

IPARI GÉPÉSZ

MESTERVIZSGÁRA

FELKÉSZÍTŐ JEGYZET

Budapest, 2014



Szerzők:
Dezamics Zoltán
Vincze István

Lektorálta:
Popovics László

Kiadja:
Magyar Kereskedelmi és Iparkamara

**A tananyag kidolgozása a TÁMOP-2.3.4.B-13/1-2013-0001 számú,
„Dolgozva tanulj!” című projekt keretében, az Európai Unió Európai
Szociális Alapjának támogatásával valósult meg.**

**A jegyzet kizárólag a TÁMOP-2.3.4.B-13/1-2013-0001 „Dolgozva tanulj”
projekt keretében szervezett mesterképzésen résztvevő személyek részére,
kizárólag a projekt keretében és annak befejezéséig sokszorosítható.**

TARTALOMJEGYZÉK

1. Általános munka-, baleset-, tűz- és környezetvédelmi feladatok	5
1.1. Munkavédelem	5
1.1.1. Munkavégzés tárgyi és személyi feltételei	6
1.1.2. Munkabiztonsági követelmények	6
1.1.3. Foglalkozás-egészségügy	7
1.2. Tűzvédelem	7
1.2.1. A tűzoltó készülékek	7
1.2.2. Teendők tűz esetén	8
1.2.3. Tűzveszélyes anyagok, tűzveszélyességi osztályok	8
1.2.4. Általános tűzvédelmi szabályok	9
1.3. Környezetvédelem	9
1.4. Elsősegélynyújtás	10
2. Gépészeti munka-, baleset-, tűz- és környezetvédelmi feladatok	11
2.1. Fémek kézi és kisépés alakításának munkabiztonsága	11
2.1.1. Kéziszerszámok biztonságos használata	11
2.1.2. Elektromos hajtású kisépés biztonságos használata	12
2.1.3. Sűrített levegővel működtetett kisépés biztonságos használata	15
2.2. Gépi megmunkálások munkavédelmi kérdései	15
2.2.1. Munkaeszközök biztonságos működtetésével kapcsolatos feladatok	15
2.2.2. Munkavégzés biztonságát befolyásoló tényezők	15
2.2.3. A munkaeszközök veszélyei	16
2.2.4. Munkabiztonság a munkaeszközök működtetése kapcsán	16
2.2.5. Gépek biztonságtechnikai követelményei	16
2.3. Környezetvédelem	21
2.3.1. vízminőség-védelem	21
2.3.2. Légszennyezés csökkentésének módszerei	22
2.3.3. Hulladékkezelés a munkahelyen	22
2.3.4. Munkahelyi zaj- és rezgések elleni védelem	23
3. Műszaki dokumentáció, mérések	23
3.1. Műszaki dokumentációk	23
3.1.1. Technológiai dokumentáció	23
3.1.2. Rendszerek rajzai	24
3.1.3. Jelképek értelmezése	27
3.2. Műszaki mérések	34
3.2.1. Méréstechnikai alapfogalmak	35
3.2.2. Mérési módszerek	35
3.2.3. Mérési hibák	36
3.2.4. A mérőképesség igazolása	37
3.2.5. Alkatrészek eltérései	37
3.2.6. Hosszmérés	46
3.2.7. Szög mérés	51
3.2.8. Felületi minőség ellenőrzésének és mérésének eszközei	52
4. Szerelés	56
4.1. A szereléstechológiával kapcsolatos alapfogalmak	56
4.2. A szerelés szervezése	58
4.3. Szerelési méretláncok	60
4.3.1. Méretlánc fajták	60
4.3.2. A méretláncok közötti kapcsolatok	62
4.3.3. Méretlánc-megoldási módszerek	63

4.4. Szerelés dokumentumai	66
4.5. A szerelés eszközei	70
4.6. Munkadarab szerelés, összeállítás (egyesítés)	71
4.6.1. Kezelés	71
4.6.2. Összeállítás (egyesítés)	72
4.6.3. Ellenőrzés	73
4.6.4. Speciális szerelési eljárások	74
4.7. Gépkatrészek felújítása mechanikai módszerekkel.....	74
4.7.1. Felújítás javítóméretre forgácsolással	74
4.7.2. Felújítás perselyezéssel	75
4.7.3. Egyengetés	77
4.7.4. Felújítás maradékalakváltozással	79
4.8. A hidraulikus-, pneumatikus és elektropneumatikus rendszerek	81
4.8.1. Hidraulikus rendszerek	81
4.8.2. Pneumatikus rendszerek	82
4.8.3. Elektropneumatikus rendszerek	83
4.9. Mozgást átadó- átalakító szerkezetek felépítése, működési elve	85
4.10. Tengelykapcsolók típusai	86
4.11. Kenés technika.....	88
4.11.1. A kenőolajok	88
4.11.2. Kenőzsírok	89
4.11.3. Szilárd kenőanyagok	89
4.11.4. Szintetikus kenőanyagok	90
4.12. Fémforgácsoló-, fémalkatrészgyártó berendezések	90
4.12.1. Esztergálás.....	91
4.12.2. Marás.....	92
4.12.3. Kőszörülés.....	92
5. Üzemeltetési és karbantartási ismeretek	94
5.1. A gép fenntartás fogalomrendszere	97
5.2. A gépéletről fő- és mellékfolyamatai	98
5.3. Karbantartási stratégiák	99
5.3.1. Hibaelhárító karbantartási rendszer	100
5.3.2. Merev ciklusú karbantartási rendszer	100
5.3.3. Állapotfüggő karbantartási rendszer.....	101
5.3.4. Teljes körű Hatékony Karbantartás	102
5.4. Karbantartás alapvető szabályai	102
5.5. Gépek üzembe helyezése előtti feladatok	104
5.5.1. Gépalapozás	104
5.6. Gépek diagnosztikai vizsgálata.....	105
5.6.1. Zaj- és rezgésvizsgálat	107
5.6.2. Termovíziós hőmérsékletmérés.....	107
5.6.3. Ultrahangos hibakeresés.....	108
5.6.4. Olajvizsgálatok.....	108
5.7. A pneumatikus és hidraulikus berendezések karbantartása	109
5.7.1. Pneumatikus rendszerek karbantartása	109
5.7.2. Hidraulikus rendszerek karbantartása.....	110
Felhasznált irodalom	109

1. Általános munka-, baleset-, tűz- és környezetvédelmi feladatok

1.1. Munkavédelem

A munkavédelem törvénykezési, szervezési, intézményi előírások rendszere által támogatott biztonsági és egészségügyi követelmények összessége, amely a szervezett munkavégzésre vonatkozik.

A munkavédelem célja a szervezeten munkát végzők egészségének, munkavégző képességének megóvása, és a munkakörülmények humanizálása. Feladata a biztonságos és egészséget nem veszélyeztető munkavégzés követelményeinek megvalósítása.

A munkavédelemnek két nagy területe van: a munkabiztonság és a munkaegészségügy.

A munkabiztonság technikai, műszaki, szervezési oldalról közelíti meg az egészségmegőrzést, főleg a hirtelen bekövetkező sérülések, balesetek kivédését. Feladata továbbá a megtörtént balesetek, illetve balesetszerű események (kvázi balesetek) kivizsgálása a tapasztalatok leszűrése, azért hogy intézkedni lehessen (műszaki, szervezési) hasonló esetek elkerülésére.

A munkabiztonság olyan követelményeket támaszt mind a munkáltatókkal, mind a munkavállalókkal szemben, amelyekkel a balesetmentes munkavégzés feltételei megvalósíthatók. A szabályok betartásával csökken a veszélyforrások száma.

Veszélyforrás a munkavégzés során vagy azzal összefüggésben jelentkező minden olyan tényező, amely a munkát végző vagy a munkavégzés hatókörében tartózkodó személyekre veszélyt vagy ártalmat jelent.

A munkaegészségügy a munkahigiéne és a foglalkozás-egészségügy szakterületeit foglalja magába.

A munkaegészségügyi tevékenység célja a munkavégzés során a munkahigiéne, valamint a foglalkozás-egészségügy révén a munkavállaló egészségének a megóvása.

A munkahigiéne feladata a munkakörnyezetből származó egészségkárosító veszélyek és kockázatok előrelátása, felismerése, értékelése és kezelése.

A foglalkozás-egészségügy feladata a káros munkakörnyezet okozta és a munkavégzésből származó megterhelések, ill. igénybevételek vizsgálata és befolyásolása, továbbá a munkát végző személyek munkaköri egészségi alkalmasságának megállapítása, ellenőrzése és elősegítése.

A munkavédelem szabályozási rendszere:

- Törvényi szint
 - Alaptörvény
 - 1993. XCIII. tv. (Mvt)
- Kormányrendeleti szint
 - Miniszteri rendeleti szint

- Nemzetgazdasági miniszteri rendeletek (korábban Munkaügyi és Népjóléti/Egészségügyi/Szociális és Családügyi miniszteri rendeletek)
- Ágazati miniszteri rendeletek
- Kötelező alkalmazású nemzeti szabványok
- Munkáltatói szabályozási szint

1.1.1. Munkavégzés tárgyi és személyi feltételei

Az egészséget nem veszélyeztető és a biztonságos munkavégzés személyi feltételei

A munkavállaló csak olyan munkára és akkor alkalmazható, ha annak ellátásához megfelelő élettani adottságokkal rendelkezik, foglalkoztatása az egészségét, testi épségét, illetőleg a fiatalok egészségének fejlődését károsan nem befolyásolja.

A munkavégzés tárgyi feltételei

Minden munkavállaló részére biztosítani kell:

- Megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvizet
- Öltözködési, tisztálkodási, egészségügyi, étkezési, pihenési és melegedési lehetőséget
- Rendet, tisztaságot, a keletkező hulladék, szennyvíz kezelését oly módon, hogy veszélyt vagy egészségi ártalmat ne okozzon és a környezetet ne károsítsa
- Biztonságos munkavégzéshez szükséges mozgásteret
- A munkavégzés jellegének megfelelő természetes és mesterséges megvilágítást
- A zajhatások, a rezgések, a por és vegyi anyagok, valamint a sugárzások határértéken belüli tartását
- Elegendő mennyiségű és minőségű levegőt és klímát
- Munkavállalók időjárás elleni védelmét, a melegedés lehetőségét, jogszabály által előírt esetekben a védőitelt
- Munkahely céljára szolgáló olyan építményt, amely megfelelő szerkezetű és szilárdságú, amelyben megfelelő belmagasságot, légtérfogatot, mozgásteret, közlekedési útvonalakat alakítottak ki

1.1.2. Munkabiztonsági követelmények

A munkáltató felelős azért, hogy olyan berendezéseket, technológiát, anyagokat alkalmazzon, mellyel biztosíthatók a biztonságos, egészségre nem ártalmas munkavégzés feltételei.

A munkáltató köteles biztosítani, hogy a munkahelyeket, a munkaeszközöket, illetve a felszereléseket és berendezéseket a higiénés követelményeknek megfelelően rendszeresen takarítsák és tisztítsák.

A munkáltató köteles gondoskodni a munkahely, a munkaeszközök, a felszerelések és a biztonsági berendezések rendszeres és folyamatos műszaki karbantartásáról, működésének ellenőrzéséről a munkavállalók biztonságára vagy egészségére veszélyt jelenthető hibák lehető legrövidebb időn belüli elhárításáról.

A munkavállaló munkavédelmi kötelezettségei

A munkavállaló munkavédelmi kötelessége, hogy csak a biztonságos munkavégzésre alkalmas állapotban, a munkavédelemre vonatkozó szabályok, utasítások megtartásával, a

munkavédelmi oktatásnak megfelelően végezze munkáját, továbbá hogy munkatársaival együttműködjön, és munkáját úgy végezze, hogy ez saját vagy más egészségét és testi épségét ne veszélyeztesse.

A munkavállalók munkavédelmi jogai

A munkavállaló jogosult megkövetelni munkáltatójától az egészségét nem veszélyeztető és a biztonságos munkavégzés feltételeit, a szükséges ismeretek rendelkezésére bocsátását.

1.1.1. Foglalkozás-egészségügy

A Munkavédelemről szóló törvény elrendeli, hogy minden munkáltató foglalkozás-egészségügyszolgáltatást köteles biztosítani valamennyi munkavállalója számára.

Rendeletileg kötelező egészségügyi szolgáltatások többek között:

- a meghatározott munkaköri alkalmassági vizsgálatok,
- a foglalkozási megbetegedések kivizsgálása.

1.1.2. Tűzvédelem

A tűz elleni védekezés minden állampolgár kötelessége. Ennek érdekében mindenkinek meg kell ismernie és meg kell tartania a vonatkozó tűz megelőzési szabályokat, a tűz- és káresetek jelzésével, továbbá a tűz oltásával és a műszaki mentéssel kapcsolatos kötelezettségeket.

A tűz elleni védekezés fő feladata:

- a tüzesetek megelőzése (megelőző tűzvédelem),
- a tűzoltási feladatok ellátása (mentő tűzvédelem),
- a tűzvizsgálat (felderítő tűzvédelem),

valamint ezek feltételeinek biztosítása.

1.1.3. A tűzoltó készülékek

A tűzoltó készülékek alkalmazásának célja a kezdeti tüzek gyors és hatékony eloltása.

A tűzoltó készülék olyan eszköz, amelyből az üzembe helyezéskor felszabadított vagy az oltóanyagtartályba belenyomott (sűrített) hajtóanyag nyomása az oltóanyagot irányíthatóan lövelli ki, és amely meghatározott nagyságú vizsgálati tűz eloltására alkalmas. A hordozható tűzoltó készülék tömege üzemképes állapotban legfeljebb 20 kg.

A létesítményekben —kivéve a lakás céljára szolgáló építményeket— a tűzveszélyességi osztály és az alapterület figyelembevételével kell az ott keletkező tűz oltására alkalmas tűzoltó készülékek számát meghatározni az alábbiak szerint:

Tűzveszélyességi osztály	Helye	Az építmény, illetve szabadtér alapterületét csökkentő tényező	Követelmény
„A-B”	helyiségben, illetve veszélyességi övezetben	--	minden megkezdett 50 m ² alapterület után 1-1 db
„A-B”	építményben, illetve szabadtéren	A" és "B" tűzveszélyességi osztályba tartozó helyiség,	„C”-, „E” tűzveszélyességi osztályba tartozó építmény,

		illetve veszélyességi övezet alapterülete kivételével	szabadtér előírásai szerint
„C”	építményben, illetve szabadtéren	A" és "B" tűzveszélyességi osztályba tartozó helyiség, illetve veszélyességi övezet alapterülete kivételével	az alapterület minden megkezdett 200 m ² -e után, de legalább szintenként 1-1 db
„D”	építményben, illetve szabadtéren	A" és "B" tűzveszélyességi osztályba tartozó helyiség, illetve veszélyességi övezet alapterülete kivételével	az alapterület minden megkezdett 600 m ² -e után, de legalább szintenként 1-1 db
„E”	építményben, illetve szabadtéren	A" és "B" tűzveszélyességi osztályba tartozó helyiség, illetve veszélyességi övezet alapterülete kivételével	szükség szerint

Az újonnan létesült építményekben, építményrészekben, a megváltozott rendeltetésű helyiségekben, helyiségcsoportokban, építményekben, valamint szabadtereken csak az érvényben lévő hatályos szabványok és jogszabályok szerint gyártott tűzoltó készülék tartható készenlétben.

A tűzoltó készülékek oltóanyaguk szerint lehetnek:

- porral oltó tűzoltó készülékek
- vízzel oltó tűzoltó készülékek
- habbal oltó tűzoltó készülékek
- halonnal oltó tűzoltó készülékek
- szén-dioxiddal oltó tűzoltó készülékek

A tűzoltó készüléket címkével, adattáblával vagy betűvel és „Felülvizsgálva” jelöléssel, valamint BM OKF azonosító jellel kell megjelölni. A tűzoltó készülékek ellenőrzését és karbantartását csak a BM OKF regisztrációs számmal rendelkező szervezet jogosult végezni.

1.2.2. Teendők tűz esetén

Az a személy, aki tüzet vagy annak közvetlen veszélyét észleli, köteles azt haladéktalanul jelezni a tűzoltóságnak, vagy ha erre nincs lehetősége, a rendőrségnek, vagy a mentőszolgálatnak, illetőleg a települési önkormányzat polgármesteri hivatalának.

A tűzoltóság felé történő tűzjelzésnek az alábbiakat kell tartalmaznia:

- a tüzeset, káreset pontos helyét (címét),
- mi ég, milyen káreset történt, mi van veszélyeztetve,
- emberélet veszélyben van-e,
- a jelző nevét, a jelzésre használt távbeszélő számát.

1.2.3. Tűzveszélyes anyagok, tűzveszélyességi osztályok

A tűzvédelmi rendelkezések megállapítása és alkalmazása céljából az anyagokat, a technológiát, a tevékenységet, továbbá a veszélyességi övezeteket, a helyiségeket, a szabadtereket, a tűzszakaszokat, az épületeket, a műtárgyakat, az építményeket és a létesítményeket tűzveszélyességi osztályba kell sorolni.

Az OTSZ szerint öt tűzveszélyességi osztályt különböztetünk meg:

- "Fokozottan tűz-és robbanásveszélyes" (jelzése: "A"),
- "Tűz- és robbanásveszélyes" (jelzése: "B"),
- "Tűzveszélyes" (jelzése: "C"),
- "Mérsékeltén tűzveszélyes" (jelzése: "D"),
- "Nem tűzveszélyes" (jelzése: "E").

1.2.4. Általános tűzvédelmi szabályok

Az épületeket, helyiségeket csak a használatbavételi, üzletek esetén a működési, ipari tevékenység esetén a telephelyet engedélyben megállapított rendeltetésnek megfelelően szabad használni.

A termelést (előállítás, feldolgozást), a használatot, a tárolást, a forgalomba hozatalt, illetőleg az egyéb tevékenységet (a továbbiakban együtt: tevékenység) csak a tűzvédelmi követelményeknek megfelelő szabadtéren, veszélyességi övezetben, helyiségben, tűzszakaszban, építményben szabad folytatni.

A veszélyességi övezetben, helyiségben, építményben és szabadtéren csak az ott folytatott folyamatos tevékenységhez szükséges anyagot és eszközt szabad tartani.

Olajos, zsíros munkaruha, védőruha (ruhatár-rendszerű öltöző kivételével) csak fémszekrényben helyezhető el.

A munkahelyeken tevékenység közben és annak befejezése után ellenőrizni kell a tűzvédelmi használati szabályok megtartását, és a szabálytalanságokat meg kell szüntetni.

Tűzveszélyes tevékenység az a tevékenység, amely a környezetében lévő éghető anyag gyulladási hőmérsékletét, lobbanáspontját meghaladó hőmérséklettel, és/vagy nyílt lánggal, izzással, parázslással, szikrázással jár.

1.3. Környezetvédelem

A környezet a térnek az élőlényeket körülvevő, körülhatárolható része, amely a szervezet életfolyamataira közvetve, vagy közvetlenül előnyös, vagy hátrányos hatással van.

A környezetvédelem célja az ember egészségének és fennmaradásának biztosítása, a megfelelő életkörülmények kialakítása és védelme.

Globális környezeti problémák:

- a környezet szennyeződése,
- a meg nem újuló nyersanyagkészletek felhasználása,
- a népesség alakulása,
- az élelmiszertermelés mértéke.

Fenntartható fejlődés → A jelen generáció úgy elégítse ki szükségleteit, hogy a jövő generációi is képesek legyenek arra.

A víz, a levegő és a talaj természetes öntisztulása során hosszú időn át "feldolgozta" az odakerült hulladékot anélkül, hogy az közvetlenül vagy a különböző kölcsönhatások során

keletkező bomlás- vagy szintézistermékekkel a növényekre, az állatokra, és rajtuk keresztül közvetve vagy közvetlenül az emberre károsan hatottak volna.

A hulladék egyrészt szennyezi valamelyik környezeti elemet (vizet, levegőt, talajt), ezáltal nagy népességet érint, és a hatása sok esetben időben elhúzódó. Másrészt a hulladék egyes alkotórészei beépülnek a növényi és állati szervezetekbe, és a táplálkozási láncban keresztül végső soron az embert károsítják (környezetre káros, mérgező hatású anyagok bioakkumulációja és toxicitása). A települési és egyes termelési hulladékok fertőző mikroorganizmusai különböző fertőző betegségek okozói lehetnek.

A környezetvédelem feladatait, mint minden más területet egységes törvény szabályozza.

A gazdálkodó tevékenységet végzőknek (vállalkozók, gazdasági társaságok, intézmények) a létesítmények, az építmények, a technológiai rendszerek megvalósításával, üzemeltetésével, fejlesztésével összhangban gondoskodniuk kell a jogszabályokban és a kötelező nemzeti szabványokban meghatározott környezetvédelmi követelmények megtartásáról.

A törvény végrehajtására érvényben lévő rendeletek vannak, mint a légszennyezettségről, a felszín alatti vizek védelméről, a hulladék nyilvántartásról és jelentéséről.

1.4. Elsősegélynyújtás

Az elsősegélynyújtás a gyógyítási folyamat első láncszeme. Valójában a beteg, sérült állapotát rögzíti, és megakadályozza a további romlást. Az időben elvégzett és szakszerű elsősegély sorsdöntő lehet a beteg sorsára nézve.

A elsősegélynyújtás általános szabályai

- A segítségnyújtás módját, a beavatkozás szükségességét, mértékét és ellátási sorrendjét a beteg, a sérült állapota határozza meg.
- Segélynyújtó fellépése magabiztos és határozott legyen.
- Céltudatos tevékenység.
- Segítőtárs(ak)keresése (mielőbb!).
- Helyszín biztosítása, környezet távolabb tartása a helyszíntől és megnyugtatása.
- Az ellátó gyors és lényegre törő tájékozódása, céltudatos kérdésekkel.
- A sérült csak legszükségesebb mozgatása pl. vizsgálatkor vagy esetleges veszélyhelyzetből való kimentéskor.
- A sérült vagy beteg mozgatását minden esetben meg kell szervezni.
- A baleseti helyszínt csak a legszükségesebb mértékben változtassuk meg, annyira, amennyire feltétlen kell a sérült ellátásához.
- A sérültet minden esetben csak ülve vagy fekvé szabad ellátni.
- A beteg ruházatát csak a szükséges vizsgálathoz és ellátáshoz szabad eltávolítani.
- A segélynyújtás megkezdésével egyidőben gondoskodni kell az esetleges végleges ellátás biztosításáról.

Az elsősegélynyújtó feladatai

- Gyors helyzetfelmérés és segítségkérés.
- Helyszínen lévő sérült és más személyek védelme az esetleges veszélyektől.

- Felismerni minél pontosabban a beteg sérülését és az állapotát.
- Gyors, megfelelő elsősegélynyújtói ellátás megkezdése.
- A sérült esetleges kórházba szállításának megszervezése.
- A sérülttel maradni mindaddig, míg szaksegítség nem érkezik a helyszínre.
- A sérültellátást folytató szakembernek beszámolni mindenről: mi történt, mit észlelt a sérülten, milyen elsősegélynyújtásban részesítette.
- Segédkezni a szakellátás megkezdésében, majd átadni a beteget a további szakellátó személyeknek.

Leggyakrabban előforduló események

- Eszméletlenség, ájulás
- Félrenyelés, aspiráció
- Sebek
- Vérzések
- Klinikumi sérülések: szem, fül – orr – gége, nyelv és szájüreg
- Törés
- Ficam
- Húzódás és rándulás
- Mechanikai sérülések
- Neurológiai sérülések: agyrázkódás, görcsroham, agyhártyagyulladás
- Pszichiátriai roszszullétek: neurosis, pánikroham, viselkedési zavar
- Hő okozta sérülések: égés, napégés, forrázás, hóguta, hőkimerülés, fagyás, kihűlés
- Kismértékű különleges sérülések: szilánkok, szálkák, beékelődött apró tárgyak, szilárd idegen testek
- Mérgezések: gyógyszer-, alkohol-, étel-, gombamérgezés
- Állatok okozta sérülések: kullancs-, darázs-, rovarcsípés, marás, harapás
- Heveny roszszullétek: allergia, láz, szédülés, hányás, hasmenés, fájdalmak és görcsök, utazási roszszullét
- Klinikumi állapotok: fog-, fül-, torok-, hasi fájdalom
- Sürgősségi ellátás: stabil oldalfekvés, fuldokló, fej- és gerincsérült, görcsroham, mechanikai sérülés
- Testtájék sérülések: fej, gerinc, mellkas, has, medence, végtagok

2. Gépészeti munka-, baleset-, tűz- és környezetvédelmi feladatok

2.1.1. Fémek kézi és kisgépes alakításának munkabiztonsága

2.1.1. Kéziszerszámok biztonságos használata

Hegyes és éles szerszámok

Könnyen okozhatnak felületi sérülést a hámrétegen vagy súlyos sérülést, akár átszúrva a testszövetet. A sérülések fertőzéseket okozhatnak, melyek miatt hosszú időre kieshet valaki a munkából, ami anyagi veszteséggel jár mind a munkavállaló, mind a munkáltató szempontjából.

Éles, hegyes szerszámot zsebben hordani tilos!

A különösen éles szerszámok, melyek akár kis erejű érintés esetén is képesek hámsérülést okozni, többnyire rendelkeznek élvédővel, vagy az éles, hegyes részük a nyélbe visszahúzható.

Nyelezett szerszámok

A jó szerszámnyél alakja jól illeszkedik az összeszorított tenyérbe, átmérője vagy vastagsága akkora, hogy könnyen megszorítható legyen, felülete sima, de nem csúszós, zsirtól, olajtól lemosható.

Nagy forgatónyomaték kifejtésére szolgáló szerszámok

A nyomaték létrehozásához legfőképpen villáskulcsot, csillagkulcsot és imbuszkulcsot használunk. Használatuk általában nem jelent különösebb balesetveszélyt, van azonban néhány olyan körülmény, amely fokozza a sérülés esetleges veszélyét:

- az erőkár meghosszabbítása, amit sokszor veszélyesen kulcsot kulcsba akasztva próbálnak meg,
- hosszabbító csővel növeljük meg az erőkart.

Egyéni és kollektív balesetvédelem kéziszerszámok használata közben

A kéziszerszámok használata közben egyéni és kollektív védőintézkedéseket is alkalmazunk a balesetmentes munkavégzés érdekében.

A kéz védelmére esősorban a nagy választékban rendelkezésre álló védőkesztyűk szolgálnak.

Különösen olyan műveleteknél (fűrés, köszörülés, hegesztés), ahol szikrák, forgács repülnek a levegőben, gondoskodni kell a veszélyes övezetben dolgozók szemének és testfelületének védelméről. Erre a megfelelően zárt szikraálló ruházat és védőszemüveg vagy védőálc használata szolgál. A szikrát keltő munkák végzésénél arra is különös figyelemmel kell lennünk, hogy a gyúlékony, tűz- és robbanásveszélyes anyagokat kellő távolságra szállítsuk.

Olyan munkahelyeken, ahol a magasból szerszámok, anyagok leesésére lehet számítani, valamint a munka közbeni mozgástérben a fej beütése is előfordulhat, a védősisak használata kötelező!

2.1.2. Elektromos hajtású kisgépek biztonságos használata

Általános érintésvédelmi szabályok

Az elektromos hajtású kisgépek többnyire a 230 V-os villamos hálózat által szolgáltatott energiát felhasználva üzemeltethetők. A munkavégzés helyére az esetek legnagyobb többségében hosszabbítók közbeiktatásával jut el az energia. Nekünk munka közben figyelemmel kell lennünk ezekre, a fali csatlakozótól a gépig terjedő vezetésekre is.

Vannak olyan munkahelyek, ahol a levegőben szálló por (pl.: malom) vagy gáz (pl.: festőműhely, szennyvízcsatorna és akna) robbanásveszélyes elegyet alkothat. Ilyen munkahelyeken az egyéb biztonsági előírások mellett arra is gondot kell fordítanunk, hogy szikramentes kéziszerszámokat és kisgépeket használjunk. Természetesen nem csupán a gépnek, hanem a végzett műveletnek sem szabad szikrát keltenie.

Forgó főmozgást végző kisgépek biztonságos használata

Leggyakrabban olyan kisgépeket használunk, melyek forgó főmozgással rendelkeznek, és képesek az általuk működtetett szerszámot nagy fordulatszámmal és teljesítménnyel forgatni.

Kézi fűrőgépek

Annak ellenére, hogy amennyire csak lehetséges, már az alkatrészgyártás során elkészítenek minden furatot, a pontosság és gazdaságosság miatt gyakori feladat, hogy a helyszíni munkák végzése során, főként a kötőelemek részére a furatokat kell elkészíteni kézi fűrőgépekkel. Ezeknek a műveleteknek a biztonságos elvégzéséhez szükséges szabályokat ismertetjük az alábbiakban:

- A hagyományos tokmánnal rendelkező kézi fűrőgépek esetében a csigafűrő cseréjénél a gépet mindig áramtalanítani kell, nehogy a művelet közben véletlenül megnyomjuk az indítógombot. A tokmányt kesztyűben kell megfogni, nehogy az a kezünkben elfordulva hámsérülést okozzon.
- A fűrés műveletének végrehajtása akkor biztonságos, ha gondoskodunk a szemünk védelméről a repülő forgács ellen, a gép irányításához megfelelő testtartásba helyezkedünk, és a gépet két kézzel tartjuk.
- A művelet végrehajtását követően, amíg a gép forgása meg nem áll, ne rakjuk le a gépet, ne adjuk át más kezébe! A forgó szerszám sérülést okozhat, vagy könnyen magával ránthatja a gépet, és baleset történhet.

A fűrés művelete során általában a következő egyéni védőfelszerelések használatára van szükség: feltétlenül kötelező a védőszemüveg vagy arcvédő használata a repülő forgácsok ellen, továbbá a fej és a haj higiéniai védelme érdekében javasolt a sapka használata. A munkaruházatot be kell gombolni, nem lehetnek rajta szabadon lógó részek, szakadások. A lábbeli talpának csúszásmentesnek kell lennie (különösen, ha állványon, létrán dolgozunk) a stabil testtartáshoz.

Sarokkösörű gépek

A fűrőgépek mellett a fémiparban a másik legtöbbet használt kisgép a sarokkösörű. A sarokkösörűk szerszámjai, a kösörűtárcsák mint szabálytalan, többélű szerszámok nagy hőmérsékletű (>1000 °C) szikra formájában választják le az anyagot. Ezek a szikrák a nagy vágósebesség miatt gyorsan, és ezáltal messze repülnek a környezetben. Többnyire még a kihűlésük előtt földet érnek, ez pedig azt jelenti, hogy alacsony gyulladásponttal rendelkező anyagokat (papír, karton, rongy, fa, stb.) lángra lobbanthatnak. A műveleteknek a biztonságos elvégzése érdekében betartandó szabályokat ismertetjük a következő részben:

A lappcsere biztonságos végrehajtásához a gépet a hálózati csatlakozóból húzzuk ki, hogy véletlenül ne indíthassuk el! Az elhasználadott tárcsát rögzítő csavar oldásakor használjunk védőkesztyűt, mert a lap szabálytalan éle könnyen felsérti a bőrt! A tárcsa lelazításakor mindig a géphez tartozó körmös kulcsot használjuk, ne tenyérrrel ütögetve, vagy csavarhúzóval feszegetve próbáljuk meg a rögzítőanyát oldani!

Figyelmet kell arra is fordítani, hogy a keletkezett szikra milyen irányba repül, és ennek megfelelően, ha gyúlékony anyagok vannak a munkaterületen azokat a szikrától meg kell védeni. Ugyancsak figyelni kell arra, hogy a szikrával ne veszélyeztessük munkatársainkat sem.

A művelet végrehajtását követően, amíg a gép forgása meg nem áll, ne rakjuk le a gépet, ne adjuk át más kezébe!

A vágási, darabolási művelet közben a legtöbb esetben gondoskodnunk kell arról, hogy a leeső munkadarab ne okozzon balesetet, vagy anyagi kárt. A legegyszerűbb és legjobb megoldás az, ha munkatársunk segítségével végezzük el a műveletet.

Nagyon fontos, hogy együttműködésünk esetén az irányítást a gépet kezelő végezze, de a segítőnek tudnia kell azt a fontos szabályt, hogy a leeső munkadarabot mindig úgy tartsa meg, hogy a vágás befejezéséhez közeledve - amikor a megmaradó anyag már nem tart mereven - a vágórés inkább táguljon, mintsem összezárjon, és a vágótárcsa megszoruljon.

Feltétlenül kötelező a védőszemüveg, de jobb az arcvédő használata a repülő szikrák ellen, továbbá a fej és a haj higiéniai védelme érdekében javasolt a sapka használata.

A porálarc használata mindig ajánlott a tartós egészségkárosodás megelőzése érdekében.

A védőkesztyű használata azért szükséges, mert köszörüléskor, de leginkább vágáskor az anyag jelenösen felmelegszik, és ez égési sérülést okozhat. A vágást követő sorja pedig mély vágási sérüléssel járó balesetet eredményezhet.

Csavarozó gépek

A szerelési műveletek során az egyik leggyakoribb művelet a csavarok meghúzása vagy oldása. A gazdaságosság érdekében ma már szinte mindenütt csavarbehajtó gépeket alkalmaznak. Általában a csavarbehajtó gépek használata nem jár különösebb balesetveszéllyel, néhány fontos szabályt mégis ismertetünk:

- A csavar meghúzási-lazítási műveletének biztonságos végrehajtásához gondoskodnunk kell arról, hogy a gépbe a megfelelő szerszámot (hegyet, dugót) fogjuk be, és így biztosítsuk azt, hogy ne ugorjon le a művelet közben a csavarról.
- Nagyobb méretű (> M16) csavarok esetén számítanunk kell arra, hogy a megfeszüléskor, vagy a lazítás kezdetén a gép hirtelen jelentős forgatónyomatékkal ki akar ugrani a kezünkből. Stabil testtartással és erős fogással erre a jelenségre előre számítanunk kell.

A csavarozás művelete során általában a következő egyéni védőfelszerelések használatára van szükség. A védőkesztyű használata mindenképpen ajánlott. A munkaruházatot be kell gombolni, nem lehetnek rajta szabadon lógó részek, szakadások. A lábbeli talpának csúszásmentesnek kell lennie (különösen, ha állványon, létrán dolgozunk) a stabil testtartáshoz.

Egyenes vonalú főmozgást végző kisgépek biztonságos használata

A gépek konstrukciója a lehető legnagyobb mértékben igyekszik megelőzni a baleseteket, néhány szabályt betartva biztonságos velük a munkavégzés:

- ha a kés munkaterébe nyúlunk, ezt elkerülhetjük azzal, ha a gépet két kézzel vezetjük,
- a bekapcsolt gép ki ne csússzon a kezünkből, és csak akkor engedjük el, amikor már teljesen leállt,
- ha a gép nem rendelkezik porgyűjtő zsákkal, a keletkezett por ellen tanácsos a porálarc használata.

- A vágott lemezt mindig úgy fogjuk meg, úgy támaszkodjunk rá, hogy a kezünk vagy az ujjunk ne kerülhessen a működő kések vagy a fűrészlap közelébe a lemez által a szemünk előtt eltakart oldalon!

2.1.3. Sűrített levegővel működtetett kisgépek biztonságos használata

A sűrített levegővel működtetett kézi kisgépek nagy előnye az, hogy nem lehet őket túlterhelni, pontosabban túlterheléssel a gépet tönkretenni. Használatuk közben ugyanazokat a biztonsági előírásokat kell betartani, amelyeket az elektromos hajtású gépek esetében, azzal a könnyebbséggel, hogy nem vagyunk kitéve az áramütés veszélyének.

2.2. Gépi megmunkálások munkavédelmi kérdései

2.2.1. Munkaeszközök biztonságos működtetésével kapcsolatos feladatok

A természetes vagy kialakított körülményeket munkakörnyezetnek nevezik, melynek főbb jellemzői:

- megvilágítás,
- zaj, rezgés,
- klíma tényezők,
- légállapot.

A munkakörnyezetből eredő hatás kiváltja a munkát végző személy szervezetének reagálását. E hatások:

- befolyásolják az emberi teljesítőképességet,
- igénybevételt jelentenek a szervezet számára,
- kiváltják és meghatározzák a reagálást.

2.2.2. Munkavégzés biztonságát befolyásoló tényezők

Munkaeszközök vonatkozásában a munkavégzés biztonságát alakító tényezők a következők:

- kezelhetőség,
- üzemeltetés feltételei,
- munkaeszközök állapota,
- konstrukciós kialakítás,
- karbantartottság.

Ember, mint minden munkavégzés előfeltétele

- tervszerűség,
- munkairányítás,
- humán erőforrás,
- eszközlehetőségek.

Munkakörnyezet sajátos tényezői

- munkahely kialakítása,
- megvilágítás,
- légállapot,
- klíma,
- zaj,
- rezgés,
- sugárzások,
- munkavégzés helye.

E tényezőket szükséges gondosan mérlegelni a munkatér és feltételrendszer kialakításakor.

2.2.3. A munkaeszközök veszélyei

A gépek, munkaeszközök számos veszélyforrással rendelkeznek. Ezek ismerete, felismerése fontos:

- tervezéskor, – a védőintézkedések kidolgozásakor.
- üzemeltetéskor,
- a kockázat értékelésekor,

Mechanikai veszély

Az összes olyan fizikai veszélyforrás általános elnevezése, mely géprészek, készülékek, szerszámok, munkadarabok, szilárd vagy folyékony anyagok mechanikai mozgása révén vezet sérüléshez. A mechanikai veszélyeket az alábbiak szerint csoportosíthatják:

- zúzódásveszély,
- nyíródás veszély,
- vágás vagy levágás veszély,
- felesavarás vagy elkopás veszély,
- behúzás vagy befogás veszély,
- lökés veszély,
- beszúrás vagy átszúrás veszély,
- súrlódás vagy dörzsölés veszély,
- nagy nyomású folyadékok kifröccsenése,
- megmunkált anyagok vagy munkadarabok kirepülése,
- villamos veszély,
- üzemszerűen feszültség alatt álló részek elérhetősége,
- zaj okozta veszély,
- hőhatás okozta veszély,
- sugárzás okozta veszély,
- nyersanyagok, valamint egyéb anyagok okozta veszély,
- gép kialakításakor mellőzött ergonómiai szempontok okozta veszély.

2.2.4. Munkabiztonság a munkaeszközök működtetése kapcsán

A munkabiztonság a veszélyes és ártalmas termelési tényezők a munkát végző személytől való elhatárolása, illetve a kezelő és a munkakörnyezetében lévő személyekre gyakorolt hatásának minimális, elviselhető szintre való korlátozása. Ennek érdekében védőberendezéseket kell alkalmazni. A veszélyzónába tartózkodó személyek olyan veszélyekkel (veszélyforrásokkal) szembeni védelmére kell gondolni, melyek ésszerű módon nem kerülhetők el, vagy tervezéssel hatóképességük minimális szintre nem korlátozható. Üzemek kialakításakor a következő védőberendezésekkel kell számolniuk.

2.2.5. Gépek biztonságtechnikai követelményei

Anyagmegmunkálás: anyagok megmunkálásán az azokra jellemző tulajdonságokkal bíró alapanyagok jellemzőinek valamely kívánt cél elérése érdekében történő megváltoztatását értik.

Forgács nélküli alakítás

Képlékeny alakítással érhető el, mely a fémtestek alakjának külső erővel az anyag szálszerkezetének megszakítása nélkül végrehajtott megváltoztatása.

Kovácsolás

A fémek képlékeny alakítása ütéssel és nyomással, melynek során az izzítással képlékennyé tett anyag a nyomó, húzó és hajlító igénybevétel hatására a kívánt irányba elmozdul.

A kovácsolás veszélyei (elhárításuk):

- izzított munkadarabból adódó hő okozta veszély (megfelelő szerszámnyél, egyéni védőfelszerelés),
- helytelen elhelyezésből adódó, munkadarab kirepülés (védőfalak létesítése, figyelmes munkavégzés),
- reve szóródásból adódó megmunkált anyagok kirepülése (egyéni védőeszköz használat, védőfalak létesítése),
- mozgó medvék közé került kéziszerszámok ütéséből származó lökésveszély (süllyesztékfelek egyforma méretű kialakítás, kovácsfogók elhelyezésének biztosítása),
- botlásveszély (kovácsolt munkadarabok eltávolítása a munkakörnyezetből,
- zaj okozta veszély (egyéni védőeszközök használata).

Hengerlés

A fémek tömegtermelészerű képlékenyalakításának ez a módja, amelyben ellentétes forgásirányú hengerek az alakítandó anyagot megfogják, az anyag és a hengerfelületek között fellépő súrlódó erővel behúzzák, a hengerrésben az előírt mértékű és formájú alakítást a kívánt szelvényhosszon végrehajthatják.

Hengerlés veszélyei (elhárításuk):

- kigyózó rudanyagok kaszálása a padozaton (tájoló csapok talajba helyezése),
- haladó lemezszerű munkadarabok szélei okozta vágásveszély (figyelmeztető munkavégzés),
- szórással felvitt segédanyagok, (pl. olaj, rozsdásodó gátló) okozta elcsúszásveszély (rácsos padozatkialakítás, gyakori tisztítás),
- anyagmozgatásra használt fogók visszavágódása a hengerekről (figyelmes munkavégzés, megfelelő testtartás),
- előresietési sebesség okozta elütés (munkadarab elvezetése, elkerítés, figyelmes munkavégzés),
- szűkülő rés okozta behúzás veszély (vészgomb hatására hengerek leállnak),
- zaj okozta veszély (egyéni védőeszközök használata).

Sajtolás (hideg alakítás)

A fémek újrakristályosítási hőmérsékleténél kisebb hőmérsékleten végzett képlékeny alakítás (darabolás, kivágás, hajlítás, mélyhúzás, folytatás, fémnyomás, egyengetés, hidegzömítés).

Hidegalakítás veszélyei (elhárításuk):

- darabolás, kivágás, mélyhúzás után a munkadarabon keletkező sorja okozta vágásveszély (adagolóberendezés rendszeresítése, egyéni védőeszközök használata, segédeszközök alkalmazása pl. csipesz mágnesfogó, körültekintő munkavégzés),
- hajlítás közben a hajlítógép környezetét veszélyeztető, a hajlításból származó munkadarab-mozgás okozta sérülés veszély (körültekintő munkavégzés),
- húzásnál, folytatásnál a munkadarab nagy sebességű mozgásából származó lökésveszély (elkerítés),
- fémnyomásnál a forgó munkadarab szélei okozta vágásveszély (egyéni védőeszközök használata, megfelelő testtartás),
- fémnyomásnál az alakításához szükséges erők kifejtése (szerszám megfelelő megtámasztása, megfelelő testtartás),
- munkadarab megmunkáló erők okozta elmozdulása darabolásnál (munkadarab megbízható rögzítése),
- kivágásnál a munkadarab és a hulladék be- vagy rászorulása a szerszámba vagy szerszámra (kidobó és behúzó alkalmazása),
- munkadarab jellemzőiből adódó sérülésveszély automata megmunkálásnál (elkerítés),
- hidegalakításból adódó zaj okozta-veszély (egyéni védőeszközök használata)
- ráncképződés mélyhúzásnál, mely vágásveszélyt jelent (egyéni védőeszközök használata),
- folytatásnál, mélyhúzásnál az erők csökkentése, a munkadarab szerszámból való eltávolításának megkönnyítésére használt kenőanyagok okozta nyersanyagból származó veszély (egyéni védőeszközök használata, gyakori tisztálkodás, bőrvédő készítmények használata),
- technológiából adódó rezgés miatti tárgyak zuhanása (anyagtárolás tiltása a gépen),
- egyengetőgépnél a behúzás veszélye (vészleállító alkalmazása, melynek használata után a hengerek szétnyílnak),
- löketisméltés lehetősége mechanikus gépeknél (léptető kapcsoló alkalmazása)
- túlfutás lehetősége (fékek megbízható működése, bütökös tárcsával vezérelt szalagfék,
- szerelt hidegalakító szerszámok elmozdulása üzem közben, törésveszélyt okozva (szerszámfélék pontos beállítása, biztonságos szerszámfelfogás),
- túlterhelés lehetősége,
- veszélyzóna védtelensége présgépeknél, ollóknál (munkatérvédelem, üzemmód helyes kiválasztása, átalakítás megakadályozása, lezárás),
- illetéktelen használat (zárható főkapcsoló, üzemszünetben zárt a főkapcsolót!),
- hengerléssel történő egyengetés veszélyforrásai,
- hidraulikus elemek tömítetlenségéből adódó nagynyomású folyadékok kifröccsenése (megfelelő tömítés, rendszeres ellenőrzés),
- rezgésből adódó veszélyek (megfelelő géptelepítés, alapozás).

Megmunkálás forgácsolással

Forgácsolás: az anyagok alakításának olyan módja, ahol a megmunkálandó munkadarab előírt formája a róla, alkalmas eszközökkel (forgácsoló szerszámokkal), való anyagleválasztással alakul ki. Forgácsolási mozgásokkal valósítható meg:

- Forgácsoló főmozgás a forgácsleválasztás irányába eső mozgásösszetevő.
- Forgácsoló mellékmozgás a forgácsolást előidéző mozgás összetevője. A munkadarab a szerszám vagy mindkettő végzi (előtolás, fogásvétel).

Forgácsolásból adódó veszélyek

Esztergályozás

Az esztergálás egyélű szerszámmal, állandó keresztmetszetű forgács folyamatos leválasztásával végzett forgácsolás. Esztergáláskor a munkadarab végzi a forgácsoló mozgást, a szerszám az előtoló mozgást.

Esztergályozás veszélyei:

- forgácsképződésből adódó veszélyek,
- munkadarab elmozdulásából származó erőegyensúly felbomlása (biztonságos munkadarab befogása),
- főorsón túlnyúló munkadarab mozgásából származó felcsavarásveszély (védőburkolatok alkalmazása),
- munkadarab forgásából származó elkopásveszély (zárt, szoros munkadarab viselése),
- kiegészítő eszközök, munkadarabok, mérőeszközök, kéziszerszámok eséséből származó ütés (esztergán való tárolás tiltása, szereléskor megfelelő fogások, figyelmes munkavégzés),
- helytelen szerszám befogás hatásai (szerszám élszögek torzulásának elkerülése érdekében tengelyvonalú befogás).

Gyalulás

Olyan forgácsolási mód, amelynél a munkadarab végtelen sugarú, s a szerszám alternáló mozgásával választja le a fölösleges anyagmennyiséget.

Gyalulás veszélyei (elhárításuk):

löketebeállításból adódó szűkülő részek szerszám-munkadarab között (lökete előírás szerű beállítása),
 kos környezet közötti, asztal-környezet közötti lökésveszély (megfelelő telepítés, veszélyzóna lekerítése),
 kés túlterheléséből adódó törés gyalulásnál (technológiai paraméterek gondos beállítása, megfelelő kés szárkialakítás),
 munkadarab elmozdulásából származó késtörés (biztonságos munkadarab rögzítés),
 forgácsképződésből adódó veszélyek.

Fűrészelés

Szabályosan sok élű szerszámmal végzett darabolási, körülmunkálási és hornyolási, géppel végzett művelet.

Fűrészelés veszélyei (elhárításuk):

- munkadarab rögzítetlensége (megfelelő merev befogás),
- vágás vagy levágás veszély (munkatér védelem alkalmazása),
- szerszám rögzítetlensége (fűrészlapok előfeszítése, fűrész tárcsa megfelelő rögzítése),

- hőhatás okozta veszély (egyéni védőeszközök használata, hűtő-kenő anyagok alkalmazása),
- erőátviteli elemek mozgása (védő burkolatok, védő elhatárolás),
- forgács felgyülemlése a fogásokban (fogások tisztító berendezés alkalmazása).

Furatmegmunkálás

A gépgyártásban az alkatrészek, mint munkadarabok szabályos üregeinek többélű szerszámmal történő előállítására szolgáló eljárás.

- Furatmegmunkálás veszélyei (elhárításuk):
- szerszámgeometriából származó törésveszély csigafúrónál (keresztél elköszörülése, kis előtolás választása),
- forgácsképződésből adódó veszélyek (egyéni védőeszközök használata),
- tokmánykulcs kirepülése (biztonsági tokmánykulcs használata),
- gép váratlan megindulása (akaratlan indítás elleni védelem),
- szűkülő rész okozta zúzódásveszély (figyelmes munkavégzés),
- munkadarab üzem közbeni elmozdulásából származó sérülés veszély, szerszám törés veszélye (biztonságos munkadarab szorítás),
- erőátviteli elemek mozgása (védőburkolat alkalmazása),
- főorsó munkadarabra esése (orsóvisszahúzó szerkezet megléte).

Síkmegmunkálás

Síkok és abból felépített bonyolult felületek forgácsoló megmunkálása többélű szerszámokkal. Marás: forgácsoló megmunkálás egyik módszere, amikor a munkadarabot forgó főmozgást végző tárcsa henger, vagy kúpfelületen elhelyezkedő, szabályosan több forgácsoló élű szerszám munkálja meg.

Síkmegmunkálás veszélyei (elhárításuk):

- forgácsképződésből adódó veszélyek (egyéni védőeszközök használata, hűtő-kenő folyadékok használata),
- ujjmarásnál a szerszámgeometriából adódó szerszámtörés (ha lehetséges, a művelethez merevebb szerszám alkalmazása, paraméterek pl. előtolás, megfelelő megválasztása),
- szűkülő rész okozta zúzódás veszély a szerszámgépeken (figyelmes munkavégzés),
- lökésveszély elsősorban hosszmarógépeknél (megfelelő telepítés, veszélyzóna bekerítése),
- munkadarabra ható erőingadozások (munkadarab megbízható rögzítése),
- szerszám elmozdulásból származó – a megnövekedett fogásmélységből adódó – törésveszély (megbízható szerszám rögzítés).

Szabálytalan élgeometriájú forgácsolás

Gyakorlatilag szemcsék általi karcolásból adódó, kis leválasztott anyagmennyiségű, de nagy sebesség és tömeges szemcse szám miatt jól alkalmazható eljárás a munkadarabok jellemzőinek javítása érdekében (köszörülés, tükörsimítás, tükrösítés (leppelés) fényesítés (polírozás).

Szabálytalan élgeometriájú forgácsolás veszélyei (elhárításuk):

- köszörelésből adódó forgácsolási hőmérséklet a megmunkálás azon helyén, ahol a szerszám kilép a munkadarabból, oly mértékben felmelegítheti a külső kötési helyeket, hogy az eléri a kötőanyag lágyulási hőmérsékletét, s a szemcse kiesik (hűtő-kenő folyadék alkalmazása s megfelelő kiválasztása),
- köszörűszerszám helytelen befogásából adódó feszültségek miatt korongrobbanás (helyes szerelés, nyomatékkulcsokkal),
- kiegyensúlyozatlanságból adódó rezgés, illetve korongrobbanás (szerszám kiegyensúlyozása),
- köszörű szerszám repedéséből származó robbanás (felszerelés előtti repedés vizsgálat),
- köszörű szerszám nagy területi sebességéből adódó szerszám szétesés (szerszám megengedett fordulatszámának figyelembe vétele),
- gyorsdarabolásnál a tárcsa tengely irányú terheléséből adódó szétrobbanás (munkadarab biztonságos megfogása).

2.3. Környezetvédelem

A természetvédelem célja, hogy a szabályozás és a védelem tárgya az egész természetet jelentse, mégpedig különösen akkor, ha az minél közelebb áll az eredeti, természetes állapothoz.

2.3.1. Vízminőség-védelem

A vízminőség-védelem feladata a felszíni- és felszínalatti vizek minőségének folyamatos ellenőrzése, azok jó állapotának megóvása, elérése vagy egy már bekövetkezett szennyezést követően a vízminőség helyreállítása.

A vízminőség szabályozás keretében alkalmazható műszaki beavatkozások kereteit a vízszennyezés megelőzésének és csökkentésének lehetséges módszerei határozzák meg. A társadalom termelő és fogyasztási tevékenységből származó és a befogadó vizeket terhelő szennyező anyagok mennyiségének, illetve káros hatásának csökkentésére a következő módszerek kerülhetnek alkalmazásra:

- Tisztítás: a szennyvíz vagy egyéb hulladék-anyag szennyező anyagainak kivonása, átalakítása, ezek szennyezést nem okozó környezeti elhelyezése.
- Újrafelhasználás és visszanyerés: a használt, illetve szennyvizek újrahasonosítása, valamint a hasznosítható anyagok visszanyerése.
- Technológiai-változtatás: a technológia oly módon történő változtatása, hogy a szennyezőanyag-kibocsátás megszűnjön, vagy legalább mérséklődjön.
- Termékmódosítás: olyan helyettesítő termékek bevezetése, anyagtulajdonság módosítása, melynek eredményeként szennyező hatásuk csökkenthető vagy kezelhető legyen.
- Megszüntetés: valamely, a vizeket szennyező anyag gyártásának, forgalmazásának megszüntetése, és a szennyező anyagok vízbejutásának megakadályozása.
- Szétszórás: a használt vagy szennyvíz nagy területen, diszperz módon történő szétszórása, talajba helyezése, vagy nagy víztömegben való elosztása.
- Késleltetés: a használt vagy szennyvíz kibocsátása időszakos leállítás, tározása, és ezeknek a befogadó szempontjából kedvezőbb időszakban történő bejuttatása.

- Átvezetés: a szennyvizeknek más szelvénybe, vagy más nagyobb vízhozamú vízfolyásba való átvezetése.
- Hígítás: az oldott szennyvíz térfogat növelése, a káros hatások csökkentése és az öntisztuló képesség fenntartása céljából.
- Környezeti tisztítás: a befogadó élővíz, mint környezeti elem tisztítása a bevezetett szennyező anyagok eltávolítása, káros hatásuk csökkentése.

Az előzőekben ismertetett módszereken alapuló műszaki beavatkozások a következők:

- szennyvíztisztítás
- újrafelhasználás
- technológiai víztisztítás
- szennyvíz tározás
- regionális csatornázás
- kisvízhozam szabályozás
- befogadók tisztítása

2.3.2. Légszennyezés csökkentésének módszerei

Légszennyezés csoportosítása:

- Forrása szerint: spontán és mesterséges
- Minősége szerint: fizikai és/vagy kémiai
- Terjedésüket befolyásolja: illékonyságuk, biológiai stabilitásuk, méretük...
- Hatásaik szerint

A levegőszennyezés csökkentésének módszerei:

- politikai, gazdasági és egyéni szemléletváltás,
- korszerű jogszabályozás,
- megújuló energiaforrások keresése és alkalmazása,
- gépjárművek szennyező anyag emissziójának csökkentése,
- katalizátorok,
- korszerű ipari szűrő és tisztítóberendezések.

2.3.3. Hulladékkezelés a munkahelyen

A termelési (nem veszélyes) és települési (kommunális) szilárd hulladékot (szemetet) a munkahelyen elkülönítve kell gyűjteni és tárolni.

A nem veszélyes, bomló, szerves anyagot tartalmazó, valamint a bűzös termelési hulladékot fedett, résmentes, mosható, fertőtleníthető, pormentes ürítést biztosító tartályban vagy konténerben kell gyűjteni.

A gyűjtőtartályokat a munkahelyről az erre a célra kijelölt tárolóhelyre naponta be kell gyűjteni, és onnan rendszeresen, de legalább hetente kétszer el kell szállítani.

A tárolóhelyen a hulladék nem szennyezheti a környezetet. A tárolóhely legyen tisztán tartható, rendelkezzen vízvételi és szennyvízkiöntő lehetőséggel, illetve szállító járművel történő megközelítési lehetőséggel.

A nem veszélyes, bomló, szerves anyagot tartalmazó, valamint a bűzös termelési hulladék gyűjtésére szolgáló tartályokat naponta, a tárolóhelyeket, illetve környezetüket rendszeresen, de legalább hetente két alkalommal kell tisztítani és fertőtleníteni, illetve szükség szerint gondoskodni kell a rovarok, rágcsálók irtásáról.

A munkahelyen keletkezett veszélyes hulladékot, termelési szennyvizet külön jogszabály előírásai szerint kell kezelni.

2.3.4. Munkahelyi zaj- és rezgések elleni védelem

A munkahelyeken a zaj hangnyomásszintje nem haladhatja meg a külön jogszabályban megadott értékeket.

A munkahelyeken a munkavállaló testére áttevődő rezgés vonatkozásában a rezgésexpoziciónak kitett munkavállalókra vonatkozó minimális egészségi és munkabiztonsági követelményekről szóló külön jogszabály előírásait kell alkalmazni.

Annak érdekében, hogy a zaj- és rezgésterhelés a megengedett értéket ne haladja meg, a munkaeszköz típusának kiválasztásánál figyelembe kell venni az annak használata során keletkező zaj és rezgés mértékét.

A meghatározott értékeket meghaladó munkahelyi rezgés expozició esetében a rezgésterhelést a szükséges műszaki megoldásokkal (pl. rezgésszigetelő gépalapozás, forgó alkatrészek kiegyensúlyozása) a megengedett érték alá kell csökkenteni.

A kéz-kar rezgés expoziációjával járó munkavégzés során, ha nem biztosított könnyűnek minősülő fizikai munkavégzés munkakörnyezeti előírásainak megfelelő klíma, a munkavállalót - a lokális lehűlés elleni végtagvédelem érdekében - egyéni védőeszközzel kell ellátni.

3. Műszaki dokumentáció, mérések

3.1. Műszaki dokumentációk

3.1.1. Technológiai dokumentáció

A technológia az ember által készített olyan célszerű, az egyéni (emberi) képességeit megnövelő eszközökről (például gépek, anyagok és eljárások) valamint azok alkalmazásáról szóló ismeretek gyűjtőneve, amelyek segítségével az emberiség egyre többet tud megismerni, megváltoztatni, megőrizni stb. az őt körülvevő világból. Magukat a technológiai eszközöket, amelyek az embernek az élet különböző területein jelentkező problémáinak megoldását segítik, egyszerű szinten szerszámnak, fejlettebb szinten technikának nevezzük.

Technológiai dokumentáció mindazon adatok (rajzok, írásos anyagok) összessége, amelyek a gyártás megkezdése előtt készül, és tartalmazza a gyártásra vonatkozó összes utasítást.

A tervezés során dokumentumokat alkalmaznak. A használható dokumentumok a következők:

- Műhelyrajzok: A műhelyrajzot az alap tervezési és termelési dokumentumnak kell tekinteni, mivel tartalmazza mindazokat az adatokat, melyek egyértelműen meghatározzák a munkadarab méreteit, a tűréseket, a felületi érdességeket és az egyéb technológiai folyamatokra jellemző adatokat.
- Összeállítási rajzok: Az alkatrészekből összeépített szerelési egységek műhelyrajza, azok hovatartozását, működésbeli szerepét szemlélteti. Tartalmazza az ellenőrzéshez szükséges méreteket, megmunkálási előírásokat.
- Szerelési rajzok
- Technológia utasítások: Ezek írják elő, hogy az alkatrészt hogyan, milyen szerszámmal, géppel és milyen sorrendben kell megmunkálni, ill. a művelet elvégzése után milyennek kell lennie.

Pontosítani kell a technológiai eljárás (known – how) pontos leírását. Erre a célra a következő dokumentumokat lehet használni:

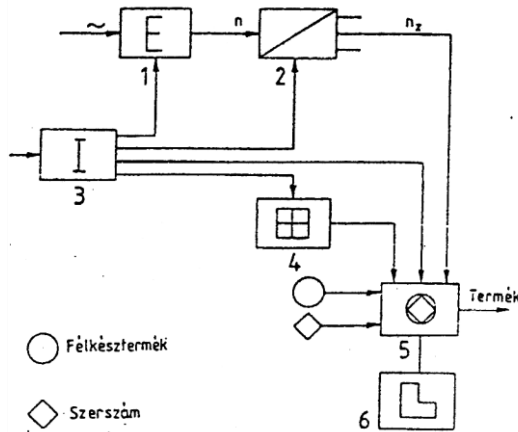
- Művelettervek: A műveletterv egy vagy több műveletet tartalmaz. A művelettervben a műveletek technológiai sorrendben követik egymást. Egy művelet tartalmazza mindazokat a műveleti fogásokat (műveleti taglalás), melyeket el lehet végezni egy munkahelyen (gépen), egy befogás és (a műveleti fogások elvégzése után) azt követő kifogás között. Ezt a dokumentumot a termelési szokásoknak megfelelően lehet használni operatív műhelyi dokumentumként, de csak abban az esetben, ha a tervezési eljárás során nem alkalmazzák a műveleti utasításokat (taglalásokat). Ha a dokumentumot előkészítő dokumentumként használjuk, akkor csak azokat az adatokat kell tartalmaznia, melyek a munkadarab végleges megmunkálásából következő információkat tartalmazza (műveletek sorrendjét, munkagép megnevezését, munkaerő képzettségét, igényelt céleszközt, műveletek normaidőjét,...).
- Műveletutasítások: A műveleti utasítások operatív műhelyi dokumentumok, és tartalmazzák mind azokat az adatokat (technológiai, és általános) melyek nélkülözhetetlenek a megmunkálás lebonyolítása során. A dokumentum tartalmazza a pontos megmunkálási sorrendet (műveleti tagozódás), az alkalmazott gépeket és céleszközöket, a technológiai adatokat és a technológiai időket (fő gépidő, pótidő, darabidő – NORMAIDŐ).
- Szerelési utasítások.
- Méréseljárások.
- Csomagolásra és anyagmozgatásra vonatkozó utasítások.

3.1.2. Rendszerek rajzai

Kapcsolási vázlat: műszaki rendszerek elemei, helyzete és a közöttük levő kapcsolatok (a vázlat nem a minőségre, hanem a jelképekből való kialakításra utal). Lehet: Kinematikai, hidraulikai, pneumatikai, vákuumtechnikai, automatikus irányítási, szabványosítási, szabályozási és ellenőrzési, optikai, géztechnikai és kombinált vázlat.

Az elkészítés célja szerint:

- a) Blokk vázlat: fő részek működése, célja, belső kapcsolatai
- b) Működési vázlat: a gyártmányban végbemenő folyamat



2.sz. ábra: Szerszám gép működési vázlata²

1-energia alrendszer; 2-kinematikai alrendszer; 3-információs alrendszer; 4-segédfunkciók alrendszere; 5-anyagátalakító alrendszer; 6-statikai alrendszer;

- c) Kinematikai szerkezeti vázlat: a rendszer összes eleme és azok csatlakozásai, síkba terítve a tényleges beépítésnek megfelelően
- d) Folyamatábra:

A folyamatábra egy folyamat lépéseit ábrázoló diagram. Az egyszerű folyamatábrákat könnyű elkészíteni, és mivel az alakzatok egyszerűek és látványosak, könnyen értelmezhetők is.

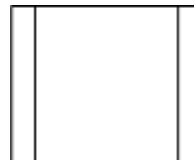
Kezdet/vége Ezzel az alakzattal jelölheti a folyamat első és utolsó lépését.



Folyamat Ez az alakzat a folyamat egy lépését jelöli.



Részfolyamat Ez az alakzat olyan lépések csoportjához használható, amelyek kombinációja részfolyamatot alkot, amely másutt, általában egyazon rajz másik lapján van definiálva.



Dokumentum Ez az alakzat olyan lépést jelöl, amelynek eredménye egy dokumentum.



Adatok Ez az alakzat azt jelzi, hogy kívülről adatok érkeznek a folyamatba, vagy adatok kerülnek ki a folyamatból. Az alakzat anyagokat is jelölhet, és Bemenet/kimenet alakzat néven is ismert.



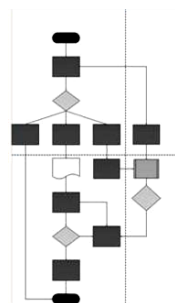
Oldalon belüli hivatkozás Ez a kis kör azt jelzi, hogy a következő (vagy az előző) lépés másutt található a rajzon. Ez különösen a nagyméretű folyamatábráknál hasznos, amelyeken máskülönben hosszú, nehezen

végigkövethető összekötőt kellene alkalmazni.



Hivatkozás az oldalon kívülre Ha ezt az alakzatot húzza a rajzlapra, párbeszédpanel jelenik meg, amelyen hiperhivatkozásokat hozhat létre egy folyamatábra két oldala vagy egy részfolyamat-alakzat és a részfolyamat

lépéseit bemutató másik folyamatábra-oldal között.



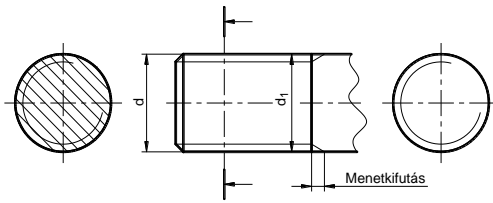
3.sz. ábra: Folyamatábra

3.1.3. Jelképek értelmezése

Az alkatrészek bonyolult, ismétlődő elemeinek valóságghű ábrázolása helyett alkalmazható a jelképes ábrázolás.

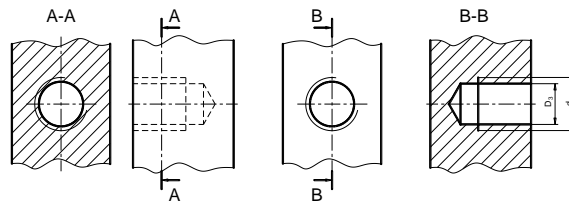
A csavarmenetek jelképes ábrázolása

Orsómenet



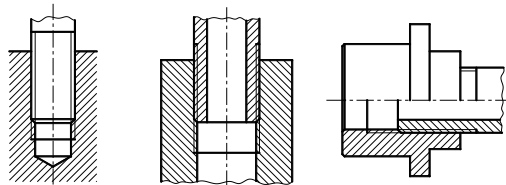
4.sz. ábra: Orsómenet jelképes ábrázolása

Anyamenet



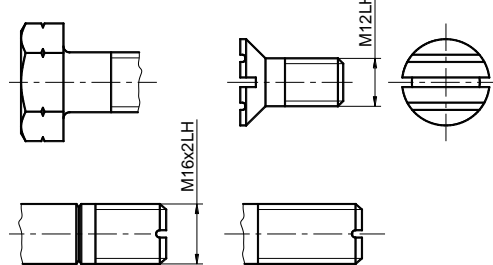
5.sz. ábra: Anyamenet jelképes ábrázolása

Szerelt menetes alkatrészek



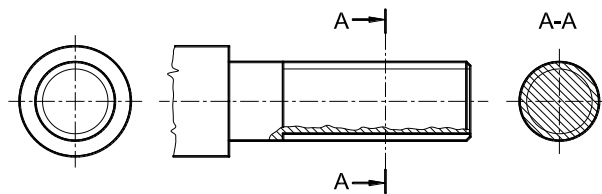
6.sz. ábra: Szerelt menetes alkatrészek jelképes ábrázolása

Balmenetes alkatrészek



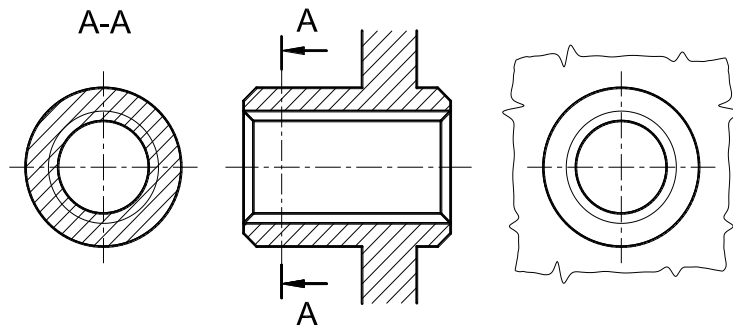
7.sz. ábra: Balmenetes alkatrészek jelképes ábrázolása

Bordás tengely jelképes ábrázolása



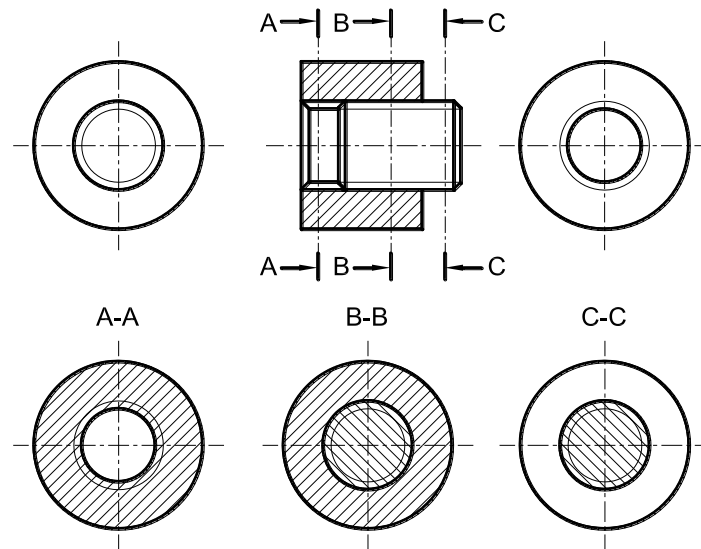
8. sz. ábra: Bordás tengely jelképes ábrázolása

Hornyos agy jelképes ábrázolása



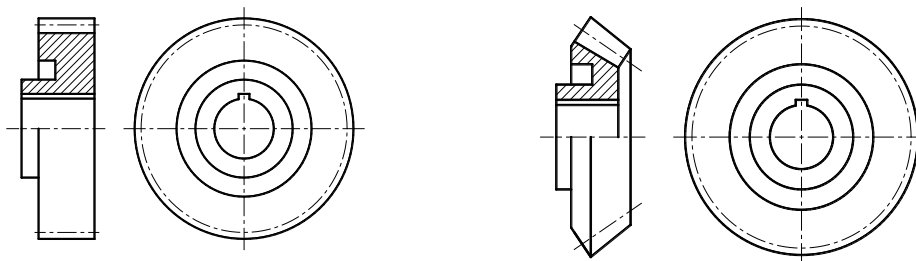
9.sz. ábra: Hornyos agy jelképes ábrázolása

Bordás tengelykötés jelképes ábrázolása



10.sz.ábra:Bordás tengelykötés jelképes ábrázolása

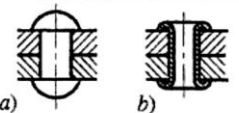
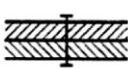


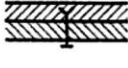
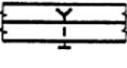
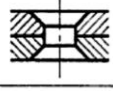
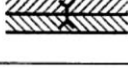
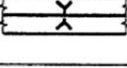

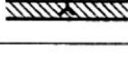
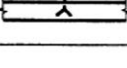
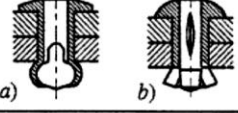
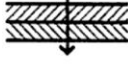

Fogaskerekek ábrázolása



11. sz. ábra: Fogaskerekek jelképes ábrázolása

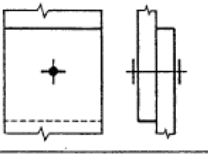
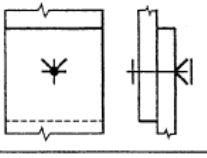
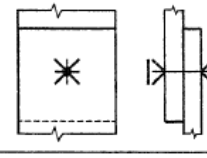
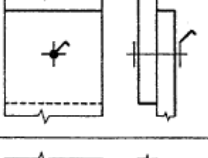
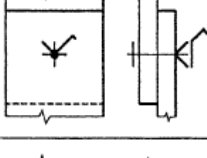
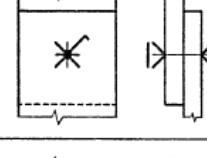
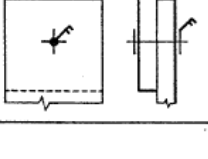
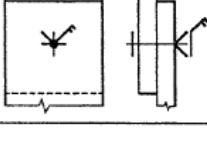
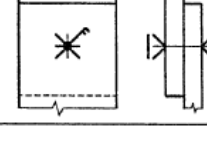
Szegecskötés jelképes ábrázolása

1.sz. táblázat: Szegecskötés jelképes ábrázolása

A szegecs megnevezése	A szegecselt kötés ábrázolása		
	részletesen	jelképesen	
		metszetben	nézetben
a) félgömbfejű szegecs félgömb zárófejjel b) csőszegecs			
Süllyesztettfejű szegecs félgömb zárófejjel			
Süllyesztettfejű szegecs süllyesztett zárófejjel			
Lencsefejű szegecs süllyesztett zárófejjel			
Különleges szegecs a) pop-szegecs b) Kerpin-szegecs			

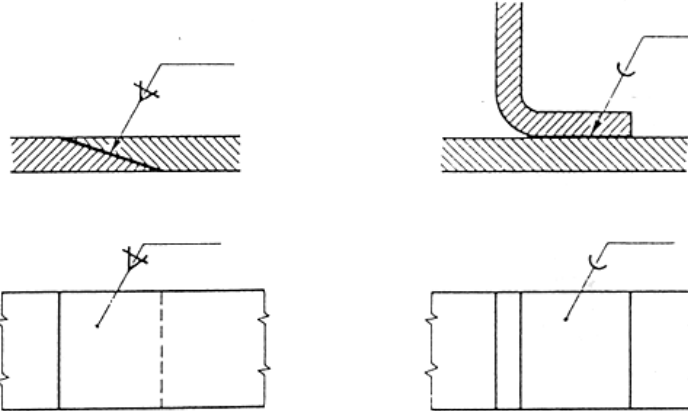
Szegecskötés jelképei fémszerkezetek rajzán:

2sz. táblázat: Szegecskötések jelképei fémszerkezetek rajzán

A szegecskötés	Furatban elhelyezett szegecs ábrázolása		
	süllyesztés nélkül	egy oldalon süllyesztve	mindkét oldalon süllyesztve
műhelyben szerelve			
helyszínen szerelve			
helyszínen szerelve és a furat is a helyszínen fúrva			

Forrasztás és ragasztás jelképes ábrázolása

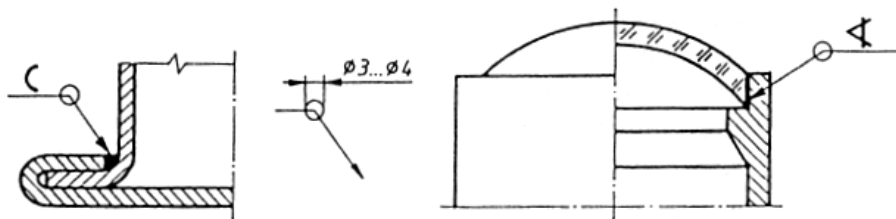
A forrasztott vagy ragasztott kötések nézeti- vagy metszeti képén a kapcsolatot az elemek közötti kiemelt folytonos vonallal szemléltetjük, a kötést a rajzon mutatóvonallal írjuk elő. A mutatóvonal a metszeten nyíllal mutat a kötés helyére, a nézeten a mutatóvonal pontban végződik. A mutatóvonalon helyezzük el a forrasztás, illetve ragasztás vastag vonallal rajzolt jelképét.



12. sz. ábra: Forrasztás

13.sz. ábra: Ragasztás

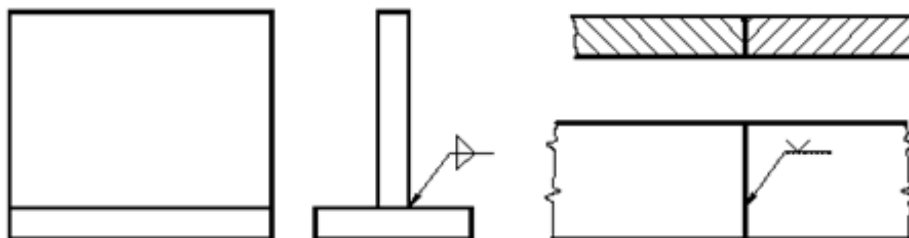
Kör alakú elemek forrasztásakor vagy ragasztásakor körjelzést is alkalmazhatunk, ekkor a kötés jelképe a mutatóvonal vízszintes szakaszára kerül.



14.sz. ábra: Kör alakú elemek forrasztásának jelképes ábrázolása

Hegesztés rajzi jelölése







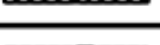




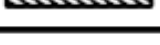

A hegesztett kötések a műszaki rajzokon egyértelműen kell jelölni. A műszaki rajzokon a hegesztési varratok megadása szabványos rajzjelekkel történik. A műszaki rajznak tartalmaznia kell minden olyan adatot, amely az ábrázolt tárgy adott rajzfajta szerinti meghatározásához szükséges. Az alaki és tartalmi követelményeket szabványok rögzítik.



15.sz. ábra: Hegesztett kötések jelölése műszaki rajzokon

A hegesztett varratra rajzjel utal, amely lehet alapjel és kiegészítő jel.





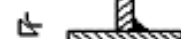




3.sz. táblázat. Hegesztett kötések alapjelei

Megnevezés	Varratjel	Varratalak
Peremvarrat		
Egyoldali tompa I-varrat		
Egyoldali tompa V-varrat	∇	
Egyoldali tompa 1/2 V-varrat	∇	
Egyoldali tompa U-varrat	∩	
Egyoldali tompa J(1/2 U)-varrat	∩	
Egyoldali tompa Y-varrat	Y	
Egyoldali tompa 1/2 Y-varrat	Y	
Sarokvarrat	∇	
Kettős V-varrat (X-varrat)	X	
Kettős 1/2 V-varrat (K-varrat)	K	
Kettős U-varrat	∩	

Hegesztett kötések kiegészítő jelei







A kiegészítő jelet csak akkor kell alkalmazni, ha a varratfelület alakját részletesen elő kell írni.

4.sz. táblázat: Hegesztett kötések kiegészítő jelei

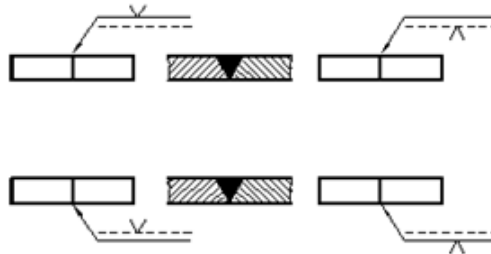
Megnevezés	Varratjel	Varratalak	Megjegyzés
Sík (lemunkált varrat)	—		Lapos v-varrat
Domború varratfelület			Domború v-varrat
Homorú varratfelület			Homorú sarokvarrat
Megmunkált varratfelület			Síkra munkált v-varrat
Törésmentes varratátmenet			Érintőleges varratátmenet

A hegesztett kötések kiegészítő adatai

5.sz. táblázat: Hegesztett kötések kiegészítő adatai

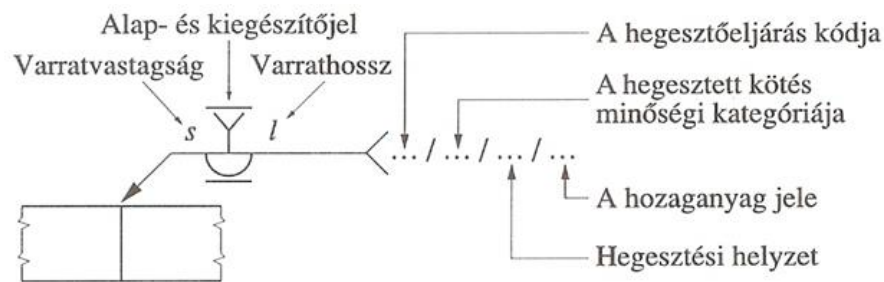
Megnevezés	Jel	Rajzjel
Körbemenő varrat		
A varrat a helyszínen készítve		
A hegesztési eljárás jelölése		 ISO 4063 szerinti hegesztési mód jele (2)
Hivatkozás a szövegmezőben lévő adatokra		

Rajzjelek elhelyezése a műszaki rajzon



16.sz. ábra: Rajzjelek elhelyezése a műszaki rajzon

Hegesztési varrat méretmegadása



17.sz. ábra: Hegesztési varrat méretmegadása

3.2. Műszaki mérések

A mérés összehasonlító tevékenység, melyek során a vizsgált anyag, munkadarab valamely mérendő fizikai jellemzőjét valamilyen - erre alkalmas, általában szabványosított – fizikai alapmennyiséggel hasonlítják össze, hogy megkapják a mérőszámot.

A mérés során a mért mennyiséget jellemző számérték meghatározása a célunk. Ehhez előzetesen rögzítenünk kell a számérték kifejezéséhez alapul vett mértékegységet.

A mérést mérőeszközökkel végezzük. A mérőeszközök a mértékek (pl. méterrúd, idomszerek) és a mérőműszerek (pl. ampermérő). Mindegyik eszközről a mérés során a mért mennyiség számértékét valamilyen módon le tudjuk olvasni.

A számérték és a mértékegység szorzata adja a mért mennyiséget. A mérési módot az alkalmazott mérőeszköz konstrukciós kialakítása határozza meg. Ez azt jelenti, hogy ugyanazon munkadarab ugyanazon méretét többféleképpen meg lehet határozni.

A méréssel megállapított értékeknek, helyesnek és általánosan elfogadhatónak, más mért értékekkel összehasonlíthatónak kell lenni.

Az ellenőrzés annak a megállapítása, hogy a vizsgált anyag, munkadarab valamely jellemzője megfelel-e az előírt jellemzőknek. Számszerű eredményt nem kapunk, csak azt, hogy a munkadarab alakja vagy mérete megfelel-e a rajzon előírtaknak, vagy sem. Az ellenőrzéshez olyan eszközöket használunk, amelyekkel összehasonlíthatjuk a tárgy alakját vagy méretét. Ezek az ellenőrző eszközök vagy idomszerek.

3.2.1. Mérestechnikai alapfogalmak

Mértékegység: a mérendő mennyiség meghatározását szolgáló egységül választott mennyiség

$$\text{Mennyiség} = \text{mérőszám} * \text{mértékegység.}$$

A mérés során azt állapítjuk meg, hogy a mérendő mennyiség hányszorosa a mértékegységnek. Azt, hogy hányszor nagyobb a mérendő az egységénél a mérőszám mutatja meg.

Azt, hogy milyen jellegű mennyiséget hasonlítunk össze, a mértékegység fejezi ki. A mérőszám és a mértékegység között a szorzásjelet nem tesszük ki.

Mérőszám: $\frac{\text{mérendő mennyiség}}{\text{mértékegység}}$, megmutatja, hogy az egységül választott mértékegység a mért mennyiségben hányszor van meg.

Mért érték: a mérendő mennyiségnek méréssel meghatározott értéke. Mért értéknek tekintjük a sorozatmérés eredményét. Mért értéknek tekintjük a sorozatmérés empirikus értékét.

Mérési eredmény: egy vagy több mért értékből számítással meghatározott mennyiség. Általában közvetett mérésnél fordul elő.

3.2.2. Mérési módszerek

Mérési módszer: azoknak az elveknek az összessége, melynek segítségével a mérés elvégezhető.

A mérendő mennyiséghez tartozó számérték meghatározásának módja szerint lehet:

- Analóg mérési módszer: A mérendő mennyiségekhez folytonosan változó mennyiségeket rendelünk hozzá (pl. egy mutató szögelfordulása). Teljes szigorúsággal ez csak ideális esetben teljesül.
- Digitális mérési módszer: A módszer a mérendő mennyiségekhez egymástól adott lépésmagyságokkal különböző mennyiségeket rendel (pl. egy számkijelző által mutatott számérték).

Az egyszerre mért elemek száma szerint:

Elemenkénti (differenciált) mérés: pont pár ill. két pont közötti távolságot mérünk. Méretpontosság meghatározására alkalmas.

- Különbségmérés: Az ismeretlen méretet úgy állapítjuk meg, hogy ismert méretű mintával –etalonnal– hasonlítjuk össze. A mérőeszközt beállítjuk az etalonnal meghatározott méretre, majd a mérőeszközzel a meghatározandó méret és az etalon közötti különbséget mérjük. Ezt a különbséget hozzáadjuk az etalon méretéhez – vagy levonjuk abból– így állapítjuk meg közvetve a keresett méretet. Mivel ezt a mérési módot a különbség vagy az eltérés mérése jellemzi, így különbség vagy eltérésmérésnek is nevezzük.

- **Összetett mérés:** Az összetett mérés egyszerű mérések sorozatából áll, melyeket különböző mérőeszközökkel, - műszerekkel, ill. - berendezésekkel, különböző körülmények között végzünk el. Az adatok között valamilyen matematikai összefüggés áll fenn, melyet a kiértékelés során az elemi mérési eredményekből határozunk meg.

Mérhetünk a gyártás után vagy a gyártás alatt. Ebből a szempontból tehát megkülönböztetünk:

- **Passzív mérés:** Ha a munkadarabok méreteit a gyártás után, tehát akkor mérjük meg, mikor azok a gyártási folyamatból már kikerültek, akkor a mérés passzív. Ezzel a mérési móddal csak észlelni tudjuk a méreteket, de befolyásolni nem. A gépiparban a mérések többsége passzív.
- **Aktív mérés:** Ennél a mérésnél a mérőeszköz mintegy tartozéka a szerszámgépnek, a dolgozó megmunkálás közben –közvetve- leolvassa a munkadarab méretét és a megfelelő méret elérésekor a gépet, leállítja. Az aktív mérés fejlettebb formája az, mikor a munkadarab megmunkálás közbeni mérete, visszatáplálva a szerszámgépbe, azt vezérli és a készméret elérésekor, leállítja. Aktív mérést általában befejező, simító műveleteknél alkalmaznak.

A mérési feladatok megoldásához szükséges eszközök alapján a következő különbségeket tehetjük:

- **Ellenőrző eszközön** az elkészült munkadarab alakjának vagy meghatározott méretének megfeleltetésére szolgáló, de számszerű eredményt nem adó eszközt értünk. Ilyenek például a síkfelületek ellenőrzésére való élvonalzók, a merőlegességet ellenőrző derékszögek a különféle méretek gyors ellenőrzését lehetővé tevő idomszerek.
- **Mérőműszereken** általában olyan –műszerelemekből felépülő- szerkezeteket értünk, amelyekkel valamilyen mennyiséget mérünk és a mérendő jellemző mérőszáma meghatározható. Ilyenek pl. a mérlegek, mérőórák, a mikroszkópok.
- **Mértékek:** olyan mérőeszköz, amely egyetlen méretet testesít meg. Pl: mérőhasáb, ezek 0,001 mm pontosságúak.
- **Etalon:** letétbe helyezett és megfelelően őrzött minta, amely egy vagy több mennyiség meghatározott értékét maradandóan megőrzi.

3.2.3. Mérési hibák

- **Mérési hiba:** a mért érték és a helyes érték különbségeként határozható meg.
- **Rendszeres hiba:** nagysága és előjele ismételt mérés esetén állandó, vagy ismert módon változik.
- **Véletlen hiba:** ugyanazt a mérést azonos körülmények között a leg gondosabban megismételve is minden alkalommal más és más eredményeket kapunk.
- **Durva hiba:** a mérést végző személy figyelmetlen, gondatlan vagy ügyetlen tevékenysége okozza.
- **Skálahiba:** a mérőeszköz skáláján levő osztásjelek eltérnek az elméleti helyzettől.
- **Nullponthiba (ofszethiba):** a mérőeszköztől nullától különböző méretet lehet leolvasni a méret nulla értéke esetén.
- **Mérő alaphibája:** hibás lehet a műszer belső mérőlapja, vagy a mérőműszer beállításakor alkalmazott külső mérőlap.
- **Irányváltási hiba (hiszterézishiba):** a mért érték függ a mérendő mennyiség megközelítésének irányától.

- Parallaxishiba (nézési irányból származó hiba): akkor keletkezik, ha a skála és a mutató nincs egy síkban és a mérést végző személy nem a skála síkjára merőlegesen olvassa le a méretet.

3.2.4. A mérőképesség igazolása

A mérőképesség igazolásának módjaként a törvény a hitelesítést és a kalibrálást (használati etalonnal történő ellenőrzés) határozza meg

A hitelesítés → A mérőeszköz hitelesítés célja, annak elbírálása, hogy a mérőeszköz megfelel-e a vele szemben támasztott mérésügyi előírásoknak. A hitelesítés hatósági tevékenység. Lejárt hitelesítésű mérőeszközt használni tilos, azaz mért értéknek nem lehet joghatása!

A kalibrálás → A kalibrálás azoknak a műveleteknek az összessége, amelyekkel - meghatározott feltételek mellett - megállapítható az összefüggés a mérőműszer vagy mérőrendszer értékmutatása, illetve a mérték, a hiteles anyagminta által megtestesített vagy használati etalonnal megvalósított érték (helyes érték) között. A kalibráláshoz használt használati etalonnak érvényes hitelesítéssel kell rendelkeznie, és pontosabbnak kell lennie a vele ellenőrzött mérőeszközénél.

3.2.5. Alkatrészek eltérései

Egy alkatrész soha sem készíthető el tökéletes pontossággal, hanem mindig eltér az elképzelt ideális kialakításától. Az eltérések lehetnek:

- méreteltérések,
 - hossz méret eltérés, a tűrés megadható:
 - Jelölés nélkül
 - Számértékkel előírva vagy
 - ISO tűrésjelekkel
 - ✓ szög méret eltérés
- alakeltérések,
- helyzethibák
- felülethibák

Az eltérések befolyásolják a gépszerkezet működőképességét, ezért a hibák nagyságát korlátozni kell. A gyártási dokumentációban elő kell írni a megengedett hibákat a működés szempontjából fontos felületekre. A hibák korlátozása azonban jelentős felelősséggel jár, mert jelentős mértékben befolyásolja az elkészítendő elem előállítási költségeit.

A gyártás során elkészült alkatrészeket közvetlenül, valamelyik gyártmányba beépítve, vagy cserealkatrészként használják fel. Az elkészült gyártmányok méretei mindig eltérnek a műszaki dokumentációban megadott névleges (ideális) mérettől.

Teljes cserélhetőség esetében a szerelést az azonos megjelölésű alkatrészek bármelyikével el lehet végezni, vagyis a méretlánc egyes tagjaira olyan tűrést írunk elő, hogy azok minden válogatás, külön illesztés vagy szabályozás nélkül minden esetben biztosítják a zárótag előírt pontosságát.

A teljes cserélhetőség módszere akkor gazdaságos, ha a tagok száma nagy, a megkövetelt pontosság kicsi, vagy ha a tagok száma kicsi és a megkövetelt pontosság nagy, mivel az

összetevő tagok tűréseinek csökkenése növeli a megmunkálási költségeket és a selejtveszélyt.

Az alkatrészek tűrésének szigorítása növeli az önköltséget. Ezért a pontossággal szemben támasztott követelményeket csak olyan mértékig szabad fokozni, amennyire azt a kívánt szerelési pontosság szükségessé teszi.

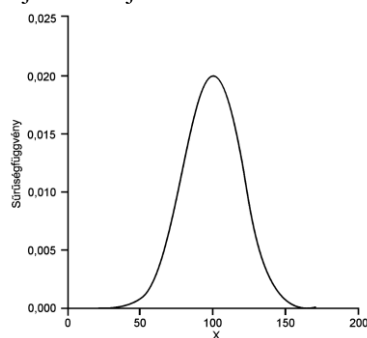
A méretek vizsgálatánál két esetet különíthetünk el:

- egyedi alkatrész méreteinek vizsgálata
- egymáshoz csatlakozó alkatrészek láncméretének vizsgálata

A gyártás során mindig valamilyen nagyságú hibával tudjuk legyártani az alkatrészt.

A gyakorlat azt mutatja, hogy a gyártási műveleteknél mindenki törekszik arra, hogy az alkatrész adott méretét a névleges méretre készítse el.

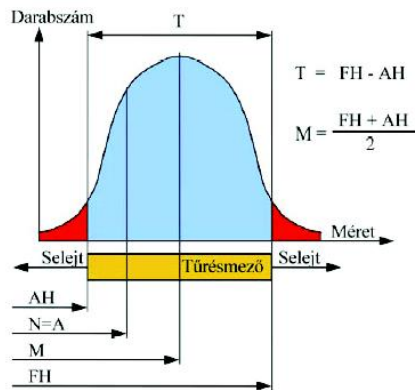
Ha kellően nagyszámú mérést végzünk egy alkatrészsorozat méreteit vizsgálva, akkor azt tapasztaljuk, hogy a mért méretek a névleges méret körül szóródnak. Ha a méreteltéréseket és az eltérésekhez tartozó darabszámokat diagramban ábrázoljuk, akkor a függvény a normál eloszlás Gauss-görbéjét formálja.



18.sz. ábra: Gauss-görbe

A munkadarab nagyságrendjének jellemzésére szolgáló alpméret, amely a műszaki rajzon minden esetben feltüntetésre kerül a névleges méret.

A működés szempontjából fontos méretek megengedett eltéréseit a névleges mérethez viszonyítva adják meg. A névleges méretet célszerűen szabványos számsorból választják ki.



19.sz. ábra: Névleges méret méretszóródása

Névleges méret (N): Névleges méretnek nevezzük a munkadarab nagyságrendjének jellemzésére szolgáló alpméretet, ez a műszaki rajzon minden esetben feltüntetésre kerül.

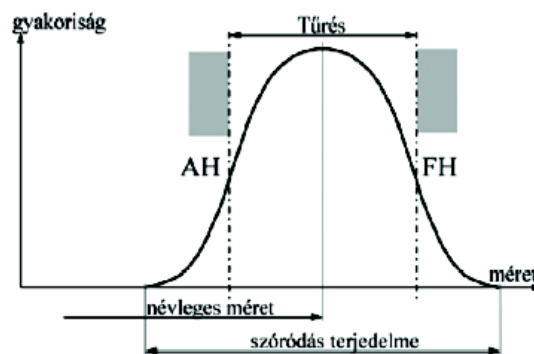
Alpméret (A): A névleges méretet tekintjük alpméretnek, amelyre az eltérést vonatkoztatjuk.

Tényleges méret (TM): Gyártás során ezt a méretet valamilyen mértékben megközelítjük, így keletkezik a tényleges méret, amelyet korlátozni kell.

Határméret: Határméretnek nevezzük azt a két méretet, amelyek között a tényleges méretnek el kell helyezkednie.

- Alsó határméret (AH): A megengedett legkisebb méret az alsó határméret.
- Felső határméret (FH): A megengedett legnagyobb méret a felső határméret.
- Közepes méret (M): A felső határméret és az alsó határméret számtani átlaga. Megfelelő körülmények közt a méretek többségének a közepes méret körül kell mozogniuk.

Tűrés (T): A munkadarab névleges méretétől megengedett méreteltérése, a felső határméret és az alsó határméret közötti különbség.

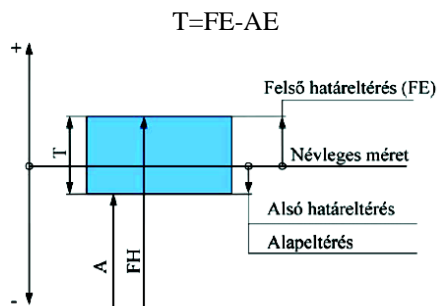


20.sz. ábra: Határméret

Határeltérés: Az N névleges méret és a határméret különbsége a határeltérés.

- Felső határeltérés (FE): a felső határméret és a névleges méret közötti különbség
 $\rightarrow FE = FH - N$.
- Alsó határeltérés (AE): az alsó határméret és a névleges méret közötti különbség
 $\rightarrow AE = N - AH$.

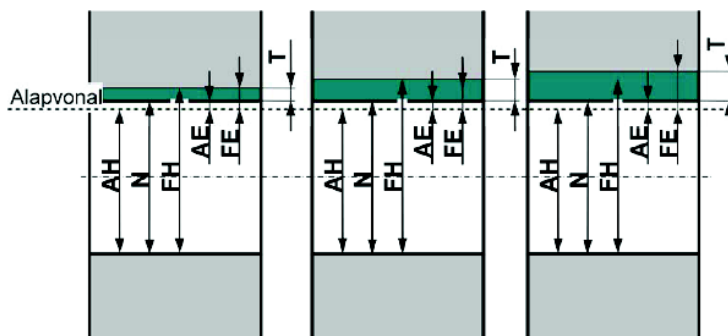
A tûrés kifejezhetõ a felsõ határeltérés és az alsó határeltérés különbségként is.



21.sz. ábra: Tûrés

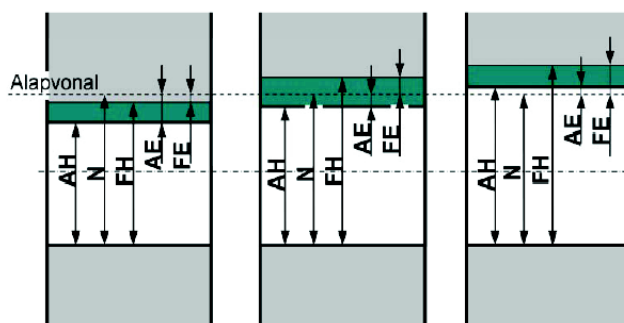
A határeltéréseket közvetlenül a névleges méret után írjuk elõjelüket feltüntetve. A 0 számértékû határeltérést is kiírjuk, természetesen elõjel nélkül.

Tûrésmezõ nagysága: A gépelem adott felületére elõírt tûrésmezõ függ a gyártási módtól, ill. az alkatrész felület mûködés közbeni betöltött funkciójától és a kapcsolódó alkatrészhez való viszonyától. A tûrés nagyságát a mûködési követelmények határozzák meg.



22.sz. ábra: Tûrésmezõ nagysága

Tûrésmezõ helyzete: Az alsó határméret (AH) és a felsõ határméret (FH) nem szükséges, hogy a névleges méret alatt és felett helyezkedjenek el.



23.sz. ábra: Tûrésmezõ helyzete

Hosszméret eltérések megadása

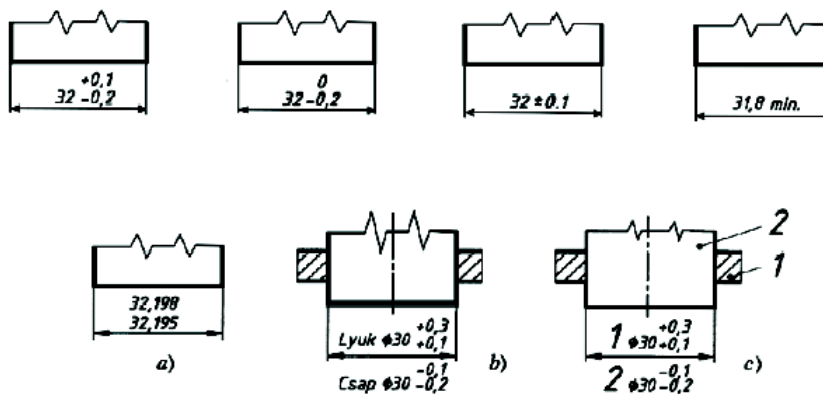
Jelöletlen hosszmérettűrések:

- Legtöbbször csak névleges méret van megadva;
- Alkatrész működése szempontjából kevésbé fontos;
- Tűrésetlen méreteknek is nevezik (helytelenül);
- Lazább követelmények;
- Négy szabványos pontossági osztály, amelyet a rajzon fel kell tüntetni, pl. feliratmezőben
 - Finom
 - Közepes
 - Durva
 - Nagyon durva

Számértékkel megadott tűrések.

Előírható:

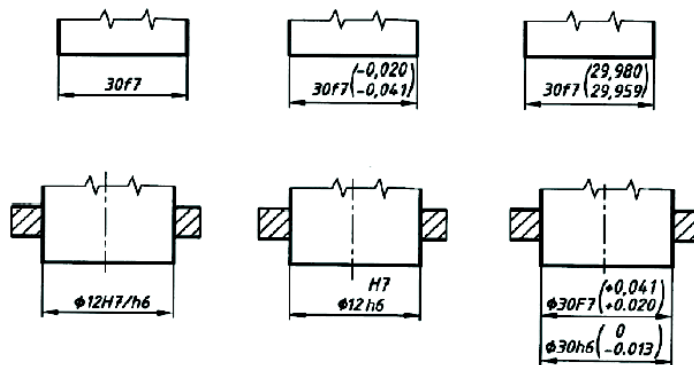
- Határeltérések számértékeivel a névleges méret mögött
- Határméret megadásával
- Méret egyirányú behatárolásával
- Egyberajzolt alkatrészekre vonatkozóan



24.sz. ábra: Számértékkel megadott tűrések

ISO – tűrések alkalmazása

- Betű – szám kombinációból áll. (alapeltérés – IT fokozat)



25.sz. ábra: Betű-szám kombinációjával megadott tűrések

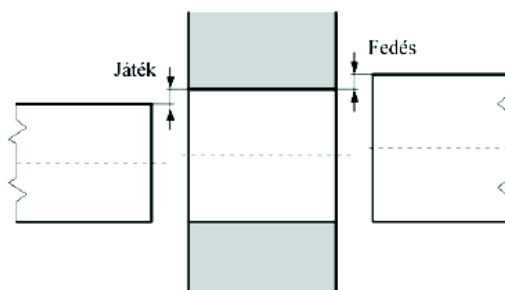
Illesztés

A gépek, szerkezetek alkatrészekből állnak. Ezeket az alkatrészeket gyakran egymástól távol, más-más üzemben állítják elő. Ennek ellenére az így elkészített alkatrészeknek utánmunkálás és válogatás nélkül szerelhetőnek kell lenniük. Ezt elsősorban a mérettűrésük megválasztása teszi lehetővé. Ha két alkatrészt legyártunk, akkor azok összeszereléskor valahogyan kapcsolódnak egymáshoz. A kapcsolódás az összeszerelés előtti tényleges méretektől függ.

Illesztésnek nevezzük a tényleges méretek különbségéből adódó:

- játékot, vagyis ha a furat tényleges mérete nagyobb a csap tényleges méreténél, ill.
- fedést, ha a furat tényleges mérete kisebb a csap tényleges méreténél.

Két alkatrész illesztése (fedés - játék)



26.sz. ábra: Fedés-játék

Az egymásba helyezett alkatrészek illeszkedésének minőségét a kapcsolódó felületek jellemző méretének tűrésmezői: azok helyzete és nagysága határozza meg.

Két párosítandó felületelem méreteinek különbségéből adódóan:

- LAZA illesztés:
 - Mindig játék keletkezik
 - A lyuk legkisebb mérete is nagyobb a csap legnagyobb méreténél
- SZILÁRD illesztés:
 - Mindig fedés keletkezik;

- A lyuk legnagyobb mérete is kisebb a csap legkisebb méreténél
- ÁTMENETI illesztés:
 - Játék vagy fedés keletkezik a csap és a lyuk legnagyobb és legkisebb méretének viszonyától függően

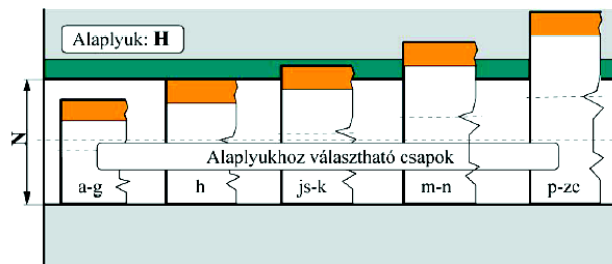
A tűrések előírásával tudatosan kiválasztható, hogy milyen mértékben legyen laza az illeszkedés, illetve átmeneti (kis mértékben szoros) vagy szilárd (nagyon szoros) illesztés alakuljon ki.

Ugyanaz az illeszkedés sok tűrés pár előírásával is megvalósítható. A gyártási és ellenőrzési költségek csökkentése érdekében azonban az ISO olyan illesztési rendszert javasolt, amelyben:

- vagy a belsőméret (furat) tűrését választják úgy, hogy alapeltérése 0 legyen (H tűrésű belső méret, alaplyuk rendszer),
- vagy külsőméret tűrését (h tűrésű külső méret, alapcsaprendszer),
- és ezekhez írják elő a párosított felület méretének tűrését úgy, hogy az elérendő illeszkedés létrejöjjön.

Alaplyuk rendszer

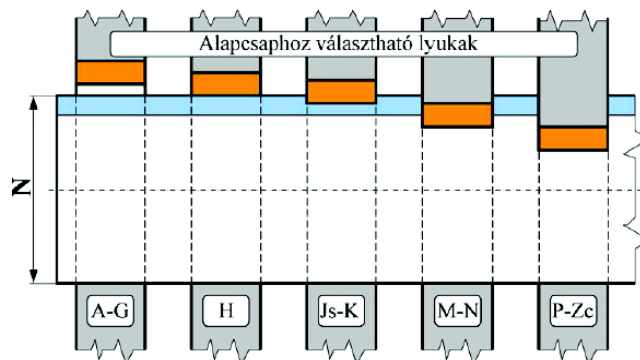
Alaplyuk rendszerben a kívánt játékot vagy fedést azáltal érjük el, hogy a különböző tűrésosztályú (a-zc) csapokat egyetlen tűrésosztályú lyukhoz, a H jelű alaplyukhoz rendeljük.



27.sz.ábra: Alaplyuk rendszer

Alapcsap rendszer

Alapcsap rendszer esetén a csapnak H-s tűrést adunk. Ebben az esetben furatok tűrését változtatjuk tetszőlegesen.



28.sz. ábra: Alapcsap rendszer

Ajánlott illesztés párosítások

Neve	Illeszkedés	Jellemzői	A tűrésmézők helyzete	Betűjele
Laza	Csak játék ($AH_L > FH_C$)	<i>NJ, KJ, MJ</i>		$H \rightarrow a...h$ $h \rightarrow A...H$
Szilárd	Csak fedés ($AH_C > FH_L$)	<i>NF, KF, MF</i>		$H \rightarrow p...zc$ $h \rightarrow P...ZC$
Átmeneti	Játék vagy fedés	<i>NF, NJ</i>		$H \rightarrow js...n$ $h \rightarrow JS...N$

Alak és helyzettűrések

A gép megbízható működéséhez a méreteltérések (tűrések) mellett gyakran a megengedett alak és helyzethibákat is elő kell írni. Az alakhibák közül főleg az egyenesség, a síklapúság, a körkörösség, a hengeresség, a profilhűség előírása lehet fontos. Főleg a gördülő és a siklócsapágyak, valamint a hozzájuk kapcsolódó felületek alakhűsége fontos, de a fogaskerék profilok, működtető bütykök alakhűbáját is erősen korlátozni kell.

A gyakrabban előírandó helyzethibák a párhuzamosság, a merőlegesség, az egytengelyűség, a szimmetria hibák. Vannak összetett alak és helyzethibák, mint pl. a radiális ütés, a homlokütés.

Az alak és helyzettűrések megadása elengedhetetlen a pontosan gyártandó berendezések esetében, mert csupán a méretek elkészítése az előírt tűréshatáron belül nem biztosítja a szerkezet megbízható működését. Az alak és helyzettűrések előírására szabványos jeleket használnak.

Elemek és tűréseik		Tűrésezett jellemzők	Rajzjelek
Egyetlen elem	Alaktűrések	Egyenesség	
		Síklapúság	
		Köralakúság	
		Hengeresség	
Egyetlen elem vagy viszonyított elemek		Adott profil alakja	
		Adott felület alakja	
Viszonyított elemek	Íránytűrések	Párhuzamosság	
		Merőlegesség	
		Hajlásszög	
	Helyzettűrések	Pozíció	
		Egytengelyűség és központosság	
	Ütéstűrések	Radiális (sugár irányú) ütés	
		Teljes ütés	

Felületi egyenetlenségek

A felületi érdesség az anyag szerkezetétől és a gyártási technológiától függ.

Forgácsolással készült felületek érdessége gyakran meghatározott rendezettséget, irányultságot (barázdákat) mutat, amely a forgácsoló szerszám haladásának irányát jelzi.

A gépalkatrészek felületeinek simasága döntő mértékben meghatározza működésüket (méretállandóságukat, súrlódási, kopási és berágódási jellemzőiket, kifáradási szilárdságukat, külső megjelenésüket stb.). Ezért a működési követelményektől, és a méret tűrések nagyságától függően elő kell írni a felületek minőségét.

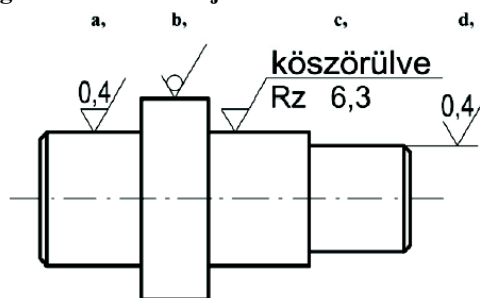
A felületi érdességek jellemzésére rendszerint

- az R_a átlagos felületi érdességet (a mérési hosszban belül az észlelt profil középvonalától mért eltérések abszolút értékének átlaga),
- az R_z egyenetlenség magasságot (a mérési hosszban belül mért 5 legnagyobb érdesség átlaga),
- az R_{max} legnagyobb felületi érdességet (a mérési hosszban belül a fenékvonal és a tetővonal távolsága), használják, bár a felületi érdesség jellemzésére más mérőszámok is rendelkezésre állnak.

A felületi érdességet jellemző mérőszámokat metszettepintós vagy lézersugaras érdesség mérő berendezéssel, rendszerint síkban felvett profilgrammból határozzák meg. A mérés menetét és paramétereit szabványok írják elő. Minden érdesség mérésnél pontosan meg kell adni a mérés irányát (pl. a megmunkálás irányában, vagy rá merőlegesen történt a mérés).

A rajzokon a felületi érdesség megengedett legnagyobb értékére legtöbbször az R_a átlagos felületi érdességet (a középvonaltól megengedett átlagos eltérést jelentik mikrométerben), vagy, nagyon sima felületeknél, az R_z egyenetlenség magasságot írják elő, szabványos számsorból kiválasztott értékre.

Felületi érdesség megadása műszaki rajzokon



29.sz. ábra: Felületi érdesség megadása műszaki rajzokon

A rajzokon felületi érdességek előírása szabványos jeleket használnak. A jel csúcsa mindig arra a felületre mutat, amelyre az előírás vonatkozik. A jelre ráírt szám az R_a átlagos felületi érdesség megengedett legnagyobb értékét jelöli. Amennyiben más érdesség mérőszám betartását igénylik, azt az érdesség jelölésnél alulra kell írni. Előfordul, hogy a felületek gyártási technológiáját is előírják.

3.2.6. Hosszmérés

A hosszmeretek mérését mechanikai mérőeszközökkel végezzük. Hosszmérőnek nevezzük egy alkatrész két pontja, éle vagy felülete közötti legrövidebb távolságot.

Hosszmérő eszközök (zárójelben a lehetséges pontosságok vannak feltüntetve): mérőszalag, mérőléc, mérővonalzó (1 [mm]);

- tolómérő (0,02 [mm]; 0,05 [mm]);
- mikrométer (0,01 [mm]; 0,001 [mm]);
- passzaméter (0,001 [mm]);
- hosszmérőgép (0,001 [mm]; 0,0001 [mm]);
- 3D mérőgép (0,001 [mm]; 0,0001 [mm]);
- lézeres hosszmérőgép (0,0001-0,01 [mm]);
- koordináta- mikroszkóp (0,001 [mm]);

A mérőszalag és a mérőléc

A mérőszalag 0,1mm... 0,15mm vastag, 8... 15mm széles, 100mm... 50m hosszúságú acélszalag. Ha 1m-es vagy annál hosszabb, tokban göngyölve hozzák forgalomba. Az egyik oldalán mm-es osztás van a szalag teljes hosszán. Az osztásvonalakat általában festik, azok vastagsága 0, 2-0, 3mm. A mérési pontosság kisebb hosszakon általában 1mm, nagyobb hosszakon ennél is több.

Ahhoz, hogy a mérőszalaggal pontosan mérjünk, az alábbi szempontokat tartsuk szem előtt:

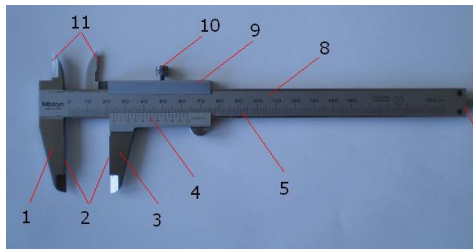
- A mérőszalagot úgy helyezzük a munkadarabra, hogy a megadott méretet mérjük. Ha pl. két párhuzamos felület közötti távolságot mérjük, a mérőszalaghoz helyezzük a felületre merőlegesen.
- A mérőszalag kezdő osztását –a nullát- helyezzük rá pontosan a mérendő távolság egyik végpontjára. Vigyázzunk, hogy mérés közben nehogyan elgörbüljön a mérőszalag.
- Álljunk szembe a mérőszalag skálaosztásával, és merőlegesen nézzünk a mérendő élre, így küszöböljük ki a parallaxis hibát.

A mérőléc annyiban különbözik a mérőszalagtól, hogy az osztásokat téglalap szelvényű, edzetlen acélhasábra, legfeljebb 5m-es hosszúságban készítik, szelvény hosszától és pontosságától függően általában 0,5mm-es pontossággal.

A tolómérő

A tolómérő egy olyan hosszmerésre alkalmas eszköz, amely mechanikai elven működik, és a működése az összehasonlító módszeren alapul (a két fogalom együtt képezi a mérési eljárást). Az összehasonlítás esetünkben azt jelenti, hogy a munkadarab mérendő hosszát egy előre ismert etalon mérettel hasonlítjuk össze, ami jelen esetben ez a tolómérőn található skála.

A tolómérő fő részei:



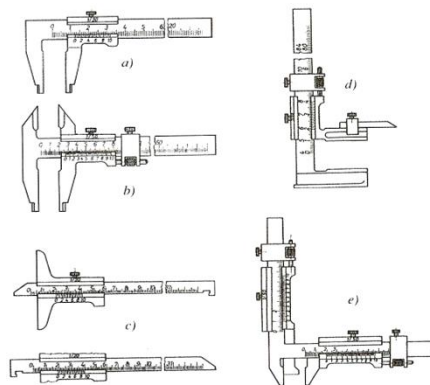
30.sz. ábra: Tolómérő fő részei

- 1-rögzített mérőpofa,
- 2-sík mérőfelületek,
- 3-mozgatható mérőpofa
- 4-mellékskala (nóniusz),
- 5-skála,
- 6-mérőfelületek mélységméréshez,
- 7-mélységmérő rúd,
- 8-vezetősín,
- 9-tolóka,
- 10-rögzítő csavar,
- 11-késél alakú mérőfelületek, belső méréshez.

Egyszerű hossz mérés során a munkadarabot mindig két mérőfelület közé kell befogni és rögzíteni. Ez a tolóka segítségével történik, azaz rátoljuk a mérőpofák mérőfelületét a munkadarabra. Fontos, hogy a mérőfelületeket ne nyomjuk túlságosan össze, mert ilyenkor az erőhatás miatt billen a tolóka, és elsődrendű, azaz szöghiba keletkezik. Lehetőleg, a mérőpofák elvékonyított részeivel fogjuk közre a munkadarabot. A mérőpofák szélesebb felülete nagyobb területen „integrálja” a munkadarab felületi hibáit.

A tolómérővel nem csak külső méreteket, - mint pl. hengerátmérő lehet mérni, hanem üreges belső testek méreteit, furat átmérőt, vagy lyukak mélységét. Külső méreteket a nóniuszt is hordozó, nagyobb mérőpofákkal, belső méreteket a felső, kisebb mérőcsőrökkel, belső mélyedéseket pedig a mélységmérő rúddal lehet mérni.

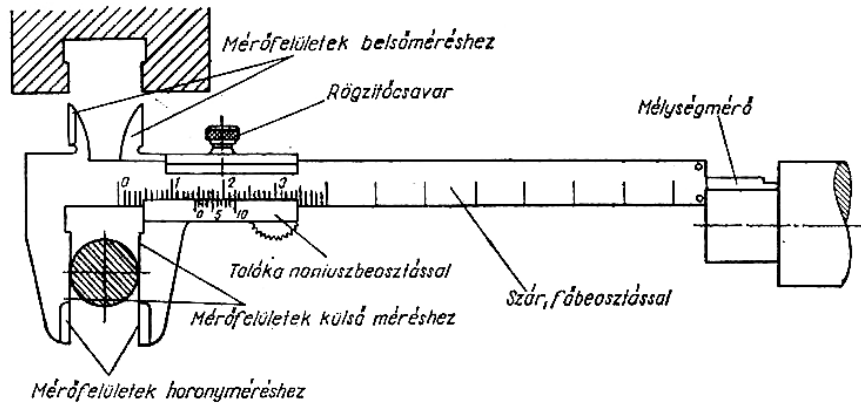
Tolómérők:



- a.) egycsőrű tolómérő;
- b.) kétszőrű tolómérő;
- c.) mélységmérő tolómérő;
- d.) talpas tolómérő;
- e.) fogmérő tolómérő.

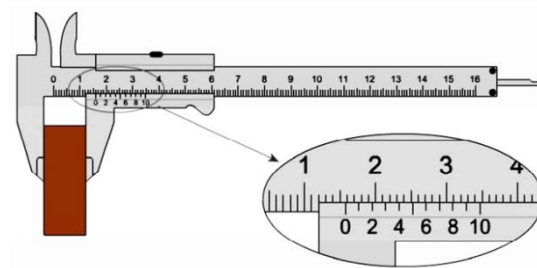
31.sz. ábra: Különböző tolómérők

Tolómérővel való mérés



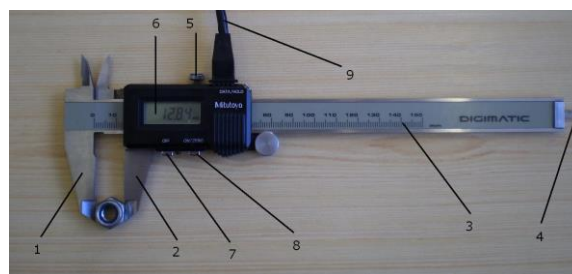
32.sz. ábra: Mérési lehetőség tolómérővel

A tolómérő leolvasása



33.sz. ábra: Tolómérő leolvasása

Digitális tolómérő



34.sz. ábra: Digitális tolómérő

A csúszka elmozdulását egy beépített szenzor segítségével villamos jellé alakítja, amit aztán egy belső logika feldolgoz, és megjeleníti a digitális kijelzőjén (6).

Mikrométer

A mikrométer precíziós hosszmérő műszer, mely mechanikai elven működik és összehasonlító módszeren alapszik. Leolvasási pontossága nagyobb, mint a tolómérőé, általában 0.01 mm, azonban bizonyos mikrométerek esetén ez 0,001 mm is lehet.

Mikrométerrel való mérés esetén a mérendő munkadarabot két, egymással párhuzamos, síkra munkált mérőfelület közé kell befogni és rögzíteni.

A mikrométert gyakran állványban szokták rögzíteni.



35.sz. ábra: Mikrométer

A mikrométer lényegében egy precíziósan megmunkált csavarból (skálahüvely) és anyából (skáladob) áll, melyeknek a menetemelkedése általában 0,5 mm. A csavarszár milliméteres beosztású skáláján leolvashatók az egész és fél milliméterek. A skáladob kerülete 50 részre van osztva, ezen a milliméter tört részeit lehet leolvasni, egy osztás 0,01 mm-nek felel meg.

Egyes mikrométerek skálahüvelyére nóniusz skála is van festve, így a leolvasás pontossága metrikus mikrométer esetén 0,001 mm.

Mikrométer főrészei



A mért érték leolvasása a mikrométerről a következő módon történik. A skálahüvely milliméteres osztású, innen lehet az egész részt leolvasni. Általában a referencia vonal alatt található egy másik milliméter osztású skála, amely a felsőhöz képest fél

milliméterrel el van tolva. Erre azért van szükség, hogy el lehessen dönteni, hogy a [0 ; 0,5] mm vagy az [0,5 ; 1] mm –es résztartományon belül van a méret, mert a skálahüvely csak ötven osztású, és fél milliméter tartományban mér. Ezután a skálahüvelyen levő osztásvonalak közül a referencia vonallal egybeesőhöz tartozó értéket az egész, vagy egész és 5/10 mm értékhez hozzá kell adni. Nóniusz skála esetén a végértékhez az ahhoz a skálához tartozó mikronos értéket is hozzá kell adni.



37.sz. ábra: Mikrométer leolvasása

Az „egész” résznél a skálahüvely vége a referencia vonalat a 15 mm –es érték után, de még a 15,5 mm –es értékhez tartozó +0,5 mm –es alsó osztásvonal előtt metszi. A skálahüvelyen a 30 –as értékhez tartozó osztásvonal esik egybe a referencia vonallal, így a mért érték:

$$L = 15 \text{ mm} + 0 \text{ mm} + 0,30 \text{ mm} = 15,30 \text{ mm}$$

Ha a skálahüvely szélé a 15 mm –hez tartozó [0,5 ; 1] mm –es résztartományban állna, akkor a leolvasott értékhez +0,5 mm –t hozzá kellene adni. ($L_2 = 15 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} + 0,30 \text{ mm} = 15,80 \text{ mm}$)

Passzaméter

A passzaméter a mikrométerhez hasonló kézi műszer, külső méretek mérésére.



38.sz. ábra: Passzáméter

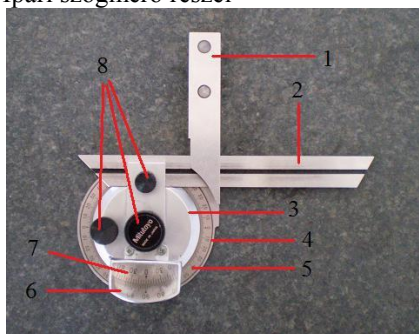
A passzáméternek bár mindkét mérőtapintója mozgatható, de a menetes tapintó elmozdulását nem tudjuk mérni, viszont a másik tapintó elmozdulását egy óraszerkezet mutatja.

3.2.7. Szögmérés

A szögmérő

A szögmérő hegyes illetve tompaszögek, áttételesen homorú szögek mérésére alkalmas eszköz. Mechanikai elven működik, összehasonlító módszerrel mérhetünk vele. Két mérőszárral rendelkezik, melyek közül az egyik a szögmérő házához rögzített. A másik mérőszár a műszer körgyűrű alakú főskáláját tartalmazó, körlap tárcsához van rögzítve

Ipari szögmérő részei



- 1-forgó mérőszár,
- 2-rögzített mérőszár,
- 3-ház,
- 4-forgó tárcsa,
- 5-főosztás,
- 6-lupe,
- 7-mellékosztás, referencia,
- 8-állító csavarok,

39.sz. ábra: Ipari szögmérő részei

Mérés a szögmérővel

A szögmérővel való mérés során a két mérőszárat a mérendő szöget alkotó idomra kell megfelelően ráfektetni. A mérőszáraknak a felületre való ráfogatásával a mozgó szárhoz rögzített tárcsa a szárral együtt elfordul, és a főskálát a két szár közötti szögnek megfelelő pozícióba forgatja be. A mért szög így a két mérőszár által bezárt szög. A mérés kiértékelése a fő és mellékskala együttes leolvasásával történik.

A szögmérő leolvasása:

A főskála 45° -hoz tartozó osztásvonala adja a referencia nullához képesti egész értéket. Mivel a képen a kiegészítő szöget mérjük (főskála értékei óramutató járásával csökkennek), ezért a nóniusz baloldali részét kell leolvasni. A baloldali nóniuszskála $20'$ -hez tartozó osztása esik egybe leginkább egy főosztásbeli vonallal, így a mért kiegészítő szög:

$$\alpha = 45^\circ + 20' = 45^\circ 20' (45,33^\circ) \text{ kiegészítő szög}$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha = 134^\circ 40' (134,67^\circ)$$

A képen látható vonalzó oldalai által bezárt szög a mért kiegészítő szögnek felel meg ($45,33^\circ$).



40.sz. ábra: Szögmérő leolvasása

3.2.8. Felületi minőség ellenőrzésének és mérésének eszközei

A gyártmányok és a gyártás minőségének megítéléséhez, illetve fejlesztéséhez szükség van a felületminőség vizsgálatára is. Ehhez pedig olyan vizsgálati módszerek, mérési elvek és mérőeszközök kellene, amelyek segítségével a felületek mikrogeometriai jellemzői (az érdesség és a hullámosság mértani jellemzői) megfelelő pontossággal, reprodukálható módon és gazdaságosan meghatározhatók, illetve feljegyezhetők.

Lehetőségként számos laboratóriumi és műhelyi mérőeszköz áll rendelkezésre, amelyek közül mindig a felület minőségének és a vizsgálati célnak leginkább megfelelőt kell választani.

A felületi érdesség mérhető:

1. *összehasonlító méréssel.* Ennek hátránya, hogy az előforduló szubjektív hibák miatt nem eléggé megbízható.
2. *objektív méréssel.* Ennek műszerei az optikai műszerek kivételével közvetlenül a felületi érdesség mérőszámaira hitelesítettek.

Az összehasonlító vizsgálatok csak a mikrogeometriai jellemzők becslésére alkalmasak. A felületminőség pontosabb (számszerű) megítéléséhez fejlettebb módszerekre és eszközökre van szükség. Az érdességmérő műszerek nagy része tapintócsúccsal érintkezik a mérendő felülettel és az észlelt profil alapján valamelyik érdességi mérőszámot értékeli ki.

A műszerek roncsolásmentesen, felületi metszetek mentén vizsgálnak, amelynek helyét úgy kell megválasztani, hogy az egész felületet statisztikusan jellemezze.

Felületi érdesség megállapítása etalonokkal

A készremunkált felületek egyenetlenségei a legegyszerűbben látással és tapintással értékelhetők. Ehhez a munkadarab felületét etalonokkal hasonlítjuk össze. Ezek az etalonok a különböző érdességeknek megfelelő felületminták. Az etalonok készletben kerülnek forgalomba, anyagukat, alakjukat szabvány írja elő. Az etalonnal szemrevételezéssel, illetve körömmel karcolva hasonlítjuk össze a munkadarabot. A vizsgálat pontosságát nagyban befolyásolja a munkadarab és az etalon anyaga,

megmunkálási módja. Célszerű ezért, ha a munkadarabhoz hasonló megmunkálási etalonokat használunk. Ez okból négyféle készletet különböztetünk meg:

- esztergáláshoz és
- síkfelületekhez,
- maráshoz,
- domború, hengeres felületekhez.

Sík munkadarabot csak sík, hengerest pedig csak domború etalonnal hasonlíthatunk össze. Az érdességi etalonok egyszerűbb változata a korong alakú műanyag etalon fémbevonattal. Egy házban egy forgatható korong alakú etalon található, melyen tíz különböző érdességű körcikket képeztek ki. Az érdességi mintákhoz a házon lévő "ablakon" férhetünk hozzá.

A minták alaktartó anyagból készülnek. Értékelő felületükkel szemben fontos követelmény a korrózió- és kopásállóság.

A kifogástalan becslés előfeltételei:

- helyes megvilágítás,
- az értékelő és vizsgált felület alak és megmunkálásának azonossága,
- a látással egyidejűleg a tapintás alkalmazása,
- finom felületek tapintás helyett szabad szemmel való vizsgálata,
- a minta és a vizsgált darab anyagának azonossága.

Felületi érdesség megállapítása közvetlen méréssel

Finommechanikai mérőeszközök

A mechanikai műszerek kizárólag mechanikus elemekből épülnek fel, tehát mechanikusan érzékelnek és értékelnek. Méréskor a vizsgált felületen gyémánt tapintócsúcs mozdul el, amelyet a felület egyenetlenségei függőleges irányban is elmozgatnak. Ezt az elmozdulást egy mechanikus áttétel ezerszeres nagyításban rajzolja fel körív alakú diagrampapírra. A felület minősége a felrajzolt diagramról értékelhető.

Optikai elven működő mérőeszközök

Ezekkel a műszerekkel optikai metszet egy vagy több párhuzamos fény- és árnyékhatároló síkkal készíthető. Többféle optikai elven működő mérőeszköz közül a legelterjedtebb a Linnik-Schmaltz-féle mikroszkóp. A mikroszkópon két tubus található. Az egyikben a fényforrás van és egy keskeny résen, gyűjtőlencsén keresztül vékony "fénypengét" vetít a felületre, amely onnan visszaverődik a másik tubus irányába. A visszaverődött fényt a másik tubus lencserendszerén keresztül figyelhetjük meg. Az okulárban a 45°-os szög alatt elvágott felületet látjuk. Az okulárban a felület profilja kétszer jelenik meg (a metszősugar első és hátsó csíkja).

A szemlencsében lévő vékony vonalat az érdesség alsó és felső vonalára állítva az érdesség mélysége lemérhető és az érdesség meghatározható.

Villamos elven működő mérőeszközök

A villamos elven működő felületiérdesség- mérők a topografikus műszerek közé tartoznak, mivel kivétel nélkül a tapintócsúccsal követni igyekeznek a felület profilját.

A villamos érdességmérő műszerek általában a következő négy fő részből állnak:

- az érzékelőfej (jeladó),
- erősítő,
- leolvasóberendezés,
- célaritmetika.

Korszerű felületi érdességmérés eszközei, módszerei

A ma használatos korszerű műhely körülmények között alkalmazható érdességmérő készülékek általános jellemzője, hogy számos szabvány alapján definiált érdességi norma mérésére, kiértékelésére és ábrázolására képes. A mérési eredményeket általában az érintő képernyő segítségével numerikusan és grafikusán is képes megjeleníteni, illetve beépített nyomtatójuk lévén nyomtatni.

Egyéb szokásos tulajdonságok:

- kis tömeg, hordozható kivitel,
- nagy mérési tartomány,
- energiatakarékos (Auto-Sleep funkció),
- egyszerűen kezelhető felhasználói felület,
- PC-hez csatlakoztatva vezérelhető adatkiadás.

Mérés folyamata profilmetszéses mérőeszkővel

- A mérőeszköz beüzemelése a mérési folyamat végrehajtásának és a mérendő alkatrésznek megfelelően. Az előtoló egység csatlakoztatása.
- Mérőeszköz bekapcsolása. Telep vagy adapter üzemmód kiválasztása.
- A mérési feltételek, körülmények beállítása (szűrőbeállítás, paraméterválasztás, levágási érték, illetve a kiértékelési hossz beállítása).
- Kalibrálás végrehajtása érdesség-etalonok segítségével.
- Mérés végrehajtása adott szabvány szerint.
- Mérési adatok kiadása, mentése, SPC adatok küldése RS-232C porton a PC-hez.
- Napi szintű karbantartás, tárolás biztonságos helyen, telepek töltése.

Munkadarabok alak- és helyzetmérésének eszközei, módjai

Az egyes geometriai elemek - furatok, vállak, felületek - előírás szerinti elkészítése, még nem garancia arra, hogy az alkatrész összeszerelhető lesz a párjával. Ennek oka abban rejlik, hogy a geometriai elemek nem feltétlenül sikerülnek tökéletes alakúra, illetve a helyzetük eltér a tervezettől.

A leggyakrabban előforduló alak és helyzeteltérések megnevezése, és jelölése

Egyenesség mérése

A síkbeli egyenességeltérés a ráfekvő egyenes és a valóságos profil közötti legnagyobb távolság. Minél nagyobb ez a szám, a valós profil annál jobban eltér az elméleti egyenestől.

Mérés élvonalzóval: Az élvonalzót ráfektetve a mérni kívánt egyenesre, fény felé fordítva a fényrés nagysága alapján lehet következtetni az egyenesség mértékére.

Mérés mérőórával: A mérőóra a munkadarab vizsgálandó élével párhuzamos bázissík és az arra merőleges segéd bázissík mentén mozog. A mérés folyamata megegyezik a mérőóráról szóló fejezetben leírtakkal. A mérés közben a műszer kitérését folyamatosan

figyelni kell, fel kell jegyezni a legnagyobb és a legkisebb kitérést. A két érték különbsége az egyenesség értéke.

Mérés magasságmérő-géppel: Megfelelően érzékeny - legalább 0,002 mm - magasságmérő-géppel lehetőség van az egyenesség mérésére. Továbbra is követelmény a vizsgálandó él és a bázissík párhuzamossága. A gép tapintója alatt a munkadarabot a gép bázisfelületével párhuzamosan elmozdítva, a legnagyobb és a legkisebb mutatott értéket rögzítve az egyenesség számítható.

Síklapúság mérése

A síklapúság-eltérés a ráfekvő sík és a valóságos felület pontjai közötti legnagyobb távolság.

Minél nagyobb ez a szám, a felület annál kevésbé tekinthető síknak.

A síklapúság mérése visszavezethető az egyenességmérésre. Mivel nem lehetséges a sík minden pontjának helyzetét ellenőrizni, ezért néhány kitüntetett egyenesen hajtunk végre egyenességvizsgálatot. A kitüntetett egyenesek lehetnek: a négy oldalél közelében, azokkal párhuzamosan, valamint a két átló.

Köralakúság mérése

A köralakúság vagy más néven köralak-eltérés a ráfekvő kör és a valóságos profil legnagyobb távolsága sugárirányban. Minél nagyobb ez a szám, a valós profil annál jobban eltér a köralaktól.

A köralakúság közelítőleg mérhető futáspontosság vizsgáló állványban, nagyobb leolvasási pontosságú mérőórával. Ebben az esetben problémát okoz az az egytengelyűségi hiba - radiális ütés -, amely az állvány csúcsainak tengelye és a vizsgált köralak között adódhat, és megnöveli a köralakúság-eltérés értékét. Az egytengelyűségi hibát a mérés során ki kell szűrni.

A köralakúságot hatékonyan köralakvizsgáló géppel lehet mérni. A gép sűrűn vett mérési pontok alapján tapogatja le a profilt. Figyelembe veszi az excentricitásból származó hibát és úgy határozza meg a köralaktól való eltérés nagyságát. A nagy számolási igény miatt ezek a gépek már digitális úton rögzítik a mért adatokat, és szoftver segítségével hajtják végre a számítást.

Hengeresség mérése

A hengerességeltérés a ráfekvő henger és a valós hengeralak közötti legnagyobb távolság sugárirányban. A hengerességeltérés mérése a köralakvizsgálatra vezethető vissza. A hengerességet több, meghatározott sűrűséggel végzett köralakméréssel lehet meghatározni.

Párhuzamosság mérése

Párhuzamosságot síkok és/vagy tengelyek között lehet értelmezni. A párhuzamosság mértéke a vizsgált valódi geometria bázissíktól vagy bázistengelytől mért legnagyobb és legkisebb távolságának különbsége.

A párhuzamosság mérésére legalkalmasabb eszközök:

- Mérőóra egytetemes állvány segítségével
- Magasságmérő

- 3D mérőgép

Ezekben az esetekben a lehetséges bázisok:

- A munkadarab azon síkja, amelyre az óraállvány felfekszik
- A mérőasztalok munkasíkja, amelyen a mérőgépek dolgoznak
- A munkadarab furattengelye

Merőlegesség mérése

Merőlegességet síkok és/vagy tengelyek között lehet értelmezni. A merőlegesség mértéke az a távolság, amelyen belül a vizsgált valódi geometria a bázissíktól vagy a bázistengelytől mérve a merőlegetől eltér.

A mérés végrehajtható derékszög-etalonnal, egyetemes állványba fogott mérőórával, valamint magasságmérő-géppel.

Radiális és axiális ütés mérése

A radiális – sugárirányú – és axiális – tengelyirányú – ütés a forgó gépelemek egyik jellegzetes hibája. A hétköznapi életben a kerékpárosok szembesülnek ezzel a két hibával, amikor "nyolcas" van a kerékben - axiális ütés -, vagy a kerék "tojás" - radiális ütés. Mind a két hiba a vizsgálandó felület elméleti és valós tengelyének eltéréséből származik. A hiba ismerete a gépszerkezetekben fontos, mert nem kívánt rezgésekhez, a csapágyazás korai tönkremeneteléhez vezetnek

A mérés többnyire mérőórával történik, mégpedig a vizsgálandó darabon kívül lévő, rögzített pontból. Az órát radiális ütésnél a palástfelület egy pontján, axiális ütés esetén pedig a homlokfelület legnagyobb átmérőjének egy pontján kell nullázni. A munkadarab saját tengelye körül történő körbefordítása mellett az óra kitérését kell folyamatosan figyelemmel kísérni, majd a legkisebb és legnagyobb értékeket rögzíteni. Az ütés mértéke a maximális és minimális kitérés különbsége

4. Szerelés

4.1. A szereléstechológiával kapcsolatos alapfogalmak

Aktív rendezés: amelynek során megváltoztatják a nem előírt helyzetben lévő alkatrészek helyzetét.

Alkatrész: tovább nem bontható elemi alkotórésze a gyártmánynak vagy részegységnek.

Alkatrész-kapcsolatlétesítés: adott követelmények alapján, adott célnak megfelelő kapcsolat létesítése egy vagy több alkatrész között. A kapcsolatok lehetnek: összeállítás és kötés.

- **Kötés:** lehet alakzáró, erőzáró és anyagzáró
- **Összeállítás:** mozgáselemekkel létrehozott kapcsolat az összetevő alkatrészek között

Álló szerelés (vagy helyhez kötött szerelés): az az eset, amikor a munkatárgy áll (méreteinél vagy súlyánál fogva) és a dolgozók mozognak vagy a munkát egy csoport végzi.

Bázisalkatrész: a szerelési műveletben vagy folyamatban résztvevő alkatrészek helyzetét meghatározó és a végrehajtás paramétereit és sorrendjét befolyásoló gyártmány vagy a részegység alkotóeleme.

Előszerelés - részegyszerszerelés: az alkatrészeket szerelési folyamat során adott előírásoknak megfelelően összetett részegységgé szerelik össze.

Egyedi szerelőmunkahely: technológiailag elkülöníthető munkahely, amelyen a dolgozó egy vagy több szerelési műveletet végez az előre megadott követelményeknek megfelelően.

Funkcionális elem: egy feladat elvégzésére alkalmas technológiai elem egysége.

Gyártmány: részegységekből és alkatrészekből előzetesen meghatározott műszaki, minőségi, és kereskedelmi követelményeknek megfelelően összeszerelt konstrukció.

Kezeléshelyes konstrukció: a különböző gépesítésű és automatizálási szintű technológiai folyamat során egyszerűen tárolható, továbbítható és rendezhető konstrukció.

Kezeléstechnika: az alkatrészek, szerszámok és segédanyagok tárolása, továbbítása és rendezése a munkatér közvetlen környezetében.

Kötetlen ütemű szerelés: adott időn belül elvégzendő szerelési művelet, de az időtartama nincs előre meghatározva, és a kezdési illetve befejezési időpontja nincs megadva.

Kötött ütemű szerelés: szerelési művelet, amelynek a kezdési és befejezési időpontja előre meghatározott, illetve időtartama adott.

Méretlánc: méretsorozat, amely meghatározott sorrendben önmagába visszatérő és azoknak az alkatrészeknek a felületeit köti össze, amelyeknek kölcsönös helyzetét meg kell határozni.

Méretláncos szerelés: a legmegfelelőbb méretlánc-megoldási mód alkalmazásával kialakított szerelési folyamat.

Mozgó szerelés (vagy szalagszerelés): valamilyen anyagmozgató berendezés mozgatja a munkadarabot és a dolgozók helyben maradnak.

Munkadarabbal kapcsolódó elem: a funkcionális elem munkadarabbal kapcsolódó része vagy eleme.

Passzív rendezés: melynek során a rendezetlen halmazba visszavezetik a nem előírt helyzetű alkatrészeket.

Rendszerelem: szerelőrendszer olyan önálló művelet vagy műveletcsoport végrehajtására alkalmas egysége, amely bekapcsolható a szerelőrendszerbe a szerelési folyamat műszaki és szervezési követelményeinek megfelelően.

Részegység: a gyártmány több alkatrészből álló konstrukciósan és szereléstecnológiai szempontból is önállóan kezelhető része.

Rugalmas szerelés: szerelési folyamat, amelynek során egyidejűleg többféle gyártmánytípus vagy részegység szerelése végezhető el.

Szerelés technológiai tartalma: egy adott gyártmány vagy részegység előírt követelményeknek megfelelő összeszereléséhez szükséges műveletek és végrehajtásukhoz szükséges eszközök összessége.

Szerelés helyes konstrukció: egyszerű felépítésű, és egyszerű műveletekkel, optimális idő alatt az előírt minőségnek megfelelően összeszerelhető konstrukció.

Szerelési folyamat: alkatrészek meghatározott sorrendben és meghatározott követelmények szerinti egymáshoz rendelésére irányuló valamennyi művelet összessége, amelynek eredményeképpen adott funkciót kielégítő összetett termék jön létre.

Szerelési művelet: behatárolható összetett tevékenység, amely szerelési feladat végrehajtására irányul.

Szerelési műveletelem: szerelési művelet elemi része.

Szerelőautomata: automatikusan működő gépi berendezés, amely a dolgozó beavatkozása nélkül hajt végre egy vagy több szerelési műveletet a technológiai sorrendnek és a minőségi követelményeknek megfelelően.

Szerelőrendszer: előre meghatározott technológiai és szervezési követelményeknek megfelelően kiválasztott munkaerők, eszközök, eszközcsoportok, gépek és cellák egymáshoz rendelt és együttműködő összessége adott termék szerelésére.

Szerelő kigép: gépi eszköz, amellyel a dolgozó a munkahelyen a szerelési műveletet könnyebben, gyorsabban és nagyobb biztonsággal hajthatja végre.

Szétszerelés: adott követelményeknek megfelelően gyártmány vagy részegység elemi alkatrészekre való bontása.

Technológiai elem: egy technológiai feladatra alkalmas egysége a rendszerelemnek.

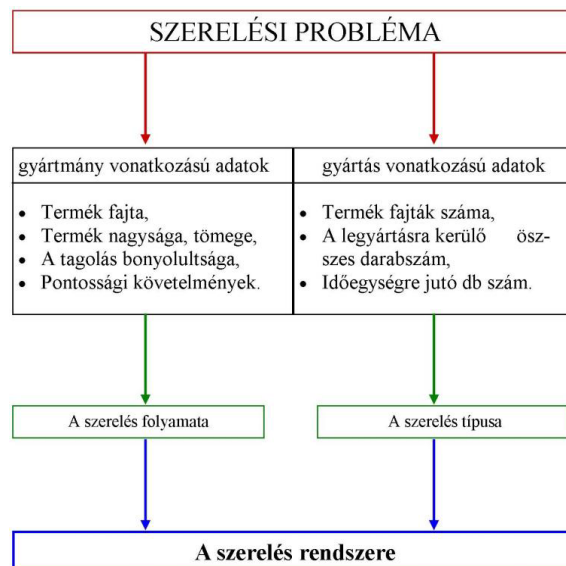
Végszerelés: az előre összeszerelt részegységeket és alkatrészeket az előírt műszaki és minőségi követelményeknek megfelelően gyártmánnyá egyesítik.

4.2. A szerelés szervezése

A szerelés az értékteremtő, illetve a termelési rendszer része. Olyan műszaki tevékenység, melynek során a vevői igények alapján meghatározott pontossággal legyártott alkatrészeket, piaci környezetben is használati értéket jelentő szerkezeté illetve terméké egyesítjük. Az alkatrészeket a műszaki dokumentáció szerint egymáshoz képest rendezett állapotba hozzuk, szereljük. A szerelési folyamat és a szerelési típus együttesen határozza meg a szerelési rendszert.

A szerelési folyamat eljárásokat, azok összekapcsolását és technológiai követelményeit írja le. A szerelési folyamat döntő többségében reverzibilis (megfordítható), míg az alkatrész gyártás folyamata irreverzibilis.

A szerelési típusoknál azokat a feltételeket kell vizsgálni, illetve rendszerezni, amelyek között a szerelési folyamatot végre kell hajtani. Ezeket a szerelési ciklus ismétlődési jellemzőivel, illetve a szerelési móddal határozhatjuk meg.



41.sz. ábra: Szerelési rendszer³

A szerelési rendszer egységnyi eleme: az állomás. A szerelőállomások elrendezési alapformái:

- nyitott → egyenes menti, U alakú,
- zárt formák → négyszög, négyszög, kör.

Ha a szállítóeszköz nincs pályához kötve az állomás elrendezése kötetlen.

A szerelés szervezési formái

A munkadarab mozgásállapota szerint a szerelési forma lehet:

Álló szerelés: a szerelés tárgya helyhez kötött. A szerelőrendszerbe hozzák illetve helyezik az alkatrészeket, szerelési egységeket, szerszámokat, berendezéseket.

Mozgó szerelés: a szerelés tárgya munkahelyről munkahelyre vándorol. A szerelő személyzet ugyanazt a műveletet végzi állandóan ugyanazon a helyen.

A mozgó szerelés lehet:

- a) szabad mozgatású (pl. kézi v. görgősoros munkadarab továbbítás),
- b) kényszer mozgatású (végtelenített lánc, konvektor, amely biztosítja a szerelési ütemet).

Folyamatos szerelés: a munkadarab azonos vagy változó sebességgel, de állandóan mozog a szerelés alatt

Előnye:

- termelékenység, mert a szerelési munka egybeesik a szállítással,
- nem kell egyenlőnek lenni az egyes műveletekhez tartozó utaknak.

Hátránya: a mozgatás közben fellépő rázkódás nehezíti az ellenőrzést.

Ezt a formát járművek szerelésénél alkalmazzák. Tömeg és sorozatgyártásnál.

A szerelés üteme szerint (a szerelés ütemezettségén az egyes műveletek időtartamának összehangoltságát értjük) a szerelési forma lehet:

Szabad ütemű szerelés: a szerelést adott időn belül kell elvégezni, de nincs előírva a kezdés és befejezés időpontja. A műveleti idők összehangoltságának teljes hiánya. (egyidejűleg többféle termék, utólagos illesztés).

Kötött ütemű szerelés: a műveletek időtartama megegyező vagy egymásnak egész számú többszöröse:

- minden műveletet külön munkahelyen más szerelő végez,
- a munkahelyek technológiai sorrendben helyezkednek el, ez biztosítja a folyamatos szerelést,
- a szerelési műveletek szétosztásánál nem valósul meg az ütemidő teljes kihasználása,
- törekedni kell a tényleges szerelési idő és az ütemidő közötti eltérés csökkentésére.

³ www.tankonyvtar.hu/0007_11-Szerelés_es_karosszeriagyartás

Szerelés szervezési alapformák:

A szerelés tárgyának mozgása és a szerelés üteme szerint kiépített jellemző szerelési formák:

Gyártmányorientált – az álló tárgy körül kiépített – felállítási helyi szerelés.

Műhelyorientált – az állomáson belüli tárgymozgatással végzett – egyedi szerelés.

Folyamatorientált – láncolt szerelőállomások kiépítésével kialakított – szabad ütemű szerelősor.

Folyamatorientált – a szerelőállomások között szakaszos tárgymozgatást biztosító – kötött ütemű szerelősor.

Szalagrendszerű – a tárgy folyamatos mozgásával végzett – folyamatos szerelés.

4.3. Szerelési méretláncok

Szereléskor meghatározott méretű alkatrészeket helyezünk egymáshoz, hogy az alkatrészek között pontos helyzetet, megfelelő távolságot hozzunk létre. Az alkatrészek a köztük kialakuló távolságokkal méretláncot alkotnak, amelyek meghatározzák két vagy több gépelem egymáshoz viszonyított helyzetét. A méretlánc olyan meghatározott sorrendben, önmagában visszatérő méretsorozat, amely azoknak az alkatrészeknek a felületeit köti össze, amelyeknek kölcsönös helyzetét meg kell határozni.

4.3.1. Méretlánc fajták

A méretlánc elemzésekor célszerű a méreteket a szerelendő részegység rajzától elkülönítve, önálló vázlat alakjában ábrázolni.

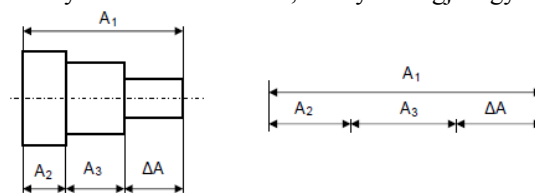
A méretláncok három csoportba sorolhatók:

- síkbeli méretláncok,
- térbeli méretláncok,
- szög-méretláncok.

Síkbeli méretláncok

a) Lineáris méretlánc

A lineáris méretlánc olyan síkbeli méretlánc, amelynek tagjai egymással párhuzamosak.



42.sz. ábra: Lineáris méretlánc⁴

A méretlánc tagjai lehetnek:

- összetevő tagok (A_1, A_2, A_3), eredő tag (ΔA).

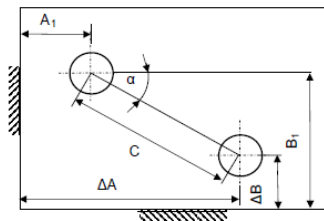
Az összetevő tagok felosztása:

⁴ *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola 2011*

- növelő tagok (A_1), amelyek növekedésével ΔA nő, csökkenésével pedig csökken, csökkentő tagok (A_2, A_3), amelyek növekedésével ΔA csökken, csökkenésével pedig nő, ha a többi tag változatlan marad.

b) Nemlineáris méretlánc

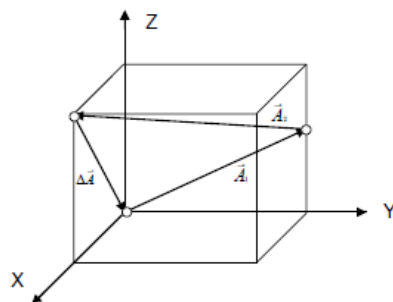
A nemlineáris méretlánc olyan síkbeli méretlánc, amelynek tagjai egymással nem párhuzamosak.



43.sz. ábra: Nemlineáris méretlánc⁵

Térbeli méretláncok

A térbeli méretláncok tagjai térben kapcsolódnak egymáshoz és így alkotnak zárt méretláncot.



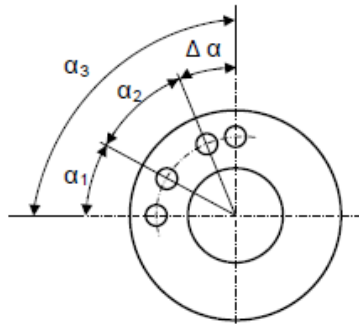
44.sz. ábra: Térbeli méretláncok⁶

Szög-méretláncok

A szög-méretlánc tagjai szögméretek, amelyek közös csúcsban találkoznak

⁵ *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola*

⁶ *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola*



45.sz. ábra: Szög-méretláncok⁷

4.3.2. A méretláncok közötti kapcsolatok

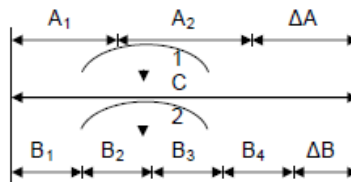
Háromféle méretlánc-csatlakozás különböztethető meg:

- párhuzamos csatlakozás,
- soros csatlakozás,
- vegyes csatlakozás.

Párhuzamos csatlakozású méretláncok

Párhuzamos csatlakozásúak a méretláncok akkor, ha egy vagy több közös tagjuk van.

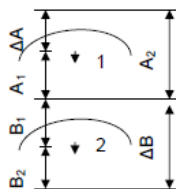
Célszerű a méretlánc szerkesztést úgy végezni, hogy a közös tag ne legyen eredő egyik méret-láncban sem, mivel az eredő tag tőrésmezeje a másik méretláncban az összetevő tag tőrésmező szélességeként jelentkezik, és ez túlságosan megnövelheti a második méretlánc eredőjének tőrésmezőjét.



46.sz. ábra: Párhuzamos csatlakozású méretláncok⁸

Soros csatlakozású méretláncok

A soros csatlakozású méretláncok esetén minden következő méretlánc az előző méretlánc felépítéséből adódó bázisból indul ki.



47.sz. ábra Soros csatlakozású méretláncok⁹

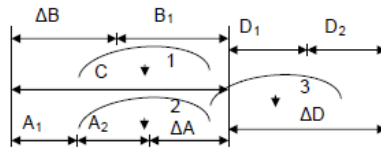
⁷ *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola*

⁸ *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola*

⁹ *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola*

Vegyes csatlakozású méretláncok

Vegyes csatlakozásúak a méretláncok akkor, ha egyidejűleg sorosan és párhuzamosan is kapcsolódnak.



48.sz. ábra: Vegyes csatlakozású méretláncok¹⁰

4.3.3. Méretlánc-megoldási módszerek

Összeszereléskor az alkatrészeket úgy kell összekapcsolni, hogy biztosítsuk a készgyártmány szabályos működését és előírt élettartamát.

A méretláncok megoldásakor a következő feladatok vetődhetnek fel:

- A tagok ismeretében a záró tag pontosságának meghatározása,
- A záró tag pontossága ismeretében valamelyik összetevő tag pontosságának meghatározása.

A záró tag pontosságának biztosítására a következő méretlánc-megoldási módszerek ismertek:

- a teljes cserélhetőség módszere,
- a részleges cserélhetőség módszere,
- a kiválasztás vagy válogatás módszer,
- az utólagos illesztés módszere,
- a beszabályozás vagy mozgó kiegyenlítés módszere.

A teljes cserélhetőség módszere

A méretláncoknak a teljes cserélhetőség módszerével történő megoldása azt jelenti, hogy a méretlánc egyes tagjaira olyan tűrést írunk elő, hogy azok minden válogatás vagy külön illesztési munka nélkül összeszerelve biztosítják a méretlánc záró tagjának előírt pontosságát.

A módszer alkalmazásának előnyei:

- a szerelés az alkatrészek egyszerű összerakásával, külön illesztési munka nélkül végezhető,
- nincs szükség szakképzett munkaerőre,
- könnyű a szerelés ütemezése,
- a részegységek egymástól függetlenül szerelhetők,
- alkatrészgyártásnál széleskörű kooperáció lehetséges,
- a szerelési műveletekhez futószalag alkalmazható,
- egyszerű a tartalék alkatrészekkel való ellátás.

A módszer alkalmazásának hátrányai:

- az alkatrészek nagy pontossága miatt nagyok a költségek,
- az alkatrészek megmunkálásához pontos gépek szükségesek,

¹⁰ *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola*

- az alkatrészek megmunkálásakor nagy a selejtveszély.

Gazdaságosan alkalmazható a szerszámgyártásban, a műszergyártásban és az autógyártásban.

Méretlánc-megoldás részleges cserélhetőséggel

A méretlánc részleges cserélhetőséggel való megoldásakor a méretlánc összetevő tagjainak tűrését a teljes cserélhetőség módszerével kapott értékhez képest megnöveljük, ami egyben az erdő méret előírt tűrésmező szélességét is növeli. Így csökkentjük az alkatrészek megmunkálási költségeit, de növeljük a selejtveszélyt.

Az alkatrészek mérettűréseit úgy kell minél nagyobbra növelni, hogy a szerelési selejt ne haladjon meg egy előre meghatározott % értéket.

Méretlánc megoldás előnyei:

- elősegíti az alkatrészek gazdaságos megmunkálását úgy, hogy kis selejt-százalék mellett (1,5...5) - szörös tűrésmező növelést enged meg a teljes cserélhetőség módszeréhez viszonyítva,
- nagy tagszám és nagy eredő pontosság esetén is gazdaságosan alkalmazható.

A méretlánc megoldás hátrányai:

- nagyobb minőségellenőrzési apparátust igényel, hiszen ki kell szűrni a selejtes gyártmányokat eredményező alkatrészeket és dönteni kell azok javíthatósága felől,
- több kapcsolódó méretlánc esetén a selejtszázalék a méretláncok számával növekszik.

Eredményesen alkalmazható a gépgyártás valamennyi területén.

3. Méretlánc megoldás kiválasztásos vagy válogatásos módszerrel

A méretláncok kiválasztásos vagy válogatásos módszerrel történő megoldásakor a záró tag előírt tűrését úgy biztosítjuk, hogy az összetevő tagok m –szeresen megnövelt tűrését m csoportra osztjuk, és az azonos csoportba tartozó elemeket szereljük úgy, hogy az összekapcsolt alkatrészek illeszkedésének jellege, a játékok (fedések) mértéke ne változzék.

Meg kell jegyezni, hogy a párosított csoportok nagyjátékai és kisjátékai csak akkor maradnak azonosak, ha a csap és a furat eredetileg előírt tűrésmező-szélessége is azonos, minden más esetben módosulnak.

Alkalmazási szempontok:

- kis tagszámú méretlánc, nagy zárótag pontosság esetén,
- párhuzamos és vegyes csatlakozású méretláncok megoldására nem alkalmas, hiszen a tűrésmező növelése a tagok méretnövekedését is előidézhetheti,
- a zárótag pontosság a csoportok számának növelésével növelhető,
- a csoportok mérettűrése és a megmunkálás alaktűrése, ill. felületi érdessége között az összhangot biztosítani kell, ami azt jelenti, hogy a csoportok tűrésmezőjét nem lehet tetszőlegesen kicsire csökkenteni,

- a szerelési munkák során nő az ellenőrzési és adminisztrációs költség,
- a párosítandó méretek eloszlási görbéi lehetőleg azonosak legyenek, hogy minden alkatrészhez megfelelő párt találjunk.

Ha a csap, ill. a furat méreteinek eloszlási görbáját a folytonos vonallal berajzolt görbe jelenti, minden furatmérethez találhatunk megfelelő csapméretet. Ha viszont a csap méreteinek eloszlási görbéje a szaggatottan berajzolt görbe, akkor az alkatrészek egyesítése során olyan alkatrészek maradhatnak meg, amelyeket vagy nem, vagy csak külön megmunkálás után tudunk szerelni.

A kiválasztásos vagy válogatásos méretlánc-megoldási módot elsősorban csapágyak, motorok és kompresszorok szerelésénél alkalmazzák.

4. Méretlánc-megoldás utólagos illesztési módszerrel

Ha a méretláncot utólagos illesztéssel oldják meg, a zárótag pontosságát úgy biztosítják, hogy a tagok mérettűréseit a gazdaságos megmunkálási pontosságot figyelembe véve állapítják meg, majd kijelölnék egy tagot, amelynek méretét szereléskor forgácsolással alakítják ki, kompenzálva a tagok tőrésnövekedéséből adódó mérethibát.

Alkalmazási szempontok:

- az alkatrészek a megnövelt tőrések miatt olcsón előállíthatók,
- a szerelésnél, kompenzáláskor helyszíni munkára van szükség,
- a módszer alkalmazása szakképzett munkaerőt igényel,
- a kompenzálási művelet megnöveli a szerelés időszükségletét,
- alkalmazása egyedi és kissorozatgyártásban gazdaságos.

Az utólagos illesztés módszerét főleg mezőgazdasági gépek és vasszerkezetek szerelésénél alkalmazzák.

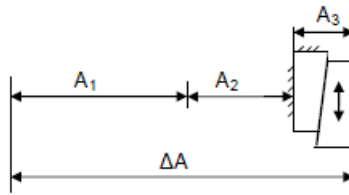
5. Méretlánc megoldás mozgó kiegyenlítéssel

A zárótag előírt pontosságát e megoldási módnál is kompenzáló tag méretének változtatásával érjük el, de a méretváltoztatásra itt nem forgácsoló műveletet alkalmazunk.

Kétféle kompenzátor ismeretes:

- mozgó kompenzátor,
- álló kompenzátor.

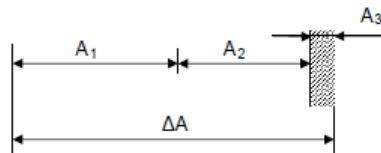
A mozgó kompenzátoros megoldásnál az eredő tag előírt pontosságát úgy biztosítjuk, hogy a kompenzáló tag elemeinek helyzetét változtatjuk például fordítással vagy eltolással.



49.sz. ábra: Vázlat a mozgó kompenzátoros méretlánc-megoldás szemléltetésére¹¹

Álló kompenzátoros megoldással az eredő tag előírt pontosságát úgy biztosítjuk, hogy a méretláncba kompenzáló tagként egy különleges alkatrészt építünk be.

A méretláncba bevitt kompenzáló tag az A_3 méretű lemez, és ennek a méretét változtatjuk, cserével.



50.sz. ábra: Vázlat az álló kompenzátoros méretlánc-megoldás szemléltetésére¹²

Sorozatgyártásban meg kell határozni, hogy egy adott méretláncához hány fokozatú lemez-készlet álljon rendelkezésre, és milyen legyen a kompenzáló lemezek mérete.

A méretlánc megoldás előnyei:

- a zárótag tűrése tetszőleges pontossággal biztosítható,
- a szerelés közbeni forgácsoló megmunkálásra nincs szükség,
- a méretlánc utánszabályozható.

A méretlánc megoldás hátránya: nő a méretlánc tagjainak száma.

Alkalmazási terület: szánok, csúszó vezetékek, perselyek szerelése. Általános szempont a megfelelő méretlánc-megoldási módszer kiválasztásakor, hogy összhangban legyen az alkalmazott szerelési rendszerrel.

4.4. Szerelés dokumentumai

Az alak és geometriai információk mindig speciális szerepet töltek be a mérnöki tervezésben. A geometria pontos leírásának követelménye mindig alapvető volt az ipari tömegtermelésben. A termékek összefüggéseit így leíró tipikus dokumentációk a következők:

- Műszaki leírások és kezelési útmutatók,
- Darabjegyzék,

¹¹ *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola*

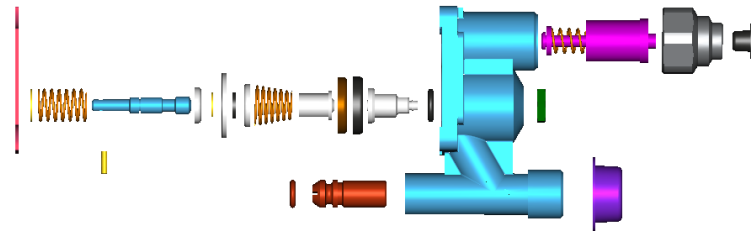
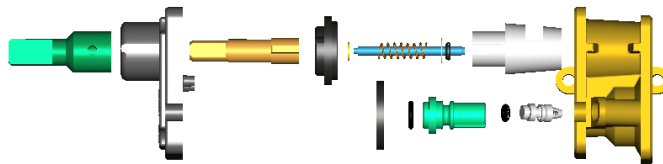
¹² *Jakab Sándor, Kodácsy János: Szerelés és javítástechnika, Kecskeméti Főiskola*

- Műhelyrajzok,
- Robbantott szerelési ábra,
- Összeállítási rajz,
- Gyártmány-szerkezet illetve -családfa,
- Szerelési családfa.

Ezen dokumentumok részben más termelési eljárások során keletkezett vagy használt tervek, s mint a szerelés tervezésének kiinduló alapadatait szolgáltató dokumentumokat használjuk fel, míg más dokumentumok éppen a szerelés tervezése illetve végrehajtása során keletkeznek.

Illesztési terv avagy „robbantott szerelési ábra”

A robbantott szerelési ábra grafikus módon jeleníti meg a végső termék felépítését. Megmutatja az összetartozó egységeket (alszerelvényeket és alkatrészeket) és többnyire nem tartalmaz szöveges leírást, méretezést vagy egyéb szabványos jelképet. Ennek a népszerű dokumentumnak az a célja, hogy bemutassa a termék alkatrészeinek helyzetét és topológiáját, továbbá elősegítse 2D-s rajzok és a szöveges leírások kapcsolatának kiértékelését.



51.sz. ábra: Robbantott ábra (Gázszelep)¹³

Funkciója:

A szerelendő alkatrészek illeszkedő felületeinek egymással való kapcsolódását szemlélteti.

- útmutatás, hogy mely felületre kell gondot fordítani
- az egymással kapcsolódó alkatrészeket úgy ábrázolja, hogy azok sorrendisége egyben útmutató legyen a szerelés sorrendjéhez is

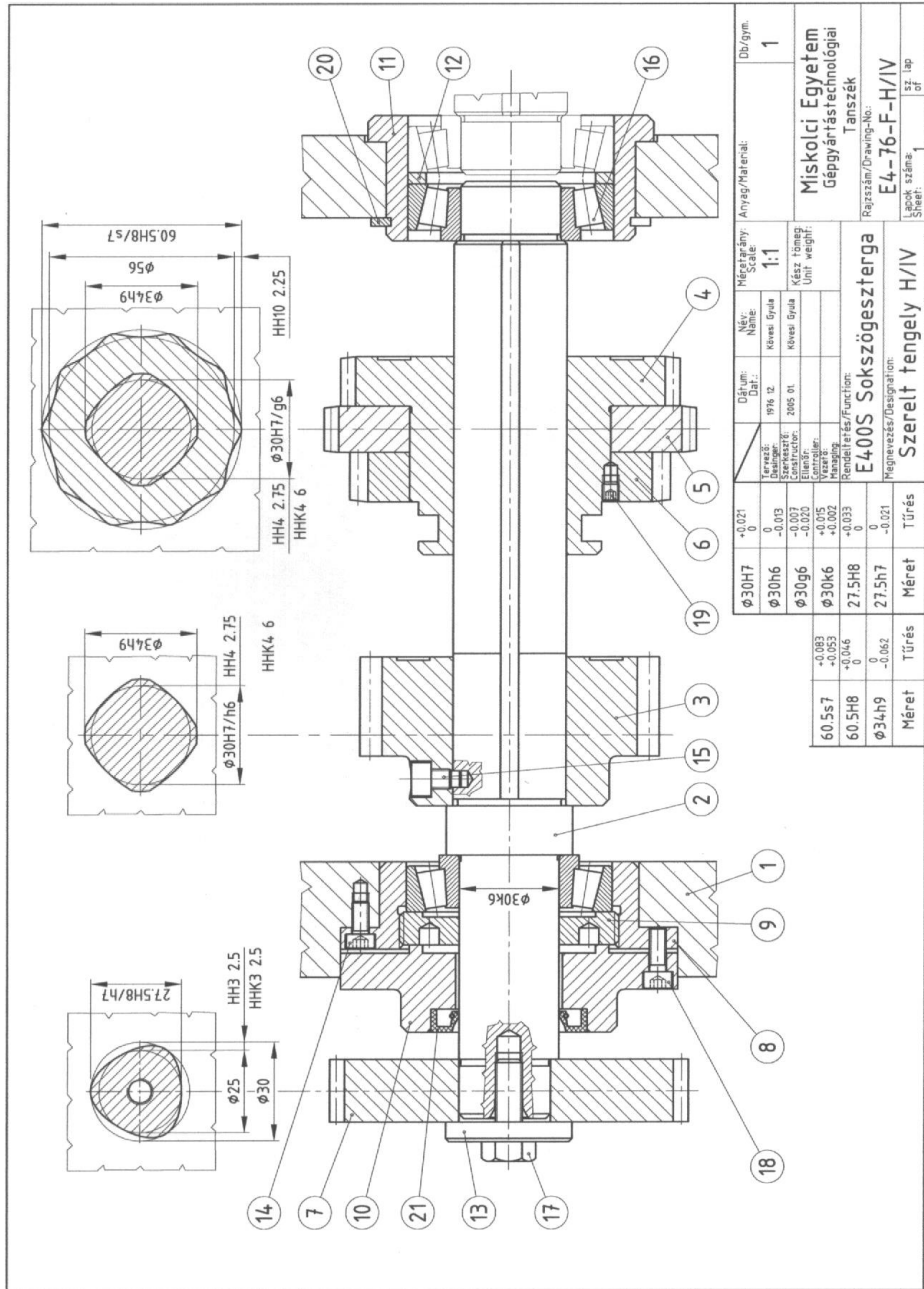
¹³ DR. BOÓR FERENC SZERELÉS ÉS TERVEZÉSE (Szerelési folyamat tervezésének elemei)

Összeállítási rajz

Az összeállítási rajz a termék végső felépítését jeleníti meg 2D-s grafikus formában. Megmutatja az összetartozó egységeket (alszerelvényeket és alkatrészeket) és többnyire befoglaló és lényeges méreteket, tűrésértékeket, az alkatrészek számát és (tétel-) számozását és egyéb referenciákat; minden szükséges előírást a termelésre és összeszerelésre feltüntet. Időnként nélkülözhetetlen mérnöki utasításokat is tartalmazhat.

Funkciója:

Az összeállítási rajz egyike a legjellegzetesebb és legfontosabb dokumentumoknak a mérnöki tervezésben és a termelésben.



Gyártmány (-szerkezeti) -családfa

A gyártmány szerkezet (-családfa) megmutatja a konstrukciós elemeket és szinteket egy szerelvényen belül. A fő célja az ipari gyakorlatban, hogy tisztázza a lehetséges termék elemek és a már többféle létező termékhez tartozó jelentős termelési folyamatok párhuzamait. A struktúra minden egyszerű csomópontja egy koncepcionális - fizikailag

nem feltétlenül létező - építőelemét alkotja a végső terméknek, mellőzve a valós állapotokat a folyamat különböző termelési és szerelési fázisaiban.

Funkciója:

A termék szerkezet használható - de indirekt(sokszor virtuális) - információt nyújt a funkcionális és technológiai kapcsolatokról, összefüggésekről.

Szerelési család

Egy szerelési folyamat modellezhető vagy leírható elemi szerelési lépésekkel, úgymint anyagmozgatás (tárolás, pozicionálás, beillesztés, szállítás), elrendezés, minőségellenőrzés és más speciális elemek. A modellezés megvalósítható blokkdiagram, szimbólumok és vázlatok segítségével.

Funkciója:

A szerelési család megmutatja a szerelési egységeket és fázisokat egy szerelt termékben. Egy szerelési struktúra felállításának a fő célja az ipari gyakorlatban, hogy tisztázza a lehetséges termékszerelési fázisokat és folyamatokat.

4.5. A szerelés eszközei

A gyártás, a szerelés és a munkadarab kezelés tervezésének döntő eleme a megfelelő berendezések kiválasztása. Kiváltképpen igaz ez az alapanyag- és munkadarab szállító, továbbító rendszerekre. Az automatizálás fő területeinek és eszközeinek szempontjából a szerelő berendezéseket a következő fő alcsoportokba sorolhatjuk:

Automatikus adagolás és berendezései

Befoglalt elemi funkciók: ideiglenes tárolás, osztályozás és munkadarab adagolás vagy elhelyezés rendezett, készletezett munkadarab tárban.

Meghatározó tényezők: alkalmas adagoló folyamat, homogén alkatrészminőség (adott tűréshatár túllépése bonyodalmakhoz vezethet), az alkatrészek tisztasága illetve idegen komponensek részaránya a tárolóban.

Eszközei, gépei: az elektronikus és precíziós ipar bő választékából általában csupán azon adagolók, melyek a rendezést egy kiválasztott alkatrész sajátosság szerint végzik.

Kézi szerszámok

- csapágylehúzó szerszám:
 - szerelőharang,
 - sorjátlanító kés,
 - mérőtalp,
 - mérőtüske,
- dugattyúgyűrű szerelő szerszám,
- csőtágító szerszám,
- csóhajlító szerszám.

A szereldei raktárak eszközei

- targoncák,

- rakodólapok,
- rakodótartály, rakodókosár.

A szereldei anyagmozgatás gépei

- emelőtargoncák,
- daruk,
- konvektor (függőkonvektor),
- szállítószalagok konvektor (függőkonvektor),
- szállítószalagok.

Szereldei kisgépek

Az egyszerű kéziszerszámokat villamos, pneumatikus, hidraulikus szerszámokkal, készülékekkel váltják fel:

- nagyfrekvenciás kézi fűrőgép,
- kézi csiszológép,
- nagyfrekvenciás kézfűrészek és ollók,
- pneumatikus csavarbehajtó aggregát.

Szerelő készülékek:

- rögzítő,
- beállító,
- megmunkáló,
- ellenőrző készülékek.

Szerelőgépek, szerelő automaták

- ✓ automatikus adagolóberendezések (pl. rezgőadagoló),
- ✓ szerelőfejek,
- ✓ manipulátorok, robotok.

Csomagológépek

Mosó-, tisztítóberendezések

4.6. Munkadarab szerelés, összeállítás (egyesítés)

A szerelést összeállítási, egyesítő eljárásokkal végzik, de a szereléshez tartoznak még – sőt, abban többnyire meghatározók – az ehhez elengedhetetlenül szükséges kezelési eljárások (melyek „nem hagynak” fizikai állapotváltozási nyomokat), a gyártás szerelési szakaszában a megmunkálási és segéd-eljárások, az ellenőrzés és (a szerelésben jellemzően igen sokrétű) speciális eljárások.

A szerelés során még mindig változhatnak az alkatrész sajátosságai, sőt, egyes gyártási-szerelési eljárások azt is jelenthetik, hogy az alkatrészgyártás részben vagy akár teljes egészében a szerelés része lehet.

4.6.1. Kezelés

Feladata: Szűkebb értelemben a kezelés „az alkatrésznek a kiindulási helyzetből az összeállítási rajzon vagy a szerelési folyamat meghatározott, előre megtervezett szakaszában előírt állapotba, helyzetbe hozása”.

A munkadarab kezelés tevékenységei:

- tárolás:
 - ömlesztett (rendezetlen halmozás),
 - rendezett (indexelt raktározás),
- pozicionálás:
 - tájolás: két alkatrész megfelelő irányba hozása egymáshoz viszonyítva, hogy szerelhetők legyenek. Az egyik tag mindig rögzített, a másikat ehhez képest kell tájolni (pl. tájoló prizma összevezeti a két alkatrészt).
 - helyezés: (mint pozicionálás): alkatrészek, szerelvények és részegységek adott helyzetbe hozása közvetlenül a rögzítés előtt illetve alatt:
 - szállítás,
 - mozgatás,
 - szétválasztás, leválasztás,
 - összevonás,
 - irányítás,
 - fordítás, forgatás,
 - ütemezés, adagolás,
 - rögzítés, befogás, kiemelés.

A szerelésautomatizálás szempontjából a kezelés „*elemi feladatok kombinációja*”. Általánosabb értelemben a kezelési eljárások tehát a következő csoportokba foglalhatók, mint:

- tárolás, kötegelés, összerendezés (meghatározott elérhetőség biztosítása),
- mennyiségi változtatás, újrendezés (egy meghatározott mennyiség elkülönítése),
- mozgatás (egy meghatározott térbeli elrendezés megvalósítása, megváltoztatása),
- biztosítás (egy meghatározott térbeli elrendezés megőrzése, karbantartása),
- vizsgálat (egy meghatározott térbeli elrendezés ellenőrzése).

Ezen főcsoportok elemi és kombinált funkciókat definiálhatnak.

4.6.2. Összeállítás (egyesítés)

Az összeállítás egyesített kapcsolat létrehozása két v. több geometriailag határozott szilárd test, avagy ugyanilyen test(ek) és alakatlan anyag között. A leggyakoribb alkalmazásai különböző szempontok szerint és több csoportban foglalhatók össze.

Az összeállítási eljárások tipikus esetei:

- a megvalósított kapcsolat jellege szerint az oldható és oldhatatlan illetve laza, átmeneti és önzáró kapcsolatok,
- a kapcsolatot létrehozó kényszer szerint az alak, erő, anyagszerkezet kényszerű kapcsolatok,
- a kapcsolódás fizikai jellege szerint a mechanikus, mágneses, kémiai kapcsolatok.

Az egyesítő eljárások csoportosítása:

- nehézségi erő (súrlódás), alakzárás v. rugóerő \Rightarrow összeillesztés,
- körülzárás \Rightarrow töltés,
- erőzárás \Rightarrow szorítás,

- alakzárás alakváltozással \Rightarrow alaklétrehozás, képlékeny alakítás,
- anyagkötés \Rightarrow hegesztés, forrasztás,
- adhézió (kohézió) \Rightarrow ragasztás.

Tipikus alkalmazások a következők:

Összeillesztés

- ráhelyezés: az általában alakzárással kapcsolódó elemek kapcsolatát a nehézségi erő biztosítja (az illeszkedő felületek a mozgás irányára merőlegesen helyezkednek el),
- összecsisztítás: pl. külső elem (fogaskerék) ráhúzása belsőre (tengelyre) avagy éppen belső elem (átmenő csavar) betolása, külső elemekbe (lemez furatába),
- bepattintás: rugalmasan alakított elem behelyezése v. ráhúzása, majd visszarugózása után alakzárás (pl.: rugalmas rögzítőgyűrű beszerelése).

Képlékeny alakítás: főleg lemez-, csőalkatrészek egymással vagy profilos alkatrésszel való egyesítéséhez használják.

Anyagszerkezeti egyesítés

Általában nem oldható, vagy korlátozott mértékben oldható kötések:

- Hegesztés: a legelterjedtebb kötési eljárás,
- Öntés,
- Forrasztás,
- Ragasztás,

A kötés oldhatósága szerint:

- Oldható kötések:
 - összeillesztés,
 - csavarozás,
 - töltés,
 - szorítás,
 - forrasztás (esetenként).
- Nem oldható kötések:
 - alaklétrehozás,
 - képlékeny alakítás,
 - hegesztés,
 - forrasztás,
 - ragasztás.

4.6.3. Ellenőrzés

- szerelés közbeni mérések minden olyan tűrésillesztési módszernél, amely a zárótag tűrését kompenzációval biztosítja,
- az alkatrészek meglétének *ellenőrzése* a szerelés végén,
- a méretlánc zárótagjának ellenőrzése,
- alaktorzulások, alakváltozások ellenőrzése,
- helyzetpontosság ellenőrzése,
- funkcionális ellenőrzés – a gép üzemeltetése közben vagy ahhoz hasonló körülmények között. (hatásfok, teljesítmény, szigeteltség, stb.).

4.6.4. Speciális szerelési eljárások

Beszabályozás: szerelési közbeni előre tervezett tevékenységek összessége. *Cél:* az alkatrészgyártás megengedettnél nagyobb eltéréseinek összegzett hatását kiegyenlíti.

A besabályozás jellegzetes módszere:

A forgó alkatrészek és szerelvények tömegkiegyenlítése

Ha egy forgórész tömegelosztása egyenlőtlen, akkor forgás közben a fordulatszám négyzetével arányos dinamikus erővel terheli a csapágyakat; aminek következtében a szerelvény zajos, géptörés léphet fel, rossz a hatásfoka.

Statikus kiegyenlítés (az eredő erőre végzett kiegyenlítés)

Alkalmazás:

- ha a várható nyomtérk elhanyagolható,
- tárcsa alakú testeknél ($l/d < 1$) elegendő,
- ha a fordulatszám 300/min alatt van, illetve ez a határ, felmehet 1000/min értékig, ha a forgórész tömege a géptömeg 5%-át nem haladja meg.

Dinamikus kiegyenlítés

A dinamikus kiegyenlítés mérésekor a munkadarabot lengő keretbe csapágyazzák. A munkadarabon a kiegyenlítő furatok vagy ellentömegek helyét a szerkesztő előírja.

4.7. Gépalkatrészek felújítása mechanikai módszerekkel

Az alkatrész-felújítás legrégebbi keletű és a legegyszerűbb módszerei a mechanikai eljárások. Ez lehet a javítóméretre forgácsolás és perselyezés, vagy hüvelyezés, egyengetés és maradó alakváltozás.

4.7.1. Felújítás javítóméretre forgácsolással

Az alkatrész-felújítás legrégebbi és legegyszerűbb módszere a javítóméretre munkálás. Ennek során egy megadott méret tartásával alakhelyesre munkáljuk a kopott tengelycsapot, furatot vagy egyéb illeszkedő felületrészt. Gyakorlatilag a következő két esettel találkozunk:

- Javításkor az alakhiba vagy felületi károsodás minimális réteg lemunkálásával megszüntethető, így az alkatrész csereszabotossága megmarad.
- A kopás, berágódás stb. olyan mértékű az alkatrészen, hogy az alakhelyesre munkálás után az új méret lényegesen eltér az eredetitől, tehát az alkatrész csereszabotossága megszűnik.

Az első esethez sorolhatjuk például a hidraulikus, pneumatikus egységben előforduló henger-, dugattyúpalástokat, ahol a megfelelő tömítés céljából elégséges a palást felcsiszolása. E művelettel főként a felületi karcokat, szennyeződések és rozsdafoltokat távolítjuk el. Ugyancsak e kategóriához tartozik szeleptányérok és szeleplékek szabályozása, csiszolása. Itt a lemunkált réteg estenként a mm-es nagyságrendet is elérheti anélkül, hogy a csereszabotosság megszűnne.

A gyakorlatban nagyobb részt képviselnek azok az esetek, amikor egy adott méretlépcsőre szabályozzuk le az alkatrészt, és az új méretnek megfelelően alakítjuk ki a csatlakozó ellendarabot.

Az eredeti illesztés helyreállítása történhet javítóméretes gyári pótalkatrész felhasználásával vagy a meglévő darab méreteinek megváltoztatásával, például perselyezéssel.

Nagy előnyt jelent a felújításkor, ha a javítási méretlépcsőket már gyárilag meghatározzák és ennek megfelelő pótalkatrészeket forgalmaznak. Jó példa erre a motorok forgattyús mechanizmusa, ahol az illesztett alkatrészpárokat 2-3 méretlépcsőben készítik. Az illesztés jellege és minősége nem változhat, bármilyen méretlépcsőt alkalmazunk is.

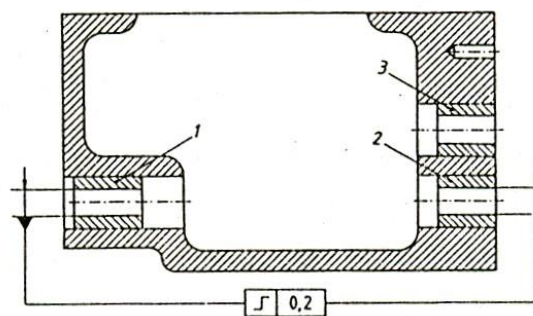
Különös gondot kell fordítani a kéregedzett részek javítóméretre szabályozására. A kéregkeménység – mind a cementált, mind pedig indukciósan edzett felületeknél – rohamosan csökken a rétegmélység függvényében. Ezért csak olyan mértékű lemunkálás engedhető meg, ami nem csökkenti a keménységet a szükséges szint alá. Különösen vonatkozik ez a tűgörgővel szerelt tengelycsapokra, ahol a felületi terhelés koncentráltan jelentkezik. Szükség szerint az eredeti keménységet pótlólagos hőkezeléssel kell helyreállítani.

A javítóméretet az egyéb szilárdsági tényezők is befolyásolják. Szigorú mérethatárok között lehet csak szabályozni például a forgattyústengelyeket, fékdobokat, féktárcsákat, stb.

4.7.2. Felújítás perselyezéssel

Kopott furatok méreteinek helyreállítása igen gyakran perselyezéssel valósítható meg legcélszerűbben. Egy-egy speciális esetben tengelyek méretnövelésére is alkalmazzák e módszert.

A perselyek anyagát, kialakítását, továbbá a rögzítés módját esetenként az igénybevételtől függően kell meghatározni. A fontosabb szempontokat és követelményeket néhány gyakorlati példa kapcsán foglaljuk össze.



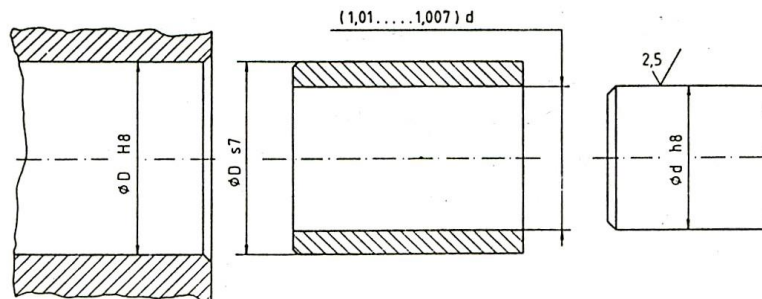
52.sz. ábra: Szivattyúház felújítása perselyezéssel¹⁴

¹⁴ Dr. Fazekas Lajos GÉPJAVÍTÁS II., Debrecen 2001.

Furatkopás vagy lazulás esetén a perselyeket kiprészeljük a házból és az eredetivel azonos anyagból készített perselyeket szerelünk be szilárd illesztéssel (H7/n6). A furatok mérete az eredeti illesztésnek megfelelően legyen. Az 1. és 2. jelű perselyek furatát ráhagyással kell készíteni és csak besajtolás után szabad készre munkálni az egytengelyűség biztosítása céljából.

A színesfém csapágyperselyeket az esetek többségében műanyag persellyel is helyettesíthetjük. Különösen olyan beépítési helyeken hasznosíthatók a műanyagok, ahol szennyező közegben, rossz kenési viszonyok között üzemel az alkatrész.

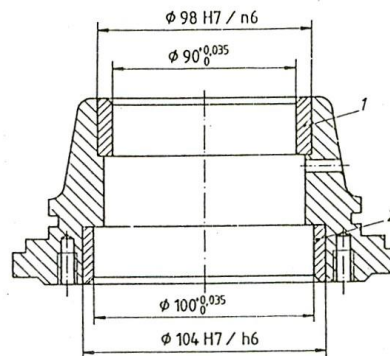
Műanyag perselyekre a csapágy játék értékét nagyobbra kell választani, mint a fém csapágyak esetében. Ennek oka egyrészt a fémekénél nagyobb hőtágulás, másrészt pedig az a jelenség, hogy a műanyag a környezetből vizet vesz fel és ennek hatására duzzad. A perselyt a furatban szilárd illesztéssel vagy ragasztással rögzíthetjük legegyszerűbben. Vékony falú perselyt minden esetben ragasztással célszerű rögzíteni.



53.sz. ábra: Poliamid csapágyperselyek illesztése¹⁵

Perselyek készítésére legalkalmasabb műanyagok a poliamid (METAMID, DANAMID) és a textilbakelit néhány típusa.

A perselyezés másik nagy területét képviselik az olyan esetek, amikor nem a kopott csapágyperselyt kell kicserélni, hanem a kopott palást eredeti méretét kell persely



ráhúzásával helyre állítani.

54.sz. ábra: Csapágyfészkek felújítás perselyezéssel¹⁶

¹⁵ Dr. Fazekas Lajos GÉPJAVÍTÁS II., Debrecen 2001.

¹⁶ Dr. Fazekas Lajos GÉPJAVÍTÁS II., Debrecen 2001.

Külső kopott palástfelületek felújítása szilárd illesztésű acélhüvely rásajtolásával történik. A javasolt illesztés H7/h6 és célszerű a hüvelyt 100-150°C-ra felmelegítve szerelni.

Meg kell jegyeznünk, hogy a szilárd illesztésű perselyek átmérői a fel-, illetve besajtoláskor megváltoznak. Ezért a készre munkálást célszerű a beszerelés után elvégezni, vagy ha erre nincs lehetőség, a méretváltozást előre be kell számítani a tűrési értékek megadásánál.

4.7.3. Egyengetés

A maradó alakváltozással megvalósított felújítás legegyszerűbb formája az egyengetés. Megkülönböztetünk durva és finom egyengetést. A durva egyengetést hideg vagy meleg állapotban hajtjuk végre mérettől függően, s a művelet során az alkatrész nagyobb görbületeit vagy csavarodását szüntetjük meg.

A finom egyengetést hidegen végezzük, hogy az alkatrész az előírt tűrésnek megfelelően alakhelyes legyen. Hideg egyengetéshez alkalmazhatunk statikus vagy dinamikus erőhatást. Egyszerűbb esetben egyengetünk kalapácsütésekkel. Kis erőigény esetén tengelyek finom egyengetése elvégezhető esztergán, tokmány és csúcs közé vagy két csúcs közé befogva úgy, hogy az egyengetőerőt a keresztcsán orsójával fejtjük ki a késtartóba fogott puha fémbetéten keresztül. A hidraulikus szerelősatuval nagyobb erők fejthetők ki. Egyengetés után a nagyobb igénybevételű tengelyeket műszeres repedésvizsgálattal ellenőrizzük.

A lassan ható erővel kétféle egyengető hatás érhető el a munkadarab vastagságától függően.

Vastagabb anyagok – például laposacélok – egyik szélső szálának erőteljes kalapálásával maradó megnyúlás idézhető elő, amely alakváltozást hoz létre, s így egyengetésre használható. Az ily módon egyengetett tárgyak hőhatásnak nem tehető ki, mert a tömörítéssel deformált rész feszültségei oldódnak, s a felszabaduló rugalmas erők ismételt deformációt idéznek elő. Vékony deformálódott lemezeket gyors, könnyű kalapácsütésekkel egyengetünk a dudor felőli oldalról, 3 mm vastagságig, keményfa, keménygumi kalapáccsal vagy simítóval és ráverőkalapáccsal. A kisebb dudoroknál az ütögetést a dudor szélén kezdjük, és spirálvonalban haladva közeledünk a dudor közepéhez.

Melegegyengetéshez a munkadarabot gázhegesztővel felmelegítjük 650-850°C-ra. A láng nagyságát a tárgy vastagságától függően állítjuk be. A megadott hőmérséklet határokat célszerű betartani, mert kisebb hőmérsékleten – az egyengetés során – repedések keletkeznek, nagyobb hőmérséklet szemcsedurvulást és káros szövetszerkezeti változást okozhat.

Egy helyen többször ne izzítsuk fel az alkatrészt. Ha egyszeri izzítás nem volt elegendő, akkor a további hevítést az előzőleg már hevített helyek közé telepítjük.

Melegegyengetéskor a zsugorodási feszültségekkel érjük el az egyengető hatást. A jelenség azzal magyarázható, hogy a felmelegített rész a hőmérséklet hatására terjeszkedne, de a hideg környezet ezt megakadályozza. Ennek következtében a felhevített rész zömítődik, s a lehüléskor keletkező húzófeszültségek egyengető hatást fejtenek ki.

Az egyengetés hatása annál erőteljesebb, minél gyorsabban végezzük a felmelegítést és a lehütést, továbbá minél keskenyebb a felhevített sáv. A túlzottan keskeny hevítési sáv

azonban repedésre hajlamos. A hűtés intenzitásának növelésére ausztenites CrNi acélokhoz (80-90% ferrittartalomnál) vízpermetet alkalmazhatunk.

A hullámosodott lemezalkatrésznél a horpadás helyén az anyag megnyúlt, tehát a lemezt csak úgy lehet az eredeti alakra egyengetni, ha a megnyúlt részt kivágjuk vagy visszazömítjük. A kivágás, összehúzás és hegesztés hosszadalmas, a varrat zsugorodása újabb hullámosodást idézhet elő, ezért hőékek alkalmazásával egyszerűbben visszazömíthetjük a megnyúlt anyagrészt, így az egyengetés gyorsan elvégezhető.

Köracélok egyengetése.

Melegen hengerelt rúdacél egy méterre eső görbesége legfeljebb 20mm lehet. Ezt – vagy ennél kisebb görbeséget – kalapácsütésekkel is lehet egyengetni, amely azonban igen pontatlan módszer. Az ütések helyén maradó alakváltozás és feszültségócok keletkeznek. Ezek később alakváltozást vagy törést okoznak. 30 mm átmérőig a darabolt nyersanyag egyengethető csavarsajtóval is. Az elérhető legkisebb görbeség $h < 0,15mm$. 50 mm átmérőig levegőműködtetésű sajtó, nagyobb átmérőjű rudakhoz hidraulikus sajtót alkalmazunk.

Tengelyek egyengetése.

Kis fordulatszámú tengelyeket ($n < 500$ 1/min) nem kell egyengetni, ha ütésük 0,15-0,3mm közé esik. Nagyobb fordulatszámon azonban a kiegyensúlyozatlanság miatt olyan dinamikus erők léphetnek fel, amelyek már nem engedhetők meg a biztonságos üzemszerű működés szempontjából.

Tengelyeket hidraulikus sajtológéppel egyengetünk. A munkadarabot prizmába fektetjük és rézbetét segítségével, sajtológéppel megnyomjuk. Közepes görbületség esetén a meglévő alakváltozás értékének általában a 2-10-szeresével nyomjuk meg az ellenkező irányba. Természetesen ez csak tájékoztató érték, mert előfordulhat, hogy ilyen mérvű egyengetéskor a tengelyben ébredő feszültség nem haladja meg a rugalmas alakváltozás határát, így nem jön létre maradó alakváltozás, a tengely nem egyenesedik ki. A hidegegyengetés mindig maradó belső feszültséggel jár. A tengely gyakran újra elgörbül, ha az előző görbülést okozó igénybevétel megismétlődik. Ezért ha rendkívüli erőhatás okozta a görbülést, annak okát meg kell keresni és azt lehetőleg meg kell szüntetni. A hidegegyengetés hátránya még, hogy kevésbé képlékeny anyagokban mikrorepedések keletkezhetnek, amelyek később törést okozhatnak. Ezért az egyengetést mindig kövesse repedésvizsgálat. Csökkenthetők a maradó belső feszültségek, ha az egyengetést feszültségoldó hőkezelés követi. Kis alakváltozás esetében 300-400°C-ra, nagyobb alakváltozás esetében 600-800°C-ra hevítjük az alkatrészt. A tapasztalatok szerint a hidegen egyengetett alkatrészek kifáradási határának mintegy 15%-os csökkenésével kell számolni.

Helyi melegítéssel is egyengethetők a kis fordulatszámú és pontosságú, nem rideg vagy nem hőkezelt anyagból készült tengelyszerű alkatrészek. Ilyenkor az acetilénlánggal felhevített anyagrész tömörödik, és lehülve a zsugorodás következtében az alkatrész görbesége csökken.

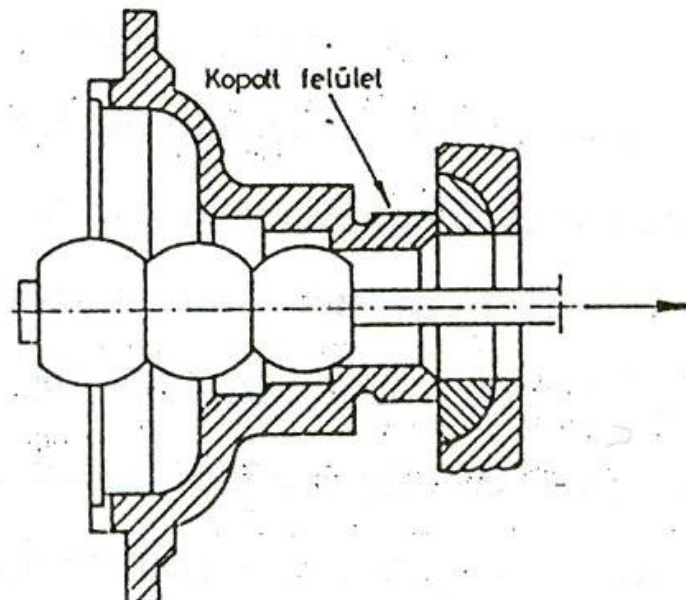
A helyi melegítés egyes helyeken belső feszültséget okoz. A tengely szövetszerkezete is megváltozhat. Ezért a helyi melegítés és a feszültségoldó hőkezelés hőmérséklete nemesített alkatrészekhez sohasem lehet nagyobb a megeresztés hőmérsékleténél.

Az egyengetés nagy szakértelmet, tapasztalatot igénylő művelet. Kellő gyakorlattal, görbült, 1000mm-nél hosszabb vezértengelyek úgy kiegyengethetők, hogy ütésük 0,02-0,03mm-nél is kisebb.

4.7.4. Felújítás maradó alakváltozással

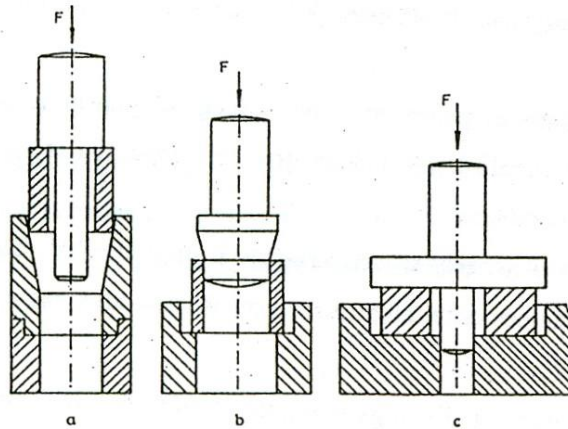
Kis kopás esetén sima felületű, hengeres, bordás vagy gömb alakú illeszkedések felújításához sok esetben alkalmazható mechanikai eljárás a zömítéssel, görgőzéssel vagy nyomással megvalósított maradó alakváltozás (plasztikus deformálás). Ezt a módszert régebben csak görbült vagy csavarodott alkatrészek egyengetéséhez alkalmazták. A maradó alakváltozás végezhető hideg vagy meleg állapotban. Az eljárás egyszerű és olcsó, minőségjavulást is eredményezhet, ha tömöríti a felújított alkatrész anyagát.

A maradó alakváltoztatás megvalósítható húzótüskével is, amelyre példa egy kiegyenlítőmű tányéron levő csapágyhely felújítása. A deformáló tüskére húzott görgők felületi keménysége 62-64HRC. A görgők lépcsősen nagyobb átmérőre készíthetők, általában 0,1-0,15mm növekedéssel. Maradó alakváltozás után a megnövelt átmérőt méretre munkáljuk.



55.sz. ábra: Deformálás húzótüskével¹⁷

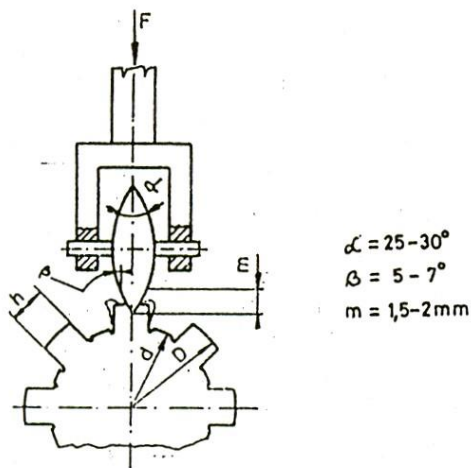
¹⁷ Dr. Fazekas Lajos GÉPJAVÍTÁS II., Debrecen 2001.



56.sz. ábra: A bronzperselyek összehúzása (a), tágítása (b), zömítése (c)¹⁸

A módszer előnyösen alkalmazható bronzperselyek felújításához is. A kopott furatú perselyt húzógyűrűn keresztül sajtoljuk, így a furat a gyári méretre munkálható. A kopott palást mérete a furaton átsajtolt kúpos tuskével növelhető. Rövid, vastag falú perselyek zömíthetők a hossz méret rovására, így a furat is, a palást is eredeti méretre munkálható.

Azok a bordástengelyek, amelyeket hőkezelés nélkül gyártottak és a hornyos hüvelyt a d átmérőn központosítják, tárcsás mángorlóval felújíthatók. A kopott tengelyt esztergán tokmányba fogjuk, csúccsal, valamint állóbábbal megtámasztjuk, és a munkadarab elfordulását megakadályozzuk. A késtartóba az edzett tárcsát fogjuk, amellyel hosszirányban a borda tetejét többször végigmángoroljuk. A művelet hatására a kopott borda szélessége növekedik, így eredeti méretre munkálható.



57.sz. ábra: Tárcsás bordamángorló¹⁹

¹⁸ Dr. Fazekas Lajos GÉPJAVÍTÁS II., Debrecen 2001.

¹⁹ Dr. Fazekas Lajos GÉPJAVÍTÁS II., Debrecen 2001.

4.8. A hidraulikus-, pneumatikus és elektropneumatikus rendszerek

4.8.1. Hidraulikus rendszerek

A hidraulikus berendezés feladatai

A hidraulikus berendezéseket a modern termelési és gyártási eljárásokban alkalmazzák. Hidraulikán értjük a munkafolyadékok által létrehozott erőket és mozgásokat. Az energiaátvitel közege folyadék.

A modern automatizálásban a hidraulika értékét alkalmazásának sokfélesége mutatja.

Alapvetően

- telepített hidraulikus berendezéseket,
- mobil hidraulikus berendezéseket különböztetünk meg.

A mobil hidraulika pl. kerekeken vagy lánctalpakon mozog, ellentétben a telepített hidraulikával, mely helyhez kötött. Jellemző ismertetője, hogy a szelepek gyakran közvetlenül kézi működtetésűek. Ellentétben a telepített hidraulikával, ahol túlnyomóan elektromágneses szelepeket alkalmaznak.

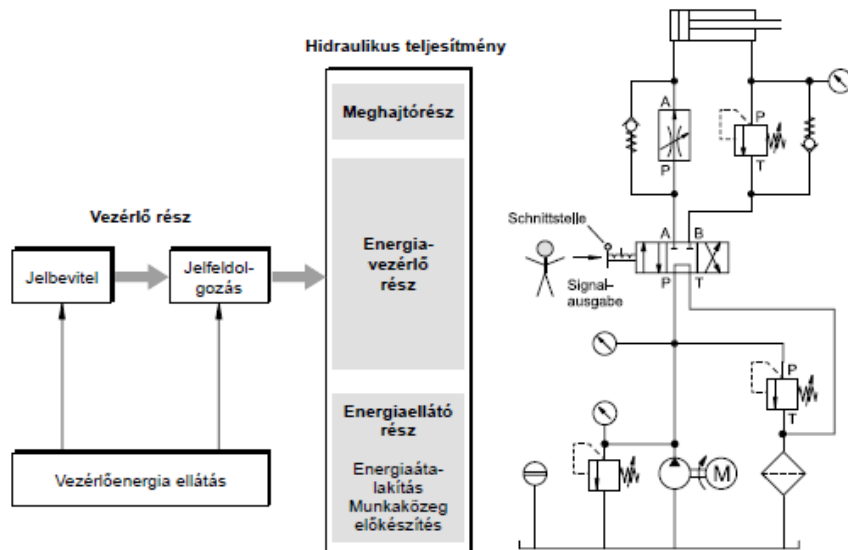
További alkalmazási területek: a hajózás, a bányászat és a repülőgép technika. A repülőgép hidraulika különleges helyzetű, mert ott igen nagy jelentőségűek a biztonsági előírások.

Szimbólumok és rajzjelek

A hidraulikus berendezések a rajzokon áttekinthetően megjeleníthetők az egyszerű szimbólumokkal (ezeket rajzjeleknek, kapcsolási jeleknek is nevezik). Az egyes elemeknek, komponenseknek más-más a jelölése.

A rajzjel utal az elemre és annak funkciójára, de semmit sem mond az elem konstrukciós felépítéséről.

Hidraulikus berendezés felépítése kapcsolási rajzon



58.sz. ábra: Hidraulikus berendezés felépítése kapcsolási rajzon²⁰

4.8.2. Pneumatikus rendszerek

Pneumatika alapjai

A levegő tulajdonságai

A levegő kompresszibilis, összenyomható. Mint minden gáznemű közegnek, a levegőnek sincs határozott alakja. Formáját a legkisebb hatás megváltoztatja, a levegő felveszi környezetének alakját. A levegő kompresszibilis (összenyomható) ugyanakkor tágulásra is képes, expandál.

Az erre vonatkozó törvényszerűségeket a Boyle-Mariotte törvény tartalmazza. Egy zárttérben lévő levegő térfogata, állandó hőmérséklet esetén, az abszolút nyomással fordítottan arányos. Mely lényegében azt jelenti, hogy egy meghatározott levegőmennyiség abszolút nyomásának és térfogatának szorzata állandó.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = \text{konstans}$$

Pneumatikus hajtások

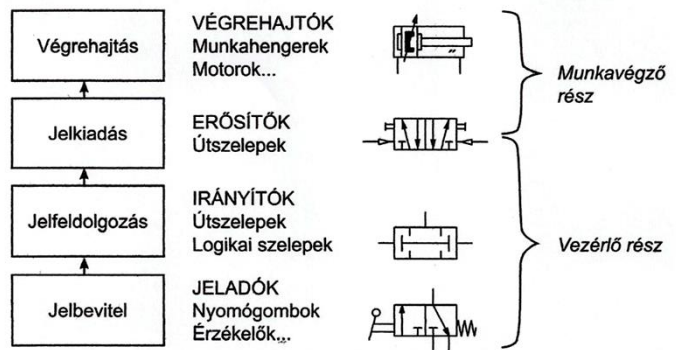
A pneumatikus energiát munkahengerek, illetve légmotorok alakítják át egyenes vonalú, illetve forgómozgássá. Két nagy csoportjukat különböztetjük meg: az egyenes, és a forgó mozgást végzőket. Az egyenes mozgást végzők közé tartozik az egyszeres és kettős működtetésű munkahenger, a membrán henger, a löketvégi csillapítással rendelkező munkahenger, a dugattyúrúd nélküli és a szalag henger, a tömítő szalagos henger, a mágneses kuplunggal rendelkező henger, az átmenő dugattyúrudas munkahenger valamint a forgató és a forgóláptós henger, melyek ugyan forgó mozgássá alakítják a pneumatikus

²⁰ FESTO: Hidraulika alapjai

energiát, de csak korlátozott szögelfordulásra képesek így nem sorolhatók a légmotorok közé. A légmotorok lehetnek dugattyús, lapátos, fogaskerekes vagy turbinás kivitelűek.

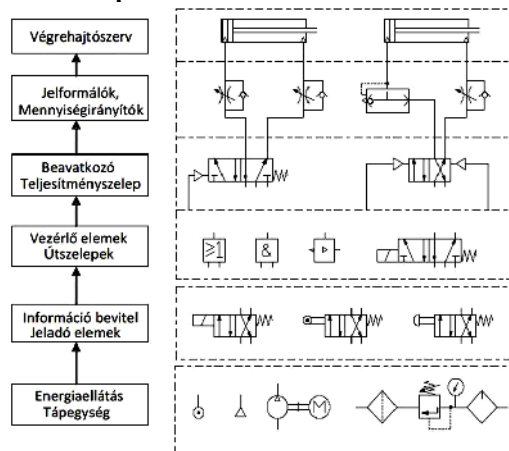
Pneumatikus vezérlések felépítése

A pneumatikus vezérlések jeladókból, vezérlőelemekből és végrehajtókból épülnek fel. A jeladók és vezérlőelemek határozzák meg a végrehajtó működését. Ezeket irányítóelemeknek nevezzük. Az irányítóelemek határozzák meg az áramló levegő útját, mennyiségét és nyomását.



59.sz. ábra: Jeláramlás a pneumatikus vezérlésben²¹

Pneumatikus rendszerek felépítése



60.sz. ábra: Pneumatikus rendszerek felépítése²²

4.8.3. Elektropneumatikus rendszerek

Az elektropneumatikus vezérlésnél a vezérlő egységet elektromos elemekből építik fel. Az elektropneumatikus vezérlést két különálló kapcsolási rajzon tüntetik fel., az egyik a pneumatikus, a másikon a elektromos részt ábrázolják.

²¹ FESTO: Pneumatika alapja

²² FESTO: Pneumatika alapja

Az elektromos vezérlés előnyei a pneumatikus vezérléssel szemben:

- magasabb fokú megbízhatóság (kevesebb mechanikusan mozgó építőelem),
- kisebb tervezési és üzembe helyezési költség,
- kisebb tervezési és üzembe helyezési költségű kisebb helyszükséglet,
- gyorsabb működés.

Különösen előnyösek az elektropneumatikus vezérlések abban az esetben, ha szabadon programozható vezérlőt (PLC) alkalmazunk, továbbá szelepszigeteket használunk és kommunikációs hálózatot építünk ki.



61.sz. ábra: Jeláramlás az elektropneumatikus vezérlésben²³

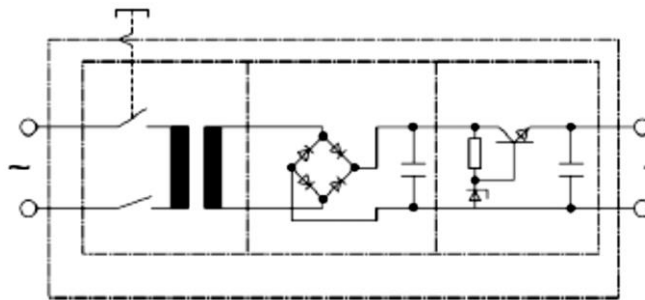
Mivel az elektropneumatikus vezérlésnél a munkaközeg pneumatikus, a vezérlőközeg pedig elektromos, szükség van jelátalakítóra, amely az elektromos jelet átalakítja pneumatikus jellé (E-P átalakító), ezt a feladatot a mágnesszelepek látják el.

Az elektropneumatikus vezérlést a villamos hálózatról tápláljuk. Ezért rendelkeznie kell a vezérlésnek egy hálózati tápegységgel.

A hálózati tápegység építőelemeinek feladatai a következők:

- A transzformátor feladata az üzemi feszültség előállítása. A transzformátor bemenetén a hálózati feszültség van (230 V váltóáram), a kimenetén a redukált feszültség (24 V váltóáram).
- Az egyenirányító átalakítja a váltófeszültséget egyenfeszültséggé. A kondenzátor az egyenfeszültség kimeneténél a feszültség kisimítását végzi.
- A tápegység kimeneténél szükség van még egy feszültség szabályozásra is, hogy a villamos feszültség függetlenül az áram folyásától mindig állandó legyen.

²³ FESTO: Elektropneumatika alapjai



62.sz. ábra: Elektromos tápegység

4.9. Mozgást átadó- átalakító szerkezetek felépítése, működési elve

A mechanizmus egymással mozgásbeli kényszerkapcsolatban álló merev testekből felépített mozgó szerkezet. A mechanizmust úgy építik fel, hogy egyik elemére megfelelő erőhatással vagy mozgással hatva egy másik meghatározott eleme a kívánt erőhatást és mozgást állítsa elő. A rugalmas vagy képlékeny elemeket tartalmazó mozgatható szerkezetet nem tekintik mechanizmusnak.

A kapcsolódó merev testeket a mechanizmus tagjainak nevezik. A mechanizmus két-két szomszédos tagja mechanikai párt képez. Egy tagnak a másikhoz képest, ha nincs kényszerítve, hat szabadságfoka van, vagyis hatféle elemi mozgást képes végezni. Ezek: három egymásra merőleges irányba történő elmozdulás és három egymásra merőleges tengely körüli elfordulás. A kinematikai párok ezeket a szabadságfokokat részben korlátozzák. A megmaradt szabadságfokok száma a kinematikai pár szabadságfoka. A kiiktatott szabadságfokok a kényszerek. A kinematikai párok szabadságfoka 1-5 lehet. Ha nulla, akkor a kapcsolat nem kinematikai, hanem a két tag mereven csatlakozik egymáshoz, ha 6, akkor egyáltalán nincs kapcsolat, a két tag egymáshoz képest korlátozás nélkül elmozdulhat, tehát ebben az esetben kinematikai párról sem lehet beszélni. A mechanizmus tagjai közül az egyik általában rögzített, ezt állványnak nevezik. A mechanizmus helyzetét meghatározó, egymástól független elmozdulások és elfordulások száma a mechanizmus szabadságfoka. A mechanizmusoknál egy vagy több tag helyzetét, sebességét vagy a rá ható erőket, nyomatékokat lehet szabadon megválasztani, ezeket a tagokat hajtó vagy vezető tagoknak nevezik.

Kinematikai párok osztályozása

A kinematikai párokat aszerint osztályozzák, hogy hány szabadságfokukat iktatják ki a kényszerek. A kiiktatott szabadságfokok legkisebb száma 1 (ötöd osztályú pár), mert ha egy sincs kiiktatva, akkor a kapcsolat merev. A legtöbb lehetséges szabadságfok egy kinematikai párban 5 (első osztályú), mert ha 6 volna, akkor nincs kapcsolat a két elem között. A legegyszerűbbek az ötöd osztályúak, vagyis azok a kinematikai párok, melyek 6 szabadságfokából öt korlátozott. Gyakrabban előforduló kinematikai párok:

- Ötöd osztályú:
 - Csukló. Szabadságfoka 1: egy tengely körüli elfordulás.
 - Csúszka. Szabadságfoka 1: az egyik tag a másik mentén egy irányban elmozdulhat.
 - Axiális csapágy. Szabadságfoka 1: a tengely körüli elfordulás.
- Negyed osztályú:

- A síkmozgásnak két szabadságfoka van: két egymásra merőleges irányú szabad elmozdulás.
- A radiális siklócsapágy szabadságfoka 2: egy, a tengely körüli elfordulás és egy, a tengely irányába történő elmozdulás.
- Büttyök. Két szabadságfok: csúszás és elmozdulás
- Harmad osztályú:
 - Gömbcsukló. Szabadságfoka 3: Az egyik tag a másikhoz képest bármely tengely körül elfordulhat, elmozdulása azonban nem lehetséges.

Karos mechanizmusok

A síkbeli karos mechanizmusok csak csuklót és csúszkát tartalmazhatnak, ezek a kinematikai párok biztosítják, hogy a mozgás síkmozgás legyen. Az egymás után szerelt tagok kinematikai láncot alkotnak. Egy mechanizmus több kinematikai láncból állhat. A kinematikai láncok lehetnek zártak és nyíltak. A zárt lánc tagjai zárt sokszöget alkotnak. A síkbeli karos mechanizmus például a forgattyús mechanizmus és a himbás mechanizmus. Térbeli karos mechanizmusra példa a kardáncsuklós mechanizmus: a kardántengely.

Büttyökös mechanizmusok

A büttyökös mechanizmusok általában két tagból állnak. A büttyök egy olyan általában nem hengeres tárcsa, mely egy tengellyel együtt forog: egy darabból készül vele vagy a tengelyre van felékelve. Ezt a tengelyt hajtják meg kívülről (általában állandó szögsebességgel), a büttyökhöz simuló lengőkar vagy emeltyű mozgása a büttyök palástjának görbe felületét követi. A büttyök lehet hornyos kialakítású, ekkor a vezetett tag egyik irányú mozgását a horony egyik felülete, másik irányú mozgását pedig a másik oldal vezérli, de lehet olyan megoldás is, hogy rugó szorítja a felülethez a vezetett tagot. Ha a büttyök sugara végtelen nagy, haladó mozgást végző büttyökkel van dolgunk. A vezetett tag mozgása lehet sugárirányú és tengelyirányú is a büttyök kialakításától függően.

Fogazott mechanizmusok

A fogazott mechanizmusok jellemzője, hogy mindig két tag csúszásmentes legördülésén alapulnak. A fogazatra (kinematikai szempontból) csak azért van szükség, hogy a tagok egymáshoz képesti csúszásmentes legördülését biztosítsák. Ezek közé a mechanizmusok közé tartoznak a fogaskerekes, kúpkereskes és csigahajtások és ezek kombinációja, így a bolygókereskes mechanizmusok is. Elvileg nem szükséges, hogy a legördülő elemek körök legyenek, lehetnek például ellipszisek is, de ezek gyakorlati jelentősége igen kicsi.

4.10. Tengelykapcsolók típusai

A tengelykapcsoló két tengely, forgórész vagy más gépelem: lendkerék, fogaskerék, szíjtárcsa ideiglenes vagy tartós összekapcsolására szolgáló gépelem. A tengelykapcsoló a hajtáslánc egyik fontos eleme, a gépalkatrészek együtt-forgását és a forgatónyomaték átvitelét szolgálják. Több kapcsoló összeépítése is szokásos.

Gépszerkesztésnél, az alkalmazott tengelykapcsoló kiválasztásánál figyelembe veendő fizikai adatok:

- Átvihető forgatónyomaték
- Maximális fordulatszám

- Slip (csúszás) a hajtó és hajtott oldali fordulatszám különbség és ennek nyomaték és fordulatszámfüggése
- Átvitel homokineticitása (szöghelyzettől függő szögsebesség-átviteli karakterisztika)
- Egytengelyűségi és szöghiba tűrés
- Csavarólengés- és rezgésátviteli jellemzők

A tengelykapcsolókat többféle szempont szerint lehet osztályozni.

Az erőátvitel módja szerint:

- mechanikus (súrlódásos),
- hidraulikus (hidrodinamikus)
- mágneses
- elektrodinamikus

A mechanikus erőátvitelű tengelykapcsolók tovább csoportosíthatók:

- funkció szerint
 - zárva/nyitva állású,
 - alternatív (két továbbmenő tengely közül az egyik felé zárt, a másik felé nyitott),
- a súrlódó felületek alakja szerint:
 - hengerpalást (dob),
 - kúpfelület,
 - sík felület (tárcsa),
- a súrlódó felületek száma szerint:
 - egytárcsájú,
 - kéttárcsájú,
 - soktárcsájú (lemez, lamella),
- a súrlódó testek anyaga szerint:
 - fém fémen, olajban,
 - súrlódóbetét fémen,
 - fém - vaspor - fém,
- az összeszorító erő forrása szerint:
 - rugóerő,
 - centrifugális erő,
 - elektromágneses erő,
- a működtetés módja szerint:
 - mechanikus,
 - hidraulikus,
 - villamos,
- a vezérlés módja szerint:
 - kapcsolás a gépkocsivezető lábával, rásegítés nélkül,
 - kapcsolás a gépkocsivezető lábával, rásegítéssel,
 - automatikus vezérlés.

4.11. Kenéstechnika

A kenőanyagok az egymással kölcsönhatásban levő, elmozduló gépelemek határfelületei között rugalmas kapcsolatot létesítő szerkezeti elemek, amelyek lehetnek gáz, cseppfolyós, plasztikus (konzisztens) és szilárd halmazállapotúak. A kenőanyagok felhasználásának (alkalmazásának) céljai a következők:

- súrlódás csökkentése a súrlódó rendszerben,
- gépelemek berágódásának megakadályozása, - felületek kopásának minimalizálása,
- a keletkező hő meghatározott részének elvezetése a súrlódó rendszerből,
- minden felmerülő járulékos, alkalmazás specifikus kenéstechnikai, alkalmazástechnikai, üzemviteli, környezetvédelmi stb. feladat ellátása,
- optimális, kenési állapot fenntartása hosszú időtartamon át.

A műszaki gyakorlatban a legelterjedtebb a cseppfolyós kenőanyag, azaz a különböző kenőolajok, emulziók használata és ezek alkotó komponensei más halmazállapotú kenőanyag-összetevők is lehetnek (például: alapolajok a kenőzsírokban), ezért először ezeket tárgyaljuk. Ennél lényegesen kisebb mértékű a konzisztens, de különösen a gáz és szilárd állapotú kenőanyagok felhasználása.

4.11.1. A kenőolajok

Segítségükkel a súrlódó felületek könnyen szétválaszthatóak, a megfelelő kenő- és hűtőhatás eléréséhez szükséges térfogatáram egyszerűen előállítható és intenzív keringetésükkel biztosítható a súrlódó rendszer hatékony hűtése. Ezen kívül a kenőolajok a zavaró szilárd részecskéket is könnyen eltávolítják a súrlódó helyről.

A kenőolajok jellemző tulajdonságai és értelmezésük:

A *lobbanáspont* az a Celsius-fokban megadott, legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen egy készülékben az olajból keletkezett gőzök az olaj felszíne feletti levegővel elegyedve fellobbannak, tehát gyújtólánggal éppen meggyújtható (de nem tartós lángú) gázelegyet adnak.

A *gyulladáspon*t az a Celsius-fokban megadott, legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen az olajból keletkezett gőzök az olaj felszíne feletti levegővel keveredve gyújtólánggal meggyújthatók, és legalább 5 mp-ig égő gázelegyet adnak.

Az a hőmérséklet, amelyen az előírt vizsgálókészülékben az olaj folyékonysága, mozgékonyasága megszűnik: az olaj *dermedéspont*ja.

A *zavarosodási pont* az a hőmérséklet, amelyen a kenőolaj zavarossá válik, átlátszó jellegét elveszti.

A *savszám* azt mutatja, hogy 1 g anyag összes savtartalmának közömbösítéséhez hány mg kálium-hidroxid szükséges (mg KOH/g).

A *savasság* 100 ml anyag teljes közömbösítéséhez szükséges KOH mennyisége, mg-ban (mg KOH/100 ml).

Az *elszappanosítási szám* azt fejezi ki, hogy valamely anyag 1 g-jának teljes elszappanosításához hány mg kálium-hidroxid szükséges (mg KOH/g).

A kenőolajokban lévő, százalékban kifejezett *hamutartalom* a termék minőségének és használhatóságának egyik jellemzője.

A *kenőolajok víztartalma* a termék minőségének, használhatóságának egyik jellemzője.

A *hígulás* a használt motorolajok jellemző mutatószáma. Jelzi, hogy a motorolaj üzem közben milyen mértékben szennyeződött a hajtóanyaggal vagy maradványaival.

Cirkulációs kenési rendszerekben az olaj gyakran érintkezik vízzel vagy vízgőzzel. A rendszer jellegénél fogva a kenőolajoknak azonban nem szabad a vízzel vagy gőzzel tartósan keveredniük, vagy emulziót képezniük.

A kenőolajok levegővel (oxigénnel) szembeni ellenállását jellemzi az *oxidációs stabilitás*.

A kenőolajoknak a motorbeli lerakódások meggátolására jellemző tulajdonságát tisztító- (detergens-) hatásnak nevezzük.

A kenőolajoknak az a tulajdonsága, hogy víz jelenlétében milyen mértékben védik meg a vas- és acélfelületeket a rozsdásodástól, a *rozsdásodást gátló hatás*.

A *viszkózitás* a folyékony- és gáz halmazállapotú anyagok legfontosabb kenéstechnikai tulajdonsága, leegyszerűsítve folyásképességnek nevezhetjük.

Kenőanyag adalékok

A kenőanyagokat azért kell adalékolni, mert az alapolajok, adalékolatlan kenőzsírok az alkalmazás körülményei között a kenési helyek által támasztott sokrétű követelményeket nem tudják kielégíteni. Az adalékok olyan anyagok (vegyületek), amelyeket a késztermékben kis mennyiségben feloldva vagy diszpergálva a kenőanyagoknak a felhasználás szempontjából lényeges tulajdonságait és/vagy képességeit javítják, illetőleg új tulajdonságok kialakulását teszik lehetővé (új tulajdonságokat kölcsönöznek a végtermékeknek), továbbá megakadályozzák, illetőleg csökkentik a kenőanyagok különböző bomlási folyamatait.

4.11.2. Kenőzsírok

A legelterjedtebb zsírok fémszappanból készülnek. A nem szappanból készített zsírok többnyire szervesetlen sűrítőszeret tartalmaznak, egyes esetekben azonban karbamid sűrítőszeret is.

A kenőzsírok tulajdonságai

A legtöbb gépszír természetes állapotban barna vagy zöld színű. A zsírok átlátszatlanok, ill. vékony rétegben áttetszők. Durva eloszlásban vizet vagy töltőanyagot tartalmazó gépszírok felkent rétegének még a szegélye sem áttetsző.

Cseppenéspontnak nevezzük azt a hőmérsékletet, amelyen az olaj kiválik a zsírból.

Egy szabványos méretű, hegyesszögű kúp - szabványos készülékben előírt hőmérsékleten és körülmények között 5 mp alatt - benyomul a vizsgálandó gépszírba: a tizedmilliméterekben kifejezett behatolás számszerű értéke a *penetráció (behatolás)*.

4.11.3. Szilárd kenőanyagok

Igen sok szilárd kenőanyag csökkenti az egymáson csúszó felületek súrlódását és kopását.

Legismertebbek ezek közül:

- grafit,
- molibdén-diszulfid,
- PTFE (politetrafluoretilén), ami a gyakorlatban teflon néven terjedt el.

Ezen kívül számos más anyag, pl. a csillám, talkum, wolfram-diszulfid kadmium-jodid, ólomkarbonát, ólomoxid, klór-trioxid és hasonlók alkalmazását javasolják bizonyos esetekben.

Egyes szilárd kenőanyagok bizonyos tekintetben hasonló szerkezetűek, mások azonban igen erősen eltérőek. Majdnem minden szilárd kenőanyag folyási határa egyéb szilárd anyagokhoz viszonyítva igen alacsony, tehát a szilárd kenőanyagok plasztikusan könnyen deformálódhatnak.

4.11.4. Szintetikus kenőanyagok

Számos szerkesztési készítmény külsőre olajszerű, kenőolajokra emlékeztető viszkózus anyag, s ha kenésre is alkalmas, szintetikus kenőolajként használható.

4.12. Fémforgácsoló-, fémalkatrészgyártó berendezések

Forgácsolás olyan anyagmegmunkáló módszer, amelynél a kiinduló darabról a főlegesen részeket - egy erre alkalmas szerszám (forgácsolószerszám) segítségével – forgács formájában távolítják el.

Célja: Létrehozni a tervező által előírt alakot, méretet, felületi minőséget.

Tényezői:

- munkadarab,
- gép, szerszám, készülék,
- segédanyagok (hűtő-, kenőfolyadékok, hidraulikus és pneumatikus rendszerek),
- energia,
- szellemi tevékenység.

Forgácsoló mozgás lehet:

- egyenes vonalú (gyalulás, vésés),
- kör alakú (esztergálás, marás, köszörülés, fúrás),
- görbe vonalú (nem forgástestek esztergálása, menetfúrás, másoló gyalulás).

A forgácsolás alakadó technológia, melynek során munkadarabról a megfelelő geometriájú szerszám élének segítségével forgácsot (anyagréteget) választanak le mechanikai úton.

Ahhoz, hogy a szerszám a munkadarabról a szükséges réteget el tudja távolítani, azaz a forgácsolási folyamat megvalósítható legyen, mozgásra – a munkadarab és a szerszám meghatározott irányú és sebességű elmozdulására – van szükség.

A forgácsolási eljárásokat az alkalmazott szerszámok fajtái és a forgácsolási mozgások – főmozgások és mellékmovgások: előtolás, fogásvétel- határozzák meg.

A forgó (rotációs) vagy haladó (transzlációs) főmozgás hatására válik le a forgács a munkadarabról, és egyben az határozza meg a forgács hosszát.

A folyamatos vagy szakaszos előtolással megy végbe a forgácsolás a munkadarab a munkadarab meghatározott részein, illetve abból adódik a forgácsvastagság.

Fogásvétel a forgácsoló szerszám munkadarabba való behatolási mélységét- a fogásmélységet – illetve a forgácsszélességet határozza meg.

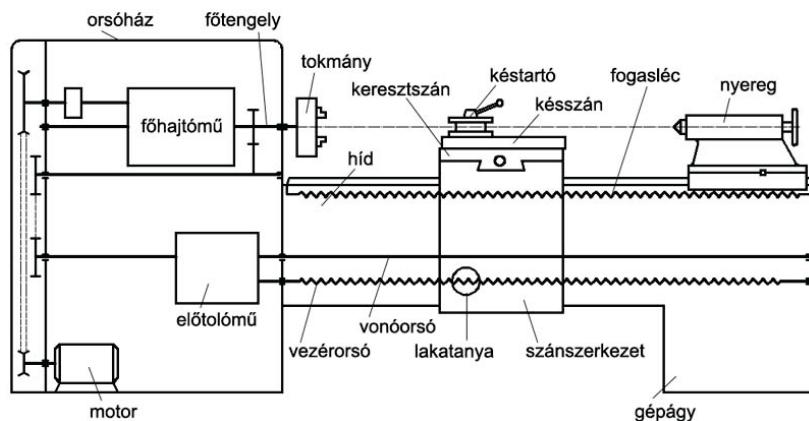
4.12.1. Esztergálás

Az esztergálás általában forgástestek megmunkálására való forgácsolási eljárás. A munkadarabok, tengelyek, perselyek, hüvelyek, és tárcsák, vagy ezekhez hasonló alakú munkadarabok lehetnek. Az esztergálás egyélű szerszámmal, állandó keresztmetszetű forgács folyamatos leválasztásával végzett forgácsolás. Esztergáláskor a munkadarab végzi a forgácsoló mozgást, a szerszám az előtoló mozgást.

Az esztergálás a pontosság és az elért felületi minőség szempontjából lehet:

- nagyolás,
- fél simítás,
- simítás.

Esztergagépek



63.sz. ábra. Eszterga fő részei²⁴

Esztergáláskor a forgó fő mozgást a munkadarab, az előtoló mozgást a szerszám végzi. Az esztergálás gépei olyan szerkezetek, amelyek ezt a kétféle mozgást egyidejűleg biztosítani tudják. A munkadarab mozgását a főhajtómű, a szerszám mozgását a főhajtóműtől függő előtoló hajtómű (mellék-hajtómű) biztosítja.

Az esztergagépek fő típusai:

- csúcsesztergák,
- síkesztergák,
- revolveresztergák,
- automataesztergák,

²⁴MV. Kiadvány. BFI. forgácsoló gépek

- különleges esztergák.

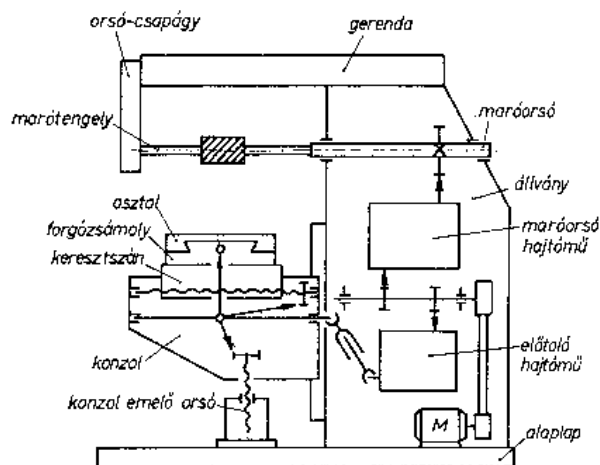
4.12.2. Marás

A marógépek sík és alakos felületek, valamint ezek kombinációinak előállítására használhatóak. Termelékenyséjük általában nagyobb, pontosságuk, jobb, mint a hasonló feladat ellátására szolgáló gyalugépeké, és bonyolultabb alakzatok készítésére is alkalmasak. A marószerszámok befogása és forgatása (főmozgás) speciálisan kialakított főorsóval történik.

A maróorsó helyzete vízszintes és függőleges is lehet. A mellékmozgásokat általában a munkadarab végzi, szán rendszerszerek segítségével. A mellékmozgások egyenes vonalú, vagy forgó mozgások lehetnek.

A marógépek a rajtuk végzendő feladatok szerint specializálódtak: így lehetnek:

- konzolos,
- sík,
- másoló,
- fogazó,
- különleges
- CNC marógépek



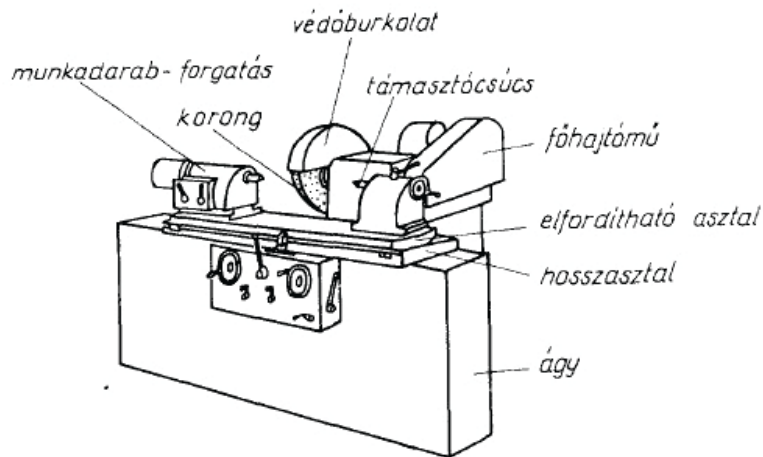
64.sz. ábra: Egytetemes marógép²⁵

A marásnak két alapeljárása van: *palástmarás (a)* és *homlokmarás (b)*.

4.12.3. Kőszőrülés

A kőszőrülés szabálytalan él geometriájú szerszámmal végzett forgácsolási művelet, amelynél mindig a szerszám végzi a forgó forgácsoló mozgást, szerszáma: kőszőrűkorong. A kőszőrüléssel nagy pontosságú, sima, sőt tükrös felületeket lehet elő állítani. Főleg befejező megmunkálás, de nagy teljesítményű kőszőrű gépek alkalmasak előkészítő, vagy nagyoló műveletekhez is.

²⁵ MV. Kiadvány. BFI. forgácsoló gépek



65.sz. ábra: Köszörűgép²⁶

Köszörülni kézi szerszámokkal és köszörűgépeken lehet. A kézi szerszámokkal való köszörülés nagyoló jelegű megmunkálás, különösebb pontosság és felületi minőség nem várható ezen eljárások alkalmazásakor, fajtái: asztali, állványos, kézi és csiszolási eljárások.

Valamennyi köszörülési módszer alkalmazásakor a szerszám végzi a forgácsoló mozgást, mintegy: 30m/s sebességgel. A nagy sebességű köszörülés tartománya: 50-80 m/s, az ultra sebességűé: 100-300 m/s. A köszörű gépeken általában a munkadarab is végez valamilyen mozgást.

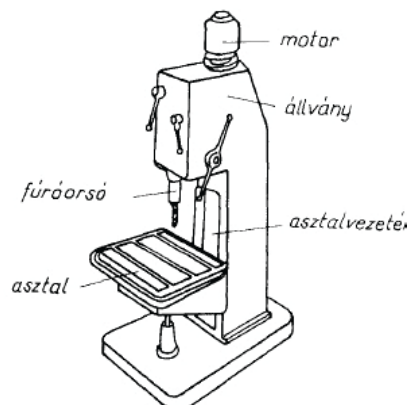
Köszörülési módszerek

- oldaleltolós palást köszörülés,
- beszúró palást köszörülés,
- csúcs nélküli köszörülés,
- furatköszörülés.

4.12.4. Fúrás

Olyan forgácsolási eljárás, amikor tömör anyagba készül furat. Főmozgás: forgó mozgás általában a szerszám végzi, de végezheti a munkadarab is. Mellek mozgás: haladó, általában a szerszám végzi, de végezheti a munkadarab is.

²⁶ MV. Kiadvány. BFI. forgácsoló gépek



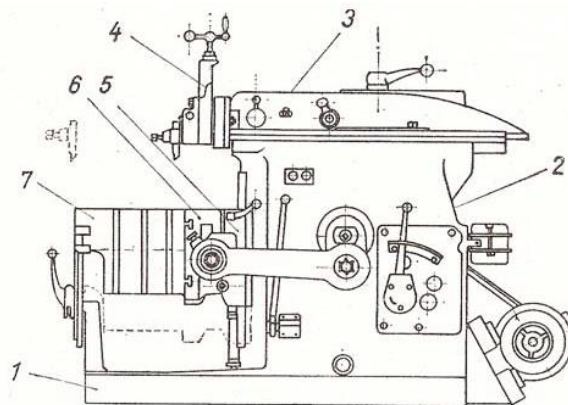
66.sz. ábra: Fúrógép részei²⁷

4.12.5. Gyalulás

A gyalulás egyélű szerszámmal, egyenes vonalú, váltakozó irányú főmozgással és szakaszos mellékmozgással (előtolással) végzett forgácsolás. Rokon művelet a vésés. Közös jellemzőjük, hogy a forgács keresztmetszete állandó.

Csak síkfelületek megmunkálására alkalmas. A forgácsoló mozgást vagy a munkadarab (*hosszgyalulás*), vagy szerszám (*harántgyalulás*) végzi. Az előtoló mozgást haránt gyalulásnál a munkadarab, a hosszgyalulásnál a szerszám végzi.

Alapvetően a gyaluláshoz választott gép típusa döntően a munkadarab nagyságától függ. A kisebb munkadarabokat harántgyalu gépeken, a nagyobbakat pedig hosszgyalu gépeken munkálják meg.



1. – alaplapp, 2. – állvány, 3. – kos, 4. – késszán, 5. - magassági szán, 6. – keresztzán, 7–asztal

67.sz. ábra: A harántgyalugép²⁸

5. Üzemeltetési és karbantartási ismeretek

Napjainkban a gyártási feladatok többségéhez speciális fémforgácsoló-, fémalkatrészgyártó gépekre van szükség, melyek a sorozatgyártás módszerével állítanak

²⁷ MV. Kiadvány. BFI. forgácsoló gépek

²⁸ MV. Kiadvány. BFI. forgácsoló gépek

elő rövid idő alatt, nagyszámú terméket. A használat során a folytonos mozgás, valamint az idő múlásával a környezeti hatások [pl. korrózió] következtében a termelőeszközök is változnak, funkcióképességük folyamatosan csökken. Ha ezek a gépek valamiért meghibásodnak, az nagy veszteséget jelent az adott gyárnak, vállalkozónak a termelés kiesés miatt.

A gépek és berendezések üzemeltetése során az új állapotuktól a selejtezésig változó karbantartási igények merülnek fel.

A gépfenntartás-gépkarbantartás alapvető célja: a gépek, berendezések és egyéb eszközök elhasználódási folyamatát lassítani, üzemképességét biztosítani a különböző munkafeladatok elvégzéséhez.

A karbantartás fogalmára többféle meghatározást is találhatunk például:

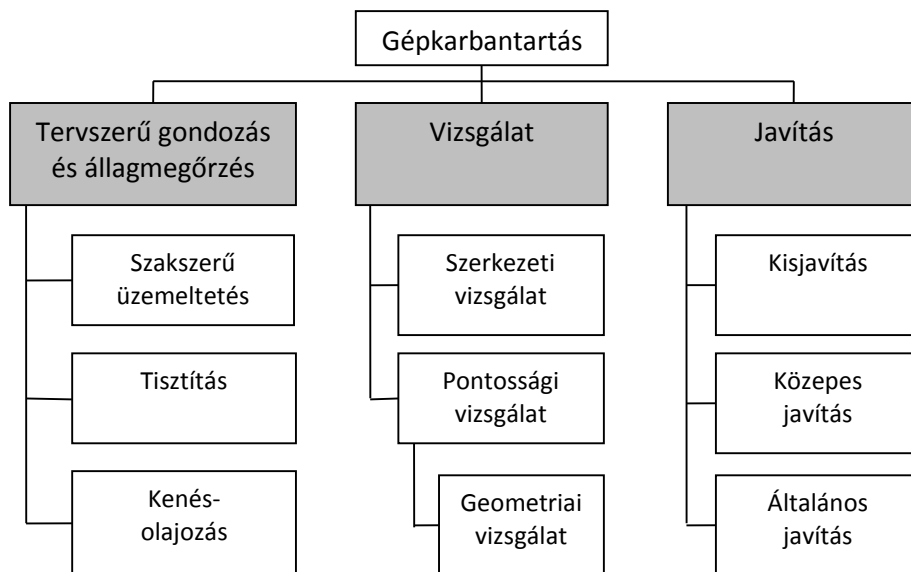
„A karbantartás a használatban lévő tárgyi eszköz folyamatos, zavartalan, biztonságos üzemeltetését szolgáló javítási, karbantartási tevékenység, ideértve a tervszerű megelőző karbantartást, a hosszabb időszakoként, de rendszeresen visszatérő nagyjavítást, és mindazon javítási, karbantartási tevékenységet, amelyet a rendeltetészerű használat érdekében el kell végezni, amely a folyamatos elhasználódás rendszeres helyreállítását eredményezi.”

Az EN 13306 Európai szabvány [1] szerint a karbantartás "egy cikk élettartama alatt az adott cikknek az előírt működési feladatok teljesítéséhez szükséges állapotban tartásához vagy annak helyreállításához szükséges műszaki, adminisztratív és vezetői cselekvések kombinációja.”

Karbantartás alatt azokat az intézkedéseket és tevékenységeket összességét értjük, amelyeket a gépek, berendezések névleges állapotának megőrzésének, biztonságos üzemképességének fenntartása, maximális élettartam biztosítása valamint a valóságos állapotának megállapítása érdekében kell elvégezni.

A fenntartás- karbantartás feladatai három fő csoportba [1. ábra] oszthatók:

- ápolás-gondozás
- vizsgálatok-ellenőrzések
- javítások- helyreállítások



68. ábra: A karbantartás és javítás folyamata²⁹

A tervszerű gondozás és állagmegőrzés feladatai közé tartozik például:

- a tisztítás,
- a mosás,
- az időszakos [napi- heti] műveletek,
- a kenés-olajozás,
- a korrózióvédelem
- és a tárolás.

A feladatok közül kiemelt a kenés-olajozás, melytől a döntő mértékben függ az alkatrészek élettartama. Ezekhez a gyártó vállalatok megfelelő kenési utasításokat és előírásokat adnak.

Vizsgálatok-ellenőrzések célja a gépek, berendezések műszaki állapotának ellenőrzése meghatározott időközönként. Ilyen vizsgálatok lehetnek például:

- a műszaki felülvizsgálatok [szemlék],
- a diagnosztikai vizsgálatok
- vagy a megfigyelések.

Vizsgálatok-ellenőrzések végrehajtását vizsgálati jegyzőkönyvben rögzítik, amely tartalmazza a zavar okát, megállapított hiányosságokat, az esetleges javítás módját és mértékét, a javítást végző szervezetet és a szükséges határidőket.

A szerkezeti vizsgálatnál a gép szétszerelése nélkül, a pontossági vizsgálatok elvégzésével állapítjuk meg a gép vagy a gépelemek rendellenes működését és az elhasználódás mértékét. A vizsgálat eredményét a szerkezeti vizsgálati lapra kell feljegyezni, amelyet a vizsgálatot végző dolgozó tölt ki. A jegyzőkönyvek elemzése, kiértékelése után állítjuk össze a berendezés gyorsan kopó alkatrészeinek listáját.

²⁹ Dr. Márton-Dr.Kálmán-Gál-Tamás-Vincze: Géplakatos szakmai ismeret I.

Azokat a karbantartási műveleteket, amelyek a gép, a részegységek részleges vagy teljes szétszerelésével járnak javítási feladatoknak nevezzük. A javítási feladatok lehetnek például:

- tervszerű javítás [kis-, közepes-, nagyjavítás]
- váratlan hibaelhárítás
- alkatrész- és részegység felújítás
- korszerűsítő javítás
- átalakítás, átépítés

Karbantartás folyik minden munkahelyen üzemben, ahol berendezés, eszköz található.

Az **állapotfüggő karbantartás**, amikor a berendezéseken időszakosan vagy folyamatosan műszeres állapotvizsgálatot (műszaki diagnosztika) végzünk. Minden gépnél megfigyelhető, hogy a meghibásodásuk előtt, illetve a meghibásodási folyamat kezdeti stádiumában, az adott gépre jellemző állapotváltozók valamilyen figyelmeztető jelzést mutatnak, amelyek különböző mérési technikákkal érzékelhetők. Ezt a tevékenységet általában a gyártó utasításainak megfelelően tervezzük meg és ütemezzük.

A **Teljes körű Hatékony karbantartás (TPM)** amely a termelésirányítás, a minőségbiztosítás és a megbízhatóság alapú karbantartás összekapcsolásával jött létre. A TPM a tömegtermelést végző cégeknél alkalmazható nagyon eredményesen.

5.1. A gépfenntartás fogalomrendszere

Gépfenntartás alatt azt a műszaki, gazdasági tevékenységet értjük, amely a gépek állandó, rendeltetésszerű használatát biztosítja és tartalmazza az ezzel kapcsolatos ápolási, karbantartási, felújítási műveleteket, illetve az ezzel kapcsolatos nyilvántartási és ügyviteli feladatokat is. Továbbá magába foglalja az állapot-meghatározást is és az állapotjavítást is.

A gépfenntartás tevékenységei:

- **Gépbeszerzés:**
A gazdaságos üzemeltetés és a fenntartás szempontjából a legmegfelelőbb géptípus kiválasztása.
- **Üzembehelyezés:**
Új vagy javított gépek termelési folyamatba állítása, megelőző ellenőrzési, beállítási és bejáratási műveletek elvégzése.
- **Karbantartás:**
A karbantartás feladata a fizikai elhasználódási folyamat késleltetése, a megbízható működés szinten tartása.
- **Javítás:**
A javítás feladata az üzemképesség, az előírt megbízhatósági szint helyreállítása.
- **Selejtezés:**
A műszaki szempontból már nem rentábilis gépek értékesítése használt gép vagy ócskavas formában.

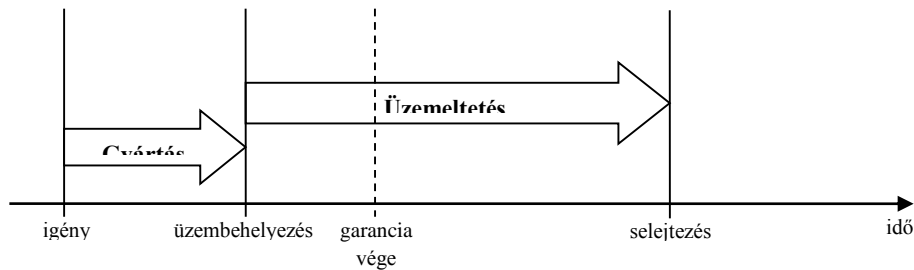
A fenntartás gazdaságossága

A gépfenntartás gazdaságosságát, eredményességét a következő tényezők befolyásolják:

- a gépek, berendezések szerkezeti jellemzői,
- az állóeszköz állomány összetétele,
- a karbantartási rendszer megválasztása,
- az üzem és munkaszervezés,
- a személyi és tárgyi feltételek

5.2. A gépélelciklus fő-és mellékfolyamatai

Gépélelcikluson azt az időrendi folyamatot értjük, amely a gép tervezésétől a selejtezéséig tart és különböző életszakaszokból áll. A gyakorlati alkalmazás szempontjából a legfontosabb életszakasz az üzemeltetés. A gépélelciklus főfolyamata a berendezés tervezése, legyártása, telepítése, üzemeltetése és a selejtezése, melyet a következő ábra szemléltet.



69. ábra: A gép élelciklusa

A gépélelciklus mellékfolyamatai a gépek műszaki állapotjellemzőinek ellenőrzése [be- és után állítása], kenése-olajozása valamint a gépápolás.

Az **első szakasz** azzal kezdődik, hogy igény jelentkezik valamilyen új gépre, berendezésre, amely megfelelő kutatási, tervezési és gyártási folyamatok révén készül el. A **második szakasz**, az üzemeltetés ideje alatt a gépek, berendezések fokozatosan veszítenek használhatóságukból, míg végül meghibásodnak és további üzemeltetésük vagy nem lehetséges, vagy nem gazdaságos. A meghibásodás nélküli üzemeltetéssel kapcsolatos tevékenységek meghatározása a karbantartás tervezési feladata. Itt határozzák meg, hogy a gépet, a berendezést mikor kell a termelésből kivonni helyreállítás céljából. A gép üzemeltetése alatt az adott gépre, berendezésre jellemző állapotváltozók általában romlanak, a javítási és karbantartási munkák eredményeként pedig javulnak.

A **harmadik szakasz**, amikor a gépek, berendezések üzemeltetése nem gazdaságos. Ezt nevezzük végleges üzemén kívül helyezésének, megszűnésének, vagyis a selejtezésnek. A gép végleges selejtezésekor három nagy csoportot képezhetünk az alkatrészekből:

- **Újrahasznosítás**
Ide azok az alkatrészek sorolhatók, amelyek visszaépíthetők vagy mint felújított alkatrészeket visszaépítik eredeti helyükre.
- **Megsemmisítés**
A nem hasznosítható alkatrészeket, vagy egyéb hulladékokat (pl. fáradt olaj, műanyag alkatrészek, textíliák stb.) a környezetvédelmi előírások betartásával megsemmisítik.
- **Tárolás**

Azokat a veszélyes hulladékokat, amelyek megsemmisítése technikai okok miatt nem lehetséges vagy nem gazdaságos, igen szigorú környezetvédelmi előírások betartásával tárolni kell.

5.3. Karbantartási stratégiák

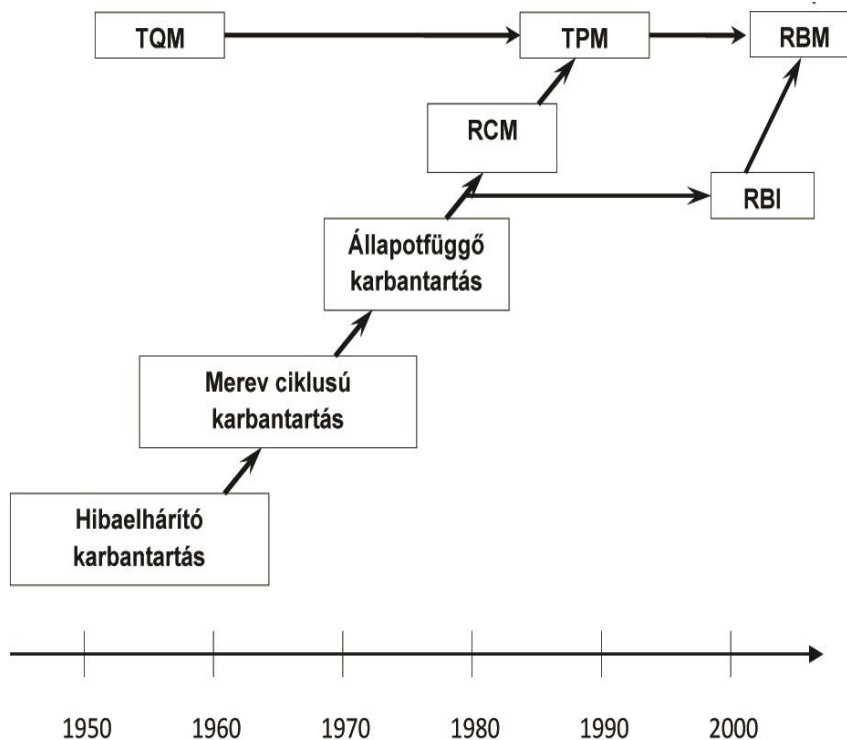
A stratégia fogalma a Wikipédia megfogalmazása szerint: "A stratégia cselekvések egy hosszabb távú terve egy bizonyos cél elérése érdekében, ami gyakran az úgymond „győzelem” vagy problémamegoldás. Megkülönböztetjük a taktikától és az azonnali akcióktól, mivel a stratégia a cselekvések és azok végrehajtásához szükséges erőforrások biztosítását időben kiterjedten gondolkodva tervezi meg."

A karbantartás fejlődése követte a termelésben bekövetkezett technológiák fejlődését. Ez részben a karbantartási technológiák korszerűsödésében mutatkozott meg. Hosszú folyamatokon keresztül fejlődtek ki a mai karbantartási rendszerek, stratégiák a mai szintre. Az egyes karbantartási rendszerek alkalmazását időben nem lehet mereven lehatárolni.

A karbantartási műveletek tervezése nem egyszerű feladat, ezt nem az ipari gépész végzi, ezért csak röviden foglalkozunk a témakörrel.

A gépek karbantartása, javítása során több rendszer alakult ki (2. ábra):

- hibaelhárító karbantartási rendszer
- merev ciklusú karbantartási rendszer
- állapotfüggő karbantartási rendszer
- teljes körű hatékony karbantartás [TPM]
- megbízhatóság központú karbantartás (Reliability Centred Maintenance, RCM)
- kockázat alapú karbantartás (Risk Based Maintenance, RBM)



70. ábra Karbantartási stratégiák fejlődése³⁰

5.3.1. Hibaelhárító karbantartási rendszer

Hibaelhárító karbantartási rendszer azt jelenti, hogy a gépeket a szükséges ápolás, napi karbantartás mellett meghibásodásukig üzemeltetjük. A javítás elsősorban a meghibásodott géprészekre, alkatrészekre terjedt ki. Ez a legrégebbi és a legegyszerűbb karbantartási stratégia. Előnye, hogy a berendezés maximálisan kihasználható, nem igényel tervezést. Hátránya, hogy a meghibásodás nem tervezhető, a váratlan hiba megszakítja a termelést, nagy raktári készletet igényel. A javítások átfutási ideje hosszú.

5.3.2. Merv ciklusú karbantartási rendszer

Merv ciklusú karbantartási rendszer vagy más néven a tervszerű megelőző karbantartás (TMK).

A TMK célja a váratlan meghibásodások elkerülése, ezért a karbantartási ciklusokat a gépkönyvi előírások és az üzemi tapasztalatok alapján, statisztikai módszerek segítségével határozzuk meg és tervezést igényel.

A merv ciklusú karbantartás lényege, hogy a tényleges állapot figyelmen kívül hagyásával, az előre meghatározott teljesítmény és üzemidő adatok alapján a berendezésen ápolási, felújítási tevékenységet végzünk, alkatrészeket, részegységeket cserélünk. Ezáltal

³⁰ <http://www.delta3n.hu/gepvedelem/karbantartasi-strategiak-fejlolese>

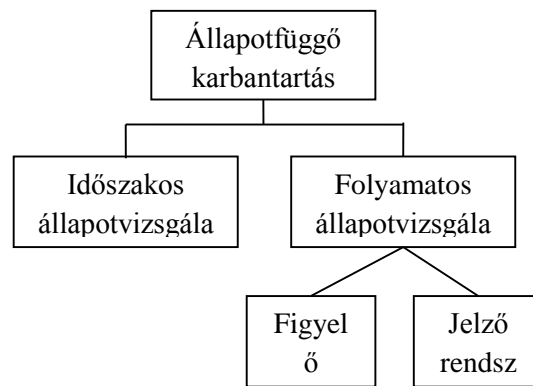
csökken annak a valószínűsége, hogy a gépek, a berendezések a javítás előtt működésképtelenné válnak.

Merev ciklusú karbantartási rendszer előnyei, hogy a javítási, karbantartási munkák tervezhetők és szervezhetők, a karbantartó személyzet munkája, anyagbeszerzés tervezhető és csökken a gépmeghibásodások száma és a termelés kiesés. Hátránya, hogy nagyok a karbantartási és javítási ráfordítások, a javítások gyakorisága miatt jelentősek a fenntartási költségek, nagy raktárkészletet és szakszemélyzetet kell fenntartani.

5.3.3. Állapotfüggő karbantartási rendszer

Állapotfüggő karbantartási rendszer alapja, hogy a berendezéseken időszakosan vagy folyamatosan műszeres állapotvizsgálatot (műszaki diagnosztika) végeznek. Minden gépnél megfigyelhető, hogy a meghibásodásuk előtt, illetve a meghibásodási folyamat kezdeti stádiumában a komponensek valamilyen figyelmeztető jelzést mutatnak, amelyek különböző mérési technikákkal érzékelhetők. Ezeknek a jeleknek az érzékelésével és feldolgozásával foglalkozik a műszaki diagnosztika.[2]

A gép, berendezés műszaki állapotának rendszeres figyelése, dokumentálása, az elhasználódás törvényszerűségeinek feltárása alapján határozzák meg a javítás várható időpontját, várható mértékét.



71. ábra: Állapotfüggő karbantartás elvi vázlata

Időszakos állapotvizsgáló

Az időszakos állapotvizsgálatkor a felülvizsgálatok időpontjait, időközzeit a gépek elhasználódási sajátosságainak figyelembevételével előre megállapítják és az éves vizsgálati tervben rögzítik.

A vizsgálati terv tartalmazza a vizsgálatok időpontjait, a mérési ciklusidőket, a mérések célját, tárgyát, módszereit és műszereit. A vizsgálatok tárgyát, témáját, eszközeit mérési utasításban adják meg.

A mérés többnyire hordozható kézi műszerekkel történik, ezt követi az adatok kiértékelése, elemzése.

Folyamatos állapotvizsgáló

A folyamatos állapotvizsgáló céljaira, a gépekre szerelt érzékelők, műszerek, számítógéppel gyűjtött adatok és feldolgozott információk szolgálnak. A működést és állapotellenőrzést beépített érzékelők és műszerek folyamatosan, illetve mintavételezen

végzik. A beépített készülékek jellegének megfelelően jelző és figyelőrendszereket különböztetünk meg.

5.3.4. Teljes körű Hatékony Karbantartás

A Teljes körű Hatékony Karbantartás (**Total Productive Maintenance, TPM**) egy Seiichi Nakajima által kifejlesztett menedzsment koncepció, olyan karbantartási filozófia, amely a termelésirányítás, a minőségbiztosítás és a megbízhatóság alapú karbantartás összekapcsolásával jött létre. Egy vezetési folyamat, amely biztosítani hivatott, hogy a szervezet folyamatosan megfeleljen a fogyasztók igényeinek. A TPM a tömegtermelést végző cégeknél alkalmazható nagyon eredményesen.

Az ISO9001-9003 minőség- rendszerek [Total Quality Management] bevezetése után folyamatosan fejlődik

A TPM célját 1971-ben fogalmazta meg a JIPE (Japan Institute of Plant Engineers), mégpedig a gyártásra vonatkozóan:

- a berendezések hatékonyságának maximalizálása,
- a berendezések teljes élettartamára kiterjedő fenntartási rendszer kialakítása,
- minden, a berendezéssel kapcsolatos részleg (tervező, felhasználó, karbantartó) bevonása a működésébe,
- a dolgozók bevonása az első számú vezetőtől a gépkezelőig,
- a PM (Plant Maintenance -- üzemfenntartás) csoportmunkában végzése.

A TPM céljai

A TPM céljai, kitűzött feladatai a következők:

- a gépi állásidők csökkentése, a gyártórendszer rendelkezésre állásának optimalizálása, a termékminőség által okozott veszteségek kiküszöbölése,
- a kitűzött célok megvalósítására képes, autonóm karbantartó szervezet kinevelése, folyamatos továbbképzése és a termelő csoportmunkában történő foglalkoztatása,
- folyamatos problémamegoldó és javító intézkedések végzése,
- a költségek minimálisra csökkentése, előre meghatározott túlélés lehetőségének a biztosítása, maximális hatékonyságú termelőszervezet kialakítása.

A TPM stratégia

A TPM stratégia főbb jellemzői:

- Vevő központúság: az alkalmazottak bevonása a döntési folyamatokba,
- Az elnevezésbeli teljes kifejezés értelme: a teljes vállalati hatékonyság „nulla-hibaszázalékú” (zero- deffect) zavarmentes üzemeltetés, a teljes dolgozói létszám bevonása a döntési folyamatokba és a megvalósításba, továbbá a folyamatos problémamegoldó és rendszerjavító tevékenység.[2]

5.4. Karbantartás alapvető szabályai

A biztonságos karbantartás öt alapvető szabálya:

- Tervezés
- A munkaterület biztonságossá tétele
- Megfelelő felszerelés használata

- Terv szerinti munkavégzés
- Végso ellenörzések

Tervezés:

A karbantartást megfelelő tervezéssel kell kezdeni. Kockázatértékelést kell végezni, és a munkavállalókat be kell vonni ebbe a folyamatba. A munkavállalók részvétele a tervezési folyamatban nemcsak a karbantartási munka biztonságát, hanem minőségét is növeli.

A tervezési szakaszban a következő kérdésekkel kell foglalkozni:

- A feladat meghatározása
- Kockázatértékelés, vagyis azonosítani kell a lehetséges veszélyeket pl.: elektromos áram, nehezen hozzáférhető alkatrészek
- A biztonságos munkavégzési rendszereket meg kell határozni pl.: egyéni védőeszközök, ellenörző készülékek
- A tevékenységhez szükséges idő és erőforrások meghatározása
- A karbantartó és a termelő személyzet, valamint minden más érintett fél közötti kommunikáció meghatározása
- Szakértelem és megfelelő képzés

A munkaterület biztonságossá tétele:

A kockázatértékelés során a tervezési szakaszban kidolgozott eljárásokat életbe kell léptetni. Például ki kell kapcsolni a berendezés áramforrását, alkalmazni kell a megegyezés szerinti lezáró rendszert. Ki kell tenni egy figyelmeztető táblát, amelyen feltüntetik a lezárás napját és időpontját. A munkavállalóknak ellenörizniük kell, hogy biztonságosan meg tudják-e közelíteni és el tudják-e hagyni a munkaterületet a munkaterv szerint.

Megfelelő felszerelés használata:

A karbantartási feladatot végző munkavállalóknak megfelelő szerszámokkal és felszereléssel kell rendelkezniük, amely eltérhet az általában használttól. A használandó **felszereléseket és eszközöket** a munkáltatóknak kell biztosítani, szükség esetén használati utasításukkal együtt.

Terv szerinti munkavégzés:

A munkát a meghatározott biztonságos munkavégzési rendszerek és a munkahelyi szabályok betartása érdekében nyomon kell követni. A biztonságos eljárásokat időszükében is követni kell. Váratlan események esetére új eljárásokat kell kialakítani.

Végso ellenörzések:

A karbantartási folyamat végén ellenörzéseket kell végezni annak biztosítására, hogy a feladatot teljesítették, hogy a karbantartott egység biztonságos állapotban van, hogy a karbantartási folyamat során keletkezett valamennyi hulladékot eltakarították. Utolsó lépésként jelentést kell készíteni, amely leírja az elvégzett munkát és tartalmazza a felmerült nehézségekkel kapcsolatos észrevételeket.

5.5. Gépek üzembe helyezése előtti feladatok

Üzembehelyezés: új vagy javított gépek termelési folyamatba állítása, megelőző ellenőrzési, beállítási és bejáratási műveletek elvégzése. Az első üzembehelyezés módja döntő lehet a gép, a berendezés megbízható üzemeltetésére és az elhasználódás mértékére, ami végül is a fenntartási munkákra van hatással.

Ezt a feladatot a berendezést gyártó cég vevőszolgálati szakemberei végzik. Ennek során ellenőrzik a gép vagy berendezés épségét. Eltávolítják a konzerváló anyagokat. A telepített gépeknél és berendezéseknél el kell készíteni a gépkönyv szerinti alapozást.

Energiaellátás: gondoskodni kell az energiacsatlakozásokról, az energiahordozók folyamatos ellátásáról. A gépeket feltöltik üzem- és kenőanyaggal, ill. ellenőrzik azt.

Bejáratási műveletek: beindítás után ellenőrzik a működését, hogy az előírt biztonsági követelményeknek megfeleljen-e, illetve az adott gépre jellemző állapotváltozókat.

Üzemeltetési engedélyek, nyilatkozatok: A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény és végrehajtási rendelete értelmében meghatározott a gépek, a berendezések és munkaeszközök üzembe helyezésének feltétele, az adott berendezés, munkaeszköz megfelelőség-vizsgálatán alapuló, vizsgálat eredményét is tartalmazó, akkreditált szervezet által kiadott vizsgálati jegyzőkönyv.

- **EK megfeleléségi nyilatkozat:** a gyártó vagy az Európai Közösségben letelepedett meghatalmazott képviselője írásbeli nyilatkozata arról, hogy a gép vagy a külön forgalmazott biztonsági berendezés megfelel a jogszabályban előírt biztonsági előírásoknak.
- **EK típusvizsgálati tanúsítvány:** a tanúsító szervezet által kiadott dokumentum annak igazolására, hogy a gép vagy biztonsági berendezés típusmintája a jogszabályban előírt biztonsági előírásoknak megfelel.

Ismételt üzembe helyezés: már az üzemeltető feladata. Ennek főleg a karbantartás, felújítás után van jelentősége, amikor újra üzembe állítjuk a berendezést.

5.5.1. Gépalapozás

A gépalapozás és a vízszintbe állítás befolyásolhatja a gép, a berendezés megmunkálási pontosságát és az élettartamát.

Gépeket, berendezéseket általában nem a talajra helyezik, hanem rendszerint rugalmas alátámasztást, ritkábban merevebb gépalapot készítenek számára.

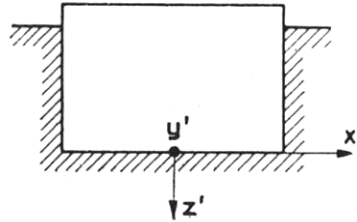
A gépalapozás feladata, hogy a gép ne jöjjön rezgésbe és a környezet felé se keltsen rezgéseket, illetve a környezetből se vegyen fel rezgéseket. A rezgésvédelem szoros kapcsolatban van a munkahelyek és lakóhelyek zajvédelmével. A rezgésvédelem két alapvető típusa az **aktív** és a **passzív rezgésvédelem**.

Aktív rezgésmentesítéskor a gép rezgéseinek nagyságát és a rezgések tovaterjedését korlátozzuk.[pl.: kovács gépek]

Passzív rezgésmentesítéskor a környezetből származó rezgéseket kívánjuk távol tartani valamely berendezéstől [pl.: CNC megmunkálóközpont vagy nagy pontosságú mérőgépek telepítésekor].

Gépalapozás során az alábbi típusok valamelyikét, esetleg kombinációját alkalmazzuk:

- Tömbalapok: vasbetonból, betonból készült, viszonylag nagy tömegű tömbök.



72. ábra: Tömbalap³¹

- Keretalapok: vasbeton- vagy acélszerkezet, főleg turbináknál alkalmazzák.
- Falazott alapok: talplemezből és arra épített falakból állnak, melyek a gép hossz tengelyével párhuzamosak.
- Cölöpök alkalmazásával elérhetjük a talaj teherbírásának növelését, vagy a rugózás keményítését.
- Rugalmas gépalátétek: kisebb gépeket elegendő rugalmas alátétek közbeiktatásával az üzem talaján elhelyezni. Helyesen méretezett vagy kiválasztott alátétekkel elérhetjük, hogy az aktív és passzív rezgésmentesítés feladatát egyszerre lássák el.

5.6. Gépek diagnosztikai vizsgálata

A műszaki diagnosztika a gépállapot meghatározását jelenti a diagnosztikai jelek alapján. Ez a diagnosztikai jel vagy másként diagnosztikai paraméter alkalmas a gépállapotnak a gép szétszerelés nélküli meghatározására.

A diagnosztikai paraméterek rendszeres figyelése, dokumentálása, az elhasználódás törvényszerűségeinek feltárása alapján határozzuk meg a javítás várható időpontját, várható mértékét.

A gépek állapotát az üzemi jellemző értelmezi. Ilyen üzemi jellemző többek között például a csapágyjáték, a szeleprugó nyomóereje, a hőmérséklet, a nyomás viszonyok.

Az üzemi jellemzők egy része a gép használatától függően változik, utal az elhasználódás mértékére. Más üzemi jellemzők a működés jelzésére alkalmasak.

Az üzemeltetés során a gép funkcióképessége csökken, az alapvető üzemelési jellemzők az előírt értéken belül megváltoznak, a beállított értékek elállítódnak.

Az üzemi jellemzők egyszerű [csak egy jellemző jelet mutat] vagy összetett [az egyszerű jellemzők sorozatát mutatja] módon írják le a gépek állapotát.

A diagnosztika célja a működés ellenőrzése vagy a hiba feltárása.

A **működési diagnosztika** a kifogástalan működéshez és a gép gazdaságos üzemeltetéséhez szükséges működési- és üzemi jellemzők mérésére irányul. Ide

³¹ FARKAS J.: 1974; Fémszerkezetek; 1974; Budapest; Tankönyvkiadó

sorolhatók azok a vizsgálatok, amelyek új gyártású vagy javított gép vagy részegység végellenőrzése során a minőségellenőrzésre vonatkoznak.

A **hibadiagnosztika** alatt a gép elhasználódási (károsodási) állapotának meghatározását értjük. Ilyen például: a kopási állapot vagy a fáradás meghatározásához szükséges diagnosztikai eljárás.

A gép állapotát meghatározó jellemzők közvetlen vagy közvetett módszerekkel határozhatók meg.

A **közvetlen diagnosztikánál** a gép vagy a részegység állapotát az üzemi jellemző közvetlen mérésével határozzuk meg. Ilyen eljárás például a hajtómű fogaskerék kopása endoszkóppal közvetlen látható, ill. a foghézag ólomhuzalos méréssel meghatározható.

Közvetett diagnosztika esetén a gép állapotát több üzemi jellemző mérésének eredményéből korrelációs összefüggés alapján határozzuk meg. Például: egy hajtómű meghibásodását (fogaskerék vagy csapágymeghibásodás) rezgés vagy zajmérés alapján ítéljük meg.

A gép állapotát meghatározó jellemzők ellenőrzése, beállítása történhet az eljárás pontosságától függően szubjektív vagy objektív vizsgálatokkal.

Szubjektív vizsgálatok:

- Szemrevételezés
- Hallás
- Szaglás
- Tapintás

Rendszerint érzékszervi vizsgálatok, amikor a működési jellemzők pontos értékeit csak becsülni tudjuk.

Objektív vizsgálatok:

- Hőmérséklet
- Nyomás
- Fordulatszám
- Folyadékmennyiség
- Gyorsulás-lassulás
- Nyomaték,
- Teljesítmény
- Villamos jellemzők,
- Kopás
- Zaj-rezgés
- Működési pontosság
- Tömörség

A gép állapotát mérőeszközökkel, mérőberendezésekkel, az adott célra kifejlesztett próbapadokkal határozzuk meg.

5.6.1. Zaj- és rezgésvizsgálat

A gépek alkatrészeinek működés közbeni alternáló mozgása, egymáshoz ütődése, felületi és geometriai hibák, a forgó mozgású alkatrészek kiegyensúlyozatlansága a rendszer elemeiben rezgőmozgást okoz.

A rezgésvizsgálatok alapelvei:

- Minden működő gép összetett rezgéseket kelt.
- Az egyes rezgésösszetevők frekvenciája rámutat egy-egy gépelemre vagy hibára.
- Az egyes rezgésösszetevők amplitúdója utal a hiba súlyosságára.
- Az emelkedő rezgésszint romló gépállapotra utal.
- Az a frekvencia, amelyen a rezgésszint emelkedik, megmutatja a romló állapotú gépelemet.

Egy gépelem rezgési frekvenciájának megjelenése nem jelent feltétlenül hibát!

A gépek üzemi rezgésszintjéhez tartozó frekvenciás rezgések műszeres vizsgálatokkal érzékelhetők. A gépek, a berendezések műszeres rezgésvizsgálatakor a mechanikai rezgéseket villamos jellé kell átalakítani és így a mechanikai rezgések jellemzőit tartalmazó villamos jeleket mérjük, ill. elemezzük.

A rezgésmérés alkalmas csapágyak, fogaskerekek, mechanikus hajtóművek, hidraulikus rendszerek, villamos forgógépek, ill. minden olyan részegység, fődarab vizsgálatára, amelyekben az alkatrészek elhasználódása, kiegyensúlyozatlansága rezgést kelt. A forgó alkatrészek tömegeloszlási hibája. Kialakulása gyártási, szerelési vagy üzemelési okokra vezethető vissza. Tökéletesen kiegyensúlyozott forgó alkatrésztől nem beszélhetünk, a jelenséget akkor tekintjük hibának, ha mértéke egy bizonyos szintet meghalad.

Néhány példa a rezgés vizsgálatra:

- A gépek, gépegységek kiegyensúlyozatlanságára jellemző, hogy az axiális irányú rezgések nagyon kicsik, míg a radiális rezgések nagyok.
- Két gépelem csavarkötés vizsgálatakor mindkét oldalon mérünk rezgéseket, ha a két oldalon letérés van, akkor laza a csavarkötés.
- A tengelykapcsoló hibáit arról lehet felismerni, hogy nagy axiális és radiális rezgéseket mérünk.

A zajmérés berendezései ugyanolyanok, mint a rezgésvizsgálathoz használtak, azzal a különbséggel, hogy a zaj érzékelésére a gép, ill. a zajkeltő elem közelébe mikrofont helyezünk el a rezgésérzékelő helyett.

5.6.2. Termovíziós hőmérsékletmérés

A gépek, berendezések üzemi hőmérséklete, hőeloszlása, termikus tulajdonságai, hőtani viselkedése fontos működési jellemző. Az ideális üzemi hőmérséklettől való eltérések jelzik a működési, gyártási gondokat, hiányosságokat. Ezért a hőmérséklet-eloszlás mérések fontos helyet foglalnak el a Teljes körű Hatékony Karbantartás támogatásában, az energiatakarékos programokban, és az anyagok tulajdonságainak tanulmányozásában, vagy a gyártásfelügyeletben.

A hőszugárzás mérésen alapuló diagnosztika előny, hogy a vizsgálat a gép, berendezés normál üzeme közben történik. A vizsgálat feltétele, hogy a vizsgálandó részegység által kibocsátott sugárzás mérhető, értékelhető legyen.

Az infravörös érzékelők árának csökkenésével, az egyre megbízhatóbb elektronikák alkalmazásával, a szolgáltatott információk, hőterképek hasznosságának vitathatatlan előnyével a termokamerák használata gyorsan terjed.

A hőmérsékletmérést az alábbi tényezők befolyásolják:

- A mérendő tárgyról visszaverődő hősugarak
- A mérendő tárgy és a mérőeszköz közötti közeg
- A mérőeszköz felépítése, rendszere
- A mérendő tárgy emissziós tényezője

5.6.3. Ultrahangos hibakeresés

Ipari gépek és berendezések (pneumatikus, hidraulikus rendszerek – berendezések, hálózatok) a működés során ultrahang jeleket bocsátanak ki, amelynek segítségével a hibák korai fázisban is feltárhatók.

Ultrahangnak nevezzük az összes 20 kHz feletti hanghullámok terjedését, amelyek az emberi hallásküszöb feletti frekvenciatartományba esnek.

Spontán módon is keletkeznek ultrahang jelek, például:

- Gépelemek sűrűlódása során, folyadék és gáz közeg áramlási sűrűlódásából.
- Nagynyomású tartályokból, vezetékeken lévő repedésekből ki-áramló közeg sűrűlódási hangjai szélessávú jelként jelentős ultrahang tartalommal jelennek meg.
- Ütések, ütközések, törések, repedések, hangjai is nagyfrekvenciás összetevőkben gazdag jelet adnak.
- Ilyen módon az elektromos szikrák, ívkisülések is hasonló spektrális tulajdonságúak.

Az ultrahang tulajdonságai olyanok, hogy 40 kHz környékén ideális megfigyelni az akusztikus hullámok terjedését a levegőben és a fémekben. Az ultrahang rendkívül széles körben alkalmazható az egészségügytől kezdve az ipari alkalmazásokig.

Néhány példa az ipari alkalmazásra:

- roncsolás mentes anyagvizsgálatok,
- anyagszerkezet-kutatás,
- műszaki diagnosztika,

A hiba meghatározásához, a hibakereséshez, szükségünk van olyan eszközökre, amelyek e hangok mérését lehetővé teszik, és alacsonyabb frekvencia-tartományba való transzformálással és felerősítéssel számunkra hallhatóvá teszik.

Érintkezései vizsgálat: Megkülönbözteti az ultrahangokat, amiket egyes belső komponensek generálnak. [pl.: csapágyak, hajtóművek, szivattyúk, szelepek]

5.6.4. Olajvizsgálatok

A gépek, berendezések üzemeltetési költségeinek jelentős hányadát teszi ki a kenőolaj. Éppen ezért azok tisztaságára feltétlenül ügyelni kell. A műszaki diagnosztika fejlődésével lehetőség nyílt a kenőanyag elhasználhatóságának és a kenési rendszerekben végbemenő változások vizsgálatára is.

A kenőanyagokban a rendeltetésszerű használat során fizikai és kémiai [oxidáció, hőhatás] változások mennek végbe. Ismerni kell továbbá a kenőanyag viszkozitását és egyéb jellemzőit. A nem kívánt változások az alkatrészek kopásához, meghibásodáshoz vezet.

Az olajjal kent alkatrészek kopása mikroszkopikus szemcséket juttat az olajáramba. A szemcsék anyaga, alak-jellemzői és mennyisége jellemzi az adott kopási folyamatot és felhasználható az alkatrészek állapotának jellemzésére. Az olajban lévő kopástermékek mennyisége és minősége különböző vizsgálatokkal meghatározható.

Ezek a következők:

- színeképelemzéses olajvizsgálat
- részecskevizsgálat
- aktivációs kopásvizsgálat
- ferrográfia[5]

Kenőanyag vizsgálatának lépései:

- Kenőanyag minta vétele
- Gyorstesztek elvégzése
- Laboratóriumi vizsgálatok
- Értékelés és dokumentálás
- Ok-okozat összefüggések, megállapítások megtétele

A kenőanyag minták vizsgálati adatait számítógépes program dolgozza fel és az eredményeket táblázatos- vagy grafikus formában jeleníti meg.

5.7. A pneumatikus és hidraulikus berendezések karbantartása

A gépek, berendezések vezérléséhez szervesen kapcsolódik pneumatikus és hidraulikus rendszerek karbantartása, javítása, felújítása.

A jegyzet korlátozott terjedelme, a pneumatikus és hidraulikus technika rohamos fejlődése miatt nem törekszünk a teljes karbantartási ismeretek és hibabehatárolási módszerek ismertetésére.

5.7.1. Pneumatikus rendszerek karbantartása

Félautomata, automata gépek szinte elképzelhetetlenek pneumatikus működtetés nélkül. Olyan alternáló mozgások esetében, ahol két végpont között kell a működtetést megoldani és a vég vagy közbülső helyzetek nem igényelnek pontos pozicionálást, pneumatikus munkahengerekkel történik a mozgítás.

Pneumatikus rendszerek csoportosítása:

- Kis nyomású berendezések [$p < 0,2$ bar]
- Normál nyomású berendezések [$p = 0,2 \dots 2$ bar]
- Nagy nyomású berendezések [$p = 2 \dots 10$ (16) bar]
- Igen nagy nyomású berendezések [$p > 16$ bar]

Pneumatikus rendszerek felépítése, elemei:

- Kompresszorok
- Hűtők

- Szárítóberendezések
- Vezetékek
- Légtartályok
- Biztonsági szelepek
- Munkavégző elemek
- Vezérlőelemek
- Érzékelők és erősítők
- Tartozékok

A **szállító közeg** legfontosabb jellemzői: a nyomás, hőmérséklet, sűrűség, viszkozitás, sebesség.

Egy pneumatikus rendszer hibátlan működéséhez elengedhetetlen a táplevegő szűrése, olajozása. A sűrített levegő tisztítását, víztelenítését, olajozását, a levegő előkészítő egységek oldják meg. Minden pneumatikus rendszerhez nyomáscsökkentőjéhez csatlakoztatható a szekunder levegő nyomásának mérésére alkalmas helyi vagy elektronikus nyomásmérő. Ez által az adatok kiértékelhetőek, megfigyelhetőek.

Az ápolással és karbantartással kapcsolatos teendőket a gépkönyvben a gyártó összefoglalja naponkénti, hetenkénti és havonkénti bontásban.

Soha ne dolgozzon nyomás alatt lévő berendezésen!

A hibát a gép technológiai folyamatának vagy a vezérlőrendszer megváltozásából észlelhetjük. Ha a gép, berendezés elektropneumatikus vezérlőrendszerrel készült legjobb, ha elektronikához értő szakemberrel végezzük a hibakeresést és a hibaelhárítást.

A karbantartás során ellenőrizni kell:

- A nyomás viszonyokat
- A szivárgást
- A leeresztő szűrőket
- Az olajozókat
- A csővezetéseket
- A munkahengereket
- A jeladókat
- A szelepeket.

A nem megfelelő típusú kenőanyagok használata veszélyezteti az alkatrészek megfelelő működését és gyorsítja azok kopását.

5.7.2. Hidraulikus rendszerek karbantartása

A hidraulikus berendezéseket a modern termelési és gyártási eljárásokban alkalmazzák. Hidraulikán értjük a munkafolyadékok által létrehozott erőket és mozgásokat, az energiaátvitel közege folyadék.

Hidraulikus berendezések csoportosítása:

- telepített hidraulikus berendezések [elektromágneses szelepeket alkalmazunk]
- mobil hidraulikus berendezések [a szelepek általában közvetlenül kézi működtetésűek]

Hidraulikus rendszerek felépítése, elemei

- Szivattyúk és motorok
- Útszelepek
- Nyomásirányítók
- Áramirányító szelepek
- Záróelemek
- Munkahengerek
- Kiegészítő szerelvények
- Mérőműszerek
- Vezetékek

A hidraulikus rendszerben a folyadék, mint energiaközvetítő elem szerepel, ugyanakkor a folyadékot számos igénybevétel éri és érheti. A hidraulikus rendszerek üzemeltetésekor a legfontosabb szempont, hogy az előírt minőségű és mennyiségű folyadékot használják, illetve azt a megadott üzemidő vagy elhasználódás után cserélik ki. A hidraulikus rendszerekben alkalmazott folyadékokkal szemben az alábbi követelmények fogalmazhatók meg:

- mentes legyen a szilárd fázisú anyagoktól
- jó kenőképességgel rendelkezzen
- megfelelő viszkozitása legyen
- jó hőátadási képessége legyen
- alacsony dermedéspontú
- ne habosodjon
- ne képezzen emulziót
- ne legyen lerakódásra hajlamos
- ne oxidálódjon
- ne okozzon korróziót

Ha megbízhatóan üzemelő hidraulikus rendszert szeretnénk, akkor az alábbi hibákat kerülni kell:

- Rossz nyomásbeállítás
- Olajcsere-problémák
- Túlmelegedés
- Nem a legjobb olajtípus használata
- Problémamegoldás koncepció nélküli alkatrész csereberével
- Nincs rendszeres ellenőrzés, mert nincs hozzá kidolgozott utasítás

Hidraulikus berendezéseknél a szennyeződés számtalan üzemzavart okoz. A berendezések megfelelő üzemeltetéséhez és karbantartásához ismerni kell a gépre vonatkozó folyadék ajánlásokat, és megfelelő szűrőket kell választani.

Az üzemeltetési és karbantartási ismeretekkel kapcsolatban további információ található a felhasznált irodalomban felsorolt szakkönyvekben és honlapokon.

Felhasznált irodalom

- [1] EN 13306 Európai szabvány <http://osha.europa.eu>
- [2] <http://www.delta3n.hu/gepvedelem/karbantartasi-strategiak-fejlo%C3%A9se>
- [3] POKORÁDI LÁSZLÓ, Karbantartás elmélet elektronikus tansegédlet, 2002
- [4] <https://osha.europa.eu/hu/topics/maintenance/index.html>
- [5] Dr. Sólyomvári Károly-Szegedi Attila, Karbantartás, tanulmányi segédlet, Nyíregyháza, 2007
- [6] Lipovszky György - Sólyomvári Károly - Varga Gábor: Gépek rezgésvizsgálata és a karbantartás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- [7] <http://www.bkvibro.com/products/handhelds/vibrotest-60.html>
- [8] www.tribologic.hu
- [9] <ftp://physics2.kee.hu/Denes/hidraulika,pneumatika%20betekint%F5.pdf>
- [10] <http://www.karbantartasfejlesztas.hu/kf-cikkek/43-25-resz-hidraulikus-rendszerek-leggyakoribb-uzemeltetesi-hibai>
- [11] 0007_11-Szerelés_es_karosszériagyártás
- [12] Szabó József Zoltán - Gépipari szerelés
- [13] Tartalomelem: Hervay Péter: Gyalugép, gyalulás; NSZFI
- [14] FESTO Bevezetés az elektropneumatikába
- [15] Tartalomelem: Molnár István: Mozgásátalakítók, csigahajtás, csavarorsók felépítése, működése. Hibalehetőségek és javításuk; NSZFI
- [16] Tartalomelem: Karczub Béla: Pneumatikus alapkapcsolások és összetett vezérlések készítése rajzdokumentációja; NSZFI
- [17] SZILY TISZK TÁMOP 2.2.3.–07/1–2F–2008–0012 Pneumatika órai munkát segítő tananyag rész
- [18] <http://www.lib.uni-miskolc.hu/digital/>
- [19] Dr. Fazekas Lajos GÉPJAVÍTÁS II., Debrecen 2001.
- [20] MV. Kiadvány. BFI. forgácsoló gépek; 2012.
- [21] FESTO Bevezetés a hidraulikába
- [22] Módszertani füzetek; Munkabiztonság, Foglalkozás-egészségügy, baleseti ellátás; VDSZ; 2002.
- [23] ERF-2002-HU-B-01. PROJECT 4. MODUL; Karbantartás és szervezése II.
- [24] DR. BOÓR FERENC: BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA TANSZÉK; SZERELÉS ÉS TERVEZÉSE 1-3. RÉSZ. 2006.