

**IPARI GÉPÉSZ
MESTERVIZSGÁRA
FELKÉSZÍTŐ JEGYZET**

Budapest, 2021

Szerző: Mórocz Tibor

Lektorálta:
Mózer Ferenc

Kiadja:
Magyar Kereskedelmi és Iparkamara

Tartalom

Bevezető.....	6
1. Munka és üzembiztonság, Tűzvédelem tananyagegység.....	7
1.1 Munkavédelem.....	7
1.1.1. Munkavégzés tárgyi és személyi feltételei.....	8
1.1.2. Munkabiztonsági követelmények.....	8
1.1.3. Foglalkozás-egészségügy.....	9
1.2. Tűzvédelem.....	9
1.2.1. A tűzoltó készülékek.....	10
1.2.2. Teendők tűz esetén.....	11
1.2.3. Tűzveszélyes anyagok, tűzveszélyességi osztályok.....	11
1.2.4. Általános tűzvédelmi szabályok.....	11
1.3. Környezetvédelem.....	12
1.4. Elsősegélynyújtás.....	13
1.5. Gépészeti munka-, baleset-, tűz- és környezetvédelmi feladatok.....	15
1.5.1. Fémek kézi és kisgépes alakításának munkabiztonsága.....	15
1.5.2. Gépi megmunkálások munkavédelmi kérdései.....	18
1.5.3. A munkaeszközök veszélyei.....	19
1.5.4. Munkabiztonság a munkaeszközök működtetése kapcsán.....	20
1.5.5. Gépek biztonságtechnikai követelményei.....	20
1.6. Környezetvédelem.....	24
1.6.1. vízminőség-védelem.....	24
1.6.2. Légszennyezés csökkentésének módszerei.....	25
1.6.3. Hulladékkezelés a munkahelyen.....	26
1.6.4. Munkahelyi zaj- és rezgések elleni védelem.....	26
2. Hibafelmérés, karbantartások, javítások tervezése tananyagegység.....	27
2.1. Az üzemfenntartás fogalma, feladata:.....	27
2.2. A karbantartás fogalma, feladata:.....	28
2.2.1. A tero-technológia fogalma:.....	28
2.3. A karbantartási megoldások, eljárások csoportosítása.....	29
2.4. Hagyományos karbantartási stratégiák.....	30
2.4.1. Hibáig tartó üzemelés.....	30
2.4.2. A Tervszerű Megelőző Karbantartás (TMK).....	30
2.4.3. Állapotfüggő karbantartás (PdM).....	31
2.4.4. A Megbízhatóság Központú Karbantartás (RCM).....	32

2.5. Kockázat elemzésen alapuló karbantartási stratégiák	33
2.5.1. Kockázat, veszély fogalma [5]	33
2.5.2. A kockázatelemzés módszerei	33
2.5.3. A hibaelemzés módszerei	34
2.6. Teljeskörű hatékony karbantartás (TPM)	39
2.6.1. A TPM öt alappillére	40
2.7. CAD-CAM ismeretek [12].....	41
2.7.1. Számítógéppel segített technológiák (CAx technológiák)	41
2.7.2. Számítógéppel segített tervezés (CAD).....	42
2.7.3. CAD rendszerek osztályozása	42
2.7.4. Számítógéppel segített gyártási módszerek (CAM).....	43
2.7.5. Számítógéppel segített mérnöki számítások (CAE)	43
2.8. CAD rendszerek története.....	43
2.8.1. 2D rajzolóprogramok.....	44
2.8.2. 3D rajzolóprogramok.....	44
2.8.3. A számítógéppel segített rendszerek (CAx) integrációja	45
2.8.4. Számítógéppel integrált gyártás (CIM)	46
2.9. Műszaki dokumentáció	47
2.9.1. Technológiai dokumentáció	47
2.9.2. Rendszerek rajzai.....	48
2.9.3. Műszaki mérések	49
3. Karbantartás, javítás megvalósítása tananyagegység.....	55
3.1. A karbantartás alapvető szabályai	55
3.2. Gépek tönkremenetele. Kopások.....	56
3.3. Kopás	57
3.3.1. Kopásformák.....	59
3.4. Kifáradás	63
3.4.1. A kifáradási törések jellegzetességei	64
3.5.4. Szerelés	64
3.5.5. A szerelés szervezési formái	67
3.5.6. Szerelés szervezési alapformák:	68
3.6. Gépelemek szerelése.....	72
3.6.1. Tengelykapcsolók szerelése [1].....	72
3.6.2. Siklócsapágyak szerelése [5].....	77
3.6.3. Gördülőcsapágyak szerelése	78
3.6.4. Fogaskerekek, csiga és csigakerekek szerelése	81

3.7. Gépalkatrészek felújítása mechanikai módszerekkel.....	83
3.7.1. Felújítás javítóméretre forgácsolással.....	83
3.7.2. Felújítás perselyezéssel.....	84
3.7.3. Egyengetés	85
3.7.4. Gépalkatrészek felújítása termikus szórás (fémszórás) eljárásokkal	87
3.8. Kenéstechnika	88
3.8.1. Kenőolajok	89
3.8.2. Kenőzsírok.....	91
3.8.3. Szilárd kenőanyagok.....	91
3.8.4. Szintetikus kenőanyagok	91
3.9. Gépek üzembehelyezése	92
3.10. Gépalapozás	92
3.10.1. Gépalapozási típusok.....	93
3.11. Gépek diagnosztikai vizsgálata	93
3.11.1. Működési diagnosztika	94
3.11.2. Hibadiagnosztika	94
3.11.3. Közvetlen diagnosztika	94
3.11.4. Közvetett diagnosztika	94
3.11.5. Zaj- és rezgésvizsgálat	95
3.11.6. Termovíziós hőmérsékletmérés	96
3.11.7. Ultrahangos hibakeresés	96
3.11.8. Olajvizsgálatok	97
4. Pneumatikus és hidraulikus vezérlések összeállítása, gyártása tananyagegység	98
4.1. Pneumatika alapfogalmak	98
4.1.1. A pneumatika előnyei, hátrányai	98
4.2. Pneumatikus rendszer elvi felépítése, elemei.....	99
4.3. Pneumatikus berendezések karbantartása	101
4.3.1. Pneumatikus rendszerek karbantartása.....	101
4.4. Hidraulikai alapfogalmak	102
4.4.1. Hidraulikus rendszerek karbantartása	102
Felhasznált szakirodalom	104

Bevezető

Az Ipari Gépész mestervizsgára felkészítő jegyzethez

Tisztelt Mesterjelölt! Mikor e jegyzetet Ön kézbe veszi, már gyakorlott szakember. Ezért ne úgy tekintsen rá, mint egy tankönyvre, hanem úgy, hogy segítségével felfrissítheti és kiegészítheti a korábban tanultakat. Mivel a MESTER mindig is többet tudott a segédnél, ezért érdemes lesz belelapoznia. Biztosan talál majd olyan részeket, amit már ismer, de tudjuk, hogy lesz olyan fejezet is, amit meg kell tanulnia, mert korábban sem elméletben, sem gyakorlatban nem használta azokat az ismereteket. Ebben az esetben ez a jegyzet kevés is lehet, mert a terjedelmének korlátokat, határt szabtak a leírtaknak. De nem is ez volt a cél, hanem a teljesség igénye nélkül rávilágítani egyes területekre. Reméljük sikerül felkeltenünk az érdeklődését, hogy szélesebb körű betekintése legyen a szakma világába.

Ezek után nem maradt más hátra, mint hogy sok sikert kívánjunk az eredményes mestervizsga letételéhez.

1. Munka és üzembiztonság, Tűzvédelem tananyagegység

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 munkahigiéna, valamint a foglalkozás-egészségügy révén a munkavállaló egészségének a megóvása.

A **munkahigiéna** 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 fiatalokú egészséges 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 védőitalt
- Munkahely céljára szolgáló olyan építményt, amely megfelelő szerkezetű és szilárdságú, amelyben megfelelő belmagasságot, légtér fogatot, 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.

1.1.3. Foglalkozás-egészségügy

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

Rendeletileg kötelező egészségügyi szolgáltatások többek között:

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

1.2. Tűzvédelem

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

A tűz elleni védekezés fő feladata:

- a tűzesetek megelőzése (megelőző tűzvédelem),
- a tűzoltási feladatok ellátása (mentő tűzvédelem),
- a tűzvizsgálat (felderítő tűzvédelem), valamint ezek feltételeinek biztosítása.

1.2.1. 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:

Tűzoltó készülékek elhelyezési követelményei			
Tűzveszélyességi osztály	Készülék helye	Épület illetve szabadter alapterületét csökkentő tényező	Követelmény
"A-B"	helyiségben, illetve veszélyességi övezetben	-----	minden megkezdett 50 m ² alapterület után legalább 1-1 db
"A-B"	építményben illetve szabadtéren	"A" és "B" tűzveszélyességi osztályba tartozó helyiség, illetve veszélyességi övezet alapterülete kivételével	a "C" - "E" tűzveszélyességi osztályba tartozó építmény, szabadter 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 szintenként legalább 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 szintenként legalább 1-1 db
"E"	építményben illetve szabadtéren	"A" és "B" tűzveszélyességi osztályba tartozó helyiség, illetve veszélyességi övezet alapterülete kivételével	szükség szerint

1. ábra Tűzoltó készülékek elhelyezési követelményei

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 beütéssel 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"),
- "Mérsékelt 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 szabadterén, 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 alatt az értendő, hogy 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 szintézistermékeikkel 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 láncon 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 megnyugtatósa.
- Az ellátó gyors és lényegre törő tájékozódása, céltudatos kérdésekkel.
- A sérült csak legszükségesebb mozdítása pl. vizsgálatkor vagy esetleges veszélyhelyzetből való kimentéskor.
- A sérült vagy beteg mozdítását 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 fekvő 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 rosszullétek: neurosis, pánikroham, viselkedési zavar
- Hő okozta sérülések: égés, napégés, forrázás, hőguta, 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 rosszullétek: allergia, láz, szédülés, hányás, hasmenés, fájdalmak és görcsök, utazási rosszullét
- 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

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

1.5.1. Fémek kézi és kisgépes alakításának munkabiztonsága

1.5.1.1. 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 nyelvbe 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, zsírtól, 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 (fúrás, 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 védőálarc 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!

1.5.1.2. 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 fúrógépek

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 fúrógépekkel.

Ezeknek a műveleteknek a biztonságos elvégzéséhez szükséges szabályokat ismertetjük az alábbiakban:

- A hagyományos tokmánnal rendelkező kézi fúrógépek esetében a csigafúró 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 fúrás 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 fúrás 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.

Sarokköszörű gépek

A fúrógépek mellett a fémiparban a másik legtöbbször használt kisgép a sarokköszörű. A sarokköszörűk szerszámjai, a köszörűtárcsák mint szabálytalan, többélű szerszámok nagy hőmérsékletű (>1000 OC) szikra formájában választják le az anyagot. Ezek a szikrák a nagy vágósebesség miatt gyorsan, és ezáltal

messze repülnek a környezetben. Többnyire még a kihülésük 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 lapcsere biztonságos végrehajtásához a gépet a hálózati csatlakozóból húzzuk ki, hogy véletlenül ne indíthassuk el!
- Az elhasználandó tárcsát rögzítő csavar oldásakor használjunk védőkesztyűt, mert a lap szabálytalan éle könnyen felséríti a bőrt!
- A tárcsa lelazításakor mindig a géphez tartozó körmös kulcsot használjuk, ne tenyérrel 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 porálc használata mindig ajánlott a tartós egészségkárosodás megelőzése érdekében.
- A védőkesztyű használata azért szükséges, mert köszörüléskor, de leginkább vágáskor az anyag jelentősen 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 porálc 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 elől eltakart oldalon!

1.5.1.3. 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.

1.5.2. Gépi megmunkálások munkavédelmi kérdései

1.5.2.1. 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 teljesítőképeséget,
- igénybevételt jelentenek a szervezet számára,
- kiváltják és meghatározzák a reagálást.

1.5.2.2. Munkavégzés biztonságát befolyásoló tényezők

Munkaeszközök vonatkozásában a munkavégzés biztonságát alakító tényezők a következők:

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

Humán erőforrás vonatkozásában a munkavégzés biztonságát alakító tényezők :

- 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.

1.5.3. A munkaeszközök veszélyei

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

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

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,
- felcsavarás 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.

1.5.4. 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.

1.5.5. Gépek biztonságtechnikai követelményei

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

1.5.1.1. 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 előírányzott mértékű és formájú alakítást a kívánt szelvényhosszon végrehajtják.

Hengerlés veszélye (elhárításuk):

- kigyózó rúdanyagok kaszálása a padozaton (tájoló csapok talajba helyezése),
- haladó lemezszerű munkadarabok szélei okozta vágásveszély (fegyelmezett munkavégzés),
- szórással felvitt segédanyagok, (pl. olaj, rozsdásodó gátló) okozta elcsúszásveszély (rácsos padozat kialakítás, 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 (vésgomb 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, fémmnyomás, 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 munkadarabmozgás 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 alakításhoz 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 szerszámba (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),
- löketisméltás lehetősége mechanikus gépeknél (léptető kapcsoló alkalmazása)
- túlfutás lehetősége (fékek megbízható működése, bütykös tárcsával vezérelt szalagfék,
- szerelt hidegalakító szerszámok elmozdulása üzem közben, törésveszélyt okozva (szerszámfélek pontos beállítása, biztonságos szerszámfelfogás),
- túlterhelés lehetősége,
- veszélyzóna védtelensége présgépeknél, ollóknál (munkatérvédelem, üzemmód helyes kiválasztása, átalakítás megakadályozása, lezárás),
- illetéktelen használat (zárható főkapcsoló, üzemszünetben zárni a főkapcsolót!),
- hengerléssel történő egyengetés veszélyforrásai,
- hidraulikus elemek tömítetlenségéből adódó nagynyomású folyadékok kifröccsenése (megfelelő tömítés, rendszeres ellenőrzés),
- rezgésből adódó veszélyek (megfelelő géptelepítés, alapozás).

1.5.1.2. Megmunkálás forgácsolással

Forgácsolás:

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

Esztergályozás

Az esztergálás egyéltű 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).

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 (munkatérvédelem alkalmazása),
- szerszám rögzítetlensége (fűrészlappok előfeszítése, fűrésztárcsa 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 rés okozta zúzódsveszély (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):

- forgácsolásból 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 szerszámgepeken (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, tükrosítás (leppelés) fényesítés (polírozás).

Szabálytalan élgeometriájú forgácsolás veszélyei (elhárításuk):

- köszörülésből 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 kerületi sebességéből adódó szerszám szétesés (szerszám megengedett fordulatszámának figyelembe vétele),
- gyorsdarabolásnál a tárcsa tengely irányú terheléséből adódó szétrobbanás (munkadarab biztonságos megfogása).

1.6. 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.

1.6.1. 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 újrahasznosítása, 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 leállítása, tározása, és ezeknek a befogadó szempontjából kedvezőbb időszakban történő bejuttatás

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.

1.6.2. 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.

1.6.3. 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.

1.6.4. 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 expoziójával 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.

2. Hibafelmérés, karbantartások, javítások tervezése tananyagegység

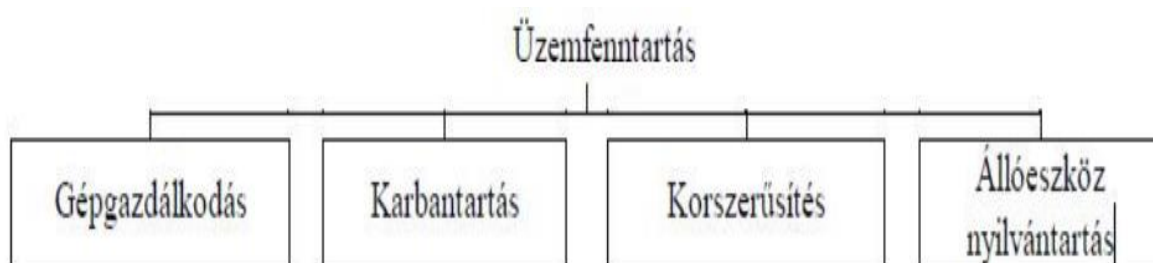
2.1. Az üzemfenntartás fogalma, feladata:

Az ipari vállalatok célja a hosszú távú jövedelmezőség elérése, miközben berendezéseik és munkaerejük felhasználásával viszonylag kis értékű alapanyagokat értékes terméké alakítanak át. E cél eléréséhez sokféle tevékenységre, pl. marketingre, értékesítésre, tervezésre, termelésre és a berendezések karbantartására, a termék előállításához épületre, gépre, berendezésre, különböző eszközökre van szükség. Ezért a termelési folyamat beruházással kezdődik, melyet a beszerzett állóeszközök üzemeltetése követ. A használat során az üzembiztos működés érdekében karbantartást kell végezni, miközben különböző javítások is szükségessé válnak. Az elhasználódott, a megfelelő műszaki követelményeket már ki nem elégítő gépeket, járműveket stb. selejtezni kell, és ha pótlásuk szükséges, helyettük újakat kell beszerezni.

Az új beszerzés, más szóval pótlás lehet:

- szintentartó,
- a termelést vagy a termelékenységet növelő. [1]

Ha az ipari vállalatok gazdaságosan akarnak működni, akkor a karbantartásra legalább annyi figyelmet kell fordítaniuk, mint a termelésre, a termékfejlesztésre és a marketingre. Csak ebben az esetben tudják elérni, hogy az állóeszközök jól szolgálják üzleti céljaik megvalósulását. Ezért a karbantartásnak megfelelő helyet és szerepet kell kapnia a vállalati hierarchiában. A karbantartási követelmények az egyes üzemekben – jellegüknek megfelelően – eltérőek. Különböző előírások, szabványok szabályozzák az adott terület problémáit. Az üzemfenntartásnak és karbantartásnak azonban vannak minden iparágat érintő azonos feladatai. A gépfenntartás, üzemfenntartás az a műszaki tevékenység, amellyel valamely üzemben (gyár, vállalat) levő valamely állóeszköz állandó, rendeltetészerű használatát biztosítják, elvégzik az ezzel kapcsolatos szervezési, korszerűsítési, oktatási, nyilvántartási és ügykezelési feladatokat, üzembe helyezik az új berendezéseket, foglalkoznak az elavult berendezések selejtezésével és tanácsot adnak az új berendezések beszerzésére. Az üzemfenntartás területeit az 2.1. ábra mutatja.

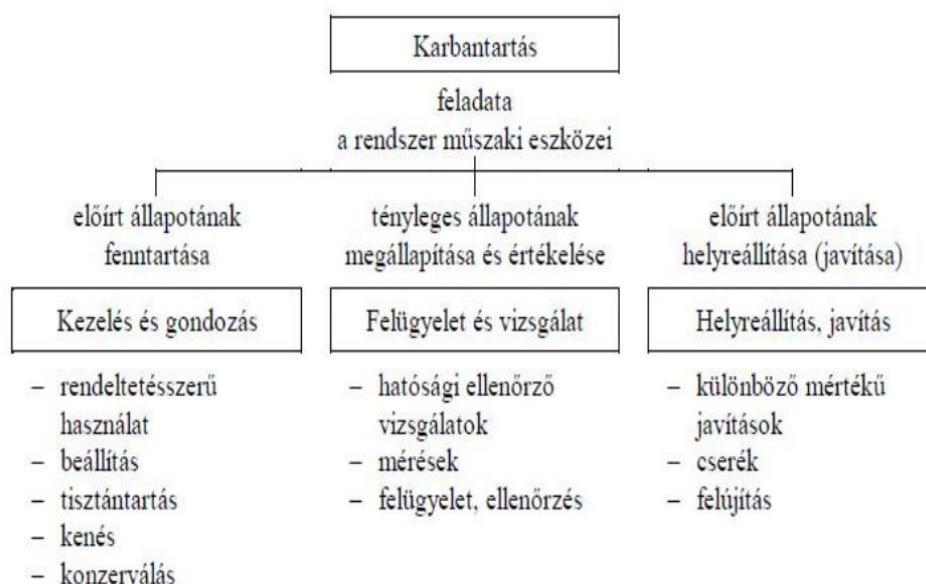


2.1 ábra Az üzemfenntartás területei [1]

2.2. A karbantartás fogalma, feladata:

A karbantartás tárgyai a különféle létesítmények, az építmények, gépek, szállítóberendezések, vagyis különböző anyagi javak. Az egységes értelmezés érdekében a karbantartást, valamint a karbantartás műveleteit a következőkben rögzíthetjük:

Karbantartáson azt a fenntartási tevékenységet kell érteni, amely mindazon teendőket magába foglalja, melyeket szükséges elvégezni az állóeszközök üzemképessége és rendeltetésszerű használata érdekében.



2. ábra Karbantartás részei [1]

A gazdasági verseny és a gazdaságosságra való törekvés kényszere a karbantartásra is nagy befolyással van. A karbantartás nem csak az üzemzavarok megelőzésére, elhárítására szolgál, hanem elősegíti, hogy a gyártás során ne minőségi-hibás, selejtes vagy utólagos megmunkálást igénylő termékek készüljenek. Tudomásul kell venni, hogy a karbantartás nem egyszerű szolgáltatás, hanem része annak az értékteremtési folyamatnak, amelyik aktív helyzetet foglal el a vállalat fejlesztési stratégiájában.

2.2.1. A tero-technológia fogalma:

A tero-technológia (a megőrzés technológiája) lényegében egy ciklikusan ismétlődő körfolyamat, amely magába foglalja a gépek, berendezések tervezését, gyártását, üzembehelyezését, üzemeltetését, folyamatos állagmegóvását és a gépekkel, berendezésekkel való folyamatos adminisztratív és gazdálkodási feladatok ellátását is.

A tero-technológiának a hazai gyakorlatban a komplex üzemfenntartási rendszer koncepciója felel meg, melyet az 2.3. ábra szemléltet.[2]



3. ábra Az üzemeltetés tero-technológiai rendszere

2.3. A karbantartási megoldások, eljárások csoportosítása

A gyakorlatban nagyon sok karbantartási rendszerben dolgoznak a cégek, melyeket többféleképpen is lehet csoportosítani. Néhány csoportosítási módot mutatok be az alábbiakban:

Szervezetileg:

- központosított,
- gyáranként önálló vagy
- vándor karbantartás.

Módszer szerint:

- egyszerű (közönséges),
- felülvizsgálat utáni,
- időszakos (ciklikus-periodikus)
- szabványos (kényszer) karbantartás.

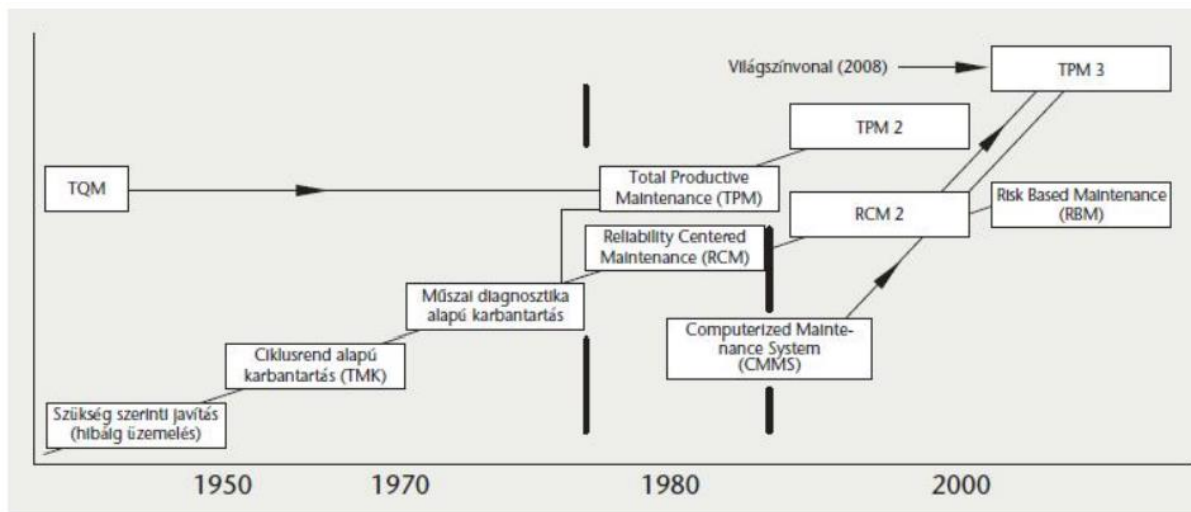
Rendszer szerint:

- szükség szerinti javítás,
- megelőző karbantartás (időarányos-teljesítmény arányos),
- műszaki állapotvizsgálat alapján végzett fenntartás,
- hibahelykiváltó fenntartási rendszer.

Vállalkozási forma szerint:

- külső (idegen),
- belső (saját), illetve
- vegyes megoldású karbantartás

A karbantartási rendszerek fejlődése során eleinte csak műszaki szempontok domináltak. Később szervezési, programozási szempontok érvényesültek. Napjainkban biztonságtechnikai, környezetvédelmi szempontok, szigorú törvényi előírások, a kor műszaki színvonalát tükröző műszaki előírások (szabványok), költségoptimum és az emberi tényezők egyaránt fontosak.



4. ábra Karbantartás fejlődése [3]

2.4. Hagyományos karbantartási stratégiák

2.4.1. Hibáig tartó üzemelés

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.

2.4.2. A Tervszerű Megelőző Karbantartás (TMK)

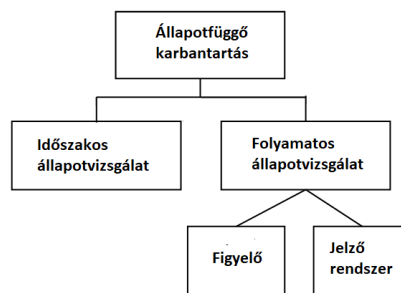
Tervszerű megelőző karbantartást célszerű olyan közepesen bonyolult gépeknél, gépcsoportoknál alkalmazni, ahol jelentős termelés kiesést okoz a meghibásodás miatti leállás. Abban az esetben is indokolt alkalmazni, ha a meghibásodás nagy anyagi kárt, életés balesetveszélyt jelent. Az iparilag fejlett országok idejekorán felismerték a karbantartás fontosságát. Ennek eredményeként jött létre a korábbi, csak a bekövetkezett hibák javítása helyett a tervszerű megelőző karbantartás (közhasználatú rövidítéssel TMK). Ez a karbantartási rendszer a hibák megelőzését, a váratlan meghibásodások

kiküszöbölését tekinti fő feladatának. A gépek, berendezések, járművek állandó működőképes állapotát a rendszeresen ismétlődő tervszerű vizsgálatokkal és javításokkal érik el. A felülvizsgálatokat, javításokat a fenntartási rendszer keretében előre mereven meghatározott rend – a ciklusrend – szerint végzik, ami tartalmazza az elvégzett munka módját, mértékét, rögzíti azok sorrendjét, valamint a vizsgálatok, javítások közötti egyéb paramétereket (idő, teljesítmény stb.) és azok nagyságát.

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.

2.4.3. Állapotfüggő karbantartás (PdM)

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.[2xxx]



5. ábra Állapotfüggő karbantartás elvi vázlata

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

Időszakos állapotvizsgálat

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 állapotvizsgálat

A folyamatos állapotvizsgálat céljaira, a gépekre szerelt érzékelők, műszerek, számítógéppel gyűjtött adatok és feldolgozott információk szolgálnak. A működést és állapotellenőrzést beépített érzékelők és műszerek folyamatosan, illetve mintavételesen végzik. A beépített készülékek jellegének megfelelően jelző és figyelőrendszereket különböztetünk meg.

A műszaki diagnosztika előnyei:

- Az állapotvizsgálaton alapuló rendszer az alapvető karbantartási rendszer közül a leghatékonyabb.
- Segítségével pontosan és hatékonyan meghatározható egy-egy berendezés valamely egységének állapota, ezáltal tervezhetővé válik a szükséges beavatkozások ütemezése, elkerülhetők a váratlan meghibásodások (pl. spektrum analízis) és az azokkal járó termelés kiesés, balesetveszély (pl. termográfia, elektromos kötések vizsgálata), valamint a túlzott energiafelhasználás (pl. sűrített levegő szivárgási pontjainak feltárása ultrahangos szivárgás detektáló segítségével).

A műszaki diagnosztika hátrányai, veszélyei:

- A diagnosztikai eszközök drága berendezések.
- Ezen eszközök használata komoly szakmai felkészültséget és gyakorlati tudást igényel.
- Nem minden berendezést éri meg diagnosztizálni. Célszerű a termelés szempontjából kulcsfontosságú gépekre koncentrálni. [3]

2.4.4. A Megbízhatóság Központú Karbantartás (RCM)

A Megbízhatóság Központú Karbantartás alapja az, hogy amikor mi karbantartunk egy technikai eszközt, akkor nekünk a felhasználó elvárásainak kielégítését biztosító állapotot kell fenntartani. A karbantartás műszakilag biztosítja, hogy a technikai eszköz kielégítse a felhasználó elvárásait.

A felhasználó elvárása attól függ, hogy hol és hogyan használják az adott technikai eszközt, tehát annak adott üzemeltetési környezetétől. [4]

A klasszikus RCM elemzés hét lépésből áll:

1. Válassz ki egy gépet (pl. szivattyú)!
2. Nevezd meg az elvárt funkcióit (pl. folyadék továbbítása, biztonsági, környezeti, egyéb kérdéskör)! Az egyes funkciókhoz rendelj paramétereket (pl. mit jelent az, hogy nem szennyezi a környezetét kenőanyaggal vagy rezgéssel)!
3. Határozd meg az összes olyan hibát, ami elméletileg bekövetkezhet! Az RCM „a mindenre” céloz! 4. Határozd meg minden egyes elméletileg előfordulható hibánál az összes lehetséges hibaokot!
4. Minden egyes így előállt esetre határozd meg a lehetséges következményeket! Ezek lehetnek gazdasági, környezeti- és humán biztonságiak. A következményeket rangsorold!
5. Dönts a megelőzésről! (Kívánsz-e tenni valamit a hibahatás ellen?)
6. Készítsd el a megvalósítási tervet! (A műszaki diagnosztika rendszerint jelentős szerepet kap, a feladatok kb. egyharmadához lesz köthető)

2.5. Kockázat elemzésen alapuló karbantartási stratégiák

A karbantartás hatékonyságának növelése érdekében újabb elvek, úgynevezett filozófiák jelentek meg, amelyek a karbantartás alapjait nem érintik, első sorban szervezési, döntéselőkészítési jellegűek.

2.5.1. Kockázat, veszély fogalma [5]

Kockázaton általában káreseményeket értenek, amelyek (a múltban) valamilyen gyakorisággal előfordultak. Így a kockázat olyan mennyiség, amely az időegységre jutó eseményeket határozza meg. Ennek megfelelően:

$$\text{kockázat} = \text{kárérték} \times \text{gyakoriság.}$$

A kockázat általában statisztikai fogalom, amely nagyszámú eseményre (ún. statisztikai alapegységre) és nem egyedi esetekre vonatozik. A kockázat úgy is meghatározható, mint a veszélynek és a veszély előfordulása valószínűségének kombinációja; míg a veszély fogalma ebben az esetben úgy definiálható, mint az emberekben, a tulajdonban, a társadalomban vagy a környezetben esett kár nagysága. Ebben az összefüggésben a kockázatelemzés olyan gyakorlat, amely magában foglalja a rizikó minőségi és mennyiségi meghatározását, valamint annak többdimenziós hatásait.

A kárpotenciálok becslése ma még általában retrospektív módon, vagyis a múlt tapasztalatai alapján történik. Ezt azonban a jövőben az ismeretlen kockázatok, más szóval a kockázati forogatókönyvek figyelembevételével kell elemezni és értékelni.

2.5.2. A kockázatelemzés módszerei

A kockázatok és a biztonság tanulmányozására számos technika és módszer található a szakirodalomban. Ilyenek a következők:

- Ellenőrző lista,
- Hibafa elemzés (FTA – Fault Tree Analyzis)
- Esetfa elemzés (ETA – Event Tree Analyzis)
- Ok-következmény elemzés (CCA – Causa Consequence Analyzis)
- Károk és működési feltételek vizsgálata (HAZOP – Hazards and Operability Study); opt HAZOPS a vizsgálatok optimális módszere, javított program
- Meghibásodás módjának vizsgálata vagy hibák jellegének és hatásának vizsgálata (FMEA – Failure Mode and Effekt Analyzis)
- „Mi van ha ...” „Mi történik ha” elemzési módszer
- Különböző technikák kombinációján alapuló kockázatbecslési témák pl.:
 - a valószínű maximális kár alapú becsléselemzés (MSAA – Maximum Credible Accident Analyzis),
 - mennyiségi kockázatelemzés (QRA),
 - valószínűségi biztonsági elemzés (PSA),
 - optimális kockázat elemzés (ORA), stb. [1

2.5.3. A hibaelemzés módszerei

A folyamatos, hatékony, megelőző jellegű hibaelemzés elvégzésének feltétele a lehetséges hibák, hibafajták, hibacsoportok, hibahelyek, hibaokok stb. módszeres feltérképezése, ismerete. A legfontosabb hibaelemzési, feltárási módszerek a Pareto-elemzés, ok-okozati diagram, FMEA elemzés.[7]

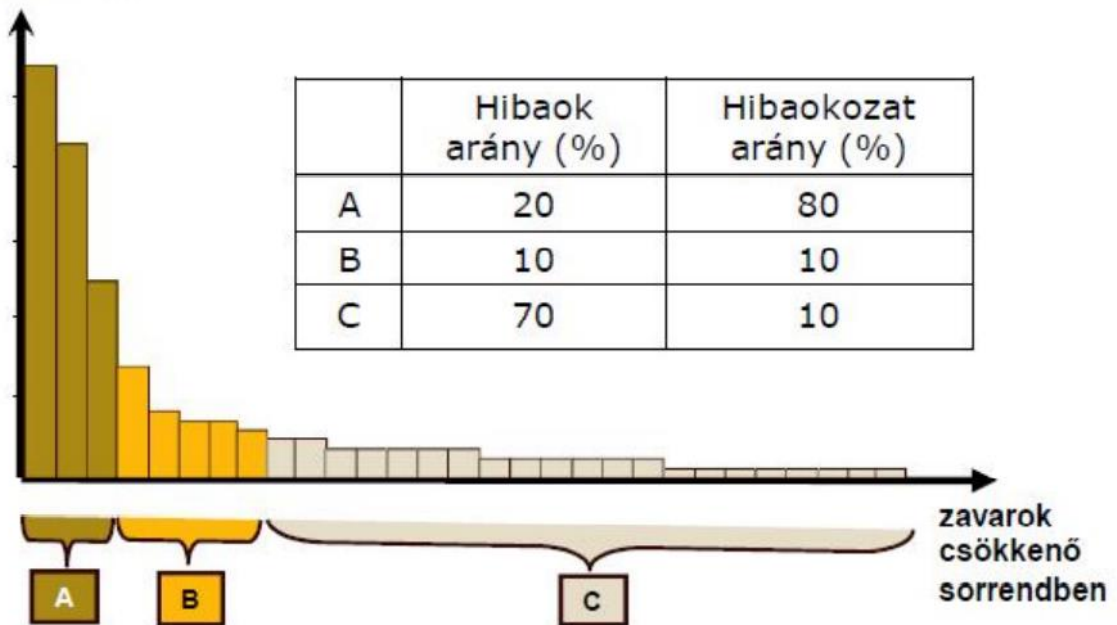
2.5.3.1. Pareto-elemzés

A hibaelemzés legismertebb, leggyakrabban alkalmazott módszere a Pareto eljárás. Ez Vilfredo Pareto olasz közgazdásztól kapta a nevét. Hozzá köthető az a sok területen megfigyelhető felismerés, hogy a gyakorlatban a tételek viszonylag kis hányada meghatározó jelentőségű a számszerűen többségben levő sok kis tétellel szemben. Ezt szokás Pareto - elvnek, vagy „80-20” szabálynak nevezni. E megfigyelést kiterjesztették a menedzsment különböző részterületeire is, és mára a Pareto-elv a vállalati gazdálkodás és döntéshozatal számos területén eredményesen használható elemzési módszerek alapja. A gyakorlatban a hibaelemzés egyik alapfeladata, hogy az összes lehetséges hibafajta, hibacsoport, hibahely, hibaok, tényező közül azonosítsa azt a „jelentős keveset” vagy „szignifikáns néhányat”, amelyet elkülönítve a „jelentéktelen soktól” összességében jelentősen csökkenthető a hibák száma. Ennek megfelelően a Pareto-elv a **hibaelemzés területére** úgy „fordítható le”, hogy egy sok tényező által befolyásolt rendszerben a lehetséges hibafajták 20 százalékán keletkezik a ténylegesen bekövetkezett hibák 80 százaléka. A hibaelemzés feladata, hogy az összes lehetséges hiba (tényező, zavar, hibafajta, hibacsoport, hibatípus stb.) közül kiválassza, megtalálja az úgynevezett **kritikus** vagy „A” típusú hibákat. Ezek lesznek azok, amelyekre célszerű a korlátozott mértékben rendelkezésre álló erőforrásainkat összpontosítani, a későbbi mélyebb analíziseket, majd azok alapján a konkrét javítási, fejlesztési intézkedéseket ezekre érdemes fókuszálni.

A hibaelemzés során vizsgált hibatípusokat, hibafajtákat általában 3 jellegzetes csoportra szokás bontani: A, B és C csoportra. Az „A” vagy kritikus hibák jelentik azt a „létfontosságú kevés” hibafajtát, amelyek a vizsgált hiba-előfordulásokat jelentős arányban eredményezik.

A Pareto-elemzés eredményét egy úgynevezett Pareto-diagramban szokás összefoglalni. Néha a hibák csoportosítása miatt ABC diagramnak is hívják.

A zavar aránya



6. ábra Jellegzetes, kedvező lefutású ABC diagram [6]

A Pareto-elemzés készítésének általános menete:

- A vizsgálandó probléma és az összegyűjtendő információ meghatározása;
- A vizsgálandó időszak kijelölése;
- Információgyűjtés, adatvételezés
- Arányszámítás;
- Oszlopdigramos ábrázolás;
- A kumulatív görbe berajzolása (kumulált relatív gyakoriságok ábrázolása);
- Elemzés.

A Pareto-elemzés lényegi részét nem magának a diagramnak a megrajzolása jelenti. A Pareto-elemzés hangsúlyos részét a hibatípusok, hibakategóriák meghatározása, az előfordult hibák megfigyelése, összeszámlálása jelenti.

A Pareto-elemzés adat- és információk háttéré inkább passzív, de sok esetben hosszabb idejű passzív adatok (pl. múltbeli selejtanalitikák) alapján tervezhetünk félig aktív, vagy aktív kísérleteket is. Ez utóbbi esetben a mintavétel során már tudatosan és tervezetten be is avatkozunk a folyamatba.

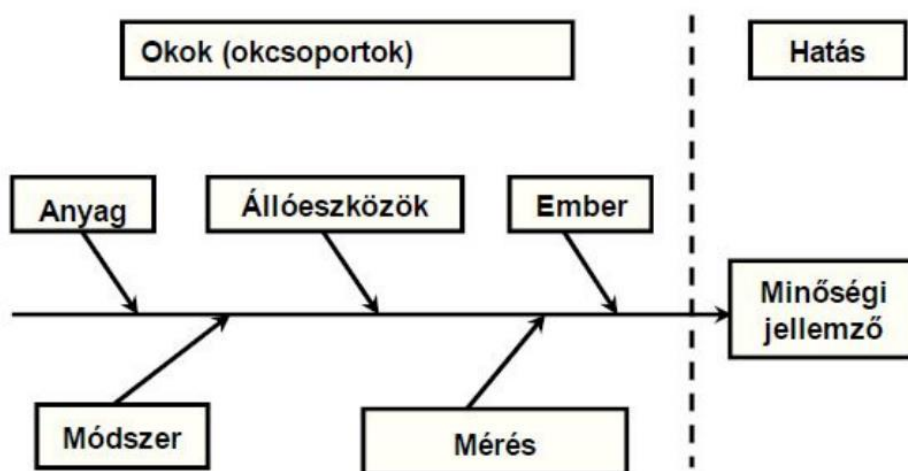
2.5.3.2. Ok-okozati elemzés (halszálka, Ishikawa)

Ok-okozati elemzések egyik leggyakrabban alkalmazott típusa az Ishikawa-, ok-okozati vagy halszálka diagram névvel is illetett technika. Ennek célja, hogy az adott problémát, tényezőt, hibakövetkezményt stb. befolyásoló valamennyi vagy legfontosabb ismert okokat egy áttekinthető, összefüggő, rendezett halszálka alakú diagramban rendezzük, csoportosítsuk. Az ok-okozati diagram alapelve az, hogy egy hiba mindaddig előfordulhat, amíg az összes okát meg nem ismerjük. A különböző jelenségek és események összefüggenek egymással, és a minőségfejlesztés gyakorlatában a helyes beavatkozások érdekében sokszor az ok-okozati viszony elemzése szükséges. A helyesen és megfelelő részletettséggel elkészített ok-okozati diagram nemcsak az okozathoz közvetlenül kapcsolható okokat rendezi logikai rendszerbe, hanem az okokat kiváltó (indirekt) okokat is összegyűjthetővé teszi. [6]

A felmerülő problémákhoz okokat kell rendelnünk. Ahhoz, hogy a probléma megszüntetésével kapcsolatban a helyes beavatkozások szülessenek meg az szükséges, hogy az okok elemzése alapján tervezzük meg azokat.

Általános menete:

- A probléma megfogalmazása.
- Válasszuk ki a megfelelő ok-okozati módszert.
- Keressük meg azokat az okokat, amelyekre egy ok-okozati diagram felépítésekor szükség van.
- Állítsuk össze az ok-okozati diagramot.
- Értékeljük ki az okokat, illetve vizsgáljuk meg azokat a következőképpen:

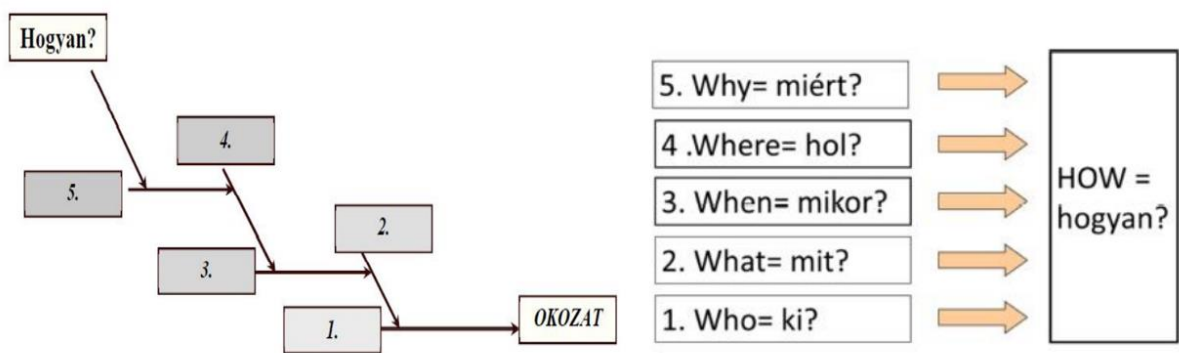


7. ábra Halszálka diagram általános szerkezete

Az ok-okozati diagram kiválóan használható arra, hogy egy problémamegoldó folyamat tárgyát a probléma medrében tartsa, és a résztvevők ne „kalandozzanak el” a témától. Az ok-okozati diagram olyan technika, amely támogatja az egyéni és csoportos tanulást, fejlődést: egy ok-okozati diagram létrehozásában való részvétel és az ötletek másokkal, a csoport tagjaival való megvitatása segítséget nyújt abban, hogy a résztvevők új dolgokra, összefüggésekre figyeljenek fel, tanulhatnak a csoport más tagjaitól, és érthetővé válik mindenki számára a probléma mögött meghúzódó – sokszor nagyon bonyolult – ok-okozati kapcsolatrendszer. Használható a diagram a pillanatnyi helyzet megértésére is. Az ok-okozati diagram létrehozásában való részvétel arra készíti az abban szereplőket, hogy figyelmesebben tanulmányozzák a munkájukat, munkakörnyezetüket, és mélyebben tanulmányozzák az okokat.

2.5.3.3. 5W+1H módszer

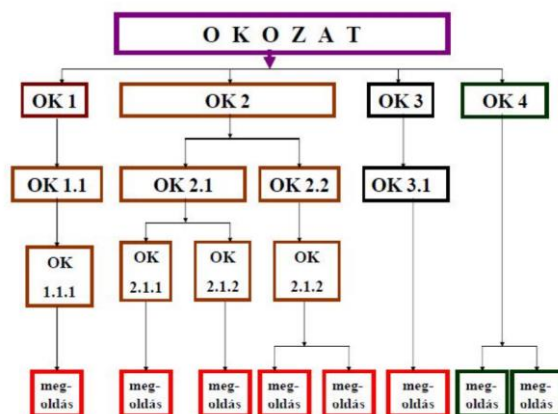
A nem kellően feltárt esetek fokozatos megközelítésére ajánlott, a 5W+1H módszert, amely arra hívja fel a figyelmet, hogy az ok-okozati kapcsolatok első, második lépcsőjében rendszerint nem jutunk el még a gyökérokokig csak a tünetig. Márpedig az okot kell megszüntetni. Az 5W+1H egy, az Ishikawa-nál is egyszerűbb logikai, gondolati séma. (Ötször tedd fel a kérdést: „miért”, és eljutsz oda, hogy felteheted a „hogyan” is.)



8. ábra Az 5W+ 1H logika okozati gráfja [6]

2.5.3.4. Fadiagram

A fadiagram első sorban célok és feladatok, de okok és okozatok kapcsolódásának ábrázolására is alkalmas. A vizsgált tárgy alkotja a fa törzsét, összetevői vagy okai a fa fő ágait, a további elemek pedig a kisebb ágakat. A módszer lényege, hogy egy tágran megfogalmazott cél egyre részletesebb intézkedésekre való grafikus felbontásával olyan intézkedéseket azonosítunk be, amelyeket végre kell, vagy végre lehet hajtani a kitűzött célok eléréséhez, ill. a vizsgált probléma megoldásához. [6]



9. ábra Ok-okozati fadiagram szerkezete

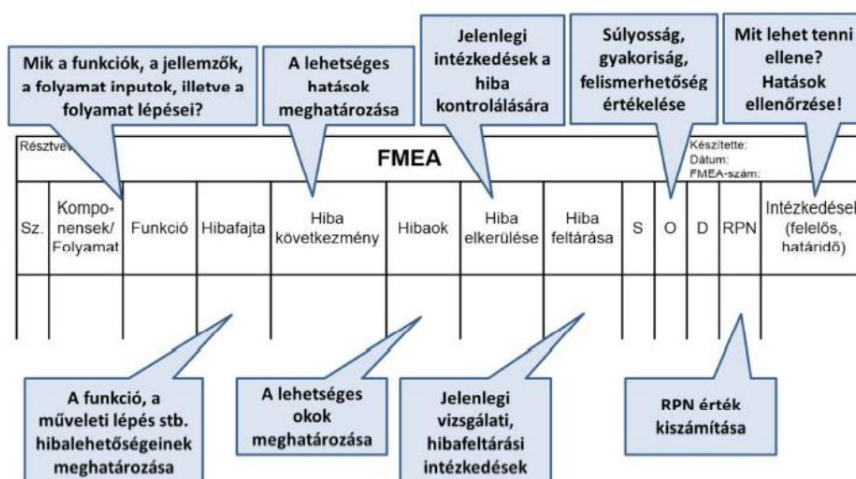
Alkalmazásának lépései:

- Válasszunk egy célmeghatározás/okozatot!
- Fogalmazzuk meg pontosan a feladatot! (A megfogalmazás mindig kérdő mondat formájában történik: Hogy...?, Hogyan...?, Mit kell tenni, ahhoz, hogy...?)
- A kérdést írjuk fel egy cédulára, és tegyük fel egy nagyméretű papírlapra/ flipchartra!
- Dolgozzuk ki a fadiagram főcímeit!
- Bontsunk fel minden fő feliratot!
- Vizsgáljuk meg az elkészült fadiagram logikai folyamatát és teljességét!
- Válasszuk ki a megfelelő megoldási alternatívákat a megvalósíthatóság és az eredményesség figyelembevételével!

2.5.3.5. FMEA, hibalehetőség és befolyásolás elemzés

Az FMEA (Failure Mode and Effect Analysis, hibalehetőség és befolyásolás elemzés) a minőségmenedzsment egy igen elterjedt módszere. A módszert legtöbb esetben hibaelemzésre, hibafeltérképezésre, kockázatelemzésre használják, leginkább az autóiipar területén. Az FMEA manapság egyéb területeken is egyre inkább elterjedt módszerré és megoldássá kezd válni a különböző lehetséges hibák kockázatainak értékelésére. Az FMEA módszer végrehajtása úgy történik, hogy a megfelelően összeállított szakmai team először összegyűjti a lehetséges hibákat, valamint ezek okait, hatásait.

Az eljárás gyakorlati megvalósítása során előnyösen alkalmazható az FMEA értékelő formanyomtatvány. A táblázat „hibakövetkezmény súlyossága”, „hiba fellépés gyakorisága”, „hiba felfedezhetősége” oszlopaiban az adott szempont szerinti értékelő pontszámot írjuk, az RPN (Kockázati szám) oszlopba e pontszámok szorzata kerül. A többi oszlopot szöveges jellegű adatokkal kell kitölteni.



10. ábra Folyamat FMEA formanyomtatvány fejléce [6]

2.5.3.6. A CMMS – Számítógépes Karbantartás Menedzsment Rendszer

A CMMS (Computerised Maintenance Management System – Számítógépes Karbantartás Menedzsment Rendszer) egy gyűjtőfogalom, több ezer konkrét termékkel. Mint a neve is mutatja, elsősorban a karbantartási vezetők munkáját segíti a naprakész adatokon alapuló döntések meghozatalában. Sokan egyfajta katalizátornak tekintik a versenyelőny elérésében. Sajnos Magyarországon még egyelőre a vállalati informatika legelhanyagoltabb területe, bár az utóbbi időben egyre többen kezdik felismerni a jelentőségét. Egy ismert megállapítás szerint „ami nem mérhető, az nem is irányítható”, márpedig a CMMS kiváló eszköz a karbantartási teljesítmény mérésére – azoknál a vállalatoknál, ahol alkalmazzák. Tudnunk kell azonban, hogy a szoftver csupán egy eszköz, amely hihetetlen mértékben segíti, de önmagában nem javítja meg a karbantartást. Bevezetése előtt át kell gondolni és rendbe kell tenni a karbantartási rendszert, mert ennek hiányában csak a rossz információkat áramoltatjuk – minden eddiginél nagyobb mértékben. („A tehéncsapásra betonutat húzunk”). A CMMS alapvetően tehát nem egy karbantartási rendszer, helyes működtetésével azonban a vállalat olyan átgondoltságot és rendszerességet ér el, hogy az már gyakorlatilag rendszernek nevezhető. [7]

2.6. Teljeskörű hatékony karbantartás (TPM)

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.

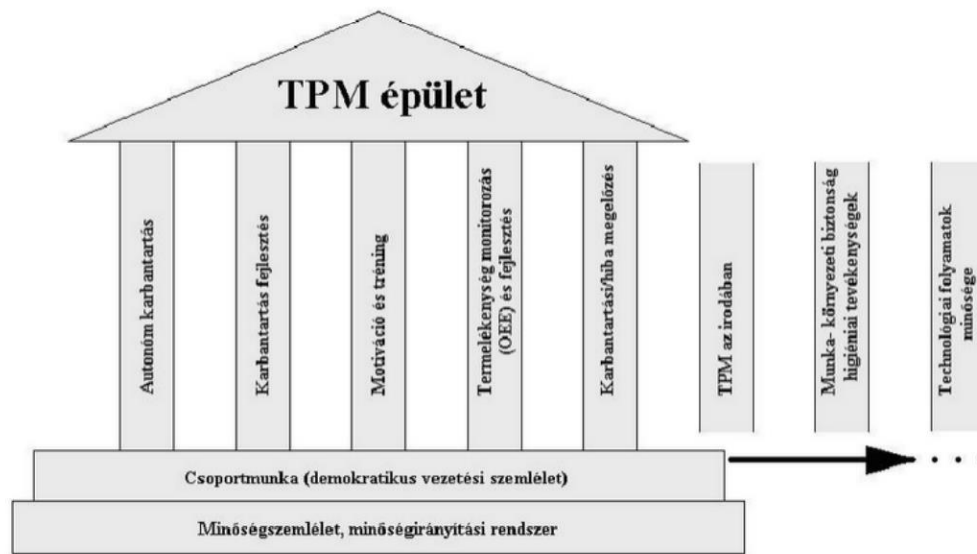
A TPM céljai, kitűzött feladatai a következők:

- 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.

2.6.1. A TPM öt alappillére

Alappillérek:

- A jól képzett termelőkkel alakítsuk ki a tisztítás és a sajátterős (autonóm) karbantartást.
- Fejlesszük és tegyük hatékonyvá, célirányossá a karbantartást.
- Fejlesszük a termelők és a karbantartók tudásszintjét és motivációját.
- Folyamatosan mérjük a berendezés kihasználtságát (OEE – 6 veszteségforrás alapján) és vizsgáljuk a hatékonyságot csökkentő tényezőket. Hajtsunk végre célzott fejlesztéseket a fő veszteségforrások visszaszorítására. (A korszerű TPM szemléletben már 11 veszteségforrásra és a biztonságra is koncentrálunk)
- Vezessünk be olyan megelőző technikákat, mint a javított berendezés tervezés és kiválasztás. (És a korszerű TPM felfogásban ide tartozik a meglévő eszközök fejlesztése, a csekélyebb problémák sorának eliminálása.)



11. ábra A TPM felépítésének öt építőköve [8]

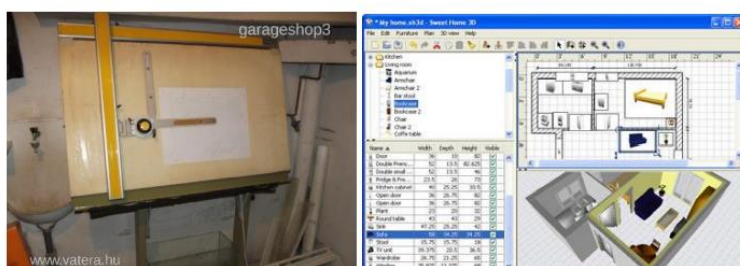
A TPM célja az alábbi veszteségforrások minimálisra csökkentése:

1. Kényszerleállások, a berendezés meghibásodása.
2. Termékhibák: minőségi hibákból adódó veszteségek újra-megmunkálás és selejt.
3. Kisebb leállások és üresjárat.
4. Beállítások és átállások időkiesése
5. Csökkent termelési sebesség: Az ütemidők eltérése az előírttól.
6. Beindításkori veszteségek: a gyártósor beindítási nehézségei.

2.7. CAD-CAM ismeretek [12]

2.7.1. Számítógéppel segített technológiák (CAx technológiák)

A tervezési technikák és technológiák fejlődésének hatása a tervezési környezet változásán keresztül mérhető a legjobban. A rajztáblán történő kézi rajzolást felváltotta a számítógépes grafikai környezet. A CAD rendszerek megjelenése amellelt, hogy hatékonyabbá tette a tervezői munkát, hatással volt a tervezési folyamatra és a munkakörnyezetre is. A nagyméretű rajzasztalok eltűntek, helyüket számítógépek vették át. Ezzel együtt eltűnt számos korábbi olyan feladat is, melyet nem a tervező mérnökök végeztek, például a pauszra történő kihúzását végző műszaki rajzoló feladata megszűnt.



12. ábra Tervezési környezet változása

2.7.2. Számítógéppel segített tervezés (CAD)

A számítógéppel segített tervezés alatt (CAD – computer aided design) többféle, a mérnököket és más tervezéssel foglalkozó szakemberek tervezési tevékenységét segítő módszert értünk. A jelenleg használatos CAD rendszerek kínálata igen széles körű, a 2D (síkbeli) vektor-grafikai rajzoló programoktól a 3D-s (térbeli) parametrikus asszociatív integrált modellező rendszerekig. CAD rendszerek alkalmazása a gépészeti tervezés, az építészeti tervezés, az elektronikai termékek, áramkörök, mikrocsipek tervezés, a ruha- és cipőipari tervezés területén is széles körben elterjedt. A különböző alkalmazási területek természetesen más-más igényeket támasztanak a CAD rendszerrel szemben.

2.7.3. CAD rendszerek osztályozása

Alkalmazási terület szerint:

Léteznek általános rendszerek, a legtöbb rendszer vagy iparág specifikus, vagy létezik iparág specifikus szakmodulja. A gépészeti / elektronikai / építészeti / ruha- és cipőipari CAD rendszerek azonban alapvető eltéréseket mutatnak.

Modellezési módszer szerint:

Az alkalmazott modellezési módszerek szerint, léteznek drótváz-, felület- és testmodellező rendszerek, valamint hibrid modellezési rendszerek is, melyek egyszerre képesek többféle modellezési módszert kezelni. A modellezési módszer lehet 2D-s, vagyis síkbeli és a 3D-s, vagyis térbeli modellezés.

Modellkezelés szerint:

A CAD rendszer modellkezelése lehet parametrikus és nem parametrikus. A parametrikusság azt jelenti, hogy a geometriai elemek méretét a méretszámok megadásával tudjuk módosítani, vagyis a méretszám módosításával a modell is módosul. A nem parametrikus rendszereknél a modell határozza meg a méretszámot, a módosításaa modell geometriai elemeinek manipulálásával tudjuk elérni.

2.7.4. Számítógéppel segített gyártási módszerek (CAM)

A CAD rendszerek fejlődésével felvetődött az igény a termékfejlesztés illetve gyártás más területein is a számítógépek adta lehetőségek kiterjesztésére. A számítógéppel segített gyártási módszerek (CAM – computer aided manufacturing) az CAD adatok alapján képes meghatározni forgácsoló megmunkálásokhoz szükséges NC programokat.

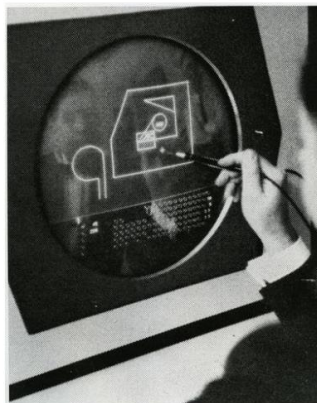
2.7.5. Számítógéppel segített mérnöki számítások (CAE)

A számítógépek alkalmazása megjelent a mérnöki számítások (CAE – computer aided engineering), folyamattervezés (CAPP – computer aided process planning), a minőségbiztosítás (CAQA – computer aided quality assurance), a termelésirányítás (CAPPS – computer aided production planning and scheduling), a raktározás (CAST –computer aided storage and transport) területén is, mely funkciók integrálása jelentős kihívást jelentett az elmúlt 30 évben.

Ezen technológiákat együttesen CAx technológiának nevezzük.

2.8. CAD rendszerek története

A CAD rendszerek története i.e. 300-ra nyúlik vissza. Euklidész ekkor alkotta meg geometriáját, ezzel megteremtve az alapokat, mely végül a technikával együtt fejlődve az 1960-as évek elejére lehetővé tette a számítógéppel segített tervezés megteremtését. A kezdeti lépéseket az 1960-as években tette meg a repülőgép és gépkocsi ipar a 3D felülettervezés és az NC technológia terén. A görbék matematikai leírására az első lépéseket már az 1940-es évek elején megtette Isaac Jacob Schoenberg. A CAD rendszerek fejlődésében fordulópontot jelentett a SKETCHPAD rendszer megalkotása.



13. ábra Sketchpad rendszer

Ez Ivan Sutherland nevéhez fűződik és lényege az volt, hogy először itt jelent meg az a lehetőség, hogy a tervező a grafikus rendszerbe közvetlenül beavatkozhatson (interakció). Ebben a rendszerben ez egy katódsugárcső és fényceruza segítségével valósult meg. Ténylegesen itt jelent meg először a grafikus interface, ami a modern CAD rendszerek nélkülözhetetlen eszköze. Az első kereskedelmi forgalomba került rendszereket a nagy cégek fejlesztették a gépkocsi, repülőgép és elektronikai iparban. Ahogy a

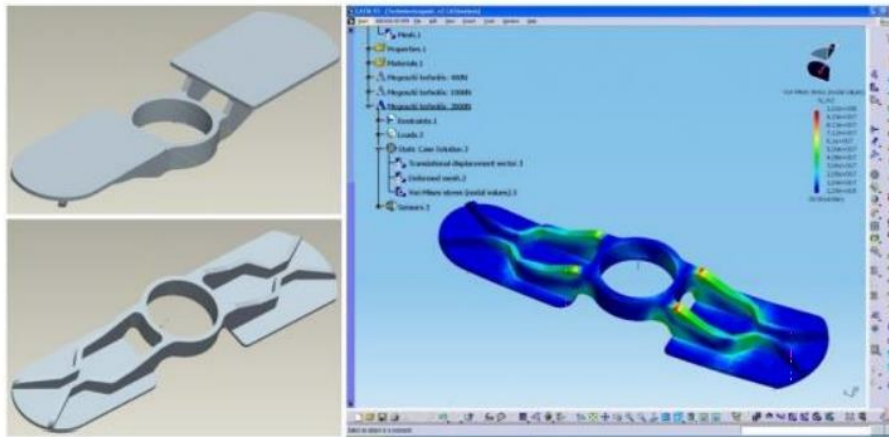
számítógépek fokozatosan egyre olcsóbbak és könnyebben kezelhetők lettek, úgy terjedt el a CAD alkalmazása gyakorlatilag minden mérnöki tervezésre. Fontos lépés volt a személyi számítógépek megjelenése. Ugyancsak kulcsfontosságú volt a nagy számítástechnikai cégek bekapcsolódása a fejlesztésbe (United Computing, Intergraph, IBM) az 1960-as és 70-es években. 1981-ben megjelentek a szilárdtest modellező programok (például Romulus és Uni-Solid) valamint a CATIA. Az Autodesk céget 1982-ben alapította John Walker, az ő programjuk a 2Drajzoló AutoCAD lett. A következő mérföldkő az 1988-ban megjelent Pro/Engineer, melyhez az alaksajátosság alapú modellezés bevezetése fűződik. Ugyancsak itt kell megemlíteni a B-rep szilárdtest modellező matematikai programcsomagok (grafikus motorok) megjelenését (Parasolid és ACIS) az 1990-es évek elején. Ez vezetett a közepes bonyolultságú szoftverek megjelenésére (Solid Works 1995, Solid Edge 1996).

2.8.1. 2D rajzolóprogramok

Történetileg az első CAD szoftverek 2D rajzolóprogramok voltak. Ezek tulajdonképpen egy intelligens rajztábla funkcióját töltötték be. Legismertebb és világszerte leggyakrabban használt képviselőjük az asztali számítógépekre készült AutoCAD, mely ma a világ legelterjedtebb CAD szoftvere. Ezeknek a szoftvereknek ma is van létjogosultságuk, ugyanis lehetővé teszik azt, hogy különböző szakmák is használják. A 2D-s CAD programok kibővíthetők szakmai részekkel, melyek az egyes szakágak tervezési sajátosságait segítik, anélkül, hogy a korábbi rajzokkal elvesztenék a kompatibilitást.

2.8.2. 3D rajzolóprogramok

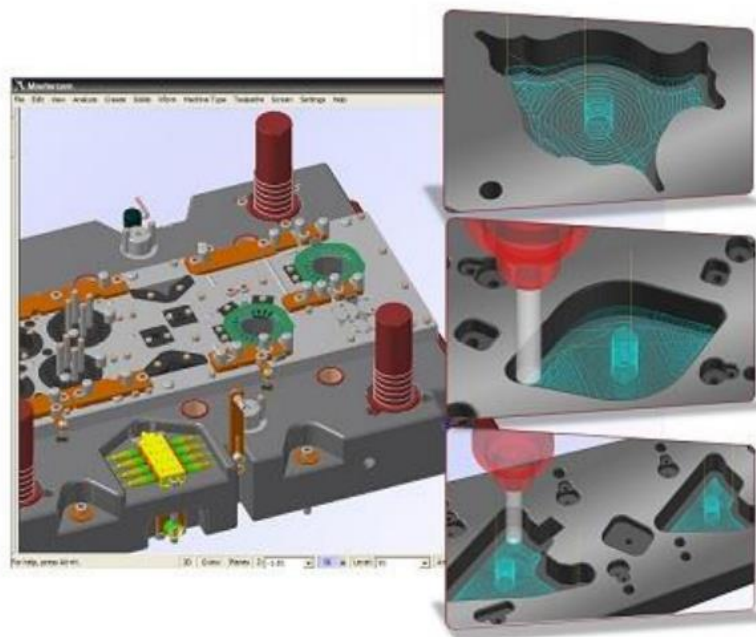
A 70-es évekre nagymértékben megnőtt az igény a 3D tervezőrendszerek iránt. Addig a legtöbb esetben 2D rendszert használtak, amellyel hagyományos műszaki rajzok állíthatók elő. Ez a módszer tulajdonképpen a régi rajztábla felváltása számítógéppel. Ezek a 2D rendszerek uralták a piacot, ameddig nem kerekedtek felül a 3D alaksajátosság alapú modellezők. A munkadarab részeit vagy szabad formájú felület modellek vagy szilárdtest modellek vagy e kettő keverékét használó hibrid modellek segítségével szerkesztik. Ezekből az egyedi rész-modellekből állítják össze a végső terméket, ez a módszer az ún. alulról felfelé tervezés. Az összeállítás modelleken ütközésvizsgálatot lehet végrehajtani, mely segítségével igazolhatjuk, hogy a termék az alkatrészekből összerakható és terv szerint illeszkednek egymáshoz a komponensek, valamint kinematikai és dinamikai analízis is végrehajtható. Végeselemes analízis (FEA) is alkalmazható az alkatrészekre és az összeállításra, melynek segítségével a szilárdsági, dinamikai, termikus, áramlástan stb. viszonyok ellenőrizhetők. Az elmúlt néhány év alatt kifejlesztettek olyan módszereket és technológiákat, melyek segítségével a felülről lefelé tervezés is megvalósítható. Ezen azt kell érteni, hogy a tervezés egy vázlatos elképzelésből indul ki, melyből fokozatos finomítás útján egyre részletesebb terveket alakít ki a tervező, végül eljut a termék teljes részletességű műszaki dokumentációjáig. A 3D modelleket általában 2D műszaki rajzok automatikus vagy félautomatikus generálásához használják, de egyes esetekben, a technológiai terv (például szerszámgépek CNC programja) műszaki rajz közbeiktatása nélkül, közvetlenül a 3D-s modellből készül megfelelő CAM szoftver segítségével. A fejlődés a műszaki rajz kiiktatása irányába tart, ezt CAM, CNC, gyors prototípus készítés és más módszerek segítik.



14. ábra 3D-s modell, végelem-analízis eredménye és műszaki rajz CATIA rendszerben.

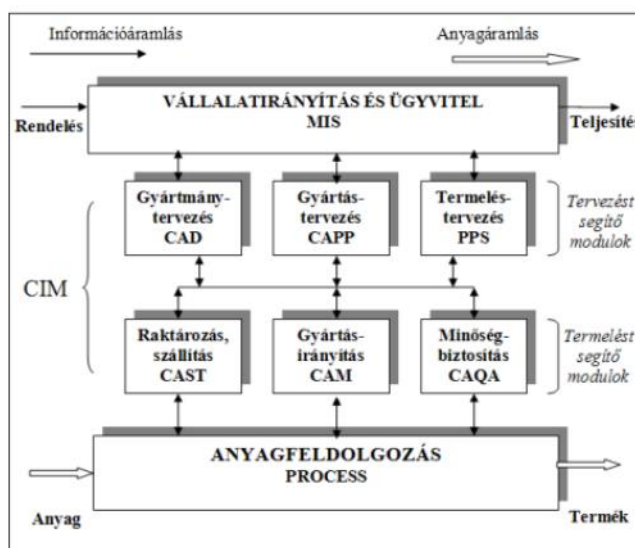
2.8.3. A számítógéppel segített rendszerek (CAx) integrációja

A számítógéppel segített tervezés (CAD), gyártás-előkészítés (CAM) és mérnöki tervezés (CAE) számítógépes rendszerei nem önmagukban, elszigetelten dolgoznak, hanem egy adott feladat megoldása során egyetlen rendszert alkotnak, melyben a különböző feladatok végrehajtásán, együttesen dolgozik több mérnök, akik akár földrajzilag is eltérő helyen vannak. Az egymásra hatás nyilvánvaló: a felhasználói igények egyre bonyolultabb termékgeometriát igényelnek, tehát szükséges a CAD rendszerek fejlesztése, hogy a szükséges geometria lemodellezhető legyen. Ez azonban hasztalan, ha nem tudjuk legyártani a megtervezett geometriát, melyhez a CNC vezérlésű szerszámgépek fejlesztése vált szükségessé.



15. ábra Megmunkálás szimuláció

A számítógéppel segített koncepcionális tervezés (CACD), amely segít összegyűjteni, megfogalmazni a termékkel szembeni elvárásokat, valamint a korai formaterveket, koncepciókat. A számítógéppel segített tervezést (CAD), amely jelenthet 2D-s rajzolást, szerkesztést, vagy 3D-s modellezést és az alapján rajzgenerálást, különféle mérnöki számításokkal, termék szimulációval, mérnöki számításokkal támogathatjuk (CAE). A CAD adatok alapján a számítógéppel segített gyártás (CAM) rendszerek segítségével tervezhetjük meg a gyártáshoz szükséges szerszámpályákat és NC programokat. A két rendszer elem közötti kapcsolatot a számítógéppel segített folyamattervezés (CAPP) teremti meg, melynek feladata a gyártási folyamat lépéseinek megtervezése (művelettervezés). A CAM szorosan összekapcsolódik a számítógéppel segített minőségellenőrzéssel (CAQC), amely elsősorban koordináta méréstechnika támogatását jelenti. A gyártás-előkészítés fontos feladata a gyártási erőforrások és az anyagszükséglet biztosítása, valamint a gyártás ütemezése, melyet a számítógéppel segített termelés-tervezés (CAPP) valósít meg. A gyártáshoz kapcsolódó logisztikai feladatokat a számítógéppel segített raktározás és szállítás modul (CAST) segítségével tervezhetjük.



16. ábra Egy számítógép segítségével irányított vállalat struktúrája

2.8.4. Számítógéppel integrált gyártás (CIM)

Erdélyi Ferenc szerint a CIM fogalma:

„A termeléshez kapcsolódó vállalati funkciók olyan együttese, amelyben a funkciók informatikai folyamatait számítógép támogatja és az alkalmazási modulok informatikai kapcsolatait helyi hálózat (LAN) egységes adatbázis üzenetszolgáltatások (MMS) biztosítják.”

A hardver és szoftver eszközök fejlődésével létrejött az integrált gyártás koncepciója (CIM) abból indul ki, hogy a termelési rendszerek eredményességét az erőforrások kapcsolatainak minősége és a rajtuk végrehajtott operációk együttesen határozzák meg.

Egy vállalaton belüli legfontosabb termelési alrendszer:

- a vállalatirányítási (management)
- a műszaki (engineering)
- a termelési (production).

A CIM rendszerek a vállalatirányítási, gazdasági, pénzügyi, vevő és beszállító funkcióikat integrálja a műszaki folyamatokkal együtt.

2.9. Műszaki dokumentáció

2.9.1. 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.**

2.9.2. 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:

- **Blokk vázlat:** fő részek működése, célja, belső kapcsolatai
- **Működési vázlat:** a gyártmányban végbemenő folyamat
- **Elvi vázlat:** Minden elem és ezek kapcsolatai + működési elv
- **Kapcsolási rajz:** elemek elhelyezkedése, csatlakozások, bekötések
- **Bekötési rajz:** Külső csatlakozások

Ábrázolás:

- szabványos rajzjelek
- egyszerű mértani alakzatok
- egyszerűsített vetületek
- egyszerűsített metszetek
- lépték nélkül készülnek
- a rajzjeleket összekötő vonalak függőlegesek v. vízszintesek a legkevesebb töréssel, ill. keresztezéssel (folyamatos vonal)
- szöveges illetve kombinált tájékoztatást (pl.: diagram) is használhatunk

2.9.3. 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.

2.9.3.1. Méréstechnikai alapfogalmak

Mértékegység:

A mérendő mennyiség meghatározását szolgáló egységül választott mennyiség

Mennyiség = mérőszám * mértékegység.

A mérés során azt állapítjuk meg, hogy a mérendő mennyiség hányszorosa a mértékegységnek. Azt, hogy hányszor nagyobb a mérendő az egységnél a mérőszám mutatja meg. Azt, hogy milyen jellegű mennyiséget hasonlítunk össze, a mértékegység fejezi ki. A mérőszám és a mértékegység között a szorzás jelét nem tesszük ki.

Mérőszám:

A mérendő mennyiség/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.

2.9.3.2. 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 lépésméretűvel 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 határozzunk 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 gépészetben 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.

2.9.3.3. Mérési hibák

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 mérőeszközről 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.

2.9.3.4. 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 mérőeszköznél.

2.9.3.5. Alkatrészek eltérései

Egy alkatrész sohasem 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 beszabályozás 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 selejtvesztélt.

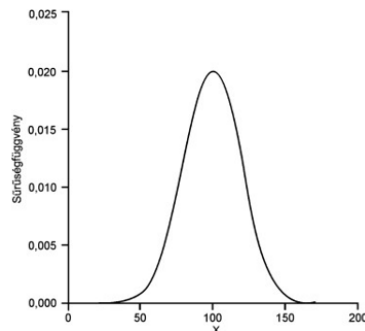
Az alkatrészek tűrésének szigorítása növeli az önköltséget. Ezért a pontossággal szemben támasztott követelményeket csak olyan mértékig szabad fokozni, amennyire azt a kívánt szerelési pontosság szükségessé teszi.

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.



17. 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.

2.9.3.6. Felületi egyenetlenségek

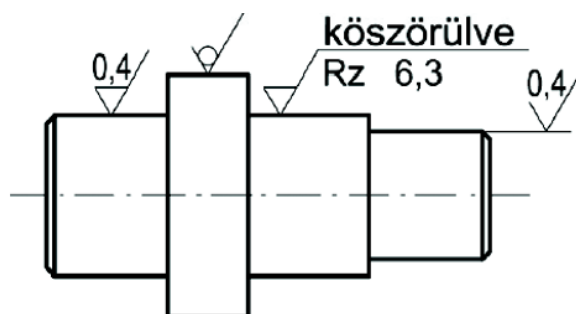
A felületi érdesség az anyag szerkezetétől és a gyártási technológiától függ. Forgácsolással készült felületek érdessége gyakran meghatározott rendezettséget, irányultságot (barázdákat) mutat, amely a forgácsoló szerszám haladásának irányát jelzi. A gépalkatrészek felületeinek simasága döntő mértékben 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 az észlelt profil középvonalától mért eltérések abszolút értékének átlaga),
- az R_z egyenetlenség magasságot (a mérési hosszban mért 5 legnagyobb érdesség átlaga),
- az R_{max} legnagyobb felületi érdességet (a mérési hosszban a fenékvonal és a tetővonal távolsága), használják, bár a felületi érdesség jellemzésére más mérőszámok is rendelkezésre állnak.

A felületi érdességet jellemző mérőszámokat metszettepintős 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 Ra átlagos felületi érdességet (a középvonaltól megengedett átlagos eltérést jelentik mikrométerben), vagy, nagyon sima felületeknél, az Rz egyenetlenség magasságot írják elő, szabványos számsorból kiválasztott értékre.



18. ábra Felületi érdesség megadása műszaki rajzokon

3. Karbantartás, javítás megvalósítása tananyagegység

3.1. A karbantartás alapvető szabályai

A biztonságos karbantartás öt alapvető szabálya:

- Tervezés
- A munkaterület biztonságossá tétele
- Megfelelő felszerelés használata
- Terv szerinti munkavégzés
- Végső ellenőrzések

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:

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

Végső ellenőrzések:

A karbantartási folyamat végén ellenőrzéseket 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.

3.2. Gépek tönkremenetele. Kopások

Károsodásnál [1] a szerkezetet üzemelés közben olyan hatások érik, melyeknek következtében funkciójának ellátására fokozatosan alkalmatlanná válik.

A tönkremenetel leggyakoribb okai:

- Egy önmagában dolgozó gépnek vagy egy gépcsoport (gyártórendszer) adott részegységének meghatározott funkciókat kell ellátnia a termelés folyamatosságának érdekében.
- A gépeket azonban, mint tudjuk üzemeltetésük során folyamatosan és/vagy szakaszosan külső befolyások érik, amelyeknek következményeként használhatósági tulajdonságaik romlanak, használati értékük csökken, egészen addig, míg a részükre meghatározott feladatokat már nem tudják végrehajtani.
- Ezen hatások olyan meghibásodásokat idéznek elő az alkatrész működésében, amelyek korlátozzák, vagy kizárják a rendeltetésszerű használatot.

A károsító hatások két fő csoportra oszthatók [1]:

A technikai - gazdasági hatások akkor is kifejtetik káros befolyásukat, ha az adott gép, vagy szerkezet egyébként üzembiztos. Az értékcsökkentő hatások módja szerint ez a csoport elévülés és végfelhasználásra bontható

A műszaki- fizikai értékcsökkenő hatások, ezek fejezik ki mindazon tényezőket, amelyeket összefoglaló néven károsodásoknak nevezünk. A károsodások a hétköznapi életben méret, vagy alakváltozásokban, az egyes részek geometriai viszonyainak megváltozásában, illetve a felületek minőségének, vagy más egyéb tulajdonságainak megváltozásában nyilvánulnak meg. Jelentkezési formájuk szerint három csoportba sorolhatók: elhasználódás túlterhelés, öregedés.

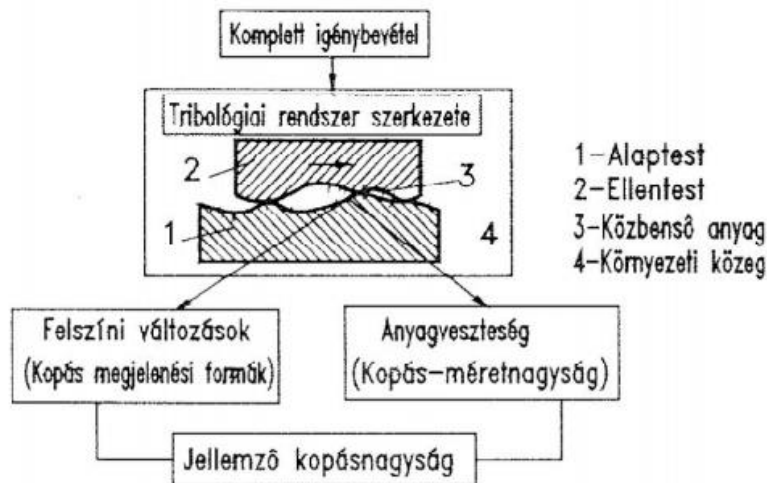
A károsodás bekövetkezhet:

- terhelés hatására,
- termikus hatásra,
- tribológiai hatásra (kopás),
- korróziós hatásra,
- besugárzás hatására

3.3. Kopás

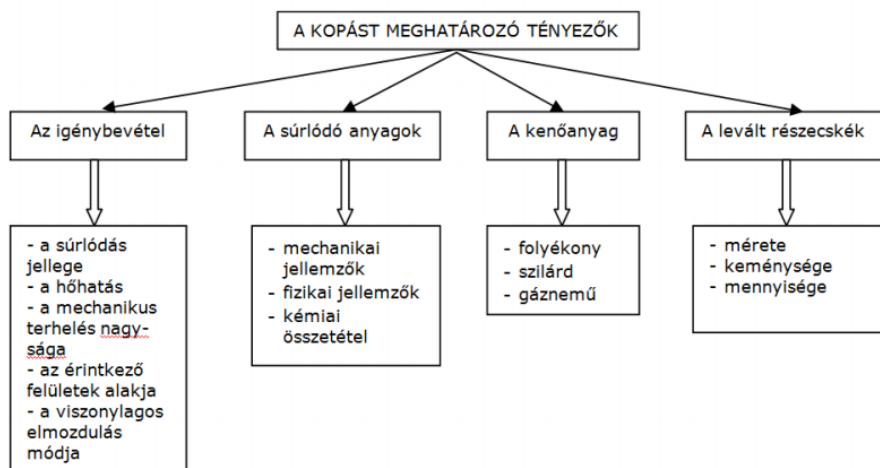
A kopás az egymással érintkező anyagok relatív elmozdulásakor fellépő súrlódás miatt következik be. A kopás lényegében a szilárd anyagok felületének anyagvesztesége, amelyet kizárólag vagy esetleg más igénybevétellel társult mechanikai igénybevétel okoz.

A kopás során a felületekről apró részecskék válnak le, melyek az alkatrész vagy alkatrészek méret, illetve tömegcsökkenését, az üzemeltetés szem pontjából káros elváltozását okozzák. Az elváltozások kiterjedhetnek a felület fizikai, kémiai, szövetszerkezeti, mechanikai tulajdonságainak módosulására is, valamint a munkavégző képesség csökkenésén kívül számos további meghibásodás, repedés, törés, berágódás forrásai lehetnek. Ezek később az alkatrész, majd az egész berendezés, gép teljes tönkremenetelét okozhatják.



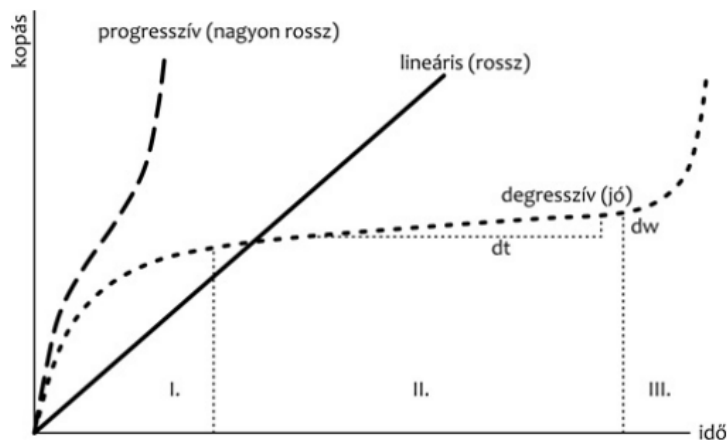
19. ábra Elemi tribológiai rendszer

Adott gép vagy berendezés egy adott alkatrésze milyen mértékben és milyen jellegzetes ismérvek szerint kopik, rendkívül sok tényező határozza meg. Az alkatrészek kopásának legmeghatározóbb jellegzetessége a súrlódás. A súrlódás, amely gyakorlatilag a mozgást akadályozó hatás, azaz olyan mozgás ellen ható jelenségek összege, amely egymással érintkező felületek relatív (viszonylagos) elmozduláskor játszódik le.



20. ábra Kopást meghatározó tényezők

Ha a létrejött kopást az idő függvényében ábrázoljuk, akkor a kopásdiagramhoz jutunk. A progresszív kopás során a kezdeti kopássebesség nagy. Az idő haladtával ez a sebesség nem csökken, hanem egyre növekszik. Ennek a kopásfolyamatnak az oka lehet hibás konstrukció, nem megfelelő kenés stb. A lineáris kopás kezdetben, a degresszív kopáshoz képest kisebb, viszont egy bizonyos időpillanat után (két görbe metszéspontja) nagyobb kopássebességgel rendelkezik.



21. ábra Kopás diagramm [4]

A kopásgörbe három szakaszra osztható:

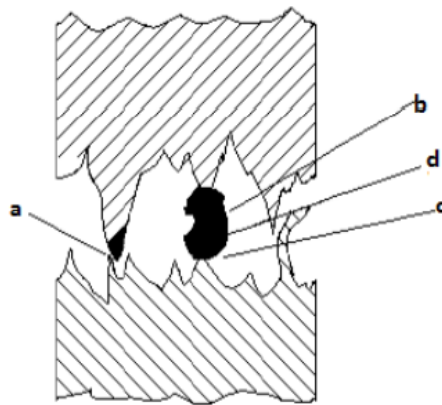
- az alkatrész bejáratódásának szakasza (I),
- a hasznos üzem szakasza (II),
- valamint az instabil szakasz (III).

Bejáratáskor a kezdeti nagy kopássebesség egy bizonyos idő elteltével csökken, és közel állandó értékre áll be. Ezt a szakaszt nevezzük a hasznos üzemi szakasznak, ahol az alkatrészek a különböző terhelésváltozásra kis mértékben reagálnak, a kopássebesség közel állandó. Egy bizonyos üzemóra

elteltével (ez általában jóval nagyobb a tervezett üzemóránál) a kopássebesség ismét megnő és a rendszer instabillá válik, azaz az alkatrész tönkremeneteléhez vezet.

A kopás alapfolyamatai

- a) érdességi csúcsok lenyíródása,
- b) alakváltozások a rugalmas tartományban,
- c) alakváltozások a képlékeny tartományban (maradó alakváltozás),
- d) molekuláris erőhatások (adhézió),
- e) felhevülés a mikrogeometria tartományban,
- f) fizikai vagy kémiai anyagváltozások (pittingesedés, oxidáció, reakciós termékek koptató hatásai).



22. ábra A kopás alapfolyamatai

3.3.1. Kopásformák

- adhéziós (elsőrendű hideghegedéses, másodrendű meleghegedéses),
- abráziós (kéttest és háromtest kopása),
- fáradásos (felszíni kifáradás, pitting),
- mechano-kémiai,
- kavitációs,
- fretting/súrlódási korrózió,
- eróziós.

3.3.1.1. Adhéziós kopás

Az adhéziós kopást befolyásoló tényezők közül fontos a két súrlódó felület anyagának adhéziós hajlama, valamint vegyi reakcióképessége, különösen oxidációs hajlama. A hegedéses kopás egymáson viszonylag kis sebességgel ($v_{\max} = 2\text{m/s}$) elmozduló, de nagy felületi nyomás hatására súrlódó, elsősorban fémes anyagok között jön létre folyadékkenés vagy felületi oxidhártya hiányában. Az érintkezési pontokon molekuláris fémes kötés (adhéziós kötés, vagy hideghegedés) jön létre.

A felületek elroncsolódásának, kopásának mechanizmusa a következő:

- A súrlódó párok között az egyes érintkezési pontokon molekuláris, fémes kötés jön létre.
- A további elmozdulás során a szétválás az összehegedt felületek környezetének megkeményedése miatt nem az érintkezési felületen, hanem attól eltérően, a lágyabb anyagban következik be, így a szilárdabb fém részecskéket szakít ki a kevésbé szilárd felületből.
- A kiszakított részecske a nagy felületi nyomás hatására elridegedik, felkeményedik és a további elmozduláskor mint szilárd csiszolóanyag abrazív módon koptatja, karcolja a felületet.

E hatásokból kifolyólag az adhéziós kopás viszonylag rövid idő alatt nagy méretváltozásokat okoz, azaz nagy az ún. kopási sebesség (10-15 $\mu\text{m}/\text{h}$).

3.3.1.2. Abráziós kopás

Kéttest-abráziós kopása :

Az abráziós kopás folyamán a keményebb felület, kiálló csúcsai elmozdulás közben mélyedéseket, karcolásokat hoznak létre a lágyabb felületben, ill, forgácsolják azt. A lágy anyag mennyisége folyamatosan csökken.

Háromtest-abráziós kopás:

Akkor következik be, ha a két súrlódó felület közé viszonylag apró szemű, kemény csiszoló anyag, abrazív anyag kerül. A kemény, éles abrazív anyag helyt képlékeny alakváltozást okoz. Karcolja a felületeit, abból mikroforgácsokat választ le. Az átlagosan 7-8 μm nagyságú idegen, vagy a két anyag egyikéből lepattogzott és felkeményedett szemcse megsokszorozza a kopás sebességét.

3.3.1.3. Fáradásos kopás (felszíni kifáradás, pitting)

A súrlódó felületek intenzív elroncsolódása, főleg ismétlődő gördülő mozgás, dinamikus igénybevétel esetén. Az ismétlődő feszültségek kifárasztják a felületi réteget, abban mikrorepedések keletkeznek, a repedések továbbhaladása a felületi réteg lepattogzását, gödrösödését, pittingesedését okozza.

A fáradásos kopás főleg gördülő csapágyakban tapasztalható.



Gördülőcsapágy golyó



Gördülőcsapágy gyűrűjén



Fogaskerék fogfelületén

23. ábra Fáradásos kopásjelei

3.3.1.3. Mechano-kémiai kopás

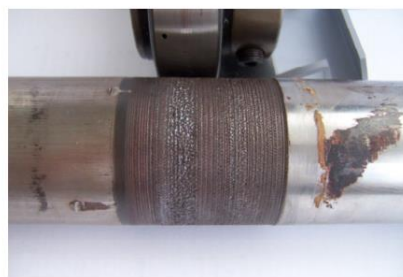
Elsősorban fémek súrlódásakor alakul ki, és döntő mértékben befolyásolja a súrlódó testek és a közé bejutó közeg (oxigén) dinamikus (vegyi és mechanikai) kölcsönhatása. [5]

3.3.1.4. Oxidációs kopás

Ez a kopásforma olyan fémeken, illetve olyan körülmények között fordul elő, amikor a nagy terhelés okozta alakváltozás következtében a felület alatti vékony réteg szilárd oldattá alakul át, azaz igen kemény, rideg fénoxid vegyületek képződnek. Az oxigén a rácshibák melletti aktív fématomokat kihasználva jut be a felületbe és például az acél esetében FeO vas-oxidot alkot, amely oxigéntartalma 10 - 50-szerese a normál acélénak, és keménysége eléri az 1100 - 1400 HV értéket. Az oxidrétegek, melyek mikroszkóppal jól kimutathatóak, az alkatrészek egymáson való további elmozdulásának következtében leválnak a felületről.

3.3.1.5. Súrlódási korrózió (fretting kopás)

A kopási folyamatok egyik speciális esete a súrlódási korrózió, vagy fretting kopás, mely akkor keletkezik, ha az illetett egymással érintkezésben levő felületek dinamikai igénybevétel hatására az alkatrészek kis amplitúdójú, közepes (5-100 Hz) frekvenciás rezgéseket végeznek. A súrlódási korrózió maximuma 8 μm -es amplitúdónál van. Így az érintkezési azaz kontakt zónában alternáló súrlódás jön létre. Ha ezek az elmozdulások elég nagyok, elnyírják az egymáshoz szorított szilárd testek tényleges érintkezési felületén kialakult atomos-molekuláris kapcsolatokat. A súrlódásos oxidáció kopási sebessége nagy, tehát gyors kopást, illetve berágódást okoz. E folyamat az érintkezési felületen helyi kopást és kezdődő fáradt repedést okozhat, ami az anyagok kifáradási határát drasztikusan csökkenti. A gépészetben a fretting előfordulása igen gyakori azokon a szerelt egységeken, ahol valamilyen eredetű vibráció lép fel. Szoros illesztésű alkatrészek, szegecselt szerkezetek, elektromos érintkezők esetében szinte mindennapos problémát jelent. A kopástermékek színe acélon és vason vörös, alumíniumon és ötvözetein fekete. A súrlódási korrózió kis csúszások hatására is létrejöhet.



24. ábra Az oxidációs kopás (fretting) folyamata (súrlódási folyamatot erős oxidáció kíséri) [1]

3.3.1.6. Eróziós kopás

Az eróziós kopást nem súrlódás, hanem a szilárd testekhez ütköző, áramló közeg (pl. szennyvíz, poros gázok, homok, iszap stb.) részecskéi által okozott igénybevétel hozza létre. Az eróziós kopás az anyagok áramlásakor a szilárd falhoz ütköző részecskék mozgási energiájának ütközési energiává történő átalakulása során jön létre. A szilárd fal és a részecske rugalmasan és/vagy képlékenyen deformálódik, ridegen törik és a becsapódó részecske a falból anyagrészeket szakít ki. Az eróziós kopás nagysága a felületről leváló részecskék mennyiségével azonos.

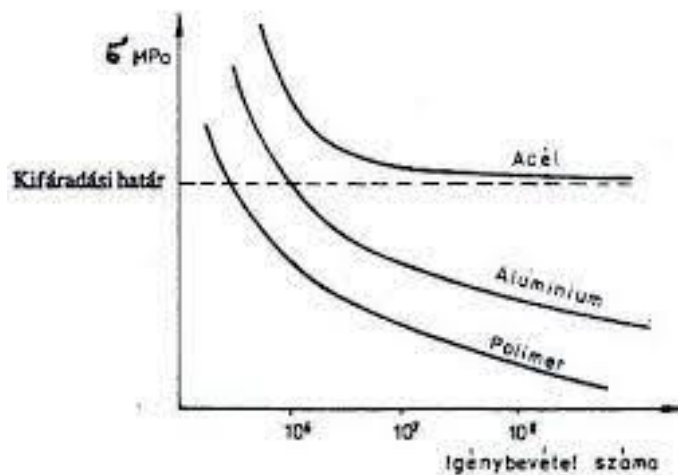
3.3.1.7. Kavitációs kopás

A kavitációs kopás a szilárd testek áramló folyadékkal érintkező felületein alakulhat ki, ahol a kedvezőtlen áramlási viszonyok miatt a folyadékban oldott gázok apró buborékok formájában kiválnak, majd a felületnek ütközve nagy belső nyomásuk (kb. 1500 bar) miatt szétrobbannak, ami erős mechanikai igénybevételt okoz és lyukszerű kráteresedést eredményez. A buborékok összeomlásakor erős folyadékütközéseket idéznek elő a szilárdtest felületén. A folyadékütközés jelentős mechanikai igénybevételt jelent. Az ütközések hatására repedések indulnak el a felületről, és azok tovaterjedve lyukszerű krátereket okoznak.

A fretting és az eróziós kopás nem egyetlen önálló folyamat, hanem több folyamat egyidejű vagy egymást követő megjelenése miatt alakul ki.

3.4. Kifáradás

Mechanikából ismeretesek azok az igénybevételek, amelyek egy gépelem (forgó tengely, tárcsa, fogaskerék) működése közben az adott géprészt terhelik. Ezek az igénybevételek lehetnek statikusak, illetve dinamikusak. Statikus terhelésen időben és nagyságban állandó, míg dinamikus terhelésen időben és/vagy nagyságban, illetve irányában változó igénybevételeket értünk. A múlt század végén egy német mérnök, Wöhler, mégis azt tapasztalta vasúti tengelyek megfigyelése folyamán, hogy a megfelelő biztonsággal méretezett gépelemek bizonyos üzemidő elteltével az ismétlődő igénybevételek hatására eltörték. Ezt a jelenséget laboratóriumban (ún. fárasztógépen) vizsgálva, az előbb említett alkatrészek anyagából próbatesteket készítve, Wöhler azt állapította meg, hogy a próbatestek annál később mennek tönkre, minél kisebb feszültséggel terhelte őket. A kísérleteknél gondosan feljegyezte az ún. igénybevételi számot, melynél a beállított terhelés törést okozott. A mérési eredményeit egy diagramban foglalta össze, amely, mint látjuk aszimptotikusan tart egy vízszintes egyeneshez, amely azt a feszültséget reprezentálja, amelynél a próbatest gyakorlatilag végtelen igénybevételi szám esetében sem tört el. Ez a töréspont, amely acéloknál $2 - 3 \times 10^6$ igénybevételi számnál jelentkezik a kifáradási határ nevet kapta, mivel ehhez a terhelésváltozási számhoz tartozó feszültséget az anyag végtelen terhelésváltozás esetén is el tudja viselni.



25. ábra Kifáradási határ

A kifáradási határt több, az alkatrésze nézve külső, illetve belső tényező is befolyásolja.

Ezek közül a legfontosabbak a következők:

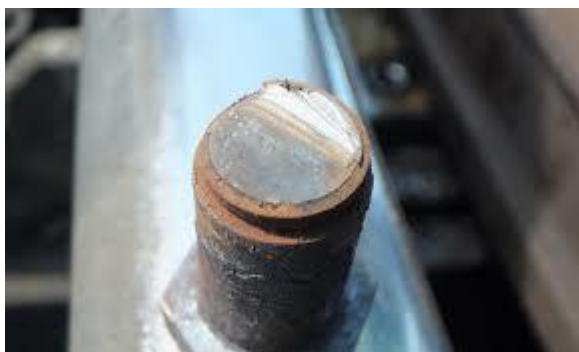
- a feszültségi állapot,
- a feszültséggyűjtő helyek,
- a feszültség időbeli lefolyása,
- az igénybevétel frekvenciája,
- a környezeti hatások,
- az alkatrész mérete, alakja (geometriai kialakítás).

A statikusan folyáshatárra, vagy szakító szilárdságra megfelelően méretezett alkatrészek is eltörhetnek, ha azokat ismétlődő igénybevétel terheli. Ez azért következik be, mert a folyáshatár alatti átlagfeszültségek esetén is lehetnek az anyagban olyan helyek, ahol a helyi feszültség meghaladja a folyáshatárt, vagy a rugalmassági határt, tehát az anyag ismétlődő képlékeny alakváltozást szenved.

3.4.1. A kifáradási törések jellegzetességei

A kifáradásos töréseket más nem kifáradás okozta tönkremeneteltől az ún. törési kép alapján tudjuk megkülönböztetni. A kifáradásos törés általában a felületen kezdődik igen vékony hajszálrepedések formájában. A repedés forrása lehet valamilyen anyagszerkezeti vagy alkatrész geometriai feszültséggyűjtő hely (hegesztési varrat, reteszhorony, tengelyváll, átmenő furat, stb.), amelyből kiindulva a törés folyamatosan, vagy lépésről lépésre terjed az alkatrész keresztmetszetében.

A kifáradási törés külalakját azok a külső hatások szabják meg, amelynek hatására létrejött. A törési képből (maradék törési felület elhelyezkedéséből) az igénybevétel módjára, a tönkremenetel okára is következtetni lehet.



26. ábra Törési kép

3.5.4. Szerelés

A gépelemek szerelési folyamata magába foglalja az egymáshoz tartozó alkatrészek összekapcsolását. A megfelelő bázisfelületek egymáshoz illesztése útján, előírt helyzetük ellenőrzését, szükség esetén az elhelyezkedés hibájának javítását, és végül annak a helyzetnek a rögzítését, mely biztosítja az alkatrészek helyes működését. Néhány az iparban alkalmazott jellegzetes gépelemek szerelését ismertetjük. [2]

3.5.4.1. 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. Alkatrészkapcsolatlétesítés: 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 - részegységszerelés: 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 alkatrészéből álló konstrukciósan és szereléstechológiai 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.

Szereléshelyes 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.

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

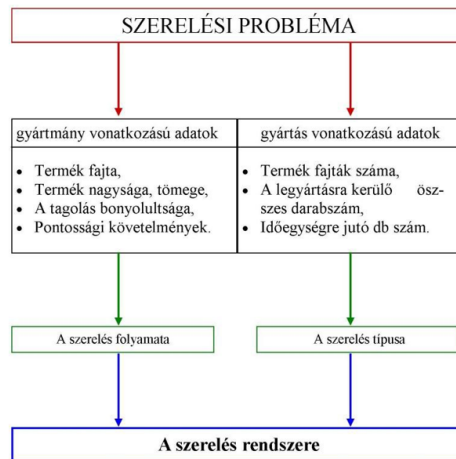
Technológiai elem: egy technológiai feladatra alkalmas egysége a rendszerelemnek.

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

3.5.4.2. 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 szerkezetté, illetve termékévé 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.



27. ábra Szerelés rendszere

3.5.5. A szerelés szervezési formái

3.5.5.1. 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:

- szabad mozgatású (pl. kézi v. görgősoros munkadarab továbbítás),
- 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.

3.5.5.2. A szerelés üteme szerint a szerelési forma lehet:

(a szerelés ütemezettségén az egyes műveletek időtartamának összehangoltságát értjük)

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.

3.5.6. 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 mozgatásával végzett – folyamatos szerelés.

3.5.6.1 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.

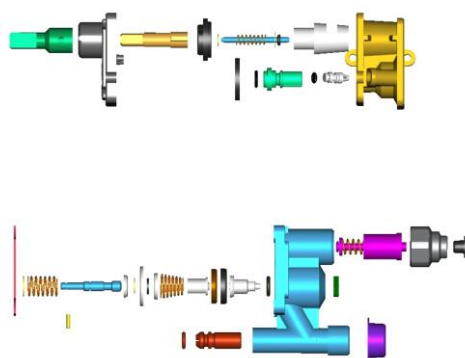
A termékek összefüggéseit így leíró tipikus dokumentációk a következők:

- Műszaki leírások és kezelési útmutatók,
- Darabjegyzék,
- 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.

3.5.6.2. 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.



28. ábra Robbantott szerelési ábra [13]

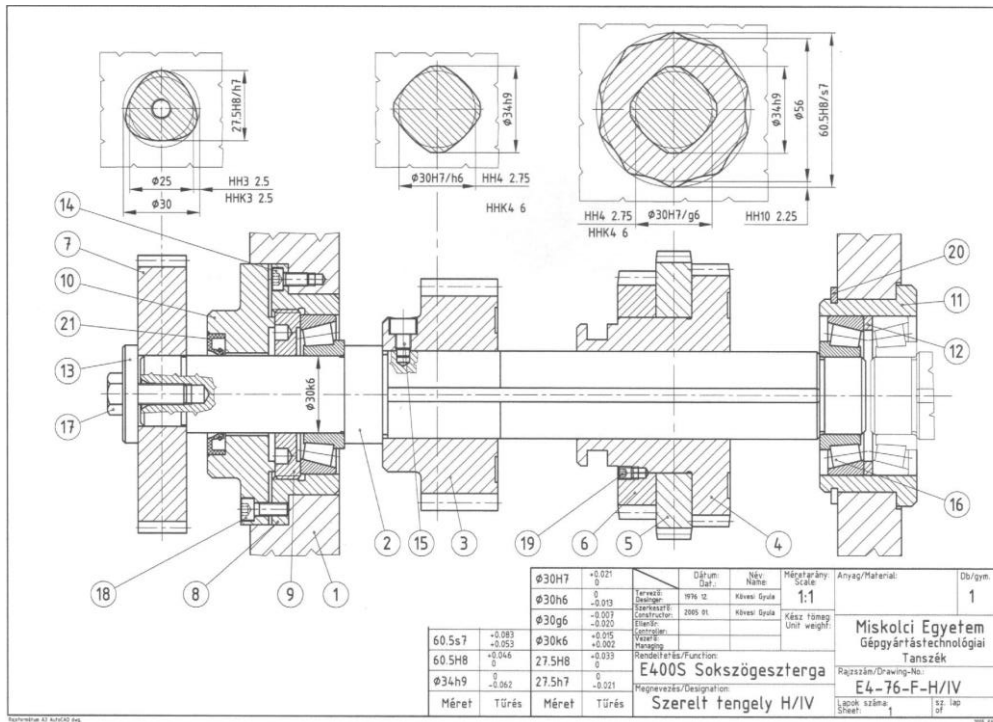
Funkciója:

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

3.5.6.3. 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 feltűntet. Időnként nélkülözhetetlen mérnöki utasításokat is tartalmazhat. Az összeállítási rajz egyike a legjellegzetesebb és legfontosabb dokumentumoknak a mérnöki tervezésben és a termelésben.



29. ábra Összeállítási rajz [13]

3.5.6.4. Gyártmány (-szerkezeti) -családja

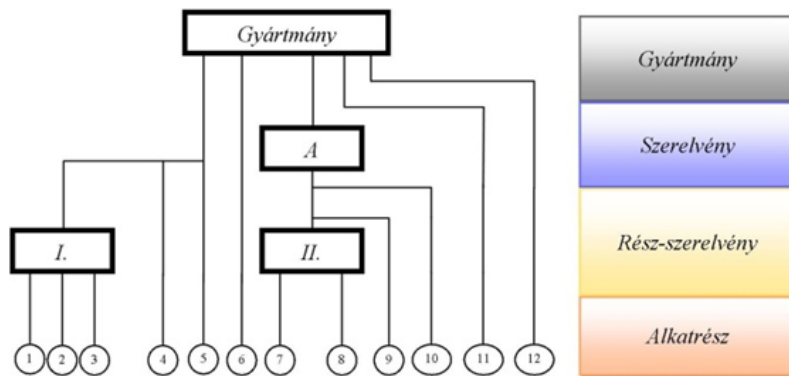
A gyártmány szerkezet (-családja) megmutatja a konstrukciós elemeket és szinteket egy szerelvényen belül. A fő célja az ipari gyakorlatban, hogy tisztázza a lehetséges termék elemek és a már többféle létező termékhez tartozó jelentős termelési folyamatok párhuzamait. A struktúra minden egyszerű csomópontja egy koncepcionális - fizikailag nem feltétlenül létező - építőelemét alkotja a végső terméknek, mellőzve a valós állapotokat a folyamat különböző termelési és szerelési fázisaiban.

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

3.5.6.5. Szerelési családja

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.

A szerelési családja 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.



30. ábra Szerelési családfa

(https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQOPfix2j9_KhBZLgTaSuMJwMYkMhWnm3ZQg&usqp=CAU)

3.5.6.6. 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:

3.5.6.7. 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.

3.5.6.8. Szerelés szerszámai

Szerelés szerszámai igen sokfélék lehetnek. Szerelés során felhasznált szerszámok típusait, mennyiségét a szerelési technológia, illetve a termék nagysága, fajtája és tömege határozza meg. Szerelés szerszámaival szemben támasztott követelmény, hogy könnyen hozzá lehessen velük férni a szerelni kívánt alkatrészhez.

3.6. Gépelemek szerelése

A gépelemek szerelési folyamata magába foglalja az egymáshoz tartozó alkatrészek összekapcsolását. A megfelelő bázisfelületek egymáshoz illesztése útján, előírt helyzetük ellenőrzését, szükség esetén az elhelyezkedés hibájának javítását, és végül annak a helyzetnek a rögzítését, mely biztosítja az alkatrészek helyes működését. [2]

3.6.1. Tengelykapcsolók szerelése [1]

A legtöbb tengelykapcsoló összeszerelése előtt ellenőrizni kell a tengelyek egytengelyűségét és a kapcsolótárcsa merőlegességét. Rögzítésük: ék, retesz vagy zsugorkötés. Eszközei: csavarhúzó, villáskulcs, kalapács, sajtó, zsugorkötéshez melegítőgyűrű [1].

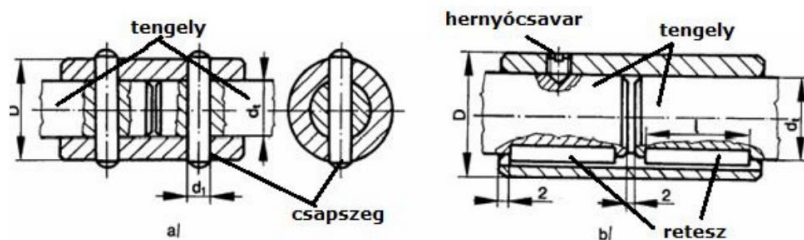
A tengelykapcsoló a tengelyvégek egyikéről a másikra adja át a forgó mozgást, illetve a forgatónyomatékokat.

Feladatuk és szerkezeti kialakításuk szerint megkülönböztethetünk:

- merev tengelykapcsolókat,
- mozgékony tengelykapcsolókat,
- rugalmas tengelykapcsolókat,
- hajlékony tengelykapcsolókat,
- oldható tengelykapcsolókat,
- súrlódó tengelykapcsolókat

3.6.1.1. Tokos tengelykapcsoló

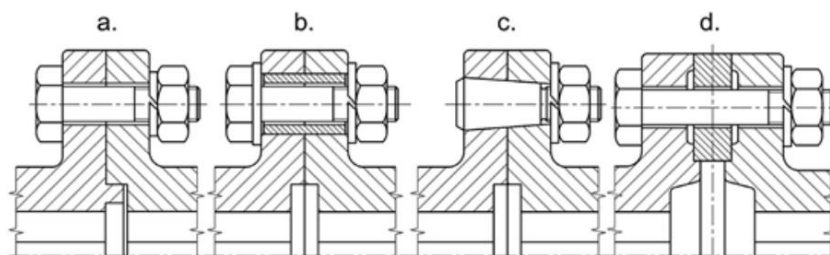
A tokos tengelykapcsoló fő eleme a kapcsolóhüvely, amelyet ékkötéssel, reteszkötéssel, bordáskötéssel vagy kúposszeggel rögzítünk a két tengelyvégre. A kúpos kapcsolóhüvelyes tengelykapcsoló esete a belül hengeres, kívül enyhén kúpos vékonyfalú perselyre kell megfelelő készülékkel sajtolni a perselynek megfelelő kúposágú külső tokot [1].



31. ábra Tokos tengelykapcsoló

3.6.1.2. Tárcsás tengelykapcsoló

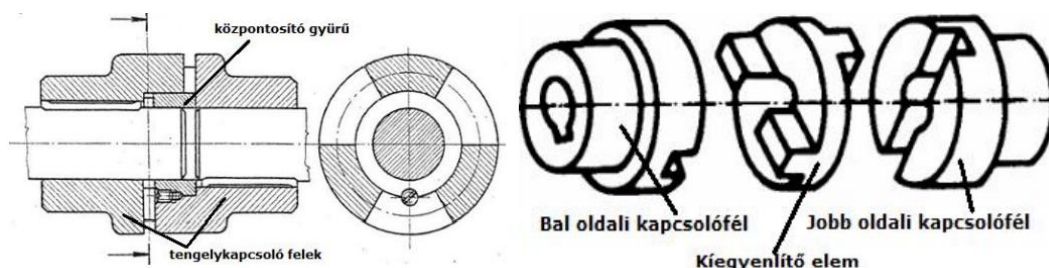
A tárcsás tengelykapcsoló az egyik legelterjedtebben használt merev kapcsolószerkezet. Egytengelyű összekapcsolására és csavarónyomaték átvitelére alkalmas. A tárcsafelek tengelyre rögzítése ékkötéssel vagy zsugorkötéssel történik. Egymáshoz kapcsolásukat a központosítás érdekében illesztő csavarral végezzük. Ez erős korróziós közegben a szétszereléskor okoz hátrányt. Ilyen környezetben gyakran kétrészes, külső központosító gyűrűt használnak, laza csavarral szorítva össze a tárcsafeleket [1].



32. ábra Tárcsás tengelykapcsoló

3.6.1.3. Mozgékony tengelykapcsolók

A mozgékony kapcsolók lehetővé teszik, hogy a tengelyvégek üzem közben, hőtágulás hatására tengelyirányban elmozduljanak, illetve kismértékű egytengelyűségi hibát kiegyenlítsenek. Ilyen feladat elvégzésére a hődilatációs kapcsoló és az Oldham-tengelykapcsoló alkalmas.

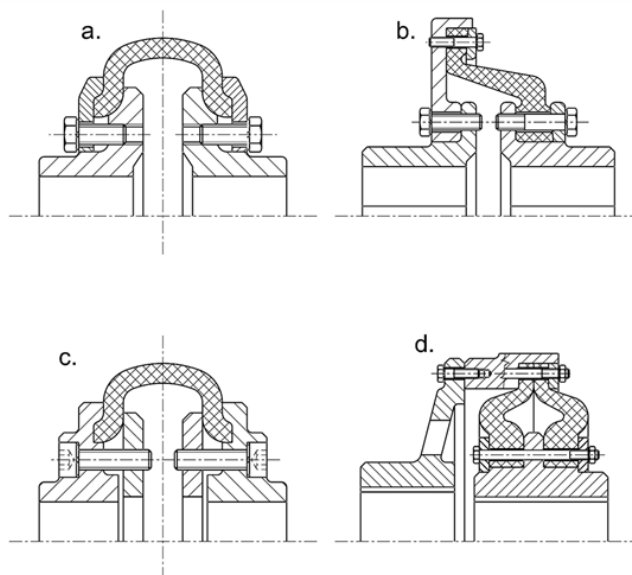


33. ábra Hődilatációs és Oldham tengelykapcsoló [5]

A dilatációs tengelykapcsolónál a tengelyirányú elmozdulás biztosításához a kapcsolófelek között hézag van. A kapcsolófeleket fogak által vezetett, pontosan illesztett gyűrű központosítja. A kapcsolófeleket a szerelési utasításban megadott axiális eltolással szereljük össze. Az Oldham tengelykapcsoló egymással párhuzamos, de excentrikusan elhelyezett tengelyek közötti nyomaték átvitelére alkalmas. A tengely végekre felerősített két tárcsa között egy közdarab van elhelyezve, két oldalán egymásra merőleges helyzetű két kiemelkedő vállal. Szerelésénél a tengelyeket el kell távolítani egymástól, így kapcsolófelek lehúzhatók a tengely végekről. Többnyire belső égésű motorok, segédberendezéseinél használunk ilyeneket.

3.6.1.4. Rugalmas tengelykapcsolók

Erő- és munkagépek összekapcsolásához célszerű alkalmazni. Ezáltal a lökészerű igénybevételek átadását elkerülhetjük. Az ilyen igényeket általában bőr vagy gumidugós, valamint gumitömlős kapcsolókkal elégítik ki. A gumi rugalmasabb, azonban idővel megkeményedik, ezért gyakrabban, kell cserélni, mint a bőrt. Nagyobb ellenálló képessége van a kívül is acélcsővel ellátott gumielemnnek, amit Silentblocknak nevezünk. Szereléskor az egytengelyűsége fokozottan ügyelni kell, ellenkező esetben a gumidugók hamar tönkre mennek. A Periflex-tengelykapcsoló rugalmas eleme a tengelykapcsolófelek peremére szereli gumitömlőt. Az elcsavarodási szög legnagyobb értéke 2-4 fok kisméretű tengelyelhajlást is megenged. Szerelésnél a gumitömlő nem sérülhet. Először a tárcsafélet szereljük a tengelyre, majd ráhelyezzük a gumitömlőt, amit a szorító tárcsán átmenő csavarokkal a tárcsafélhez szorítunk [1].

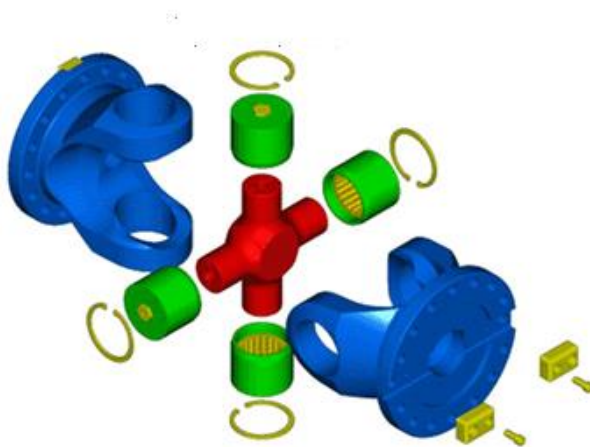


34. ábra Periflex tengelykapcsoló [1]

3.6.1.5. Hajlékony tengelykapcsolók

A hajlékony tengelykapcsolók lehetővé teszik a tengelyek egymáshoz viszonyított kismérték szögelhajlását. Legismertebb fajtái a Hardy (tárcsás tengelykapcsoló és a kardántengely).

A Hardy-tárcsás tengelykapcsoló felek villái csavarokkal kapcsolódnak a rugalmas elemhez. A rugalmas tárcsa alakú elem acéllemezekből vagy szövetbetétesgumiból készült. A csavaranyákat elfordulás elleni rögzíteni kell, ez általában koronás anya és sasszeg használatával történik. A kardánkapcsoló a tengely elhajlást úgy teszi lehetővé, hogy mereven összekötött, egymásra merőleges két csapból álló csuklós kereszt végei csatlakoznak a tengelyek végén levő villákhoz. A villák végeiben a kardánkereszt tűgörgőkkel csapágyazott. A tűgörgők külső pályáját a villavégekbe helyezett sapkák alkotják melyeket rúgós biztosító gyűrűk tartanak helyükön. Az összeszerelést a kardánkereszt betételével kezdjük, majd tűgörgőket és a tűgörgő sapkát kívülről helyezzük a kardánvillába. Végül rúgós biztosítógyűrűt a horonyba tesszük.

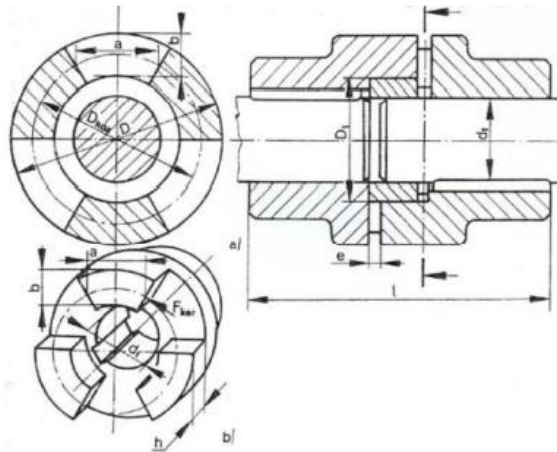


35. ábra Kardáncsukló

(<https://slideplayer.hu/slide/2119253/8/images/4/Kard%C3%A1ncsukl%C3%B3.jpg>)

3.6.1.6. Oldható tengelykapcsolók

Két tengely kapcsolata működés közben vagy nyugalmi állapotban oldható tengelykapcsolókkal szakítható meg. Legelterjedtebb közülük a körmöskapcsoló amelynek az egyik része mereven a hajtótengely végre van szerelve, a másik a bordázott tengelyvégre, vagy siklóreteszeken axiálisan eltolható. A kapcsolat a körmöknek villával egymásba tolásával jön létre. A fogazott tengelykapcsolók kapcsolófelei fogaskerekek. Az egyik külső, a másik belső fogazatú. Kapcsolás előtt a hajtott és a hajtó oldalát egy külön szinkronizáló kapcsoló azonos fordulatszámra hozza [1] [4].



35. ábra Körmös tengelykapcsoló

3.6.1.7. Súrlódó tengelykapcsolók

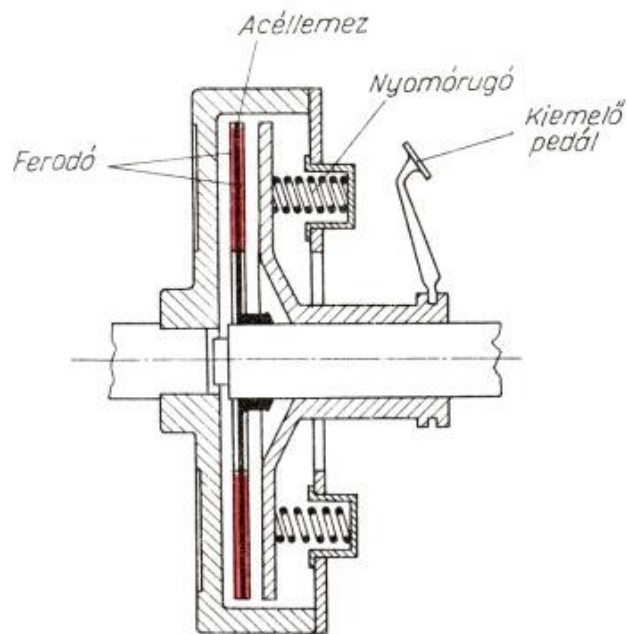
A súrlódó tengelykapcsolók a korszerű hajtóművek legfontosabb tengelykapcsolói. Működés közben ki- és bekapcsolhatók, emiatt a gépjárműveknél széles körben alkalmazzák. Fontos követelmény, hogy a kopásnak kitett alkatrészek gyorsan után állíthatók vagy cserélhetők legyenek, és a szerelést a tengelyek axiális eltolása nélkül is elvégezhesük. Szerelésükkor fontos az egytengelyűség. A kúpos tengelykapcsoló hátránya, hogy az axiális reakcióerő állandóan terheli a tengelyt és a csapágyakat, valamint a tengelyek kiszorításához a kapcsolófeleket tengelyirányban el kell tolni.

Egytárcsás súrlódó tengelykapcsoló.

A tengelykapcsoló fedelet a lendkerékhez csavarokkal rögzítik. A fedélen van a kinyomólap, a kiemelőkarak a tengelykapcsoló nyomólap és szerkezettől függően 6-12 nyomórugó vagy a tányérugó biztosítja az összeszorító erőt.

A többtárcsás vagy lemezes súrlódó tengelykapcsoló

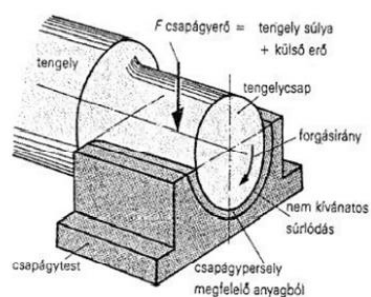
Kis helyigény esetén nagy nyomatékok átvitelére használják. A tengelykapcsoló házba több lemez van egymás után, váltakozva hajtó- és hajtott tárcsaként elrendezve, amelyek általában olajban forognak. A hajtónyomaték a tengelykapcsoló kosarán, a súrlódó lemezeken, az acéllemezeken és a nyomólapon keresztül jut a kihajtó tengelyre [1].



36. ábra Egytárcsás súrlódó tengelykapcsoló

3.6.2. Siklócsapágyak szerelése [5]

Gyártásuk, szerelésük, javításuk egyszerűbb és olcsóbb, mint a gördülőcsapágyaké, tűréseik is lazábbak lehetnek és a porszenyeződéssel szemben sem olyan érzékenyek. Előnyük még, hogy osztott és osztatlan kivitelben is készülhetnek. Olcsó, csendes, nagy teherbírású és bármilyen méretben elkészíthető. Speciális esetben és speciális anyagból készíthető kenés nélkül is üzemelhet. Hátrányai, hogy nagy indítóenergia kell a gördülőcsapágyhoz képest. Nagy a súrlódási tényező. Több karbantartást és több kenőanyagot kíván, folyamatos kenésre van szüksége.



37. ábra Siklócsapágyak [3][5]

3.6.2.1. Osztatlan siklócsapágyak [3]

Az osztatlan csapágyak futófelületét rendszerint külön persely képezi, amely valamilyen jó siklási tulajdonságú fémből pl. bronzból vagy műszaki műanyagból készül. Legegyszerűbb szerkezeti kialakításuk a peremes és a perem nélküli persely. Szerelésük általában tengelyirányú sajtolással oldható meg. Kisfedés és aránylag nagyfalvastagság esetén kalapáccsal is beüthető a csapágyházba. Általában azonban a csapágyház felmelegítésével vagy az elferdülés ellen sajtolással rögzítjük a perselyt csapágyházban. Sajtolással is történhet a beépítés. Besajtolás előtt a perselyeket is, a csapágyházban levő furatokat is meg kell tisztítanunk az éles sarkokat le kell kerekíteni. Beszorulás ellen a furat felületét gépolajjal bekenjük.

3.6.2.2. Osztott siklócsapágyak [5]

Osztott csapágyakat leggyakrabban hajtóműházakba építünk be. E szerkezeti megoldásnak nagy előnye hogy könnyen szerelhető, és a kopásból eredő játék a csapágyfészek, illetve a csapágyfedél közé helyezett hézagoló lemezekkel utánállítható. A csapágyfeleket csavarok fogják össze. A csapágycsésze nem egy anyagból készül, hanem több réteget visznek fel az alapfémre. A vékonyfalú csapágyperselyeket mindig párban cseréljük. Összeszerelésük előtt a perselyeket és fészkeket megtisztítják. A csapágyperselyeket a fészkekbe nyomjuk illesztjük és a hézag nélküli felfekvést festékpróbával ellenőrizzük. A fészkekbe sajtolást a csapágyház csavarjainak meghúzásával végezzük.

3.6.2.2. Csapágyház beállítása, ellenőrzése

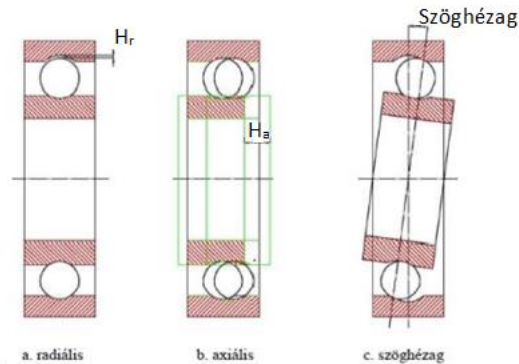
A siklócsapágyak szereléskor a csapágy és a tengely között megfelelő hézagot kell hagyni, hogy forgás közben létrejöhessen az összefüggő olajfilm. A hézag nagyságát közvetett módon a tengely forgatásával ellenőrizzük. Ha a tengely nehezen forog, a csapágy fedelek meglazításával állapítható meg, hogy melyik csapágy fékezi a tengelyt. A siklócsapágyba szerelt tengely zavartalan működéséhez lehetővé kell tenni bizonyos mértékű axiális játékot, hogy a tengely e határok között szabadon mozoghasson.

3.6.3. Gördülőcsapágyak szerelése

A gördülőcsapágyak szerkezeti felépítése lényegesen eltér a siklócsapágyak felépítésétől. Az álló és forgó részek között valamilyen gördülő testen keresztül valósul meg a kapcsolat. Ha a gördülőelem gömb, akkor a csapágyat golyócsapágy, egyébként görgőscsapágy, illetve görgőscsapágy, illetve görgőscsapágy, illetve görgőscsapágy nevezzük. A gördülőcsapágyak nagy sorozatban és nagy pontossággal készülnek, méreteiket nemzetközi szabványok rögzítik [2].

A gördülőcsapágyak beépítése során és használatkor olyan igénybevételek jelentkeznek, amelyeket különböző nagyságú radiális, ill. axiális csapágyházakkal lehet kielégíteni. A csapágyház mértéke az a teljes elmozdulás, amellyel az egyik csapágygyűrű a másikkal képest elmozdítható. A

gördülőcsapágyakat a tengelyen, ill. a házban illeszteni szokták, mely a belső, ill. a külső gyűrűnek a terhelés hatására bekövetkező előfordulását akadályozza meg. Általában szoros illesztést alkalmaznak. Az illesztést a következő szempontok alapján szokták megválasztani: terhelés módja és nagysága, üzemi hőmérséklet, futáspontosság, szerelhetőség. Az illesztés kiválasztásához szabványok tartalmazznak előírásokat.



38. ábra Csapágyhézagok [2]

Általános szempontok:

Mindig a forgó terhelési gyűrűt kell szorosabban illeszteni, határozatlan terhelés esetén mindkét gyűrű szorosan illesztendő. Szorosabb illesztést kell választani, ha a terhelés nagy, vagy lökészerű, hiszen akkor a gyűrű deformálódhat és az illesztés lazábbá válhat. Ha a csapágy axiális elmozdulása szükséges (pl. a tengely hő okozta megnyúlása miatt), akkor az egyik gyűrűt átmeneti illesztéssel illesztjük. A gördülőcsapágyakat axiálisan rögzíteni szükséges. Ha a csapágyat nem terheli axiális erő, akkor a csapágygyűrű szoros illesztése is elegendő az elmozdulás megakadályozására. Minden más esetben mindkét csapágygyűrűt mindkét oldalán meg kell támasztani.

3.6.3.1. Hengeres furatú csapágyak szerelése

Kisméretű hengeres csapágyak tengelyre vagy házba szerelése elvégezhető a szilárd illesztésű gyűrűre támasztott szerelőhüvelyre mért kalapácsütésekkel. A présekkel egyenletesen lehet felsajtolni a csapágyat szerelőhüvely közvetítésével. Nagymértékben megkönnyíthetjük a szerelést, ha a csapágyat felmelegítjük. A csapágy és a csapágy ülék közötti hőmérséklet-különbség a túlfedésből és a méretből adódik. Azonban soha ne melegítsük 130 C° fölé. Helyezzük a csapágyat a tengelyre, majd tartsuk megfelelő pozícióba és várjuk meg amíg a tengelyre zsugorodik.

3.6.3.2. Kúpos furatú csapágyak szerelése

A kisebb méretű kúposfuratú csapágyakat [1] a tengelyre általában szerelőhüvely és kalapács vagy tengelyanya és körmös kulcs használatával szerelhetjük. Szerelés előtt ellenőrizzük a kúpos csapágy ülék átmérőjét, kúposágát és alakpontosságát. Kenjük be a kúpos csapágy ülékét olajjal, helyezzük rá a csapágyat és sajtoljuk a helyére. Nagyobb csapágyakat hidraulikus anya vagy olajnyomásos módszerrel szereljük.



39. ábra Kúpos furatú csapágyak szerelése [3]

3.6.3.3. Szorító hüvellyel ellátott csapágyak szerelése

A szorítóhüvely egyszerűbbé teszi a szerelést. A hüvelyt híg olajjal bekenjük, ráhelyezzük a csapágyat, majd az anyát ütközésig ráhajtjuk. Megfelelő hézag értékénél helyezzük fel a biztosítólemezt.

3.6.3.4. Lehúzó hüvellyel ellátott csapágyak szerelése

Kisméretű csapágyaknál a szerelés megfelelő eszközei a megfelelő méretű szerelőhüvely és kalapács. Szerelés előtt itt is kenjük be a tengelyt és a hüvelyt híg olajjal. Ezt követően a hüvelyt kalapácsütésekkel sajtolják a csapágy alá, az előírt csapágyhézag eléréséig. Ezután biztosítjuk. Közepes és nagyméretű csapágyaknál a jelentős sajtolóerő miatt célszerű hidraulikus csapágyanyát vagy olajnyomásos szerelést alkalmazni. Hidraulikus anyával a hüvelyt a csapágy alá sajtoljuk a megfelelő mértékig.

A csapágyak kiszérése akkor szükséges, ha a csapágy tönkrement, a csapágy beépítése hibás volt, melyeket ki kell cserélni, illetve javítás, karbantartás esetén. A csapágybeépítés javítása esetén, ha a csapágyat újra fel kívánjuk használni, a kiszérést nagy gondossággal kell végezni, nehogy megsérüljön. Ha tönkrement csapágyak kiszéréséről van szó, akkor az előbbi gondosság mellőzhető, ilyenkor csak arra kell ügyelni, hogy a csapággal érintkező felületeket ne sértsék meg.



40. ábra Csapágylehúzó szerszámok

(<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSK-MsQbFY0U5lnqxyjOGjmM4BnklNwABHKbg&usqp=CAU>)

3.6.4. Fogaskerekek, csiga és csigakerekek szerelése

A fogaskerék-átvételek szerelése három fő munkafolyamatból áll: - a fogaskerekek tengelyre szerelése, - a fogaskerekek beszerelése a hajtóműházba, - a fogaskerekek kapcsolódásának beállítása. Illesztésüktől függően kézi erővel, szerelőtüske és kalapács segítségével vagy szerelősajtóval szerelhetők a fogaskerekek a tengelyre [1][2].

3.6.4.1. Hengeres fogaskerekek szerelése

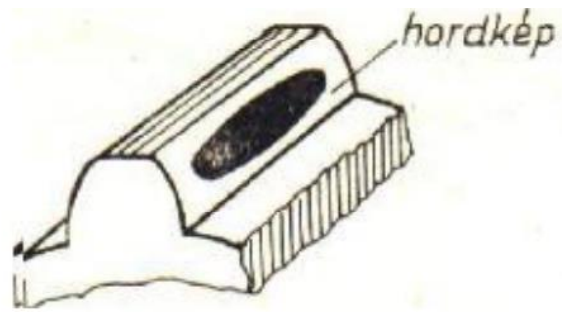
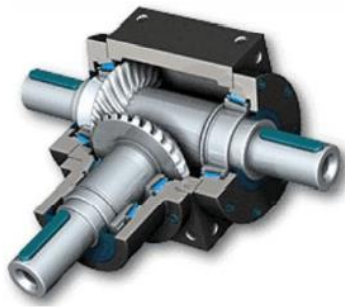
A tengely- és a csapágyhiba lehet excentricitás vagy tengelytávolság-eltérés. Az excentricitás a helytelen szerelésből is adódhat, ha a fogaskerék és a tengely kapcsolata vagy a menesztő-retesz illesztése nem megfelelő.

Ezért ajánlatos a fogaskerék tengelyre szerelésekor a következő sorrendet betartani:

- szereljük és illesztjük a kerekek és a tengelyek hengeres felületeit,
- szereljük és illesztjük a menesztőelemeket,
- tengelyirányban beállítjuk a kerekeket,
- szükség esetén rögzítjük a kereket a tengelyen.

3.6.4.2. Kúpkerék-hajtások szerelése

A kúpkerékek [1] tengelyei leggyakrabban 90° -os szöget zárnak be egymással. Szerelés előtt a fő méreteket célszerű ellenőrizni. A fogaskerékszekrénybe szerelés előtt ellenőrizzük a csapágyfészkeket, mivel ezek határozzák meg a tengelyek egymással bezárt szögét. A tengelyek bizonyos határon túli helyzeteltérése ugyanis olyan fogkapcsolódási zavart okoz, ami kizárja a helyes működést. A beszerelés után a kúpkerék-hajtást festékes hordkép-ellenőrzéssel állítjuk be.



41. ábra Kúpfogaskerekes hajtómű és a festékes hordkép [5] [7]

3.6.4.3. Csigahajtások szerelése

A tengelytávolság pontos betartása a csigahajtásnál fontos követelmény, mivel ez szabja meg a fogak helyes kapcsolódását [1]. Azonban ezt általában szerelésnél nem áll módunkban módosítani, mivel a házban lévő csapágyhelyek meghatározzák a tengelyek helyzetét. Azonban lehet olyan kialakítás is, ahol ez kismértékben állítható. Ilyenkor a tengely-távolságot hézagoló lemezekkel pontosan be kell állítani. A hajtásnál a csiga és a csigakerék szimmetriasíkjaiknak egybe kell esniük Szereléskor fontos szempont tehát, hogy a csiga középvonal és a csigakerék fogprofiljának közepe egy síkba essen. Másik szempont, hogy a csigaközepe a csigakerék tengelysíkjaiba essen.



42. ábra Csigahajtómű

(<http://www.agisys.hu/fotok/cikkek/W-csigahajtomu-metszet.jpg>)

3.7. Gépalkatrészek felújítása mechanikai módszerekkel

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

3.7.1. 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 csereszabátossága megmarad.
- A kopás, berágódás stb. olyan mértékű az alkatrészen, hogy az alakhelyesre munkálás után az új méret lényegesen eltér az eredetitől, tehát az alkatrész csereszabátossága 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 szelep ülékek szabályozása, csiszolása. Itt a lemunkált réteg estenként a mm-es nagyságrendet is elérheti anélkül, hogy a csereszabátosság 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.

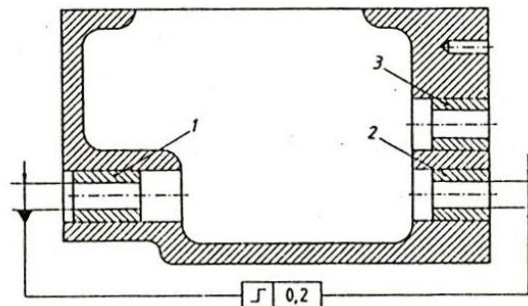
Különös gondot kell fordítani a kéregedzett részek javítóméretre szabályozására.

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.

3.7.2. 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. Furatkopás vagy lazulás esetén a perselyeket kipréseljük a házából 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.



43. ábra Szivattyúház felújítása [14]

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 fémeknél 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.

Perselyek készítésére legalkalmasabb műanyagok a poliamid (METAMID, DANAMID) és a textilkakelit 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. 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.

3.7.3. 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.

Hideg egyengetés

A finom egyengetést hidegen végezzük, hogy az alkatrész az előírt tűrésnek megfelelően alakhelyes legyen. Hideg egyengetéshez alkalmazhatunk statikus vagy dinamikus erőhatást. Egyszerűbb esetben egyengethetünk 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 egyengethetünk 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.

Melegegyengetés

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 lehűléskor keletkező húzófeszültségek egyengető hatást fejtenek ki.

Az egyengetés hatása annál erőteljesebb, minél gyorsabban végezzük a felmelegítést és a lehűtést, 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.

3.7.3.1. 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 feszültségpocokok keletkeznek. Ezek később alakváltozást vagy törést okoznak. 30 mm átmérőig a darabolt nyersanyag egyengethető csavarsajtóval is. Az elérhető legkisebb görbeség $h < 0,15\text{mm}$. 50 mm átmérőig levegő működtetésű sajtót, nagyobb átmérőjű rudakhoz hidraulikus sajtót alkalmazunk.

3.7.3.2. 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 görbültség 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. Csökkenthető 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.

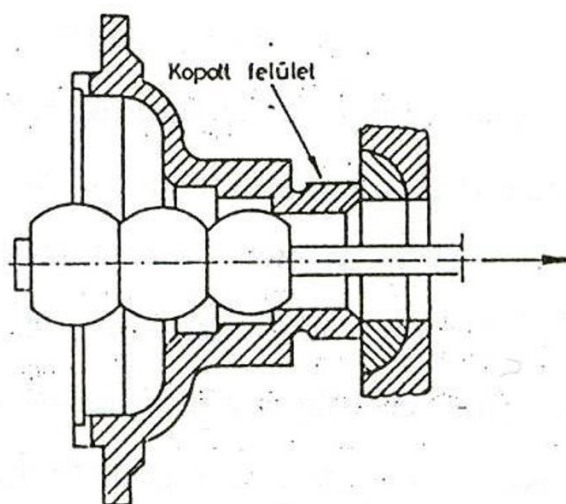
Helyi melegítéssel is egyengethetők a kis fordulatszámú és pontosságú, nem rideg vagy nem hőkezelt anyagból készült tengelyszerű alkatrészek. Ilyenkor az acetilénlánggal felhevített anyagrész tömörödik, és lehűlve a zsugorodás következtében az alkatrész görbesége csökken. A helyi melegítés egyes helyeken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

3.7.3.3. 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.



44. ábra Deformálás húzótüskével [14]

3.7.4. Gépkatrészek felújítása termikus szórás (fémszórás) eljárásokkal

A termikus szórás eljárás igen nagy múltra tekint vissza. Az alkatrészek kopása felületi rétegük fizikai, kémiai tulajdonságaitól függ. Keresztmetszetük nagyobbik része csak a külső terhelés hordozásában, illetve továbbításában vesz részt. A gyakorlat is igazolta, hogy egy homogén összetételű és tulajdonságú anyag szilárdságtani és kopási szempontból csak ritkán nyújt optimális megoldást, és ezért fejlesztették ki a különböző felületkezelési, bevonási eljárásokat, melyekkel a gépkatrészek élettartamát akár a többszörösére lehet növelni [1] [4].

3.7.4.1. A termikus szórás (fémszórás) eljárások

A szórás eljárások a felvitt régek jellege alapján két nagy csoportra osztható:

Utóhevítés nélküli ún. „hidegszórás”, melynél az olvadási hőmérsékletre hevített és a felületre juttatott szemcsék nem lépnek egymással és az alapanyaggal kohéziós kapcsolatba (nincs beolvasztás) a felvitt réteg porózus szerkezetű, a felvitel során az alapanyag max. 150-200°C-os hőmérsékletet ér el.

Utóhevítéses ún. „melegszozás”, amikor a felszozt réteget a szozással egyidejűleg vagy azt követően megolvasztják így tömör, öntött szerkezetű lesz. A szozáshoz használt ötvözetek olvadási hőmérséklete 900-1200°C közé esik, az alapanyag felmelegedése elérheti a 800-900°C-ot. Ezen a hőmérsékleten már jelentős szövetszerkezeti változások mehetnek végbe az alapanyagban, megváltoztatva az előző hőkezelések hatását, másrészt a belső feszültségek oldódása, az egyenlőtlen melegedés és lehűlés miatt elhúzódasok jöhetnek létre.

A termikus szórás eljárások alkalmazási területeire vonatkozóan nagyszámú gyakorlati tapasztalat áll rendelkezésre. Ezek értékelésénél mindig figyelembe kell venni a terhelés jellegét, nagyságát és az alkalmazott szórás eljárást.

Főbb alkalmazási területek:

- kopott felület feltöltése névleges méretre,
- súrlódás és kopás csökkentése,
- korrózióvédelem,
- dekoráció, stb.

3.8. Kenés technika

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,
- mindenfelmerülő járulékos, alkalmazás specifikus kenés technikai, alkalmazás technikai, 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. Ezek alkotó komponensei más halmazállapotú kenőanyag-összetevők is lehetnek (például: alapolajok a kenőzsírokban).

Ennél lényegesen kisebb mértékű a konzisztens, de különösen a gáz és szilárd állapotú kenőanyagok felhasználása.

3.8.1. Kenőolajok

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

3.8.1.1. A kenőolajok jellemző tulajdonságai

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.

Gyulladáspont:

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.

Dermedéspont:

az a hőmérséklet, amelyen az előírt vizsgálókészülékben az olaj folyékonysága, mozgékonyága megszűnik.

Zavarosodási pont:

az a hőmérséklet, amelyen a kenőolaj zavarossá válik, átlátszó jellegét elveszti.

Savszám:

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

Savasság:

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

Elszappanosítási szám:

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

Hamutartalom:

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

Víztartalom:

A kenőolajok víztartalma a termék minőségének, használhatóságának egyik jellemzője.

Hígulás:

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

Emulzió képződési hajlam:

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.

Oxidációs stabilitás:

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

Tisztító hatás:

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

Rozsdagátló hatás:

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

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

3.8.1.2. Kenőolaj 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.

3.8.2. Kenőzsírok

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

3.8.2.1. 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.

Cseppenéspont:

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

Penetráció:

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

3.8.3. 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 hasonló 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.

3.8.4. Szintetikus kenőanyagok

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

3.9. Gépek üzembehelyezése

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 megfelelnek-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.

- K megfelelőségi 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.
- K 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.

3.10. 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 nagypontosságú mérőgépek telepítésekor].

3.10.1. Gépalapozási típusok

Gépalapozás során az alábbi típusok valamelyikét, esetleg kombinációját alkalmazzuk:

- **Tömbalapok:** vasbetonból, betonból készült, viszonylag nagytömegű tömbök.
- **Keretlapok:** 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.

3.11. 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.

3.11.1. Működési diagnosztika

A működési diagnosztika a kifogástalan működéshez és a gép gazdaságos üzemeltetéséhez szükséges működési- és üzemi jellemzők mérésére irányul. Ide sorolhatók azok a vizsgálatok, amelyek új gyártású vagy javított gép vagy részegység végellenőrzése során a minőségellenőrzésre vonatkoznak.

3.11.2. Hibadiagnosztika

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.

3.11.3. Közvetlen diagnosztika

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.

3.11.4. Közvetett diagnosztika

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

3.11.5. 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 alkatrészeiről 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.

3.11.6. 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 (TPM) 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 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

3.11.7. 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 súrlódása során, folyadék és gáz közeg áramlási súrlódásából.
- Nagynyomású tartályokból, vezetékeken lévő repedésekből ki-áramló közeg súrlódási 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.

3.11.8. 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 rendeltetészerű 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:

- színképelemzéses olajvizsgálat
- részecskevizsgálat
- aktivációs kopásvizsgálat
- ferrográfia

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.

4. Pneumatikus és hidraulikus vezérlések összeállítása, gyártása tananyagegység

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

4.1. Pneumatika alapfogalmak

A pneumatika a nagynyomású, gázhalmazállapotú közegek műszaki alkalmazásokra felhasználó tudományága. Mivel a pneumatikus eszközök sűrített levegővel működnek, ezért a továbbiakban úgy definiálnám, hogy a pneumatika sűrített levegős technológia.

Az ipar főleg automatizálási célokra használja a sűrített levegős technológiát. Ezzel kapcsolatosan pneumatikáról vagy pneumatikus rendszerekről beszélhetünk.

4.1.1. A pneumatika előnyei, hátrányai

A pneumatikus rendszereknek számos előnye van, amelyek közül általánosságban véve a legfontosabbak:

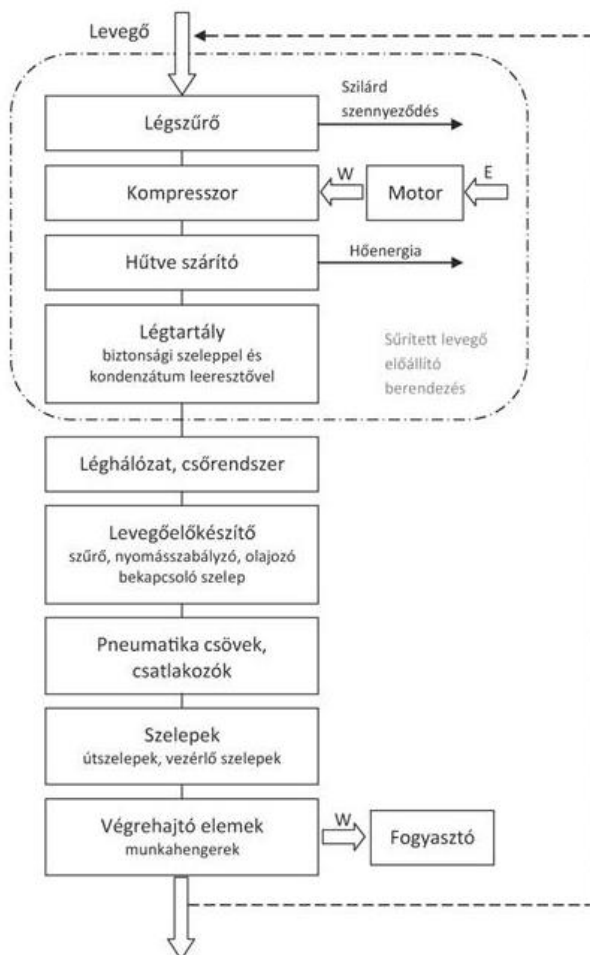
- az energiaforrás, vagyis a sűrített levegő a környezetünkből származik, amely korlátlan mennyiségben áll rendelkezésre
- használat után a sűrített levegő visszanyeri eredeti állapotát, anélkül, hogy bármi változáson menne keresztül
- a sűrített levegő rugalmas, ezért lengés-, és vibráció-csillapításnál, rugózásnál előnyösen alkalmazható
- a sűrített levegő csővezetékeken keresztül gyorsan szállítható anélkül, hogy jelentős veszteségek lépnének fel
- felhasználható olyan területeken is, ahol fokozott a tűz- és robbanásveszély
- a nyomás-, és mennyiség-szabályozásnak köszönhetően az energiaátvitel tág határok között szabályozható
- a pneumatikus elemek könnyen szerelhetők, karbantarthatók, működésük megbízható

Az előnyök mellett a legjellemzőbb hátrányokkal is szembesülnünk kell:

- a sűrített levegő - a felhasználás helyétől függően - gondos előkészítést igényel, mivel a környezeti levegő kompresszálasát követően nedvességet, valamint szilárd és légnemű szennyeződést is tartalmazhat
- a sűrített levegő előállítása a magas energiaárak, valamint a kompresszorok hatásfoka miatt viszonylag drága energiahordozó
- a levegő összenyomhatóságából adódóan nem lehet a végrehajtóelemek terhelés-független pozícionálását megvalósítani

4.2. Pneumatikus rendszer elvi felépítése, elemei

A pneumatika a műszaki gyakorlatban a sűrített levegővel történő vezérlést és erőátvitelt jelenti. Ebből adódóan a sűrített levegőt előállító berendezés, valamint a kiépített léghálózat közvetett módon kötődik a pneumatikához, a pneumatikus vezérlésekhez. A vezérlések és végrehajtó elemek ismerete mellett szükséges ismernünk, hogy milyen a komplex pneumatikus rendszer elvi felépítése. Az alábbi ábra a környezeti levegő útját ábrázolja a kompresszortól a végrehajtó elemekig. [15]



45. ábra Környezeti levegő útja [15]

Azt a tényt egyáltalán nem lehet megkerülni, hogy egy pneumatikus rendszer üzembiztonsága nagyban függ a sűrített levegő minőségétől. Ezt a minőségi követelményt az ISO 8573-1:2011 szabvány rögzíti, amely a sűrített levegőnek a részecskékre, vízre és az olajra vonatkozó tisztasági kategóriáit írja elő.

A különösen jó minőségű, 100%-ig olajmentes, az ISO 8573-1 szabványnak megfelelő, 0. osztályba sorolt sűrített levegőt napjainkban már nem csak a gyógyszeripar, az orvoslás, az élelmiszeripar és az elektrotechnika használja. Minden olyan területen igény van rá, ahol kimagasló minőségű termékeket állítanak elő. Az ISO 8573-1 szabvány szerinti 0. osztály meghatározza az egyes sűrített levegő termékek kategóriáit. Ez jelenti többek között a folyadék, gőz és aeroszol formájában megjelenő olajszennyeződésekre vonatkozó legszigorúbb osztályozást

ISO 8573-1: 2010	Szilárd részecske			Nedvesség		Olaj	
	Maximális részecskeszám, részecske / m ³			Részecske koncentráció mg/m ³	Vízgőz harmatpont	Folyadék koncentráció	Teljes olajtartalom (folyadék, aeroszol, gőz)
	részecskeátmérő				°C	g/m ³	mg/m ³
Osztály	0,1...0,5 µm	0,5...1 µm	1...5 µm				
0	Az 1-es osztálynál szigorúbb előírások (a Felhasználó által meghatározandó)						
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70	-	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6 000	≤ 100	-	≤ -40	-	0,1
3	-	≤ 90 000	≤ 1 000	-	≤ -20	-	1
4	-	-	≤ 10 000	-	≤ +3	-	5
5	-	-	≤ 100 000	-	≤ +7	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10	-	-
7	-	-	-	5 - 10	-	≤ 0,5	-
8	-	-	-	-	-	0,5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
X	-	-	-	> 10	-	> 10	> 10

46. ábra Az ISO 8573-1:2010 szabvány szerinti szennyezőanyagok osztályozása[15]

A levegő tisztántartása érdekében tett minden előrelépés ellenére a magas károsanyag-terhelés tényét nem lehet figyelmen kívül hagyni. A környezeti levegő szennyezettségében jelentős szerepet játszanak az ásványi olaj alapú aeroszokok, valamint a többi gáz halmazállapotú szénhidrogének. Még az olyan rendkívül tiszta gyártási folyamatokat igénylő termékek, mint élelmiszerek vagy gyógyszerek előállítása esetén is gyakran kimutatható a környezeti levegő magasabb szénhidrogéntartalma, amely a gyártás, csomagolás során bekerülhet a termékbe. A kompresszorállomások gyakran már a környezeti levegővel jelentős mennyiségű káros anyagot szívnak a rendszerbe. A megfelelő előkészítés nélkül teljesen lehetetlen a meghatározott minőségű sűrített levegő előállítása, amennyiben nem ismert, hogy a kompresszor által beszívott környezeti levegő milyen szennyeződések tartalmaz. Mindez teljesen független a sűrítés módjától. Azok az üzemeltetők, akik azokra a kijelentésekre hagyatkoznak, amelyek szerint az előkészítés nélküli sűrített levegő minden további nélkül alkalmazható a nagy precizitású vezérlésekben, valószínűleg problémákkal fognak szembesülni a berendezések üzembiztonsága és/vagy a termékminőség terén. Ennek oka a beszívott levegő bizonytalan minősége és az a tény, hogy az olajmentes elven működő kompresszorok esetében csak a sűrítőtér az az egység, ami olajmentesen üzemel. A kompresszorban a mozgó alkatrészek, mint pl. a csapágyak és a tengelyek is kenést igényelnek, ahol a kenési pontokat csak tömítések választják el a sűrítőtértől.

Következésképpen egy pneumatikus működtetésű berendezés megfelelő üzemeltetése érdekében, ismernünk kell:

- hogy a sűrített levegőt előállító berendezésünk milyen minőségű levegőt szív be a környezetből,
- győződjünk meg arról, hogy a kompresszort követően olyan egységek (szűrők, hűtveszárító berendezés) vannak beépítve, amelyek biztosítják a működtetett berendezések számára a megfelelő tisztaságú sűrített levegőt,
- legyünk tisztában azzal, hogy a rendszerben lévő folyékony szennyezők - különösen víz esetén - a levegőhálózaton belül elősegíthetik a korróziót, ezáltal további szennyezőket létrehozva,
- amennyiben olyan pneumatikus elemet működtetünk, amely nagyobb igénybevételnek van kitéve, gondoskodjunk a megfelelő köd olajzásról, helyi vagy rendszer szinten.

4.3. Pneumatikus berendezések karbantartása

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

4.3.1. 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 csővezetékeket
- A munkahengereket
- A jeladókat
- A szelepeket.

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

4.4. Hidraulikai alapfogalmak

A hidraulika görög eredetű szó, amelyen a magyar mérnöki szóhasználatban az alkalmazott mechanika egy olyan ágát értjük, amely a folyadékok nyugalmi és mozgási állapotainak tanulmányozásával foglalkozik. A hidraulika a legrégebbi tudományok közé tartozik, hiszen kifejlődése az ember és a természet egyik alapelemének, a víznek a kapcsolatához köthető. Az ember akkor is „kutatta”, amikor védekezett, küzdött ellene, és akkor is, amikor szolgálatába állítani törekedett. E „kutatás” első „tudományos eredményének” Archimedes Kr.e. 250-ből származó munkáját tekintjük az úszó testekről. Azóta, egészen napjainkig, tudósok egész sorának, (csak néhány nevet kiemelve: Leonardo da Vinci, Galilei, Daniel Bernoulli, Leonhard Euler, Antoine Chézy, Kármán Tódor stb.) köszönhetően új és új eredmények születtek e területen. Ma is vannak azonban olyan kérdések, amelyeknek megválaszolása hosszas kísérletezést, tapasztalati ismeretszerzést igényel.[16]

4.4.1. 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.

4.4.1.1. 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 honlap

5. Projekt feladat

Példa:

Egy gép ajtajának nyitását vezérlő pneumatikus rendszert kell megtervezni és összeállítani. A rendszer működésével szemben fontos követelmény a biztonsági előírások betartása.

A pneumatikus rendszer egy függőleges síkban mozgó ajtót nyit és zár. A balesetek megelőzése érdekében:

- a rendszer csak kétkezes biztonsági indítással indítható;
- veszély esetén egy vész-stop gomb megnyomására a rendszer az éppen aktuális pozícióban rögzíti az ajtót;
- ha a rendszer levegőellátása megszűnik, az ajtó akkor sem zuhanhat le.

Ez egy összetett feladat, először megtervezzük az egyes részműveleteket (kétkezes biztonsági indítás, vész-stop gomb, dugattyú-pozíció rögzítése). Kiválasztjuk a rendszer működéséhez szükséges pneumatikus elemeket, megtervezzük a kapcsolást, elkészítjük a kapcsolási rajzot. Minden részfeladatnak megfelelő kapcsolást összeállítunk, és ki is próbáljuk a működését.

A részműveletek elvégzése során fényképes dokumentációt készít, ami alapján portfóliót be tudja mutatni a mestervizsgán. Elkészíti az összetett rendszer tervét, megrajzolja a kapcsolási rajzot, összeszereli, beállítja és kipróbálja a rendszert.

A kész kapcsolást működését ellenőrizzük, elvégezzük az egyes elemek finomhangolását.

A feladatot a vizsga követelménynek megfelelően kell elkészíteni.

Felhasznált szakirodalom

- [1] FALMANN László – CS. NAGY Géza: Üzemfenntartás, Pécsi Tudományegyetem, ERFPDD2002-HU-B-01-PROJECT 4, Pécs, 2004.
- [2] Dr. ZVIKLI Sándor: Üzemeltetés, fenntartás I. /SZE-Universitas Kiadó, 2008, ISBN 978- 963-9819-34-4
- [3] PÉCZELY Csaba: A karbantartás-menedzsment korszerű irányzatai és módszerei, In: MAGYAR GRAFIKA, 2009/5, p. 12-16.
- [4] DR. POKORÁDI László: Karbantartás elmélet, Elektronikus tansegédlet,
<http://infosrv.tech.klte.hu/~pokoradi>, <http://pokoradilaszlo.tk>, Debrecen, 2002
- [5] DR. DÚLL Sándor: Kockázatelemzés az üzemfenntartásban Nyomdaipari Karbantartók Szimpóziuma Debrecen, 2002. szept. 18-20.
- [6] BEDZSULA Bálint – Dr. TOPÁR József – Dr. TÓTH Zsuzsanna Eszter: Minőségmenedzsment, BME, oktatási segédanyag, Budapest, 2013
- [7] PÉK Katalin, FARKASNÉ ANTAL Anikó: Számítógépes karbantartás-menedzsment rendszerek (CMMS), A. A. Stádium Diagnosztikai és Menedzsment Kft., Raabe Kiadó karbantartási kézikönyve, 2004.
- [8] DR. PÉCZELY György, Péczely Csaba, Péczely György: Lean3, Termelékenyséfejlesztés egységes rendszerben, A.A. Stádium Kft., 2009., ISBN 978-963-08-3163-5
- [9] DR. DÚLL Sándor: Üzemfenntartás-karbantartás 6. sz., Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, jegyzet, 2002.
- [10] DR. PÉCZELY György: A Karbantartás Korszerű Irányzatai, A. A. Stádium Kft., 2006.
- [11] Ráthy Istvánné Dr.; Dr. Fazekas Lajos; Gavallér József; Kugyela Péter : Karbantartás és gépjavítás; Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen 2015.; ISBN: 978-963-473-905-0
- [12] Ujszászi Antal: CNC gépkezelő mestervizsgára felkészítő jegyzet; MKIK;Budapest 2014
- [13] Dr.Boór Ferenc: Szerelés és tervezése 1-3 ; BME Gépgyártástechnológiai Tanszék; Bp. 2006
- [14] Dr. Fazekas Lajos GÉPJAVÍTÁS II., Debrecen 2001.
- [15] Alapfokú pneumatika oktatás - HAFNER Pneumatika <https://www.hafner-pneumatika.com> ›
- [16] FESTO Bevezetés a hidraulikába