\perp}, τ	11	Sarokvarratos bekötés csomólemeze	II III Alap-	Anyag σ_{\perp} varrat	σ_{\perp}, τ 4
	I.10 I.8 I.6	σ_{\perp}	10 8 6				
	I.10, I.8, I.6	σ_{\parallel} , τ	10				
	II	σ_{\perp} , σ τ	(7) (8) (9)	Alapanyag keresztirányú sarokvarrattal	IA I II III	σ	11 9 (7) (5)
Sarok varratos T-kötés melletti alapanyag	IA I II	σ_{\perp}	11 (9) (7)	Csomólemez-csatlakozás alapanyagból, lekerekítéssel		σ	9
Sarokvarratot T-kötés kettős sarokvarrata	IA I II	τ_{\perp}	4	Csomólemez-csatlakozás felhegesztett csomólemezzel, lekerekítve		σ	7
Kézi hegesztésű folytonos sarokvarrat	I II III	τ_{\parallel}	10 (9) (7)	Alapanyag szegecselt és csavarozott kötésben		σ	9
Gépi hegesztésű folytonos sarokvarrat	I II III	τ_{\parallel}	8	Alapanyag NF-csavaros kötésben		σ	11

A szabványok a fáradási fokozatok (f) a σ_{MAX} (τ_{MAX}), $\sigma_{MAX} - \sigma_{Min}$ ($\tau_{MAX} - \tau_{Min}$) és az r fáradási mutatószám függvényében az MSZ 6441-72 szerint (feszültségek MPa-ban).

$$r = \frac{\sigma}{\sigma_{MAX}}$$

A fáradási fokozat kiválasztása a 3.5. táblázat alapján történhet.

3.5. táblázat



Az ellenőrzés egyszerű igénybevétel esetén: $f \leq f_{adm}$ a szerkezet kialakítástól, varratminőségtől függő megengedett fáradási fokozat a 3.4 táblázat szerint összetett igénybevétel esetén az ellenőrzés az egyes feszültségösszetevőkre vonatkozó értékkel számolva:

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{f_i}{f_{iadm}} \right) \leq 1$$

3.2. Forrasztott kötések

3.2.1. Forrasztási eljárások

A forrasztásnál fém alkatrészeket kötünk össze megömlesztett adalékfémekkel, amelyek olvadáspontja alacsonyabb mindkét összekötendő fém olvadáspontjánál, az alkatrészek és a forrasztófém között adhéziós, diffúziós folyamat játszódik le a határfelületeken anélkül, hogy az összekötendő fémek megolvadnának. A forrasztás hőfoka függ a forrasztó fém olvadáspontjától. Ennek megfelelően beszélünk alacsonyabb olvadáspontú, lágyforrasztásról, és magasabb olvadáspontú, keményforrasztásról. Oxidmentes kötés elérése céljából, amely a tökéletes kötést biztosítja – a forrasztásnál szokás oxidoldó nemfemes anyagot por, paszta vagy folyadék formájában adagolni.

Mivel a forrasztás hőfoka alacsony, ezért semmilyen szövetszerkezeti változás nem következik be, nem keletkeznek hő okozta feszültségek, elhúzóerők és repedések. Fel-

használható acél-acél, acél-nem vasfémek közötti kötésre; igen jelentős előnye, hogy jó az elektromos vezetőképessége, de ha nagy áramsűrűség jelentkezik, akkor célszerű a kötés keresztmetszetét megnövelni.

A forrasztóanyagok és alapanyagnál rendszerint kisebb rugalmassági modulussal rendelkeznek, ezért nagyobb a deformációs készségük, és így rugalmasabb a kötés, ez kisebb feszültségkoncentrációt eredményez.

A forrasztást a fémragasztás igen sok területről kiszorította, ezért jelentősége csökken. Hátrányos tulajdonsága az aránylag kis terhelhetőség, és a szükséges gondos előkezelés.

A forrasztott kötések szilárdságilag csak bizonyos mértékben terhelhetők, emellett azonban jó tömítést és villamos vezetőképességet is biztosítanak. Leginkább a műszeriparban és a híradástechnikában alkalmazzák. A szilárdsági terhelhetőség és a tömörzés fokozása érdekében a forrasztott kötéset gyakran egyéb kötési módokkal (szegecseles, csavarozás, karcolás, redőzés) szokták kombinálni.

A legtöbb fémes anyag – könnyebben vagy nehezebben – általában forrasztható. A forraszthatóság főként az alkatrészek felületén keletkező oxidrétegtől, illetve ennek eltávolítási lehetőségétől függ. A nehézfémek és ötvözeteik könnyebben, a könnyűfémek nehezebben forraszthatók. A 3.6. táblázat néhány anyag forraszthatósági körülményeit tartalmazza.

3.6. táblázat

Alapanyag	Olvadáspont °C	Forrasz		Forraszthatóság	
		lágý	kemény	lágý	kemény
Szénacél	~1520	ón	sárgaréz, ezüst	közepes	jó
Nagy széntartalmú és ötvözött acél	1200...1500	ón, horgany, kadmium	ezüst, réz, sárgaréz	jó	nagyon jó
Rozsdaálló acél	1400...1600	ón	nagy ezüsttartalmú ezüstök	közepes	közepes
Ónozott acéllemez	~1250	ón	sárgaréz újezüst	jó	jó
Rézötvözetek	600...1100	ón	sárgaréz, ezüst	nagyon jó	nagyon jó
Nikkelötvözetek	925...1415	ón	újezüst	rossz	nagyon jó
Horgany ötvözetek	380...450	ólom	-	jó	-
Alumínium-ötvözetek	~600	Al-ón	al-kemény	rossz	részben jó
Keményfém	2800-ig	-	réz, sárgaréz, ezüst	-	jó
Volfram	~3370	-	sárgaréz, különleges ezüst	-	rossz

Forraszanyagként különböző, legtöbbször könnyen olvadó fémötvözeteket használunk. A megfelelő forraszanyag kiválasztásakor a döntő szempont az olvadási hőmérséklet és a szilárdság. Mindenképpen teljesülnie kell annak a feltételnek, hogy a forraszanyag legalább 50 °C-kal alacsonyabb olvadáspontú legyen, mint az alapanyag. A forraszanyagokat legtöbbször olvadáspontjuk szerint szokták csoportosítani.

Lágyforrasztás:

Forrasztási hőmérséklet ≤ 450 °C

Anyag: ólom-ón ötvözet (olvadáspont 230...300 °C acél, réz, horgany és ötvözeik forrasztására,

Ólom-ón ötvözet (olvadáspont 190...200 °C) acél, réz és ötvözeik forrasztására.

Keményforrasztás:

Forrasztási hőmérséklet > 450 °C

Anyag: réz (olvadáspont 900...1100 °C) ötvözetlen acél, Ni, Ni ötvözetek forrasztására.

Sárgaréz (olvadáspont 800 °C) 1 mm vastag acél alkatrészekhez.

Ezüstforrasz (olvadáspont 620...860 °C) acél, réz, rézötvözetek, nemesfém esetén.

Könnyűfém forrasz (olvadáspont 560...600 °C) Al, Al ötvözetekhez.

Néhány forraszanyag összetételét a magyar szabvány is előírja:

MSZ 714/2 Lágyforrasztás;

MSZ 714-84 Tömör lágyforrasz;

MSZ 826 Lágyforrasz; nyírószilárdság;

MSZ 4329-84 Kemény- és lágyforraszok jelölési rendszere;

MSZ 7919 Keményforrasztás.

A forrasztás régi technológiai eljárás, az utóbbi években az eljárást tökéletesítették, így használata bizonyos esetekben terjed. A forrasztott kötés rövid idő alatt, kevés anyag felhasználásával gazdaságosan készíthető. Maga az eljárás sokféle lehet, ezek előírásainak betartása feltétlen szükséges a teljes értékű kötés létrejöttéhez.

Eljárások: forrasztás pákával, lángforrasztás, merítéses forrasztás, védőgázos forrasztás, villamos ellenállásforrasztás, indukciós forrasztás, hidegforrasztás.

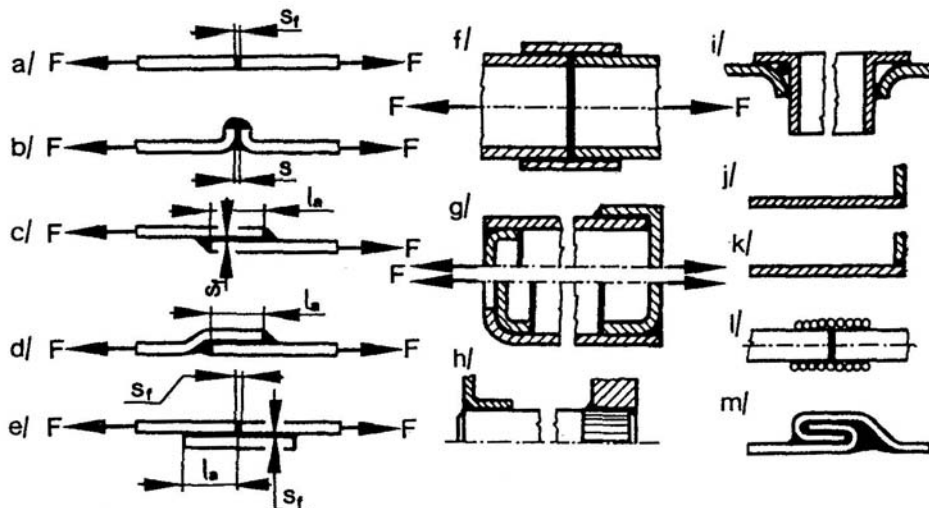
3.2.2. A forrasztott kötések alakja

A kötés kialakításakor azonos szempontokat kell figyelembe venni, mint a ragasztott kötésekénél. Célszerű tehát nyíróigénybevételnek kitett kötések tervezni, ahol a résvastagság a párhuzamos felületek között 0,05...0,5 mm között változhat. A párhuzamos lapok, felületek közötti hézagot a megömlött forrasztóanyag a kapilláris hatás segítségével tölti ki.

Az átlapolt kötés esetén nagyobb résméreteket nem célszerű hagyni, mert a kötés szilárdsága csökken – a nem elég hatásos diffúzió és kapilláris hatás következtében. A felület durvítása a kötés szilárdságát lényegében nem változtatja, mert a kötés nem mechanikus kapcsolat, hanem atomos kötőerők következtében jön létre.

Elvileg lehet a lemezeket tompa ütköztetéssel is összeforrasztani, de szilárdságilag ez a legkedvezőtlenebb, mert a forrasztott kötés húzóigénybevételre gyengébb, mint nyíróigénybevételre.

Nem szilárdsági kötéstípus a felrakóforrasztás. Ekkor különleges tulajdonságú alkatrészt (szerszámélet, hőálló alkatrészt stb.) erősítünk fel kevésbé drága anyagra. Itt tehát a kötés a darabot rögzíti, helybentartja, elsődlegesen nem szilárdsági terhelés felvételére hivatott.



3.8. ábra

A 3.8. ábra különböző lemezkötési módokat mutat be. Az a) megoldás a legkedvezőtlenebb, mert húzóigénybevételt szenved a forrasztási varrat; a b) kivitel valamivel jobb; de a legkedvezőbb megoldások az átlapolt vagy hevederes kötések.

Csőveknél, tartályfenekeknél hevederszerű vagy átlapolt kötést lehet készíteni, amely azért kedvező, mert viszonylag nagy forrasztási felületet ad. (f és g ábra). A h) ábra rudaknál készíthető kötést mutat, a jobb oldali kivitel különösen tömeggyártásnál kedvező, mert a rovátkolás jó központosítás és nagy forrasztási felületet ad. A forrasztás elvégezhető előre behelyezett forraszgyűrűk útján is. (i) ábra bal oldala). Az ábra jobb oldalán egy másik kivitel látunk, ahol két varratot helyeztek el és ez ad biztos kötést. A j) és k) ábrák kedvezőtlen sarokkötéseket mutatnak.

Sokszor két huzal összekötésénél a tompavarrat nem ad kellő merevséget. Ha az alumíniumhuzalra rézhuzalt tekercselnek és erre a tekercsre híg folyós ónforraszt öntenek (l) ábra), akkor a hőhatásra kitágult rézhuzal közé befolyt forraszra a lehűléskor rázsugorodó huzal kellő kötési szilárdságot biztosít. Az m) ábra lemezszéleknél szokásos kötést mutat.

A keményforrasztás nagyobb szilárdságú kötést biztosít, ezért kisebb felület is elegendő lehet.

3.2.3. A forrasztott kötések szilárdsági méretezése

A forrasztott kötések szilárdsága a kötés kialakításán kívül nagymértékben függ attól, hogy kemény- vagy lágyforraszt használunk-e. A lágyforrasztás csak kis igénybevételre alkalmas, mivel csak kis feszültséggel terhelhető, ezért megfelelő nagy forrasztási felületet kell biztosítani. Emiatt célszerű tiszta nyíróigénybevételnek kitett kötést tervezni.

A lágyforrasztás különösen alkalmas tömítő kötésre, elektromos vezetésre szolgáló kötésre, érintkezőkre, vagyis tehermentes kötésekre.

A keményforrasztás nagyobb terhelhetőségű, ezért olyan helyen is alkalmazható, ahol a nyíróigénybevétel mellett húzás is terheli a kötést.

A kötés számításánál lényegében egyenletes nyírófeszültség eloszlást feltételezünk:

$$\tau_k = \frac{F}{bl} \leq \tau_{meg}$$

ahol a megengedett nyírófeszültség $n = 2..4$ biztonsági tényezővel számítható a nyírószilárdságból.

A nyírószilárdság a forraszanyagra:

Lágyforrasztásnál ón-forrasz	20,0...80,0 MPa,
ón-kadmium	100,0...120,0 MPa,

Keményforrasztásnál rézötvözet 220,0...250,0 MPa,
réz-ezüst ötvözetnél 230,0 MPa,

A szakítószilárdság (R_m) kemény forrasztóanyagokra:

Sárgarézforrasztó 200..350 MPa,
~ 400 MPa.

Az átlapolás hosszára célszerű $l = (3...5)$ arány választása.

A forrasztott kötések terjedésével felvetődik a kötés fárasztóigénybevételre való alkalmassága, viselkedése. Fárasztóigénybevételre csak a kemény forrasztóanyagokkal készült kötés jöhet számításba. A szakirodalom közöl fárasztási adatokat, de ezek csak a vizsgált kötéstípusra vehetők érvényesnek. Célszerű tehát kifáradási vizsgálatokat végezni, vagy közel azonos kialakítású kötéstípus adatait az irodalomból kivenni és becsléssel értékelni.

3.3. Ragasztott kötések

Fémeket egymással vagy más anyagokkal vékony ragasztóréteg segítségével is köthetünk. A két fémdarab között ez a filmszerűen vékony réteg jelenlegi ismereteink szerint adhézió útján biztosítja a molekuláris kötést. A kötés mechanikai szilárdságát a ragasztó mechanikai szilárdsága (kohézió) és a ragasztónak a ragasztásra kerülő anyaghoz való tapadása (adhézió) határozza meg. Mivel a ragasztóanyagok saját szilárdsága a fémek szilárdságához képest csekély, a ragasztóanyag vastagságát a kötés helyén minimális értéken kell tartani. Így lényegében az adhézió dönti el a kapcsolat szilárdságát.

A ragasztás az eddig ismert kötésmódokkal lényegében rokon eljárás, de bizonyos vonatkozásokban azoktól döntően különbözik.

Az eljárás előnyei:

1. A kötés helyén nincs keresztmetszet gyengülés;
2. A kötés létrehozása nem igényel jelentősebb hőhatást, ezért az elhúzóerők, vetemedések elmaradnak;
3. Különböző anyagok köthetőek;
4. Beruházási költség kicsi;
5. A kötött anyagok tulajdonsága nem változik meg;
6. Saját feszültségekben szegény.

7. A kapcsolat helyén viszonylag sima erőfolyam alakul ki, nincs feszültségcsúcs (a szegecselt és csavarozott kötés pontszerű, a hegesztett kötés vonalszerű erőátadásával szemben felületmenti erőátadás alakul ki).

Az eljárás hátrányai:

1. A hőszilárdság általában kicsi;
2. A hámozási szilárdság kicsi;
3. Felületkészítést kíván;
4. A ragasztó megkeményedéséhez hosszabb idő szükséges;
5. Néhány ragasztótípusnál nagy hőmérsékletet (150...200 °C) és nagy nyomást kell alkalmazni, ez a legtöbb esetben költséges berendezést igényel.

3.3.1. A ragasztóanyagok és a ragasztás technológiája

A használatos ragasztóanyagok lényegében három csoportba sorolhatók:

- a) Állati eredetű ragasztóanyagok. Legismertebb a glutinenyv (csont-, bőr-, halenyv), amelyet fa, papír, karton és textíliák ragasztására használnak.
- b) Növényi ragasztóanyagok közé tartozik a keményítőenyv, továbbá a dextrinenyv, amelyet elsősorban papíráru ragasztására használnak. Gumi ragasztására főként a természetes kaucsuk benzines oldata használatos.
- c) Az előbbi ragasztók egyike sem alkalmas fémek ragasztására, erre a célra lényegében a módosított természetes anyagok vagy a szintetikus műanyagszármazékok valók. A sokféle műanyagból típusok használhatók fel ragasztóként. Ezeket lényegében négy csoportba sorolhatjuk:

Az egyes lényegesebb ragasztóanyag-csoportok a következők:

A poliuretán műanyagragasztók két komponensű térhálós anyagok, amelyek nagy tapadósilárdságot mutatnak acélra, könnyűfémekre, üvegre, porcelánra és textíliára való ragasztáskor. A ragasztott kötés szilárd és vegyileg ellenálló.

A másik igen elterjedt vegyületcsoport az *epoxigyanták*. A szakirodalomban ezeket a gyantákat epoxi, epoxid, etoxil néven is ismerik. A fémragasztásban ezeket alkalmazzák leginkább. A keményedés folyamán csekély a zsugorodás. Jól ellenállnak szerves oldószernek, savnak, sóoldatnak, egyéb korrodáló anyagoknak, igen jók a mechanikai és villamos tulajdonságaik. Az epoxigyanták csoportjába tartoznak többek között: araldit (Svájc), epolox (NDK), epoxi (Csehszlovákia), epon, epokite (USA) márkájú ragasztók.

A legrégebbi gyantatípusok közé tartoznak a *fenolgyanta* különféle fajtái. A fenolgyanták hőre keményedő műanyagragasztók. Rendszerint oldatban kaphatók, amelyet közvetlenül a ragasztás előtt kell adalékkal (keményítőanyag, edző) összekeverni. Ebbe a gyantacsoportba tartoznak a vinilgyanták. Legismertebb márkájuk a Redux ragasztó, amelyet lényegében a repülőgép építésben kezdetek alkalmazni és azóta igen elterjedt. A ragasztók túlnyomó többsége kétkomponensű.

Vannak egykomponensű ragasztók is, ezek közül megemlítenéd a Loctite megnevezésű ragasztócsoport, amely sok célra igen jól bevált. Ezen a márkanéven különböző típusú ragasztók kerülnek forgalomba. A kötés két tényezón alapszik: a levegő kizárásán az összekötendő részek közötti résből, és a fémek katalitikus hatásán. A levegőtől való elzárás a ragasztandó részek összeszerelésével biztosítva van. A fémek aktivitását és a nemfémes anyagok kötésénél szükséges katalizáló hatású fémion mennyiségét aktivátorral lehet növelni.

Igen gyorsan kötő és viszonylag nagyszilárdságú a cianakrilát alapú ragasztó csoport, ide tartoznak a Loctite IS jelzésű ragasztók. A Loctite ragasztók szobahőmérsékleten kötnek. A ragasztót tubusból lehet a felületekre juttatni, tehát nem kell bizonyos mennyiséget előre elkészíteni és nem kell a ragasztást meghatározott időn belül elvégezni. A Loctite ragasztó nyomó- és nyírószilárdsága viszonylag nagy. A ragasztó hőre lágyuló műanyagok egy részét (lágú PVC, polisztirol, celluloid, plexiüveg) megtámadja, ezért ezek kötésére nem használható. A Loctite ragasztók a gyári ajánlásnak megfelelően használhatók csavarbiztosításra, gördülőcsapágy-rögzítésre, ékrögzítésre, csövek tömítésére, ászokcsavarok rögzítését stb.

A ragasztott kötés szilárdsága döntő mértékben a kötés készítésekor megvalósuló technológiai fegyelemtől függ. Ha a technológiai előírásokat nem tartják be, a kötés nem lesz teljes értékű. A kötés létrejöttét a ragasztóanyag határrétege, és a sima, tömör felületű ragasztandó anyag között fellépő tapadással, adhézióval lehet magyarázni, melyet a molekulák közötti vonzóerő és a kémiai kötőerők idéznek elő, valamint a megkeményedett ragasztóanyag kohéziója. Ha a ragasztott felületek mindenféle szennyeződéstől (homok, zsír, oxidréteg stb.) mentesek, a ragasztóanyag tapadási szilárdsága a ragasztandó anyaghoz nagyobb, mint a ragasztóanyag szilárdsága. Ezért nagy jelentőségű a felületek előkészítése.

A tapadást és a nedvesítést jelentősen befolyásolja a felület érdessége, amely növelésének bizonyos határon felül nincs jelentősége. A megkeményedett ragasztóréteg szilárdsága

lárdsága a ragasztóréteg vastagságától fordított arányban függ. A vékony ragasztóréteg nagyobb szilárdsága a vastag rétegével szemben kisebb deformációjával és főként azzal magyarázható, hogy vékony rétegben kevesebb kötéshiba jöhet létre.

3.7. táblázat

Néhány fémragasztó anyag és jellemzői

Megnevezés	Típus	Húzó-nyíró szilárdság MPa	Hőállóság °C	Kikeményítési	
				hőmérséklet °C	időtartam óra
Epoesit R3	epoxi	13...15	80	20	24
Epoesit R4	epoxi	12...14	80	20	24
Epoesit R6	epoxi	16...18	80	20	48
Tipox 49OP	epoxi	19	80	20	48
Silastoseal	szilikonkaucsuk	4	250	20	1
EpoxyZV1010	epoxi	33	80	20	72
Epilox EK 10	epoxi	26	100	180	2
Fimofix	ciánakrilát	175	80	20	24
Diamant Multilot	Epoxi+ ezüst	13	170	20	24
SK 43	szilikonkaucsuk	5	240	20	24
Tixo K10	ciánakrilát	20	80	20	0,005..0,2
Araldit AV8	epoxi	33	110	130..200	10..0,5
Araldit AW134		13...14	120	20	24
Redux 64	fenolgyanta	15	250	150	0,5
Redux 609	epoxi	18...36	100	100..170	1,5..0,15
WK-32-EM	epoxi	17	70	150	3
Loctite 270	akrilsavészter	7...11	150	20	2...3
Loctite IS 495	ciánakrilát	18	80	20	12

A ragasztandó felületnek jól kell illeszkedniük egymáshoz, hogy egyenletes és viszonylag vékony ragasztóréteget hozhassunk létre. Hornyos-, vagy körkötések esetén az illeszkedő felületek között 0,1...0,3 mm ragasztási hézagot kell hagyni. A fém felületét legelőször meg kell tisztítani a rozsda, ill. a salak-oxidrétegektől, valamint teljesen zsírtalanítás következhet (aceton, benzin, benzol, triklóretilén stb.). A zsírtalanítás után következik a durvítás művelete, amely homok- vagy acélszemcse fúvással, vagy pedig csiszolóvászna dörzsöléssel történhet. Kémiai durvítás is lehetséges, ez a vegyszeres maratás.

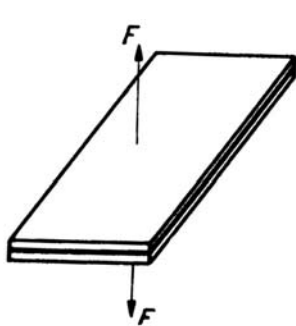
A tisztítás és durvítás után célszerű hideg vagy meleg vízzel a felületet leöblíteni és utána megszáritani. Ezzel az előkezelés befejeződött, amelynek célja tehát az volt, hogy:

- a fémfelület a ragasztóval jól nedvesíthetővé váljék,
- a fém fajlagos felülete növekedjék.

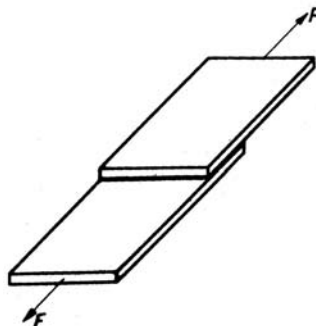
A fémragasztók szilárd vagy folyékony állapotban kerülnek forgalomba. A szilárd ragasztók por formában, vagy rudak, fóliák alakjában kaphatók. A folyékony ragasztók állaga hígfolyós és kenőcsszerű között változik. A legtöbb ragasztó több alkotórészből áll, ezeket a felhordás előtt, legtöbbször közvetlen a felhasználás előtt kell összekeverni, a keverés után azonnal megindul a kémiai reakció és ezért korlátozott időn belül fel kell használni.

3.3.2. A ragasztott kötések kialakítása

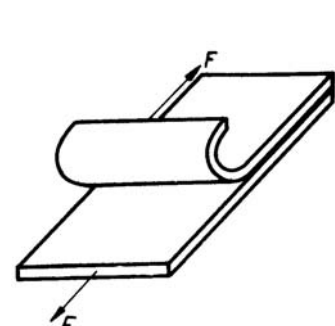
A ragasztóanyagok sajátosságai kiegészítő szilárdsági alapszabályok alapján speciális irányelveket követelnek meg az igénybevételekre, az erők bevezetésére és az erőfolyamra vonatkozóan.



3.9. ábra



3.10. ábra

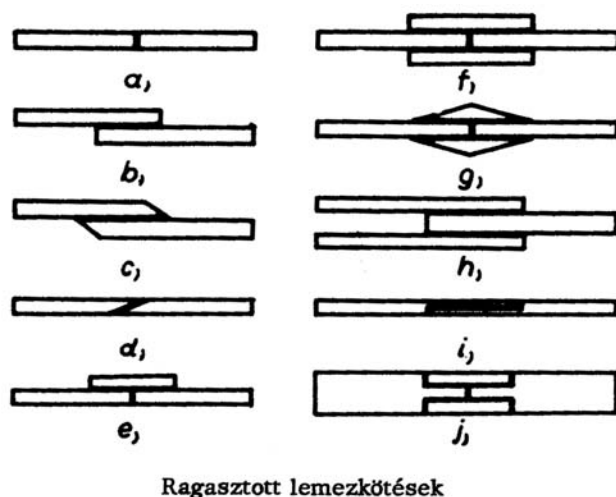


3.11. ábra

Fontosabb szabályok:

1. A húzó-igénybevételt a lehetőségekhez képest le kell csökkenteni (3.9. ábra);
2. Az illesztési részek az igénybevétel irányába legyenek. Az erőátadódásoknak nyírt felületeken kell megtörténnie (3.10. ábra);
3. A ragasztási varratokat nem kell megszakítani;
4. A feszültségcsúcsokat a varratvégeken ki kell kerülni;
5. Hámozó igénybevételnek a varratot kitenni nem szabad, ha ilyen mégis elkerülhetetlen, úgy a varratvégeket csavarral, szegeccsel vagy ponthegesztéssel biztosítani kell (3.11. ábra).

A lehetséges lemezkötési módokat a (3.12. ábra) szemlélteti.

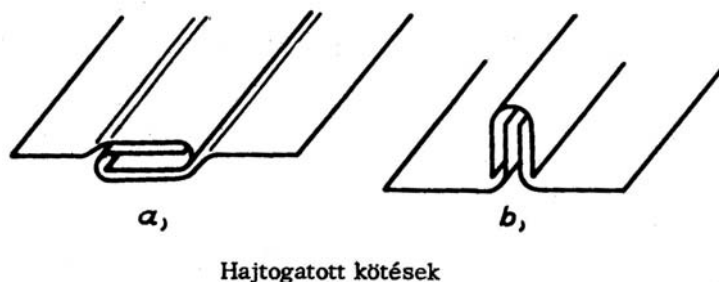


3.12. ábra

A 3.12/a. tompa csatlakoztatást mutat. Az erők átvitelére a ragasztott felület kicsisége miatt alig felel meg. A 3.12/b. szerint egyszerű átlapolás vékony keresztmetszeteknél előnyös. A 3.12/c. bemutatott kialakítás a kedvezőbb erőfolyam miatt ennél jobb, de drágább. A leélezett kötés (3.12/d.) így jó, de csak vastagabb keresztmetszeteknél alkalmazható. Ezek a megoldások az egyszerű átlapolásnak felelnek meg, közös jellemzőjük a lehámozódási veszély még húzó igénybevételek esetén is. A ragasztási felületek növelésével azonban ez elkerülhető.

Az egyoldalas, ill. kétoldalas hevederes kötés (3.12/f. és 3.12/g. ábrák) alárendeltebb helyeken alkalmazható. A leélezett kettős hevederezésű kötés 3.12/g. ábra) igen jó, de csak profilécek alkalmazásával lehet gazdaságos. A 3.12./h. ábra szerinti kettős átlapolás az egyik leggyakrabban alkalmazott kialakítás, szilárdságilag a legjobb akkor, ha az anyagvastagságok aránya 1:2:1. A süllyesztett hevederezésű kötések rosszak (3.12/i és 3.12/j. ábrák), mivel a megmunkálási költségek nincsenek arányban az elérhető szilárdsággal. Ez utóbbi típusoknál lehámozódási veszély nincs.

A hajtogatott kötések (3.13. ábra) csak néhány speciális helyen használatosak, szilárdságilag megfelelőek, de nem gazdaságosak.

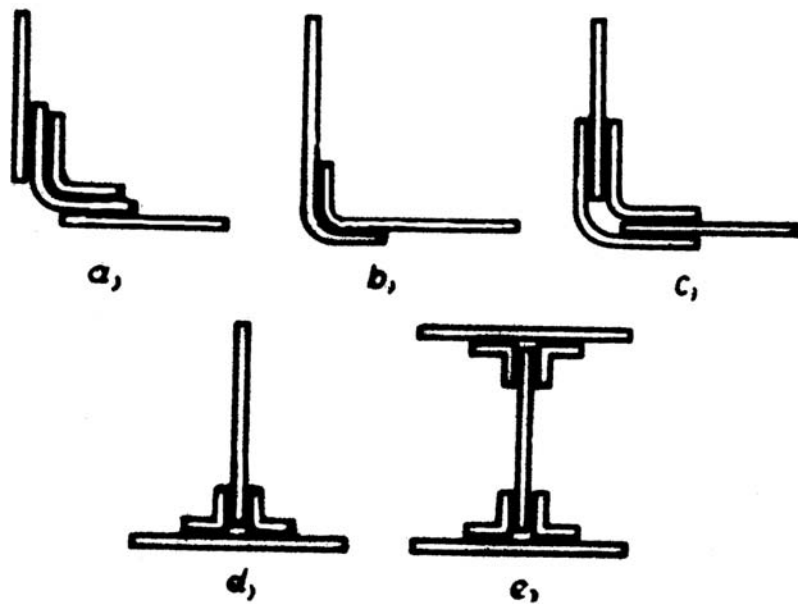


3.13. ábra

Összetett sarokkötéseket elsősorban a könnyű, de nagyszilárdságú lemezszerkezetekben alkalmaznak, így főként a repülőgépek építésénél. A leggyakrabban alkalmazott formák leegyszerűsített változatait a 3.13 ábra mutatja. Az a) – b) – c) megoldásoknál a sarkokban feszültségcsúcs alakulhat ki, ezért viszonylag nagyobb ragasztási felületeket kell kiképezni. A 3.14/d és 3.14/e. ábrák bordabekötéseket szemléltetnek. Leélezett lemezekkel az erőfolyam egyenletesebbé tehető.

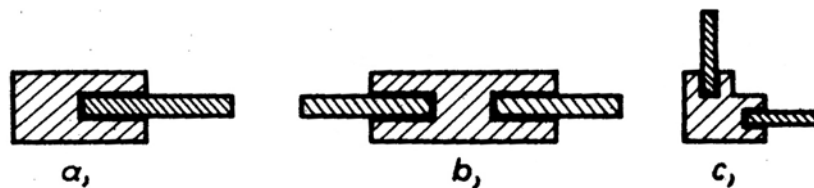
Hornyolt kötések mutat a 3.15. ábra. A kapcsolatot létesítő közbenső hornyolt darab nagy előállítási költségei miatt csak ritkán kerülnek alkalmazásra.

Csövek összeerősítésénél a 3.16. ábra szerinti megoldások szokásosak. Az igénybevétel jellegének függvényében lehet az egyes típusok közül választani. A tompa csatlakoztatás kivételével valamennyi kötésre jellemző, hogy az igénybevételtől függetlenül a ragasztási varratban zömmel nyírófeszültségek ébrednek.



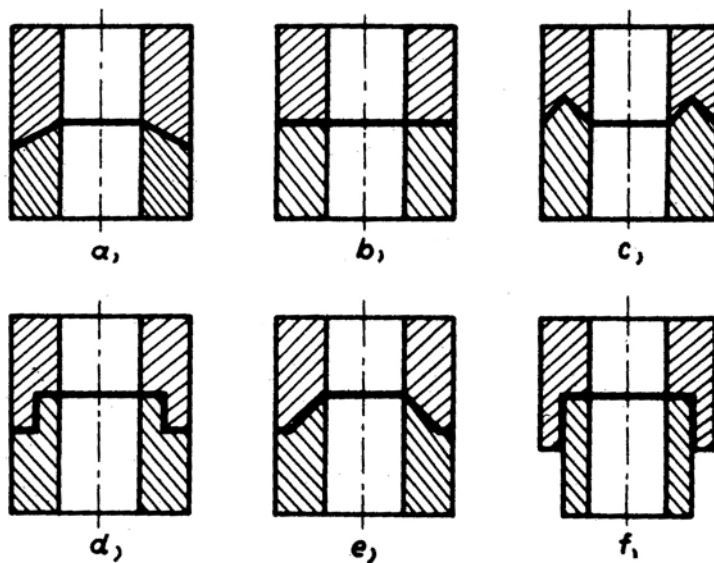
Sarokkötések

3.14. ábra



Hornyolt kötések

3.15. ábra

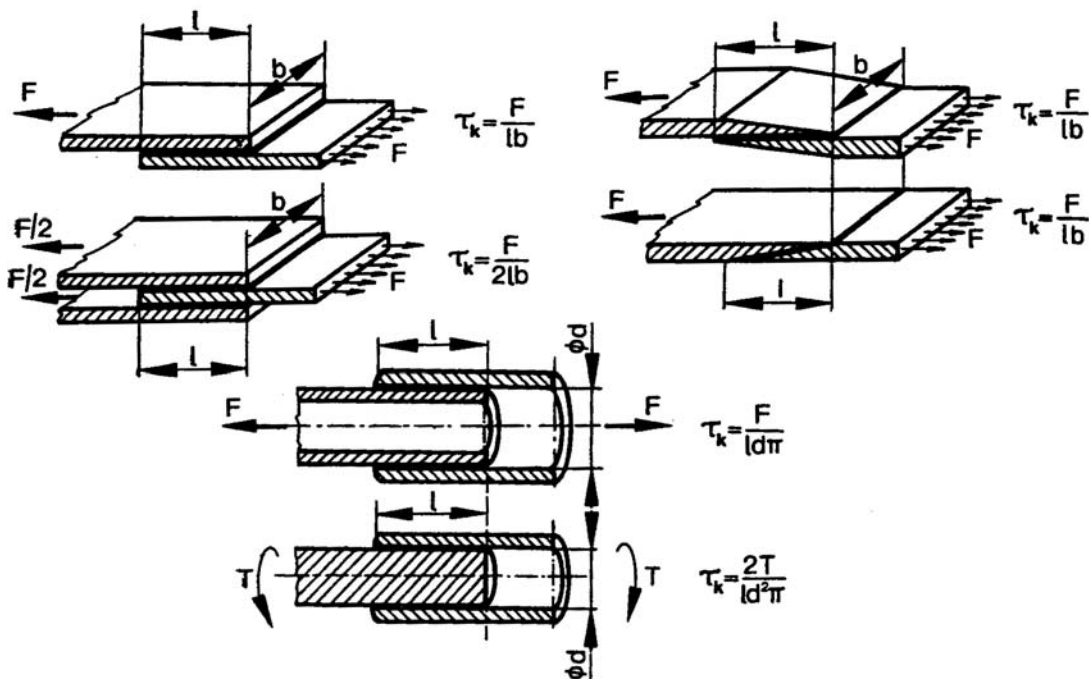


Ragasztott csökötések

3.16. ábra

3.3.3. Ragasztott kötések szilárdsági méretezése

A ragasztott kötések méretezésére egyszerűsített közelítő számítást szoktak végezni. Bár a feszültségeloszlás nem egyenletes, a kötés felületére egy átlagos, közepes nyírófeszültséget számítunk. A 3.17. ábra a szokásos átlapolt kötések és a hozzájuk tartozó közepes (átlagos) nyírófeszültséget szemlélteti.



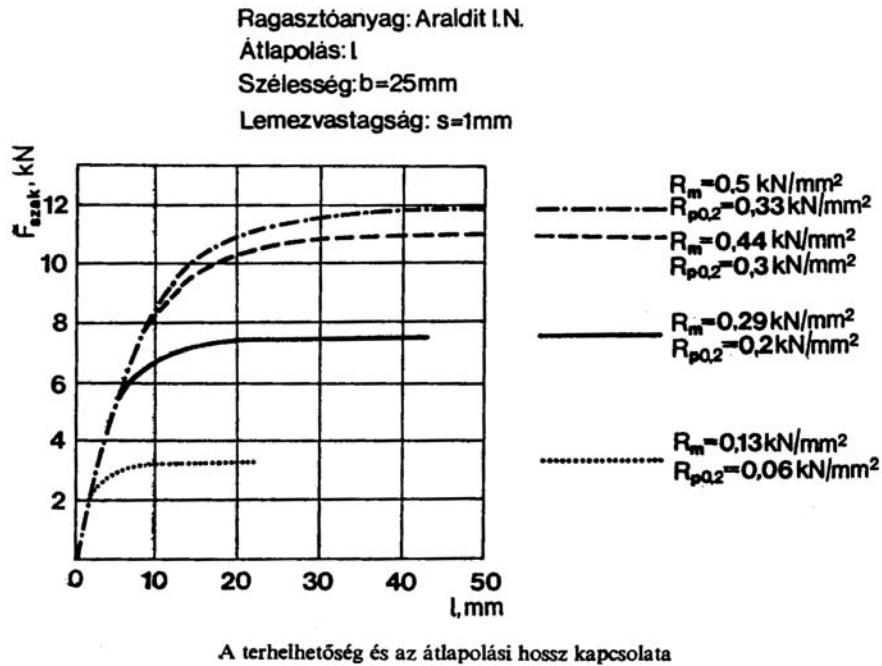
Az átlagos nyírófeszültségek

3.17. ábra

Statikus terhelésre a megengedett nyírófeszültség a ragasztó anyag τ_B nyírószilárdságából számítható ki; a biztonsági tényező $n = 2 \dots 3$. Az ellenőrző képlet tehát:

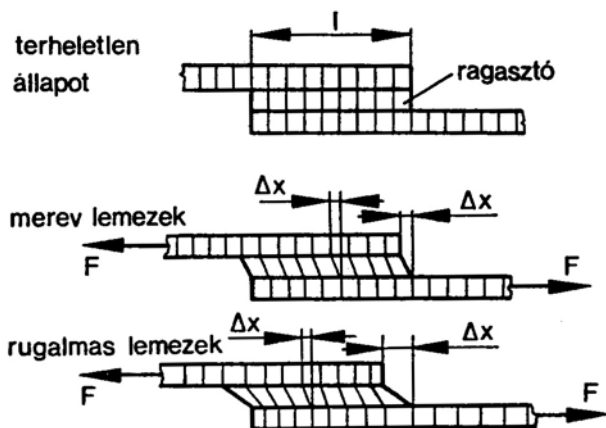
$$\tau_k \leq \tau_{MEG} = \frac{T_B}{n}$$

Növekvő b szélességgel a terhelhetőség arányosan nő, ezzel szemben az l átlapolási hosszúság növekedésével nem.



3.18. ábra

A 3.18. ábrán látható, hogy a terhelhetőség bizonyos átlapolási hosszig növekedik. Megállapítható egy optimális össz, amely a lemezvastagságtól és a ragasztandó anyag szilárdságától is függ. A használatos átlapolási viszony $l/s = 10 \dots 20$ között van. A ragasztott kötések pontosabb szilárdsági számításához ismerni kell a ragasztórétegben felépő feszültségelosztást. Ha a lemezek a ragasztóréteghez képest abszolút merevek lennének, akkor a viszonylagos elcsúszásuk a kötés mentén végig állandó lenne, és így a ragasztórétegben a feszültségeloszlás is teljesen egyenletesre adódna. Valóságban a deformációk rugalmasak és ezért feszültségcsúcsok alakulnak ki. A terhelő erő az egyik lemezről a ragasztórétegen keresztül folyamatosan adódik át a másik lemezre. A létrejövő deformációt a 3.19. ábra szemlélteti.

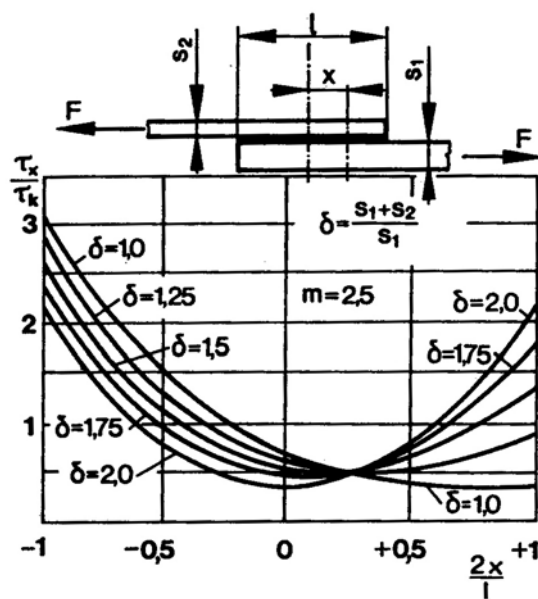


Ragasztott kötés deformációja

3.19. ábra

Rugalmas alakváltozást feltételezve látható, hogy a terheletlen lemezevégnél lesz éppen a másik lemezrész nyúlása a legnagyobb így a ragasztóanyagban keletkező feszültség is.

A ragasztórétegben a maximális csúsztató feszültség (τ_{MAX}) értékét és a τ eloszlását Volkersen után a 3.20. ábrán mutatjuk be.



A feszültségtorlódás adott m és különböző δ esetén

3.20. ábra

Az ábrán használt jelölések a következők:

A vastagsági viszonzyszám:

$$\delta = \frac{s_1 + s_2}{s_1}$$

Merevségi tényező:

$$m = \frac{G_r \cdot l^2}{4 \cdot E_1 s_1 a}$$

ahol s_1 a vastagabb lemez vastagsága, E_1 a lemezek rugalmassági modulusza, a a ragasztóréteg vastagsága, G_r a ragasztó csúsztató rugalmassági modulusza.

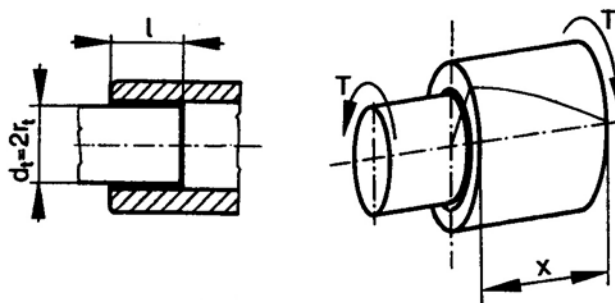
Érdemes megfigyelni, hogy bizonyos paramétereknél a közepes feszültség háromszorosra is keletkezhet a lemez végénél.

A ragasztott kötések kialakításakor célunk, hogy a feszültségtorlódás lehetőleg kicsi legyen, ez akkor érhető el, ha az m merevségi szám kicsi. Ezt elérhetjük, ha:

- Az l átlapolási hossz kicsi
- A kötött részek lehetőleg merevek (pl. nagy lemezvastagság)
- A ragasztóréteg G_r rugalmassági modulusza lehetőleg kicsi.

Ragasztott kötésekkel csavarónyomatékok (M_t) is át lehet vinni, ha a hengeres darabokat a hengerpaláston kötik össze. Egyenletes feszültség-eloszlást feltételezve:

$$\tau_{MEG} = \frac{2 \cdot M_t}{d_t^2 \cdot \pi \cdot l}$$



Nyomatékkal terhelt ragasztott kötés

3.21. ábra

3.4. Szilárd illeszkedésű kötések

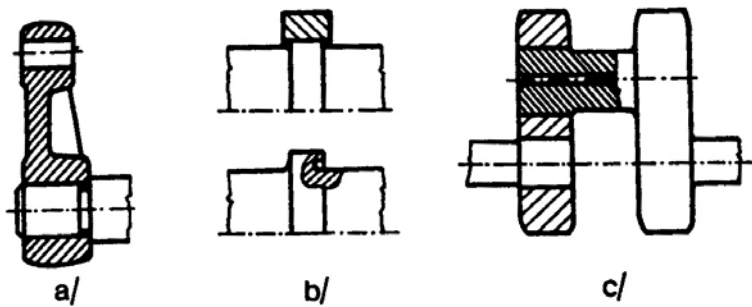
Megfelelő mértékű túlfedéssel gyártott, sajtolással vagy a hőtágulás felhasználásával összeszerelt hengeres alkatrészek illeszkedő felületén akkora tapadóerő jön létre, amely a kötést nagy csavarónyomaték és tengelyirányú erőhatás átvitelére teszi alkalmassá.

A szilárd illeszkedésű kötés nem tekinthető oldható kötésnek, mert a kötés szétsajtolása után a felületek elkenődhetnek.

A szilárd illeszkedés (vagy zsugorkötés) készítésének többféle módja lehet:

- A tengelynél kisebb átmérőjű agy furatát felmelegítéssel megnöveljük.
- A tengely lehűtése is megoldható, pl. folyékony levegővel.
- A két fenti eljárást együttesen is alkalmazhatjuk.
- A valamelyest nagyobb átmérőjű tengelyre hidegen rásajtolják a kisebb méretű furattal rendelkező agyat.

A szilárd illeszkedés néhány alkalmazási példáját a 3.22. ábra mutatja.

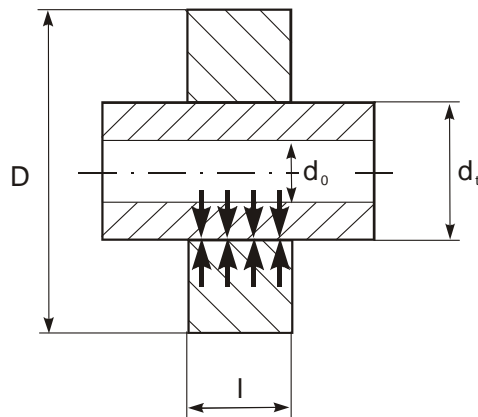


Szilárd illeszkedésű kötések

3.22. ábra

A szilárd illeszkedésű kötésben három alapelem különböztethető meg (3.23. ábra).

- Belülről p palástnyomással terhelt gyűrű,
- Kívülről p palástnyomással terhelt gyűrű,
- p palástnyomással terhelt tengely.



3.23. ábra

Az átvihető nyomaték:

$$M = \frac{d_t}{2} \cdot d_t \cdot \pi \cdot l \cdot p \cdot \mu$$

A fenti képletből a p palástnyomás, ill. felületi terhelés is kifejezhető:

$$p = \frac{2 \cdot M}{d_t^2 \cdot \pi \cdot l \cdot \mu} = \frac{2 \cdot P}{d_t^2 \cdot \pi \cdot l \cdot \mu \cdot \omega}$$

Ha $P - t$ W-ban és $\omega - t$ l/s-ben helyettesítjük.

Egyenlő teherviselésre méretezve írható:

$$K_p \cdot \tau_{MEG} = \frac{d_t^2 \cdot \pi \cdot \tau_{MEG}}{16} = \frac{d_t^2 \cdot \pi \cdot l \cdot p \cdot \mu}{2}$$

$$p_{\min} = \frac{d_t \cdot \tau_{MEG}}{8 \cdot \mu \cdot l}$$

$$p \geq n \cdot \frac{\tau_{MEG} \cdot d_t}{8 \cdot \mu \cdot l} = n \cdot \frac{\tau_{MEG}}{8 \cdot \mu \cdot \left(\frac{l}{d_t}\right)}$$

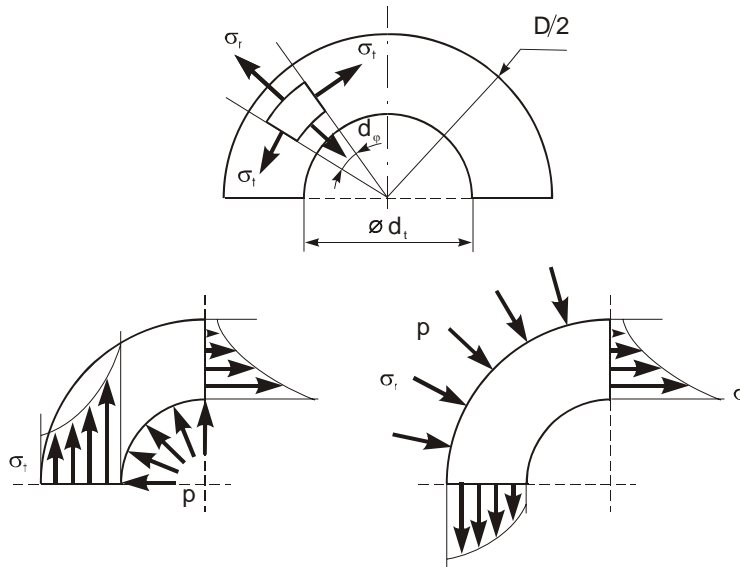
A biztonsági tényező:

$$n = 1,5 - 4$$

3.4.1. Feszültségek és alakváltozások

A számítást a vastagfalú csövekre érvényes összefüggések segítségével végezhetjük el.

A feszültségek jelölése a 3.24/a ábra alapján: σ_r radiális és σ_t tangenciális feszültség.



3.24. ábra

$$\sigma_{2tMAX} = p \frac{a_2^2 + 1}{a_2^2 - 1} \quad ; \quad a_2 = \frac{D}{d_t}$$

$$\sigma_{rMAX} = -p$$

A redukált feszültség:

$$\sigma_{RED} = \sigma_1 - \sigma_2 = p \left(\frac{a_2^2 + 1}{a_2^2 - 1} + 1 \right)$$

Csőtengely esetén:

$$\sigma_{1tMAX} = -\frac{2 \cdot p \cdot a_1^2}{a_1^2 - 1} \quad a_1 = \frac{d_t}{d_0}$$

Az agy alakváltozása:

$$\delta_2 = p \cdot \frac{d_t}{2} \cdot k_2 \quad ; \quad a_2 = \frac{D}{d_t}$$

$$k_2 = \frac{(1 + \nu)a_2^2 + (1 - \nu)}{E_2(a_2^2 - 1)}$$

A tengely alakváltozása:

$$\delta_1 = p \cdot \frac{d_t}{2} \cdot k_1$$

$$k_1 = \frac{(1 + \nu) + (1 - \nu)a_1^2}{E_1(a_1^2 - 1)}$$

Az alakváltozások ismeretében meghatározható a legkisebb fedés:

$$f_{MIN} = 2 \cdot \delta_1 + 2 \cdot \delta_2 = p \cdot d_t (k_1 + k_2)$$

A gyártási túlfedés:

$$f_{gyárt} = f_{MIN} + 2 \cdot 0,6(R_{z1} + R_{z2})$$

R_{z1} , R_{z2} – az érdesség magasságok.

A szereléshez szükséges hőmérséklet különbség:

$$A_t = \frac{\varepsilon + 0,0004d}{\alpha}$$

ahol:

$$\varepsilon = \frac{f}{d_t}$$

α - hőtágulási együttható.

A sajtolással létrehozott kötésnél a sajtolóerő:

$$F_{MAX} = \frac{\pi \cdot E \cdot \mu}{2} \left[1 - \left(\frac{d_t}{D} \right)^2 \right] \cdot l \cdot f$$

4. CSÖVEK, CSÖKÖTÉSEK

4.1. Alapfogalmak

A csővezetékek folyékony, légnemű közegek és szemcsés anyagok szállítására szolgálnak. Keresztmetszetük általában kör (ritkán más síkidom).

A csővezetékek legtöbbször egyenes csőszakaszokból, ívelt darabokból (könyökből), elágazó darabokból (T-elágazás), csőkötésekből (csavarzatok, karimás kötések, hegesztett kötések) és áramlást szabályozó szerelvényekből (csapok, tolózárak, szelepek, csapantyúk) állnak.

A csővezeték anyagát a belső túlnyomás, a szállított közeg hőmérséklete, kémiai tulajdonságai határozzák meg.

A csöveket, illetve csővezetékeket anyaguk szerint a következő csoportba sorolhatjuk:

- a) öntöttvas csövek
- b) acélcsövek
- c) fémcsövek (alumínium, réz, ólom stb.)
- d) nem fém csövek (azbesztcement, műanyag, gumi, kőagyag)

A különböző anyagú csövekről később részletesebben is szó lesz.

A megépített csővezetékeket különböző színű festéssel jelölik, aszerint hogy milyen anyag áramlik bennük (MSZ 2980). Fontosabb színjelölések: gőz-ezüst, víz-zöld, levegő-kék, gáz-sárga. A csővezeték belső átmérőjét az ún. térfogatáramlás és az áramló közeg sebessége határozza meg:

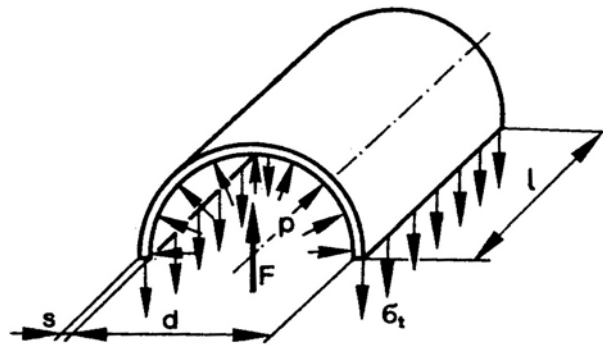
$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}}$$

ahol q (m³/s) a térfogatáramlás, d (m) a csővezeték belső átmérője, míg v (m/s) az áramló közeg sebessége.

A közegek áramlási sebességére ajánlások vannak a szakirodalomban. A kiszámított d átmérőt a szabványos értékre kell kerekíteni.

4.2. A csövek falvastagsága

A belső túlnyomásra terhelt csövek esetében a cső falában egyenletes feszültségeloszlást tételezünk fel (4.1. ábra).



A cső falvastagságának meghatározásához

4.1. ábra

A tangenciális feszültség:

$$\sigma_t = \frac{d \cdot p}{2 \cdot s}$$

Ezt az összefüggést a kazánok falvastagságának számítására vezették be, ezért **kazán-formulának is nevezzük.**

Az elméleti falvastagság tehát:

$$s_0 = \frac{d \cdot p}{2 \cdot \sigma_{MEG}}$$

Természetesen az elméleti falvastagságot még meg kell növelnünk, de a falvastagság növelés, ill. pótlékolás függ az anyagminőségtől is.

Legyen példa az öntöttvas csövek falvastagság képlete (a régi MSZ 83 szerint):

$$s = \frac{d \cdot p}{2 \cdot \sigma_{MEG}} + c = s_0 + c$$

ahol c az öntéstechnológia miatti pótlék, értéke $c = 6 - \frac{6}{55} \cdot s_0$ összefüggésből számíthatjuk.

4.3. Csővezetéki szabványok

A csővezetésekre, csövekre igen sok szabvány vonatkozik, mivel rendkívül sok helyen, sokféle cél érdekében igen nagy tömegben használják. A vezeték legjellemzőbb mérete az átmérő. A cső méretet ezért a hozzávetőleges belső átmérővel, az úgynevezett névleges átmérővel jellemezzük.

A névleges átmérő (MSZ KGST 254) az a számérték, amelyet a csővezeték rendszerek egymáshoz tartozó elemeinek (csövek, szerelvények, karimák, csőidomok, csőcsavarzatok stb.) jellemzésére használnak. Betűjele: DN 100. A számjegy csak megközelítőleg egyezik meg a mm-ben kifejezett valóságos belső átmérővel. A gyártás módja az oka az eltérésnek. A névleges átmérőket a szabványos számsornak megfelelően alakították ki, és mm-ben, illetve egyes csőfajtáknál hüvelykben adják meg, 1...4000 mm-ig, illetve 1/8" ..12" mérethatárok között. A 4.1. táblázat 8..1000 mm mérethatárok között tartalmazza a névleges átmérőket mm-ben és hüvelykben. Az egymás alatt lévő értékek közel azonos csőméretet jelentenek.

4.1.táblázat

A névleges átmérők sorozata

mm	8	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
hüvelyk	¼"	⅜"	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"
mm	175	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
hüvelyk	7"	8"	10"	12"	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A csővezetékek legtöbbször belső túlnyomással üzemelnek. A vonatkozó szabvány (MSZ 2873) meghatározza a névleges, üzemi és próbanyomás fogalmát.

A névleges nyomás az a legnagyobb túlnyomás, amelyre a csővezeték és csővezeték-elemek tartósan igénybe vehetők 20 °C-os hőmérsékleten és a vonatkozó szabványokban meghatározott anyag esetén. Betűjel: PN, emellé kell írni a nyomás SI-ben kifejezett számértékét. A névleges nyomások a szabványos számsor alapján lépcsőzöttek. A nyomásfokozatok közül azokat, amelyek csövekre, csőkarimákra és csőszerelvényekre egyaránt vonatkoznak a 4.2. táblázatban foglaljuk össze. Az I., II és III. jelű oszlopok a különböző üzemi viszonyokat veszik figyelembe:

- I. víz, veszélytelen folyadék, gáz, gőz 120 °C-ig
- II. gőz, gáz, folyadék 300 °C-ig
- III. gőz, gáz, folyadék 300...400 °C-ig.

A megengedett üzemi nyomás az a legnagyobb túlnyomás, amellyel egy meghatározott névleges nyomású csővezeték egy adott üzemi hőmérsékleten tartósan üzemeltethető. A jele: Üny, (számításokban p_n -vel jelöljük), emellé ki kell írni a nyomás számértékét és a legnagyobb üzemi hőmérsékletet.

A próbanyomás az a túlnyomás, amellyel a csővezetéket a tömörség, illetve a tömörzés ellenőrzése céljából vizsgálják. A vizsgálatot általában környezeti hőmérsékletű vízzel végzik vezetékemek esetén, teljes vezetékre nem mindig célszerű a próbanyomás.

4.2. táblázat

A névleges nyomás sorozata

Névl. nyomás PN MPa	Legnagyobb megengedhető üzemnyomás, Üny, MPa			
	I.	II.	III.	
	Karima és cső	Karima és cső	Karima	Cső
0,1	0,1	0,1		
0,25	0,25	0,2		
0,6	0,6	0,5		
1,0	1,0	0,8		
1,6	1,6	1,3		
2,5	2,5	2,0	2,0	1,6
4,0	4,0	3,2	3,2	2,5
6,4	6,4	5,0	4,0	4,0
10,0	10,0	8,0	6,4	6,4
16,0	16,0	12,5	10,0	10,0
25,0	25,0	20,0	16,0	16,0
32,0	32,0	25,0	20,0	20,0
40,0	40,0	32,0	25,0	25,0
64,0	64,0	50,0		
100,0	100,0	80,0		

A vonatkozó szabványok legtöbbször előírják a próbanyomás nagyságát, általában a névleges nyomás 1,5-szeresére. A vizsgálat lefolytatásának pontos körülményeit a szabvány határozza meg. A próbanyomás jele: PNY, amely mellé a nyomás számértékét kell megadni.

4.4. Csővezetékek anyagai

Régebben az öntöttvas csöveket nagy mennyiségben használták, azonban manapság sok helyütt acélcsöveket használunk helyettük. Az öntöttvas csöveket homok – vagy fémformába öntik, ill. centrifugál ötéssel gyártják. Az öntöttvas csövek hátrányos tulajdonsága a ridegség, törésre való hajlam. Az öntöttvas csövek 0,6-4 MPa névleges nyomásra készülhetnek. Az idomdarabokat homokformába öntik, de nagyobb nyomásra és hőmérsékletre acélöntvényből készítenek csőidomdarabokat.

Az acélcsövek a legnagyobb tömegben felhasznált csőfajta, a legnagyobb nyomásig és 500 °C hőmérsékletig is használható.

Az acélcövek többféle technológiával készülnek, kivitelük szerint két fő csoportba oszthatók:

- a) Hegesztett acélcövek.
- b) Varrat nélküli acélcövek.

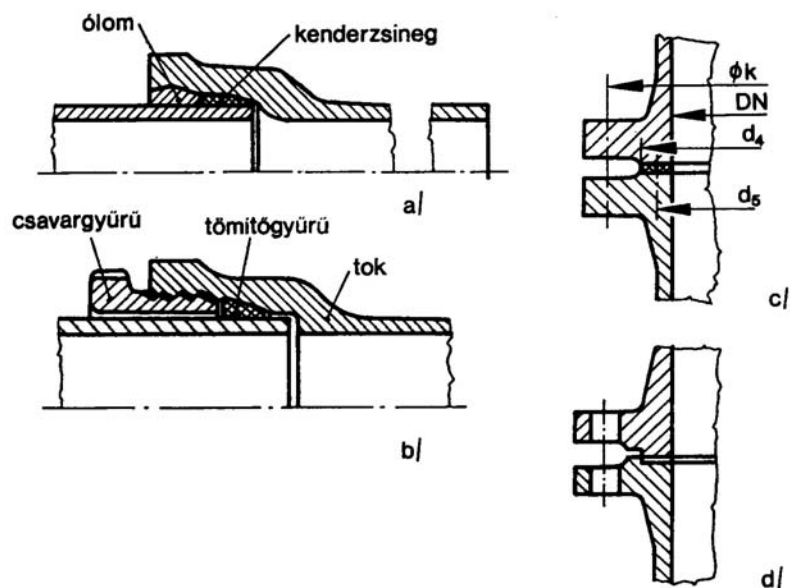
A csövek anyagminőségét az MSZ 29, méretsorát az MSZ 99 írja elő.

A sárgaréz és vörösréz csövek varrat nélkül, húzással, vagy hengerléssel készülnek. Kedvező tulajdonságuk, hogy jól alakíthatók és korrózióállóak. Alumínium csöveket súlycsökkentés céljából használják a jármű- és repülőgépiparban. Az ólomcsövek kémiai igen jól ellenállóak, jól alakíthatók, épületen belüli lefolyóként használják.

A műanyag csövek az utóbbi időkben terjedtek el. Leggyakrabban használatos a kemény PVC (polivinil-klorid) cső. Ez a műanyag igen jó sav- és lúgállóképessége miatt vegyi üzemekben is használható.

4.5. Csőkötések

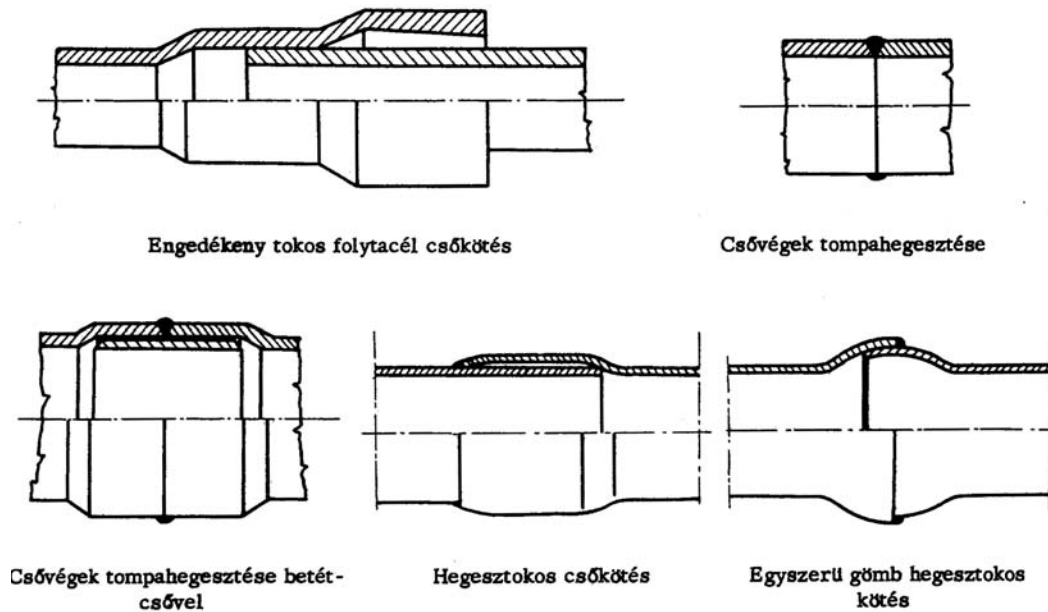
Az öntöttvas csöveknél a cső végére ráöntik a kötést lehetővé tevő részeket. Kisebb nyomás esetén (1 MPa-ig), földbe fektetett víz és gázvezetékknél tokos csőkötést (4.2.a ábra) használnak. Nagyobb nyomásnál a 4.2.b ábrán látható csavarkötéses öntöttvas nyomócsőtök használatos. A leggyakrabban a cső végére öntött karimás csőkötés (4.2.c ábra) használatos öntöttvas csöveknél.



4.2. ábra

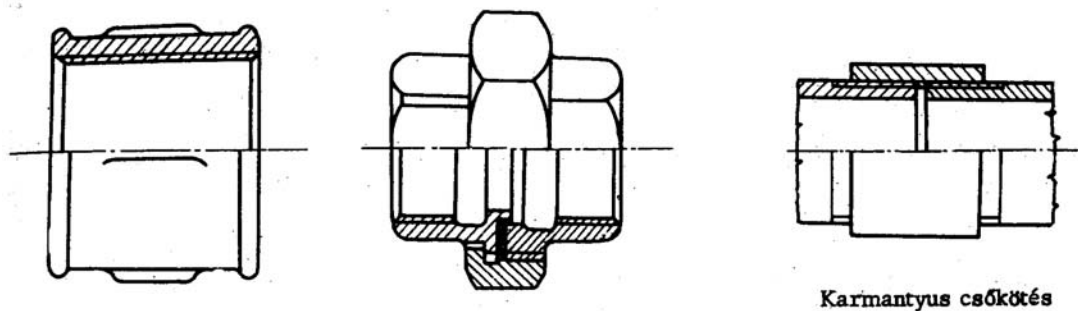
Az acélcövek kötésére többféle megoldás szolgál. A kötések célszerű csoportosítani nem oldható és oldható kötésekre.

A nem oldható kötések acélcsőveknél, általában hegesztett csőkötések. Ezekre látunk példát a következő ábrákon.



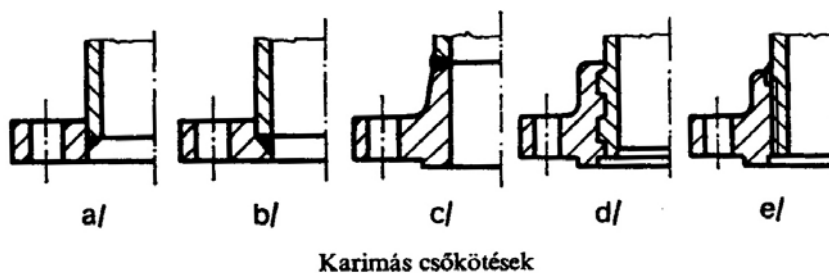
4.3. ábra

Az oldható kötések menetes kötések, illetve karimás kötések. A menetes kötések láthatók a 4.4. ábrán. Nagyobb átmérők esetén, vagy pedig szabadban lévő vezetékeknél a karimás csőkötések különböző változatait használjuk.



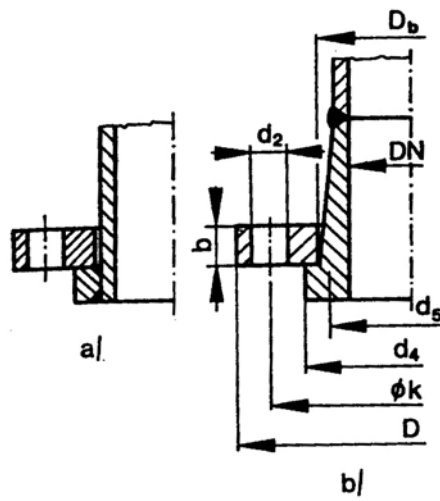
4.4. ábra

Az ún. merev típusok a 4.5. ábrán láthatók.



4.5. ábra

A rugalmasabb kötés céljából hasznosabb a laza karimás csőkötés (4.6. ábra).



4.6. ábra

A csövek lezárására síkfedelet (vakkarimát) alkalmazunk.

5. TARTÁLYOK

5.1. Általános fogalmak

A tartályokat feladatuk szerint két csoportra osztjuk:

- a) Tartányok vagy edények
- b) Nyomástartó edények vagy tartályok

A tárolótartályok lehetnek hengerek, hasáb alakúak és gömb alakúak, feladatuk valamilyen közeg tárolása. Terhelésüket a bennük lévő közeg súlya, illetve hidrosztatikai nyomása idézi elő.

A nyomástartó edények alakja rendszerint hengeres, mert szilárdsági szempontból ez a kedvező. Ha a tartály falvastagsága kisebb, mint az átmérő 4,5 %-a, akkor vékonyfalúnak tekinthető.

A továbbiakban csak a vékonyfalú belső nyomásra terhelt edényeket tárgyaljuk.

5.2. Nyomástartó edények alapfogalmai

A nyomástartó edények szerkezeti kialakítására és méretezésére a vonatkozó szabványok részletes előírásokat adnak. Ezek az előírások azonban sokszor nehezen áttekinthetők, és néha ellentéteseknek látszanak. A terjedelmük olyan nagy, hogy még kivonatos ismertetésük sem lehetséges. Így itt főként a kialakítási és méretezési elveket tárgyaljuk.

A nyomástartó edény rendszerint hengeres alakú, lemezből, hegesztéssel készül, a két végén általában domborított edényfenékkal van lezárva. A vegyiparban ettől eltérő kialakítású, bonyolultabb készülékekkel is gyakran találkozunk, hasonlóképpen a kazánépítés is speciális kialakításokat hoz létre, ezeket azonban nem tárgyaljuk.

A nyomástartó edények veszélyes üzeműek, mert a bennük tárolt jelentős energia törés esetén felszabadulhat, kialakításuk, méretezésük és üzemük ellenőrzése ezért csak a vonatkozó szabványok, és szabályzatok szerint lehetséges.

A túlnyomással terhelt tartályok főbb csoportjai:

- Légtartályok – semleges gázzal vagy gázeleggyel töltött tartályok. Érvényes rájuk a „Légtartály biztonsági szabályzat”.

- Vegyipari tartályok – veszélyes gázzal, gázeleggyel vagy veszélyes folyadékkal és annak gőzével üzemelő tartályok. Érvényes rájuk a „Nyomástartó Edények Biztonsági szabályzata” (NyEBSZ).
- Gőzkazánok – a 100 °C-nál nagyobb hőmérsékletű vizet és vízgőz tartalmazó tartályok. Érvényes rájuk a „Kazánbiztonsági Szabályzat”.

A jelenleg érvényes NyEBSZ 1979-ben jelent meg a Nehézipari Értesítőben a 4/1979. (III.7.) NIM számú rendeletként. Eszerint nyomástartó edény: olyan zárt vagy zárható berendezés, amelyben 0,7 bar túlnyomásnál nagyobb nyomás van, vagy keletkezhethet.

A nyomástartó edény méretezésekor két lényeges paramétert kell figyelembe venni: a hőmérsékletet és a nyomást. A meghatározások a vonatkozó NyEBSZ szerint:

Tervezési hőmérsékletnek (t) nevezzük azt a közeg, illetve környezet által meghatározott hőmérsékletet, amelyre a tartály anyagára megengedhető feszültséget meghatározzuk, ez általában megegyezik az edény töltetének legnagyobb hőmérsékletével, de min. 293 K, azaz 20 °C. Fűtött köpenylemez esetében számítással kell meghatározni.

Üzemi hőmérséklet: a nyomástartó edény nyomásterében levő töltet hőmérséklete üzemeltetés közben.

Engedélyezési nyomás: az a legnagyobb túlnyomás, amelyet a hatóság engedélye alapján a nyomástartó edény üzemi nyomása elérhet.

Üzemi nyomás: (p_u) az a legnagyobb belső vagy külső túlnyomás, amely az edényben a munkafolyamat normális üzemvitele közben keletkezhethet, figyelmen kívül hagyva a töltet hidrosztatikus nyomását. Ezzel a nyomással megegyezik, vagy ennél nagyobb a *méretezési nyomás* (p). Amennyiben a hidrosztatikus nyomás az üzemi nyomást 5 %-kal meghaladja, úgy a méretezési nyomást ezzel a mértékkal meg kell növelni.

A próbanyomás az a nyomás, amellyel az edényt vizsgálják. Nagysága:

$$p_p = 1,25 p \frac{f_{m20}}{f_{mt}}$$

ahol: f_{m20} a megengedhető feszültség 20 °C-on, f_{mt} a megengedhető feszültség a méretezési hőmérsékleten.

A tartályok névleges és üzemi nyomásértékeit az MSZ 10406 tartalmazza.

A méretezés során megengedhető feszültséget (f_m) a szokásos acéllemezekre és a szokásos üzemi feltételekre az alábbiak szerint állapíthatjuk meg (MSZ 13822/1):

$$f_m = \eta \frac{R_{eHt}}{S_T}, \quad \text{ill.} \quad f_m = \eta \frac{R_{p0,2t}}{S_T}$$

$$f_m = \eta \frac{R_{mt}}{S_B}$$

ahol η helyesbítő tényező (acélanyagokra általában $\eta = 1$, öntvényekre 0,7..0,8, R_{eHt} a folyáshatár a méretezési hőmérsékleten, $R_{p0,2t}$ az egyezményes folyáshatár a méretezési hőmérsékleten, R_{mt} szakítószilárdság a méretezési hőmérsékleten, S_T a folyáshatárhoz tartozó biztonsági tényező, értéke üzemnyomásra 1,5, vizsgálati nyomásra 1,1, S_B a szakítószilárdsághoz tartozó biztonsági tényező, értéke 2,4.

A hegesztéssel készített köpenylemezek, ill. edényfeneknek hegesztési varratának szilárdságsökkentő hatását a varrat szilárdsági tényezőjével (jóságtényező) vesszük figyelembe. A szilárdsági tényező (ν) az alábbiak szerint:

- kézi ívhegesztéssel, egy oldalról hegesztett tompavarrat, ill. sarokvarrat: 0,7...0,8
- egyoldalról hegesztett gépi tompavarrat: 0,8...0,9
- kézi ívhegesztéssel készített, kétoldalról teljesen áthegesztett tompavarrat: 0,8..0,95
- gépi hegesztéssel készített, kétoldalról teljesen áthegesztett tompavarrat: 0,82...1,0

A fenti értékek T illesztésű kötésekre is érvényesek.

A NyEBSZ vonatkozó előírásai értelmében meg kell határozni az edény veszélyességi mutatóját és ez alapján a veszélyességi osztályt. A veszélyességi mutató:

$$Y = Vpk(c + f + t)$$

ahol V a nyomástartó edény összes űrtartalma m^3 -ben, p az engedélyezési nyomás barban (túlnyomásban), k a korrózióra, kopásra, c a töltet fizikai állapotára, f a töltet tűzveszélyességére, t a töltet mérgező hatására jellemző értékek.

A meghatározott veszélyességi mutató alapján kis-, közép- és nagyveszélyességű osztályba kell az edényt sorolni. Továbbiakban a veszélyességi osztálytól függően kell a leglényegesebb méretezési, gyártási, felállítási, üzemeltetési intézkedéseket megtenni.

A tartályokat – töltetüktől függően – különböző minőségű lemezekből készítik, hegesztéssel, ritkábban szegeccseléssel. A szegeccselés jelentősége a tartály készítésénél egészen kicsi, csak akkor jöhet szóba, ha a hegesztés technológiai okok miatt nem végezhető el (bizonyos rozsdamentes acélok, nagy hőmérsékletek).

A veszélyes terhelésű tartályokat csak műbizonylattal vagy pedig szakértői bizonylattal ellátott anyagokból szabad gyártani. Ha valamilyen oknál fogva ettől el kell térni, akkor meghatározott vizsgálati módszerekkel összeállított szakértői bizonylattal kell az anyag alkalmasságát bizonyítani.

Nyomástartó edény alkatrészanyagaként nem nyugtatott acél nem alkalmazható! Félig nyugtatott acél legfeljebb 10 bar méretezési nyomású, kisveszélyességű nyomástartó edényhez használható, ha az üzemi hőmérséklet nem süllyed $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá, és nem magasabb $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál.

A tartályépítésben alkalmazható ötvözetlen acéllemezeket az MSZ 1741 szabvány tartalmazza.

A kazánok és nyomástartó edények gyártására felhasználható szerkezeti anyagokat az MSZ 1740-es szabványsorozat tartalmazza. Az alkalmazható anyagok:

MSZ 500 szerint: A 34B, A 38B, A 44B

MSZ 1741 szerint: KL1, KL2, KL3, KL7 legfeljebb $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig
KL8 legfeljebb $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig,
KL9 és KL10 legfeljebb $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig.

MSZ 2295 szerint: 14HCM, 24HCMN, 17HCMV és 20HCMV, továbbá ausztenites acélok és plattírozott acéllemezek.

MSZ 1740/5-81 Kazánok és nyomástartó edények gyártására felhasználható szerkezeti anyagok.

Vegyipari tartályok anyagának kiválasztása során a hőálló, hidrogénálló, nem rozsdásodó tulajdonságú acéllemezanyagokat kell figyelembe venni.

5.3. Nyomástartó edények főbb típusai

Az edény névleges űrtartalma alapján az edény alakjának meghatározásához különböző szempontokat kell figyelembe venni:

- a) a szabványos lemez méreteket, törekedve a legkisebb hulladékra, legkevesebb varrathosszra,

- b) a szabványos fenék- és köpenyméreteket,
- c) a tartály rendeltetési célját.

Az alak szerint a tartály lehet:

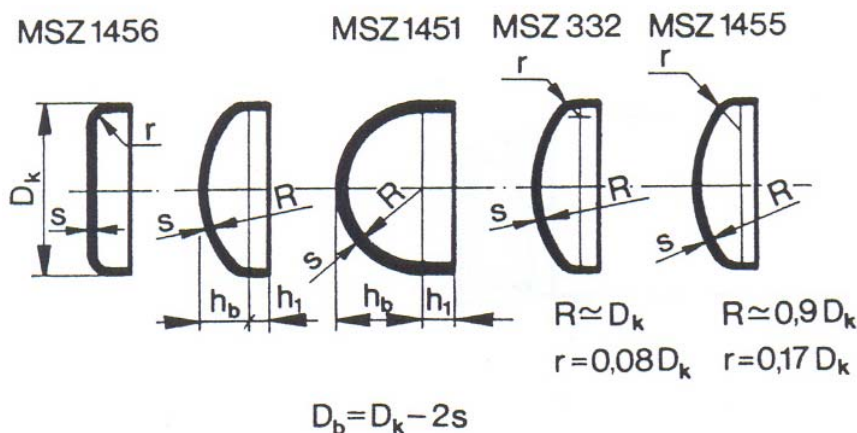
- karcsú tartály, ha $L/D > 2$
- arányos tartály, ha $1 \leq L/D \leq 2$
- zömök tartály, ha $L/D < 1$.

Itt L a tartály hengeres szakaszának hossza, D a tartály külső átmérője. A vonatkozó szabvány a névleges űrtartalom és a tartály átmérőjének függvényében megadja az L méreteket.

A nyomástartó edény hengeres része a köpeny, amely lemezből hajlítva, tompán illetve hegesztéssel készül. A nagyméretű edények köpenye több hossz- és keresztvarratot is tartalmazhat. Ilyen esetben a hosszvarratok egymástól eltolva készülnek, a lemezvastagság háromszorosára, de legalább 100 mm távolságra egymástól. A köpeny szilárdsági lag leggyengébb része a hosszvarrat, amelynek gyengítő hatását a varrt szilárdsági tényezőjének felvételével veszik figyelembe.

A szilárdsági tényező a varrat és az ép lemez szilárdságának a viszonya. A szilárdsági tényező nagysága a technológiától és a varraton elvégzett vizsgálatoktól függ, adott esetben a nagyobb érték annak ellenére gazdaságos lehet, hogy több vizsgálatot igényel. A szilárdsági tényező fogalmából következik ugyanis, hogy az ép lemezrész szükségképpen túlméretezett, tehát a kis szilárdsági tényező felesleges többlet anyagmennyiség beépítését eredményezi.

A nyomástartó edények lezárására alkalmazott edényfenékek kialakítása lehet: sík, elliptikus, félgömb, kosárgörbe (sekély és mélydomborítású) alakú (5.1. ábra).

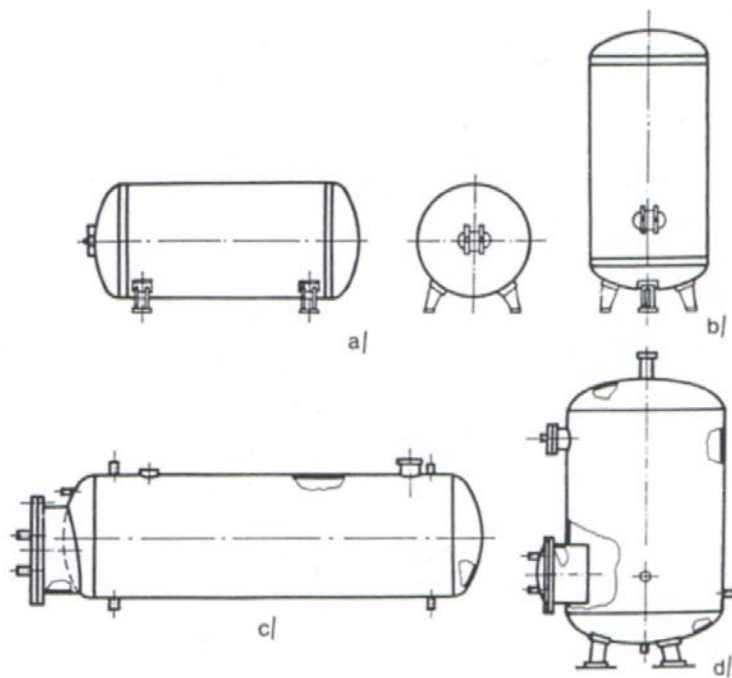


5.1. ábra

A sík edényfenék főleg nyomás nélküli tartályok lezárására használható, mivel szilárdságilag kedvezőtlen megoldás. A félgömb alakú fenék szilárdságilag a legkedvezőbb, előállításuk azonban nehéz. A gyakorlat főleg a kétféle kialakítású kosárgörbe alakú edényfenéket alkalmazza. Célszerű előnyben részesíteni a mélydomborítású edényfenéket, miután szilárdságilag kedvezőbb, és így azonos üzemi viszonyok esetén anyagmegtakarítás érhető el.

A köpeny és edényfenék csatlakoztatását tompavarrattal kell készíteni.

Az egyes tartálykialakítások fő méreteire a szabványok tartalmaznak adatokat.



Különböző nyomástartó edény kialakítások

5.2. ábra

Az 5.2. ábrán néhány edénykialakítást mutatunk be. Az a) és b) ábra helyhez kötött, fekvő és álló tartályra ad vázlatot, a c) és d) ábra fekvő és álló hengeres melegvíztárolót szemléltet vázlatosan.

5.4. Edények szilárdsági méretezése

A nyomástartó tartályok méretezésekor el kell végezni:

- a) a hengeres öv és
- b) domborított edényfenék szilárdsági ellenőrzését
- c) a kivágások megerősítését
- d) alátámasztások okozta többlet terhek vizsgálatát.

A hengeres öv szilárdsági számítása az MSZ 13822/2 szabvány szerint:

$$s' = \frac{p \cdot D_b}{2 \cdot f_m \cdot v_h - p}$$

ahol a szilárdságilag szükséges falvastagság s' , f_m a köpeny falában megengedett feszültség, p a méretezési nyomás, D_b a köpeny belső átmérője, v_h a hosszvarratok szilárdsági tényezője. A fenti képlet a kazán formulából származik bizonyos átalakításokkal. Az így kiszámított elméleti falvastagságot növelni kell a falvastagság-pótlékkal, amely három részből tevődik össze:

$$c = c_1 + c_2 + c_3$$

ahol c_1 a korróziós pótlék, c_2 a lemez negatív tőrését kiegyenlítő pótlék, c_3 a gyártástechnológiai pótlék.

A legkisebb falvastagság légtartály esetén $s = 3$ mm lehet, gőzkazánál, melegvíz tárolónál $s = 5$ mm.

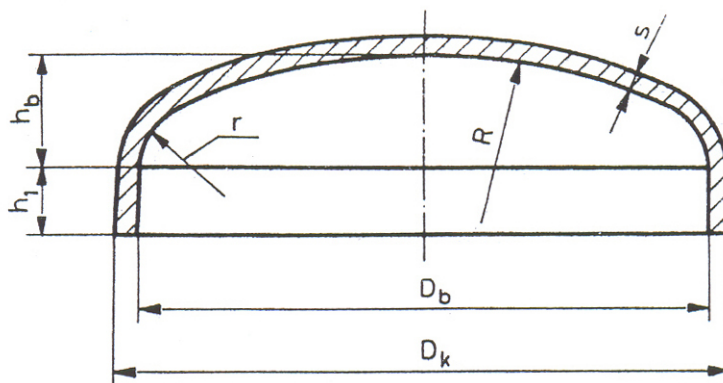
Az MSZ13822/2 szabvány tárgyalja még a külső nyomással terhelt köpeny, valamint a gyűrűkkel merevített hengeres köpeny számítását is, melyre most nem térünk ki.

Az edényfenekek kialakítása az 5.1. ábra szerinti.

Szilárdságilag a legkedvezőbb a félgömb fenék, ekkor ugyanis az elemi szilárdságtan szerint a vékonyfalú gömb tangenciális és axiális feszültsége megegyezik:

$$\sigma_t = \sigma_{AX} = \frac{D_b \cdot p}{4 \cdot s}$$

A félgömbfenék leggyártása azonban nehézségekbe ütközik, ezért a kosárgörbe alakú fenék terjedt el. (5.3. ábra)



5.3. ábra

Az edényfenekeknél ellenőrizni kell a göbbsüvegrészt, ahol a jellemző méret a belső görbületi sugár R .

A belső túlnyomással terhelt fenék szükséges vastagsága az MSZ 13822/4 szerint:

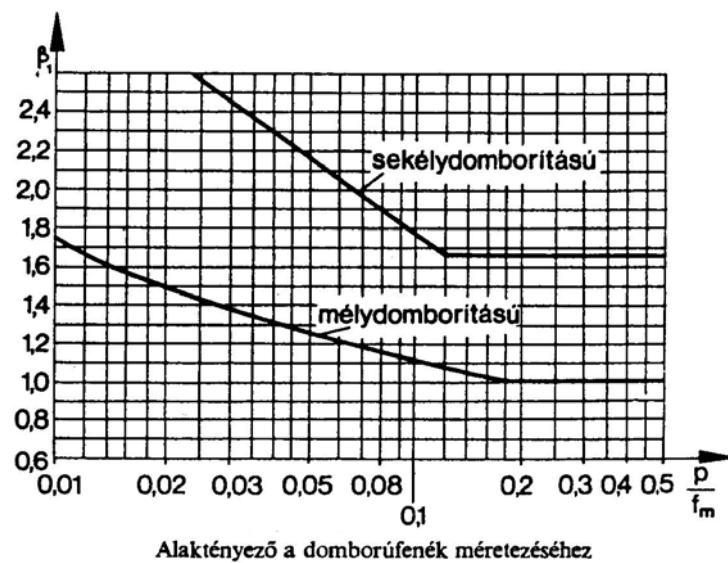
$$s' = \frac{p \cdot R}{2 \cdot v \cdot f_m - p}, \quad \text{és} \quad s \geq s' + c$$

Továbbá ellenőrzést kell végezni az r sugarú sarokgörbület helyén is.

A szükséges falvastagság:

$$s' = \frac{p \cdot D_k \cdot \beta_1}{2 \cdot v \cdot f_m}$$

A méretezés kiindulása itt a kazánformula, kis sugarú sarokgörbület feszültséggyűjtő hatását egy β_1 alaktényezővel vesszük figyelembe, melynek diagramja az 5.4. ábrán látható.



5.4. ábra

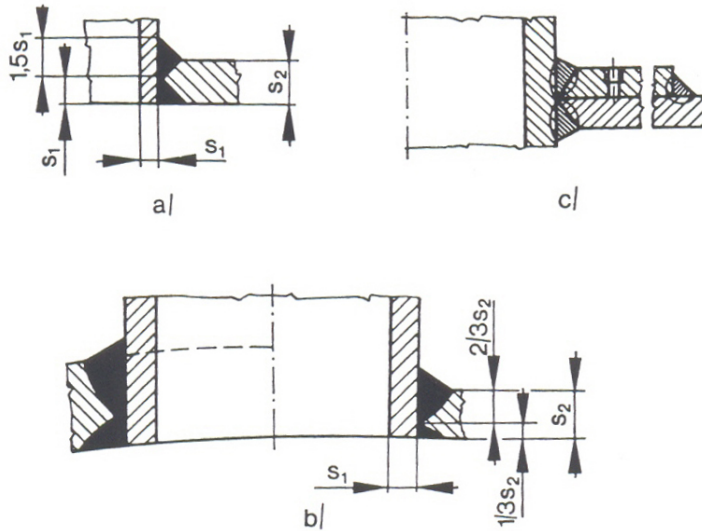
A tartályok lezárására sík fenék vagy síkfedél is használható. Síkfenék és síkfedelek méretezését az MSZ 13822/6 szabvány tárgyalja.

Általános elvként javasolható, hogy nem a síkfenék falvastagságát célszerű növelni, hanem merevítő bordákat alkalmazni.

A tartály köpenylemezén vagy fenekén különböző csőcsatlakozásokat kell kialakítani. A csonkokat legkönnyebb sarokvarrattal csatlakoztatni a köpenyhez. Ha azonban radiográfiai vizsgálat van előírva a varratokra, akkor tompavarratos kötést kell készíteni, mert ennek ellenőrzése végezhető el megnyugtatóan.

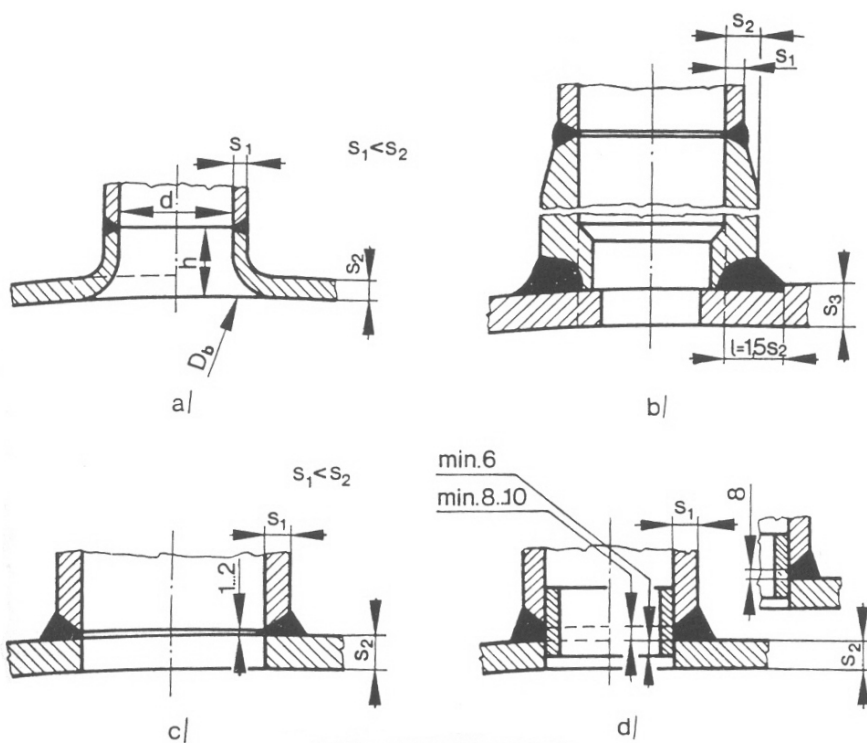
Beültetett csonkok kötésére az edény falán megfelelő nagyságú nyílást kell készíteni, lángvágással vagy forgácsolással. A pontosság azonban fontos követelmény, nem lehet a csonk és a köpeny közötti hézag 2,5...3 mm-nél nagyobb, mert a varrat gyöke könnyen megrepedhet.

Ha a csontot erősítő gyűrűvel köti be, nagy gondot kell fordítani az erősítő gyűrű belső átmérőjénél lévő varrat készítésére. Ez mindenképpen erőátadásra alkalmas varrat legyen a csont és a köpeny között. Az erősítő gyűrű külső átmérőjénél lévő varrat lényeges hatást nem fejt ki a bekötés szilárdságára.



Csőcsatlakozások

5.5. ábra

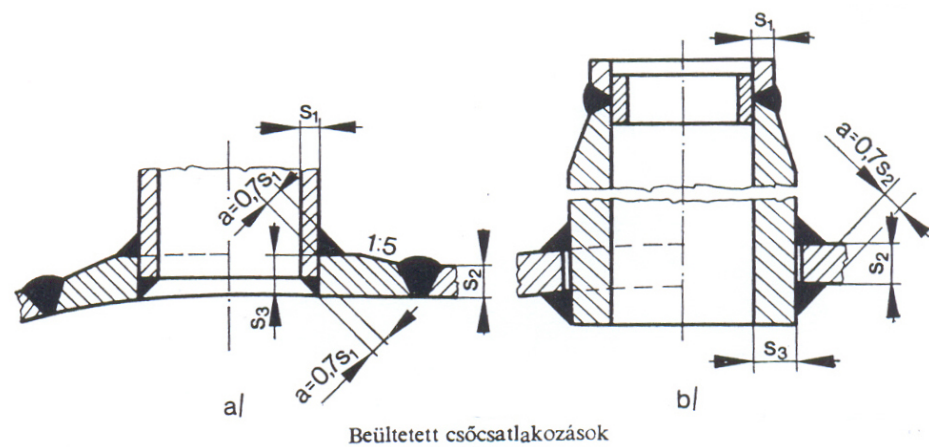


Ráületett csőcsatlakozások

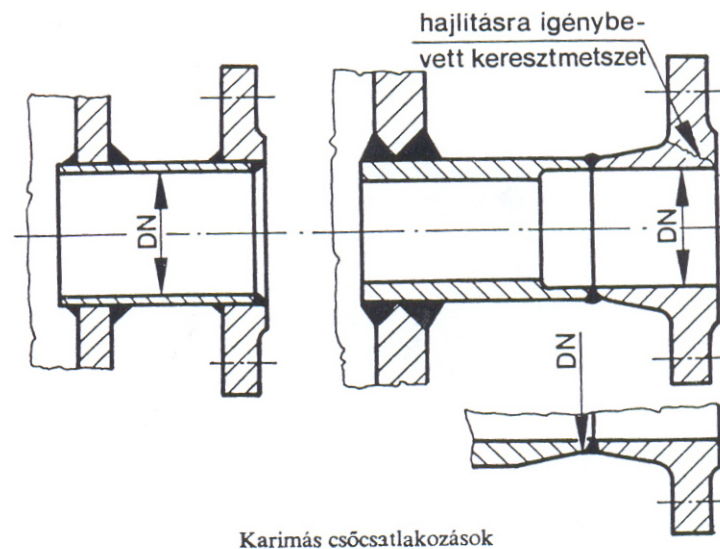
5.6. ábra

Ráületett csontoknak nevezzük azt a megoldást (5.6. ábra), amikor a csont a köpeny külső felületére ütközik és itt készül varrat. Ez a kivitel azért előnyös, mert kisebb a hegesztési maradó feszültség és kisebb a kötés fáradási érzékenysége.

Az 5.6. ábrán kis átmérőjű csövek kötését láthatjuk, az a) ábra ritkán alkalmazott, kipepmezett megoldást mutat. A megoldás hátránya a költségessége. A b), c) és d) ábra a kazánfalhoz közvetlen ütközéssel csatlakozó csőkötések mutat. A varrat igénybevétele itt hajlítás is, a húzás mellett, ami igen kedvezőtlen. Ezért ez inkább csak kisebb nyomásra és kisebb átmérőknél alkalmas. A hegyvarrat a csőkeresztmetszetbe történő beömlesztésének megakadályozására betétcsövet is helyezhetünk el (5.6.d ábra), ez egyben me-revít is. A varrat igénybevétele szempontjából kedvezőbb az a megoldás, amikor a cső a kazánfal furatába be van engedve, ha a hozzáférhetőség biztosítva van, belülről is kívülről is elhelyezünk hegesztési varratokat. Ilyenkor a lemezt mindkét oldalról le kell élezni, hogy jobb beolvadást érhünk el. (5.5. ábra) Hasonló megoldásokat mutat az 5.7. ábra.



5.7. ábra

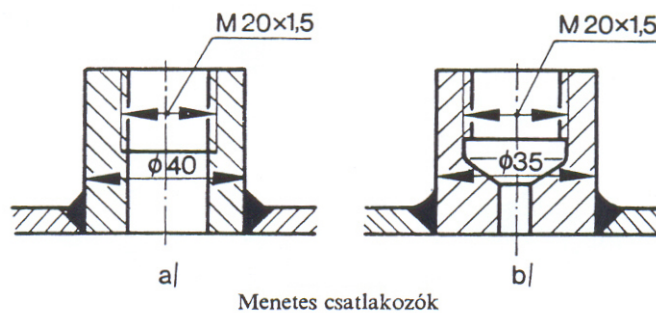


5.8. ábra

A köpeny- vagy fenéklemezbe hegesztett csőcsonk készülhet menetes acélcsőből (kis-méretű csonkok), vagy varrat nélküli vezetékcsőből, amely karimával van ellátva (ez utóbbi az általánosabb). Nagy átmérőjű csőcsonk csőrésze lemezből hajlítva, hosszvar-

rattal is készülhet. A karima – a nyomásfokozattól függően – sima vagy toldatos kivitelű lehet. A lényegesen kedvezőbb szilárdsági tulajdonságok miatt a toldatos karima használata indokoltabb, miután a leginkább igénybe vett keresztmetszetben nincs hegesztési varrat, hanem a keresztmetszet erősített kivitelű (5.7. ábra). A falvastagság arányokra nincsenek előírások, célszerű az $s_{cső} = 0,4..0,6 s_{lemez}$ arányra törekedni. Megvalósítható a csővég külső átmérőjének a lemunkálása is, ebben az esetben azonban nehezebb olyan csövet találni, amely az adott névleges méretű csőkarima külső átmérőjével összehozható.

A csatlakozások között meg kell említeni a nyomásmérő és esetleg hőmérőcsatlakozót, amelyekbe a szerelvények menettel csatlakoznak (5.9.a ábra hőmérőcsatlakozó, b) ábra nyomásmérő csatlakozó).



5.9. ábra

A köpenylemezen vagy edényfenéken kiképzett kivágások gyengítő hatását a lemezvastagság megállapításakor figyelembe kell venni. A kivágásokat azért kell készíteni, mert a kapcsolódó csővezetékek részére csőcsonkokat kell kialakítani. A nyomástartó edények kivágásainak megerősítésére az MSZ 13822/8-80 szabvány ad meg általános előírásokat és számítást. A kivágásokat az ép lemezrészeken kell kialakítani úgy, hogy a hegesztési varrattól legalább 3s (de min 50 mm) távolságban legyen a kivágás széle. Hegesztési varratban csak kivételes esetben készíthető kivágás (rendszerint átalakítások során kerülhet erre sor), ilyenkor a varrat és a kivágás gyengítő hatását együttesen kell figyelembe venni, a kétféle gyengítési tényező szorzatából kialakított tényezővel ($V' = vV$).

A kivágásokat minden esetben merevíteni kell. A merevítés történhet:

- falvastagítással,
- behegesztett vagy ráhegesztett tárcsával,
- csőcsonkkal,
- tárcsával és csonkkal együttesen.

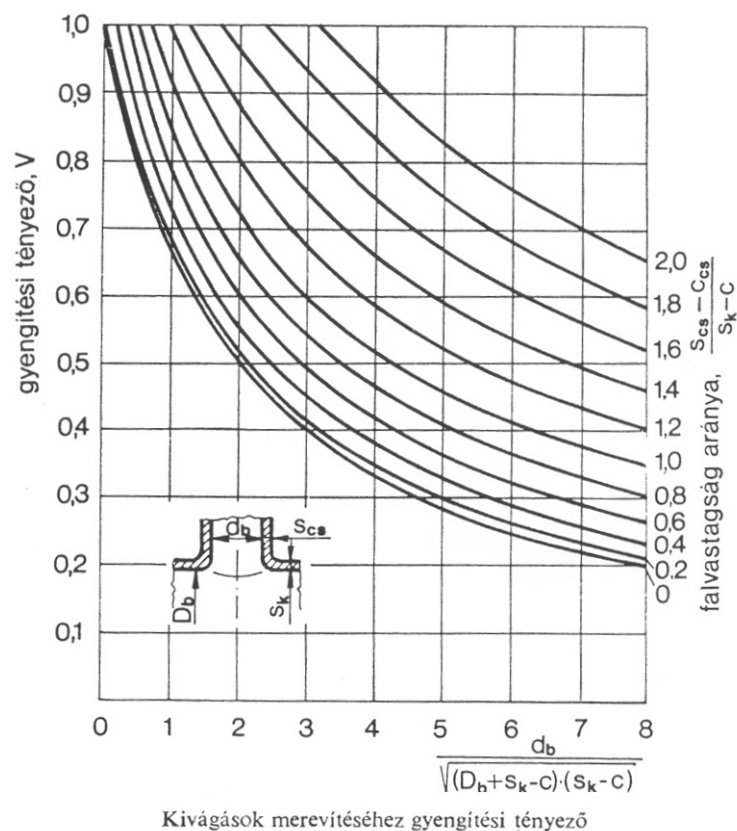
A falvastagság szükséges értékének (s_k) számításakor a hegesztési varrat szilárdsági tényezője (v) helyett egy V gyengítési tényezőt kell behelyettesíteni, amelynek számszerű értékei az 5.10 ábra diagramjából vehetők, hengeres köpeny esetén. A diagramban található – eddig nem szereplő – jelölések az 5.11. ábra alapján értelmezhetők:

- d_b a kivágás, ill. csomk belső átmérője, mm;
- s_k a kivágás peremének szükséges falvastagsága, mm;
- s_{cs} a csomk tényleges falvastagsága, mm;
- c_{cs} a csomk teljes falvastagság-pótléka, mm;

Azonos jellegű diagramot ad meg az említett szabvány edényfeneknek esetére is.

A merevítés méretezésével kapcsolatos néhány megjegyzés:

- A falvastagítással való merevítés általában nem gazdaságos. A számításakor viszont figyelembe vehetjük azt a ténytet, hogy az ép lemezrész mindig erősebb a szükségesnél, miután a varrat szilárdsági tényezőjének figyelembevétele azt jelenti, hogy a szilárdságilag szükséges méret a varrat helyén jelentkezik. Így meghatározható az a maximális nyílásátmérő, amelyet még nem kell merevíteni (pontosabban fogalmazva, amelyet a falvastagság-többlet merevít).
- Az 5.11.a) és 5.11.b) ábrák szerinti kivitel gyengítési tényezője a görbesereg legalsó görbéjéből határozható meg.



5.10. ábra

- Az s_k értékének előzetes becslésére van szükség a számításkor, miután a diagram vízszintes tengelyén felmért értékben, melynek segítségével az s_k számításához szükséges V érték meghatározható, a szükséges falvastagság is szerepel. Ilyenkor a helyes eredményhez fokozatos megközelítéssel juthatunk.

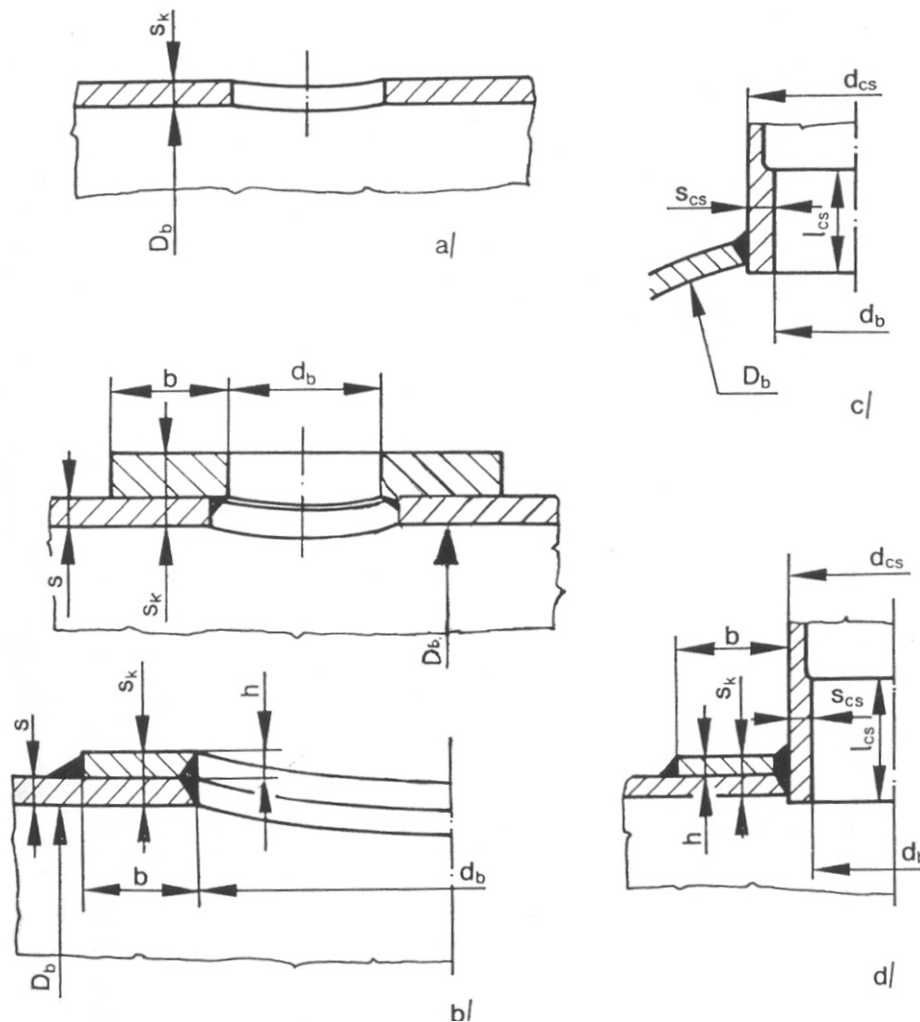
A merevítőtárcsa vastagsága $h \leq s$, a szélessége az alábbi összefüggéssel számítható.

$$b = \sqrt{(D_b + s_k - c)(s_k - c)}$$

A b méret csökkenthető a h növelésével úgy, hogy $b_1 h_1 = b h$ legyen – de h_1 nem lépheti túl a tényleges falvastagságot, s-t. A csonkokkal merevített kivágásban a csonk minimális hossza

$$l_{cs} = 1,25(d_{cs} + s_{cs} - c)(s_{cs} - c_{cs})$$

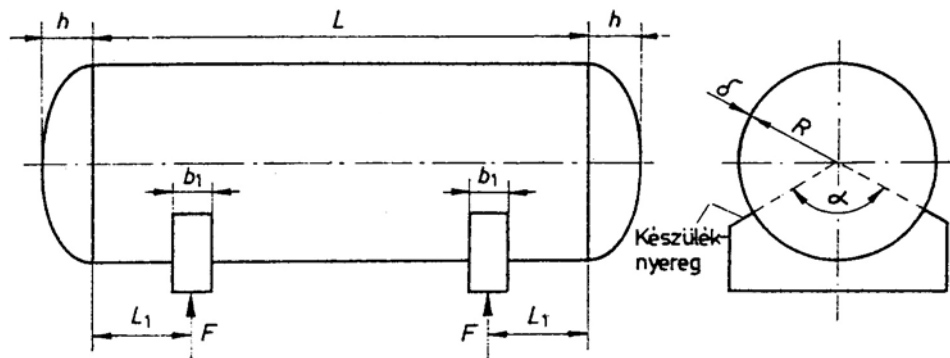
és az érték csökkenthető az s_{cs} egyidejű növelésével, úgy hogy $l_{cs1} \cdot s_{cs1} \geq l_{cs} \cdot s_{cs}$ legyen.



Kivágások merevítési megoldásai

5.11. ábra

Az alátámasztások okozta terhelés figyelembevételét egy vízszintes tengelyű körhengeres tartálynál mutatjuk be. A vízszintes tengelyű tartályok alátámasztásának egy lehetősége a nyergekkel való alátámasztást (5.12. ábra) mutatja.



5.12. ábra

A tartály terhelései ebben az esetben a nyeregreakciók. A reakció erők nagyságát a tartók reakcióerő számításánál alkalmazott módon határozzuk meg, a terhelés pedig abból adódik, hogy a tartály vízzel teli.

A tartályok alátámasztásánál a kétnyerges alátámasztást előnyben kell részesíteni a több nyereggel való alátámasztással szemben mind statikai, mind gazdasági szempontból. Az alátámasztások helyén a feszültségállapot rendkívül bonyolult, ezért a képletek részben elméleti, részben gyakorlati alapon lettek meghatározva. Az alátámasztások környékét egy körgyűrűvel modellezzük, melynek terhelése a belső hidrosztatikus nyomás és egy megoszló külső támasztóerő rendszer. Ezen ún. lokális terheléshez hozzáadódik egy globális terhelés, amely a tartály mint tartó modellből származik.

A nyergek helyén a tartályokban axiális hajlítófeszültségek, tangenciális nyíró feszültségek és gyűrű irányú feszültségek ébrednek. A nyergek ún. befogási szögére (Θ), ajánlások vannak, pl. az ASME Code szerint a legkisebb befogási szög 120° . Szilárdsági szempontból kedvezőbb, ha a nyereg és a tartály közé párnalemezt helyezünk.

Az alátámasztások környékén merevítőgyűrűket célszerű alkalmazni, mert a palást falának vastagítása nem gazdaságos. Merevítőgyűrűk szerkezeti kialakítására mutat példát az 5.13. ábra.

Az ellenőrző képleteket a BS 5500 szerint adjuk meg.

A támasztásnál a nyomaték:

$$M = -F \cdot L_1 \left[1 - \frac{1 - \frac{L_1}{L} + \frac{R^2 - h^2}{2L_1L}}{1 + \frac{4h}{3 \cdot L}} \right]$$

A maximális feszültség a nyeregben fekvő keresztmetszet legalsó pontjában:

$$\sigma = \frac{p \cdot R}{2(s-c)} + \frac{M}{0,192 \cdot \pi R^2 (s-c)}$$

$$\sigma \leq v \cdot fm$$

A tangenciális nyírófeszültség, ha az edényfenék merevítése $\left(L_1 \leq \frac{R}{2} \right)$.

$$\tau = \frac{0,319 \cdot F}{R(s-c)}$$

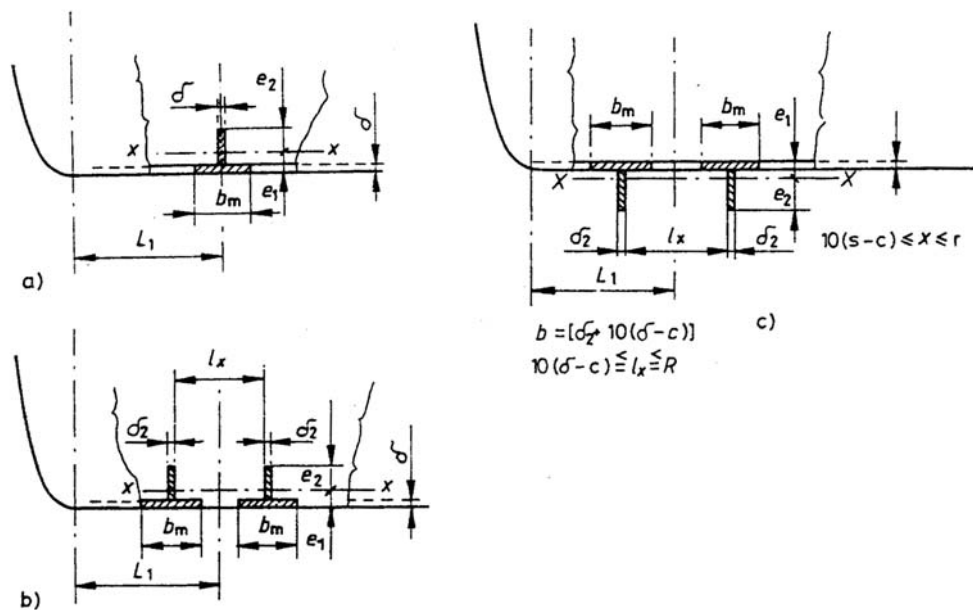
$$\tau \leq 0,8 \cdot fm$$

A gyűrű irányú feszültségek, ha a köpeny gyűrűvel merevített.

$$\sigma_7 = -\frac{0,0053FR \cdot e_1}{I} - \frac{0,34F}{Ag}$$

$$\sigma_8 = \frac{0,0053F Re_2}{F} - \frac{0,34F}{Ag}$$

A fenti képletekben I az 5.13 ábrán látható merevítő keresztmetszet másodrendű nyomatéka, Ag a merevítő szelvény keresztmetszet, e_1 és e_2 pedig a szélső szálak távolsága a szelvény súlyvonalától.



5.13. ábra

A következő feltételnek kell teljesülnie:

$$\sigma_7 \leq 1,25 \cdot fm$$

$$\sigma_8 \leq 1,25 \cdot fm$$

Irodalomjegyzék

1. Fancsali József: Géprajz (egyetemi jegyzet) Tankönyvkiadó Bpest 1990.
2. Kósa Cs., Körtvélyesi G., Kriza K., Szabó E., Kósáné: Géprajz, gépelemek I. (főiskolai jegyzet) MK. Bp.
3. Mikó Zsolt: Géprajz (főiskolai jegyzet) Tankönyvkiadó Bp. 1987.
4. Dr. Szalczinger János: Géptan (Gépelemek I.) (egyetemi jegyzet) Veszprémi Egyetem 1998.
5. Dr. Zsáry Árpád: Kötőelemek és kötések MK Bpest. 1973.
6. Dr. Zsáry Árpád: Gépelemek I. Tankönyvkiadó Bpest. 1989.
7. Háromi F., Lászlóné, Nagy T., Tóth J.: Géprajz-Gépelemek (Gépelemek I.) Tankönyvkiadó Bpest 1990.
8. Dr. Terplán Zénó: Gépelemek I. Tankönyvkiadó, Bpest 1996.
9. Magyar, MSZ ISO és MSZ EN szabványok, szabványgyűjtemények