

KÖZLEKEDÉSI ÉS TÁVKÖZLÉSI MŰSZAKI FŐISKOLA
KÖZLEKEDÉSGÉPÉSZETI INTÉZET

Igaz Jenő Pintér József

Forgácsoló megmunkálás III.

(Forgácsoló megmunkálások)

KÉZIRAT

TANKÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1983

A jegyzet - 1., 2., 3., 4., 5., 6., 8. fejezetét

IGAZ JENŐ állította össze

- 7., 9., 10. és 11. fejezete

PINTÉR JÓZSEF munkája

A jegyzetet lektorálta: DR. FILEMON JÓZSEF

A kiadásért felelős:

a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola

Közlekedésgépészeti Intézet igazgatója

Megjelent a Tankönyvkiadó Vállalat műszaki gondozásában

Felelős osztályvezető: Gábor Elekné dr.

Műszaki szerkesztő: Rigler Zoltán

Megrendelve: 1982. július. Megjelent: 1983. február. Példányszám: 315

Készült: kisofszet eljárással, az MSZ 5601—59

és az MSZ 5602—55 szabvány szerint,

58,6 (A/5) iv terjedelemben, 553 ábrával

82-1484 — Dabasi Nyomda, Budapest — Dabas

Felelős vezető: Bálint Csaba igazgató

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	7
1. A FORGÁCSOLÓ MEGMUNKÁLÁS MŰVELETTERVEZÉSÉNEK ALAPJAI	11
1.1 A gyártás technológiai tervezésének alapfogalmai	11
1.2 Gyártási rendszerek és gyártási módok	14
1.3 A művelettervezés alapsmeretei és menete	17
1.4 A gépi idők számítása forgácsolásnál	23
1.41 A gyártási idő	23
1.42 A gépi főidő számítása különböző forgácsoló megmunkálásokra	23
2. AZ ESZTERGÁLÁS TECHNOLÓGIÁJA	36
2.1 Esztergálási műveletek	36
2.11 Esztergálással megmunkálható felületelemek	36
2.12 A munkadarab befogásának változatai esztergáláskor	45
2.13 Külső hengeres felületek esztergálása	48
2.14 Furatesztergálás	55
2.15 Alakos forgásfelületek megmunkálása	57
2.2 Az esztergálás készülékei	65
2.21 Munkadarab befogó esztergakészülékek	65
2.22 Az esztergálás szerszámtartó készülékei	83
2.23 Az esztergálás szerszámvezető készülékei	89
2.3 Az esztergálási műveletek szerszámozása	97
2.31 Eltérő progresszivitási szintű esztergák szerszámozási rendszerei	97
2.32 A termelékenység növelésének módszerei esztergáláskor	103
2.33 Megmunkálás többkéses esztergán	105
2.4 Megmunkálás revolveresztergákon	108
3. FURÁS, SÜLLYESZTÉS, DÖRZSÖLÉS	128
3.1 Furatok és furatrendszerek megmunkálásának műveletei	128

3.2 A furás készülékei	148
3.3 Furási műveletek szerszámozása	183
4. GYALULÁS ÉS VÉSÉS	215
4.1 Sík felületek gyalulása és vésése, és e műveletek szerszámozása	215
4.2 A munkadarab befogásának módjai gyalu- és vésőgépeken	222
5. ÜREGEELÉS	227
5.1 Üregelési műveletek és szerszámok	227
5.2 Az üregelési munkadarab és szerszám befogó készülékei	253
6. MARÁS	264
6.1 Marási műveletek	264
6.2 A marás készülékei	281
6.3 Marási technológiák szerszámozása	308
6.4 Hátraesztergált fogu marók	325
7. DARABOLÁS	350
7.1 Darabolási technológiák	350
7.11 Darabolás dörzsfűrészsel	350
7.12 Leszurás esztergakéssel	350
7.13 Darabolás köszörűkoronggal	352
7.14 Gáz- (oxigén) vágás	352
7.15 Különleges darabolási módszerek	352
7.2 Fűrészelés	352
7.21 Darabolás körfűrészsel	353
7.22 Darabolás szalagfűrészsel	358
7.23 Darabolás keretes fűrészgépen	360
8. KÖSZÖRÜLÉS ÉS BEFEJEZŐ FELÜLETI MEGMUNKÁLÁSOK	364
8.1 Köszörülési műveletek	364
8.2 Köszörűszerszámok és megválasztásuk irányelvei	403
8.3 A korongszabályozás szerszámjai	422
8.4 Befejező felületi megmunkálások	427
9. MENETMEGMUNKÁLÁSOK	454
9.1 Menetmegmunkálási műveletek	454
9.2 Felületazonos menetalakító eljárások	455
9.21 Menetfurás	455
9.22 Menetmetszés	469
9.23 Menetesztorgálás	474
9.3 Felületidegen menetalakító eljárások	491
9.31 Forgácsoló felületidegen menetkészítés	491

9.311 Menetmarás	491
9.312 Örvénylő menetmarás	502
9.313 Menetkösörülés	508
10. FOGASKEREKEK MEGMUNKÁLÁSA	515
10.1 Fogaskerék megmunkálási eljárások	515
10.2 Hengeres fogaskerekek megmunkálásának gépei, szerszámai, készülékei	517
10.21 A fogazást megelőző műveletek	517
10.22 Hengeres fogaskerekek gyártása profilozó eljárással	523
10.23 Hengeres fogaskerekek gyártása lefejtő eljárással	536
10.231 Fogazás metszőkerékkel (Fellows-eljárás)	537
10.232 Fogazás fogasléccel (Maag-eljárás)	560
10.233 Fogazás lefejtőmaróval (Pfauter-eljárás)	582
10.24 Hengeres fogaskerekek fogazási eljárásainak összehasonlítása	598
10.3 Kupos fogazatok megmunkálása	600
10.31 Kupkerekek osztályozása, felfogási módok	600
10.32 Kupkerekek fogazása profilozó eljárással	604
10.33 Kupkerekek fogazása lefejtő eljárással	606
10.331 Egyenesfogu kupfogazat készítése	606
10.332 Ivelt fogu kupfogazatok készítése	611
10.4 Fogazást követő műveletek	625
10.41 Fogsorjázás	625
10.42 Fogsarkítás, foggömbölyítés	626
10.43 Fogaskerekek hőkezelése	627
10.5 Fogaskerekek finommegmunkálása	628
10.51 Fogaskerekek hántolása	629
10.52 Fogaskerekek kösörülése	630
10.521 Fogkösörülés profilozóeljárással	631
10.522 Fogkösörülés lefejtő eljárással	632
10.53 Fogaskerekek dörzskösörülése	639
10.54 Fogaskerekek bejáratása és tükröstése	641
11. BORDÁZATOK, CSIGAKEREKEK, CSIGÁK MEGMUNKÁLÁSA.....	644
11.1 Bordás tengelyek és hornyos agyak megmunkálása	644
11.11 Belső átmérőn központosított bordás tengelyek és hornyos furatok megmunkálása	645

11.12 Külső átmérőn központosított bordás tengelyek és hornyos furatok megmunkálása	648
11.13 Oldalfelületeken központosított bordás tengelyek és hornyos furatok megmunkálása	649
11.14 A különböző központosítású bordás kötések technológiájának összehasonlítása	649
11.15 Ékfogazású tengelyek és furatok megmunkálása	649
11.2 Csigák és csigakerekek gyártása	650
11.21 Csigák megmunkálása	651
11.22 Csigakerekek megmunkálása	658
A felhasznált és ajánlott irodalom jegyzéke	665

Bevezetés

Ez a jegyzet a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola járműgyártási szakos hallgatói részére készült a Forgácsoló megmunkálás c. tantárgy harmadik féléves anyagának feldolgozásához.

A tananyag tartalmában a forgácsolástechnikával foglalkozik: bemutatva a különböző forgácsoló megmunkálási eljárások technológiáját. A jegyzet az eljárások leírásával párhuzamosan tárgyalja a forgácsoló szerzőgépek megválasztásának irányelveit, az egyes megmunkálási műveletek szerszámozását és a műveletek elvégzéséhez szükséges készülékek kiválasztásának szempontjait.

A Forgácsoló megmunkálás c. tantárgy e féléves anyaga a gépgyártástechnológia műszaki egyetemű és más műszaki főiskolákon történő oktatásának több évtizedes tapasztalataira épül. A jegyzet anyagának összeállításakor azonban a másutt oktatott tananyag gondos mérlegelését kellett elvégeznünk, hiszen figyelembe kellett venni a forgácsoló megmunkálásnak a járműgyártási technológiák sorában betöltött sajátos szerepét. Igyekezünk megvalósítani azt a célkitűzést, hogy az alkatrészmegmunkálási eljárások egyszerű ismertetése és lexikális adathalmaz közlése helyett a technológiai elvek ismertetésén legyen a hangsúly, és csak példaképpen - a hazai ipari sajátosságok és az alapvető fejlesztési tendenciák figyelembevételével - adjunk az előbb vagy utóbb elavuló technológiai eljárásokról tájékoztatást.

A XX. századot joggal nevezzük a technika századának. Ebben a században születik meg a mérész fantáziájú és az egyre tökéletesebb megoldásokat kereső konstruktorok rajztábláin a gépkocsi, a repülőgép, a rakéták és az űrhajók gondolata. Elképzeléseik megvalósításához azonban nem volt elegendő az új konstrukciók terveinek megszerkesztése, azokat le is kellett gyártani. Ehhez viszont a gépgyártásnak is rohamléptekkel kellett fejlődnie, mert enélkül nem lehetett volna az egyre bonyolultabb és egyre nagyobb pontosságú alkatrészeket a kívánt nagyobb mennyiségben legyártani és ugyanakkor a kölcsönös cserélhetőség igényeit is kielégíteni.

Nem véletlen tehát, hogy a gépgyártás technológiája, amely tulajdonképpen a gépi megmunkálás tudománya a század eleje óta, igen nagy fejlődésen ment keresztül és e fejlődés irama egyre növekszik.

A gépgyártás jellege a századforduló idején tulnyomórészt egyedi gyártás volt, és csak ritkán fordult elő kisebb-nagyobb sorozatok gyártása. A gyártás menetét nem dolgozták ki előre, a gyártás közben kialakult és jónak bizonyult eljárásokat sem rögzítették utólag írásban, és így annak a gyártmánynak újbóli előfordulása esetén a gyártás a művezetők és a szakmunkások emlékezte alapján történt.

Az ipari méretekben kialakult munkamegosztás eredményeképpen végül is nyilvánvalóvá lett, hogy egy gyártmány létrejöttéhez kétféle tervezői munkára van szükség:

- a gyártmány tervezésére, ami a konstruktőrök (gyártmánytervezők és szerkesztők) feladata;
- a gyártás megtervezésére, ami viszont a technológusok (gyártás-tervezők) feladatát képezi.

A mai értelemben vett gyártástervezés csak az első világháború idején kezdődött, amikor az autó- és a fegyvergyártás tömeggyártássá fejlődött. Az alkatrészek cserélhetősége érdekében szigorú mérettűréseket kellett betartani. A nagy darabszámú és megnövekedett pontosságú alkatrészek gazdaságos gyártásához a technológiai módszereket is korszerűsíteni kellett, ami csak a szerszámgépek és más gyártóeszközök rohamos fejlesztése árán volt lehetséges. Gondoljunk arra, hogy a század elején még nem ismerték a gyorsacélt, s alig több, mint három évtizeddel később pedig már széles körben alkalmazták a keményfémeket. A gyorsacél szerszámok háromszor akkora forgácsolósebességgel való megmunkálást tettek lehetővé, mint az addig használt ötvözetlen vagy gyengén ötvözött szerszámacélok, és ez egyuttal azt vonta maga után, hogy a szerszámgépek teljesítményét is legalább háromszorosára kellett növelni. Ezzel egyidejűleg természetesen a szerszámgépek felépítését is lényegesen meg kellett változtatni. Ez a folyamat megismétlődött a keményfém szerszámok alkalmazásba vételekor, napjainkban pedig a kerámikus és a szuperkemény forgácsoló élanagyu szerszámok térhódítása következtében újra hasonló jelenségnek vagyunk a szemtanúi.

Tanul vagyunk a tudományos-technikai forradalom, és ezen belül az automatizálás rohamos térhódításának. Az ún. "hagyományos"- tehát a mechanikus automata gépek felhasználásával ugrásszerűen megnőtt a nagy-sorozat-gyártásban előállított termékek gyártástechnológiájának a termelékenységére (pl.: gépkocsi-, rádió, TV-, hűtőszekrény gyártása). Mindehhez célgépekre, automatikus gyártósorokra van szükség.

A gépgyártás fejlődésében új korszakot nyitott a digitális vezérelt ún. NC-szerszámgépek megjelenése. Az NC gépek megmunkálási programja - eltérően a mechanikus automatáktól - rugalmasan, könnyen változtatható, így a gyártás megbízhatóságának, pontosságának lényeges javulása mellett elsősorban az egyedi-, kis- és középsorozat-gyártás termelékenységének növelésében meghatározó fejlesztési tendencia az NC-technika bevezetése.

A gépgyártás technológiájának mint tudományágnak, s mint közvetlen gyakorlati tényezőnek az a célja, hogy a műszaki fejlesztési kutatások eredményeinek és az ipar tapasztalatainak felhasználásával elősegítse a gyártási folyamatok részletes megtervezését a gyártás megkezdése előtt úgy, hogy a rendelkezésre álló lehetőségek mellett a termék előállításának legtermelékenyebb és egyúttal leggazdaságosabb feltételei biztosítva legyenek. Ennek érdekében a gyártás minden fázisára kiterjedő részletes gyártási utasításokat kell kidolgozni. Ezen utasítások alapján előre meg lehet határozni, hogy a gyártás során mit kell elvégezni és hol, ki, mivel és hogyan végezze el.

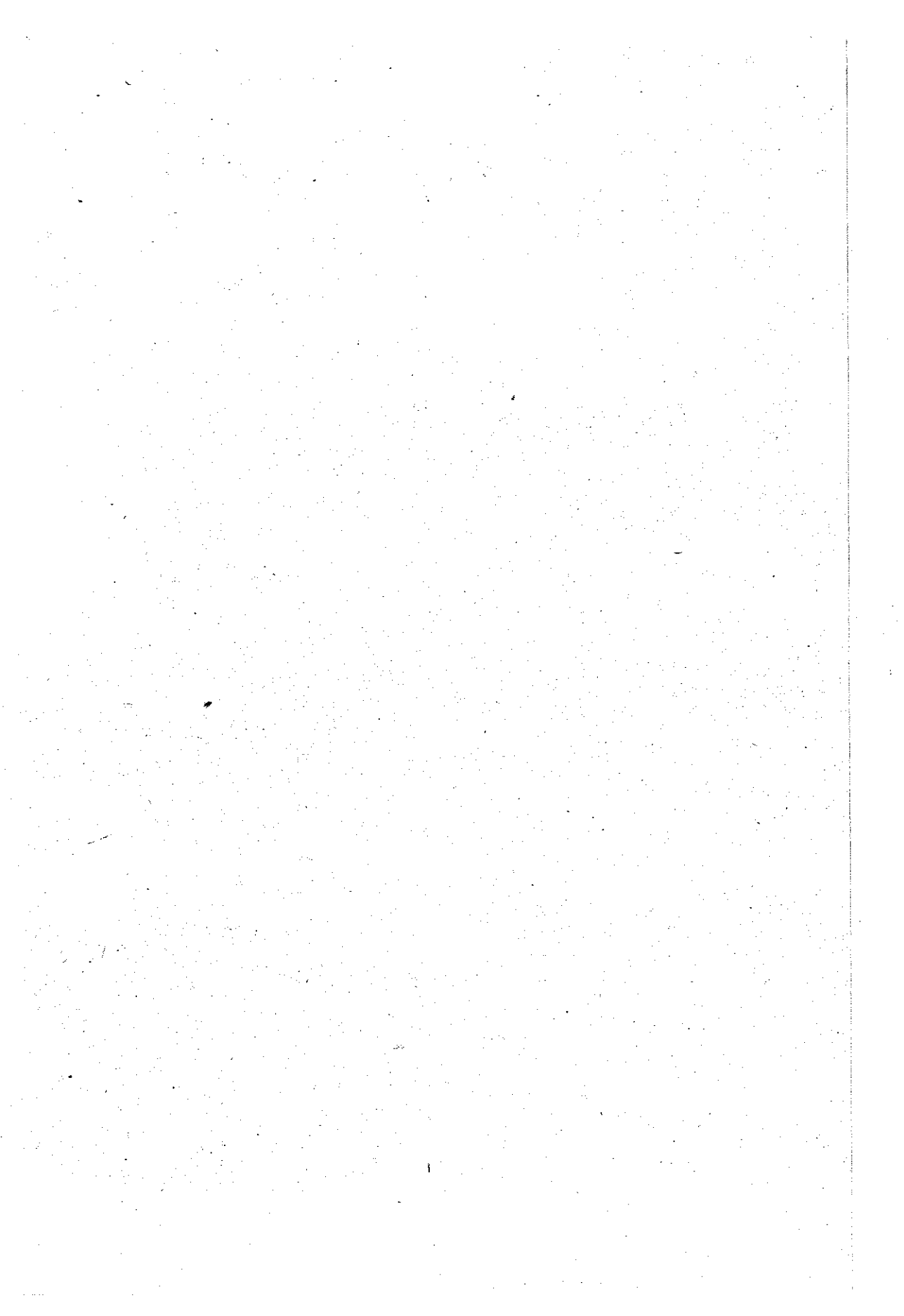
A mikor és milyen mennyiségben gyártunk kérdésekre pedig az üzem műszaki és gazdasági vezetői a mindenkorai rendelésállomány és a piaci értékesítési lehetőségek figyelembevételével kell, hogy választ adjanak. Leendő üzemmérnökeink csakis mindezen ismeretek birtokában felkelhetnek meg az ipar velük szemben támasztott elvárásainak.

A jegyzet megírásakor azt a szempontot is követni igyekeztünk, hogy a főiskolai tananyagot meghaladó ismeretek ne kerüljenek a jegyzetbe, mivel ma már a szakma iránt alaposabban érdeklődők tudásukat kiegészíthetik, illetve elmélyíthetik a gépgyártástechnológia bőségesen hozzáférhető hazai, és magyar nyelvre lefordított szakirodalomból. A tájékozódás megkönnyítése érdekében a jegyzet megírásához felhasznált és a hallgatók érdeklődésére számot tartó forrásmunkákat a fejezetekhez csatolt irodalomjegyzékekben ajánlasképpen külön feltüntettük.

Végezetül szeretnénk köszönetet mondani mindazoknak, akik tanácsaikkal, észrevételeikkel és munkájukkal e jegyzet megírásában segítségünkre voltak.

Külön köszönetünket fejezzük ki Dr. Filemon József egyetemi adjunktusnak, a jegyzet bírálójának, aki lelkiismeretes alaposággal, nagy oktatási és gyakorlati tapasztalatával felvértezve foglalkozott a kéziratral, és hasznos tanácsaival hozzásegített minket ahhoz, hogy remélhetőleg ez a jegyzet eredményesen fogja szolgálni a járműgyártó üzemmérnökképzést és sokáig hasznos olvasmánya lesz gyakorló üzemmérnökeinknek is.

Győr, 1981. november hó.



1. A forgácsoló megmunkálás művelettervezésének alapjai

1.1 A gyártás technológiai tervezésének alapfogalmai

1.11 A technológiai tervezés szintjei

Egy vállalaton belül a gyártás technológiai rendszerének legközvetlenebb környezete a vállalatvezetés által megszabott gazdasági politika és stratégia. Ennek feltételeiben és céljaiban tükröződik az iparági irányítás és a piac.

A belső technológiai irányítás szervei egymás mellé és egymás fölé rendelt egységekből állnak. A függőleges tagozódás sok esetben követi a szervezési séma hierarchikus lépcsőit: gyár, üzem, műhely, munkahely. Más esetben a tényleges technológiai lépcsők párhuzamosan futnak az operatív irányítás vonalaival. Közismertek a főtechnológus, a technológiai osztály, a GYGO, a programcsoport, a GYEK stb. szervek funkciói. A legalsó irányítási szint a műhely.

Vízszintes irányban a rendszer tagozódását általában a termék alkatrészeinek utjai szerint lehet következetesen leírni. Pl.: előgyártás, alkatrészgyártás, szerelés stb. Az egymást követő technológiai fázisok során egyre növekszik a darab pontossága, meghatározottsága, információ-tartalma és egyben használati értéke is.

A termelésirányítás szintjeinek is a vállalatvezetés hierarchiájával párhuzamos hierarchikus rendje alakult ki. A legfelső szinthez tartoznak a hosszútávú és az éves tervek. A termeléshez közelebbi középszinten merül fel a középtávú (négyedéves, havi) tervezés. Az egyes üzemek szintjén válik szükségessé a dekád vagy heti feladatok meghatározása. Végül természetszerűleg a napi, műszakszintű irányítás az adott üzemhez vagy műhelyhez tartozik. Az említett időszakok persze a vállalat technológiai adottságainak megfelelően némileg módosulhatnak, azonban a szintek lényegi beosztása nem változik.

A gyártás technológiai előkészítése a komplex gyártáselőkészítési folyamat egyik fő része.

Alapvető feladatai:

- a technológiai folyamatok és műveletek tervezése;
- a szükséges gyártóeszközök megválasztása;
- a gyártóeszközök szükség szerinti megszerkesztése és gyártása.

Egy-egy technológiai folyamat megtervezésekor a feladatokat külön-

böző részletességgel és pontossággal oldhatjuk meg attól függően, hogy milyenek a technológiai folyamat tervezésének korlátai.

A technológiai tervezés minden szintjén számos döntési, választási, számítási feladatot kell megoldani, de az mindig szem előtt tartandó, hogy a tervezés magasabb szintjein minden döntésnek nagyobb sulya, hatása van az eredményre, mint alacsonyabb szinteken.

1.111 Technológiai előtervezés

A technológiai tervezés legmagasabb szintje, amit előtervezésnek nevezünk: a technológiai tervezés stratégiája. Ezen a szinten két fontos kérdésben döntenek. Az egyik döntés a gyártás főbb szakaszai (az előgyártás, az alkatrészgyártás és a szerelés) közötti csatlakozási felületek meghatározására irányul. A másik, a szakaszokat megvalósító gyár-egységek, üzemek, gyártórendszerek kijelölése.

Ezen a szinten határozzák meg az előgyártmány típusát, méreteit és jelölik ki az előgyártás helyét.

Ekkor választják ki azt az alkatrészgyártó üzemet, amely gépparkjával várhatóan a legjobban és leghatékonyabban felel meg a céloknak és van is elegendő szabad kapacitása.

Ebben a tervezési fázisban határozzák meg, milyen legyen az alkatrészek szerelés előtti állapota, döntenek a gyártási tűrések, a szerelési méretláncok megvalósításának módjáról. A gyártási tűrések egyrészt bizonyos esetekben szigorubbak, mint a konstrukciós tűrések, másrészt viszont az utólagos illesztés, a válogató párosítás vagy a kiegyenlítő tagok alkalmazása lehetővé teszik a lazább alkatrészgyártási tűrések előírását. Végül ebben a tervezési szakaszban jelölik ki a szerelés módját, rendszerét és helyét.

1.112 Műveleti sorrendtervezés

Ha az előgyártmány-választás megtörtént, az alkatrészgyártás technológiai tervezőrendszerének három további lépcsőjét különböztetjük meg:

- műveleti sorrendtervezés,
- művelettervezés,
- műveletelem tervezés.

Műveleti sorrendtervezésen azt a folyamatot értjük, amelynek során meghatározzuk a munkadarab elkészítéséhez szükséges megmunkálási módokat, gyártóberendezéseket, kialakítjuk a tevékenység-sorozat szakaszolását, a műveleteket és sorrendjüket, továbbá előállítjuk a munkada-

rabnak a művelethatárokhöz rendelt méretekkel, mérettűrési és felületmínőségi paraméterekkel jellemzett állapotait.

A műveleti sorrendtervezés bemenő adatai a kész alkatrész és az előgyártmány geometriai és technológiai jellemzői, továbbá a termelésprogramozás adatai. Az eredményadatok: a szükséges gyártóberendezések, az egyes gyártóberendezéseken végrehajtandó tevékenységek és sorrendjük, a munkadarabnak a műveletek közötti állapotai és a megmunkálások alatti helyzetei.

1.113 Művelettervezés

A forgácsolástechnológiában műveletnek nevezzük az alkatrész megmunkálási folyamatának azon szakaszát, amelyet egy szerszámgépen, egy befogásban hajtunk végre. A művelettervezés során az alábbi feladatokat kell megoldani:

- műveletelemek megfogalmazása;
- az alkatrész közbenső állapotainak meghatározása;
- szerszámválasztás, szerszámgép és mérőeszköz kijelölése;
- műveletelemek végrehajtási sorrendjének meghatározása;
- szerszámelrendezés megtervezése;
- műveletterv készítése;
- forgácsolási paraméterek számítása;
- a szerszámmozgások tervezése;
- normaidők számítása;
- gyártási dokumentációk szerkesztése;
- illesztési feladatok elvégzése.

Ez a felsorolás egyben a feladatok megoldásának logikai sorrendjét is tükrözi és érvényes mind a manuális, mind a számítógépes tervezésre.

1.114 Műveletelem tervezése

Műveletelemek tervezésén a szerszámmozgások tervezését és a forgácsolási paraméterek számítását értik. Ez utóbbinak kiemelkedő jelentősége van a gyártástechnológiai folyamatok optimalizálásában.

1.2 Gyártási rendszerek és gyártási módok

Gépgyárainkban az alábbi háromféle gyártási rendszerrel találkozunk:

- műhelyrendszerű gyártás,
- csoportrendszerű gyártás,
- folyamatrendszerű gyártás.

Műhelyrendszerű gyártás esetén az egyes gépeket gépfajták szerint csoportosítják. Külön csoportot vagy műhelyt képeznek tehát az egymás mellett felállított esztergapadok, furógépek, köszörűgépek, marógépek stb. A megmunkálás során az egyes alkatrészeket műhelyről műhelyre szállítják a műveleti sorrendnek megfelelően, miközben ugyanaz az alkatrész többször is eljuthat ugyanabba a műhelybe. Ennek a gyártási rendszernek az a hátránya, hogy az alkatrészek szállítási utjai igen hosszúak, a gyártás nehezen tekinthető át, hosszú az átfutási idő, sok a műhely-adminisztráció és a gyártásért a felelősség túl sok ember között oszlik meg.

A csoportrendszerű gyártásban egy-egy csoport gépparkját úgy állítják össze, hogy egy-egy gyártmány alkatrészei, vagy pedig különböző gyártmányokhoz tartozó, de azonos jellegű alkatrészek - pl. tengelyek, perselyek, fogaskerekek stb. - a csoporton belül teljesen elkészíthetők legyenek. Ezeket a csoportokat ciklusnak is nevezik. A csoportrendszerű gyártás előnye, hogy az alkatrészek szállítási utvonala rövid, a gyártási folyamat jól áttekinthető, és ezért könnyebb az ellenőrzés és rövidebbek az átfutási idők, azonkívül a termelésért és minőségért csak egy személy, a ciklus vezetője felelős. Hátránya, hogy új gyártmányokra való áttérés esetén a már meglévő csoportokat legtöbbször legalább részben át kell csoportosítani ahhoz, hogy a gyártás továbbra is csoportrendszerben legyen folytatható.

A folyamatrendszerű vagy szalaggyártásnál a megmunkálást végző gépek a megmunkálási sorrendnek megfelelően helyezkednek el egymás után. Minden gép csak egy műveletet végez. Az anyagmozgatás az egyes gépek között folyamatos, sokszor automatikus. E rendszer előnyei, hogy a szállítási utvonalak és az átfutási idők rendkívül rövidek, az egyes műveletek elvégzése egymás után szinte automatikusan bekövetkezik, tehát nem kell törődni azok programozásával és adagolásával és végül minden művelethez a célnak legjobban megfelelő gépet és felszerszámozást lehet beállítani. Hátránya, hogy új gyártmányra történő átállás esetén a gépeket gyakran teljesen át kell rendezni, sőt sok esetben új gépeket is be kell szerezni, a régiek egy részét pedig nem lehet felhasználni.

A felsorolt gyártási rendszerek mellett megkülönböztetünk - a

gyártmányok vagy alkatrészek gyártandó darabszámától függően - különböző gyártási módokat is.
Ezek a következők:

- egyedi gyártás,
- sorozatgyártás,
- tömeggyártás.

Az egyedi gyártásban az alkatrészek darabonként készülnek. A gyártáshoz használt gépek általában univerzálisak, speciális gyártási eszközöket általában nem alkalmaznak, mert nem kifizetődőek, ezzel szemben igen jól képzett munkaerőkre van szükség, hogy a megfelelő minőséget mind a megmunkálás, mind pedig a szerelés területén biztosítani lehessen. Az egyedi gyártás általában műhelyrendszerben történik.

Sorozatgyártás esetén egyidőben ugyanabból az alkatrészből nem egy, vagy egynéhány, hanem több készül, így egy-egy szerszámgépen ugyanazt a műveletet egymás után többször végzik el. Az univerzális szerszámgépeket sok speciális gyártóeszközzel látják el, sőt egy részük helyett már gazdaságosnak mutatkozik célgépek alkalmazása. A műveletek gyakori megismétlődése következtében sok gépen betanított munkásokkal lehet helyettesíteni a szakmunkásokat. Sorozatgyártás esetén fordul elő leggyakrabban a ciklusos gyártási rendszer.

Tömeggyártásnál egy munkahelyen csak egy műveletet végeznek el és ez legkönnyebben a folyamrendszerű gyártással valósítható meg.

Az egyes gyártási módok jellemzőit az 1.1 táblázat foglalja össze.

A táblázat első sorában szereplő "kis", "közepes" és "nagy" darabszámok között a határt számszerűleg meghatározni nem lehet, mert a gyártás gazdaságos módja nemcsak az évente gyártott darabszámtól, hanem a gyártmány munkaigényességétől is függ. Így pl. háztartási porszívógépből évi 100 db gyártását nem lehet sorozatgyártásnak nevezni, és nem is lenne gazdaságos azt a sorozatgyártásnak megfelelő technológiai eljárással gyártani.

Ezzel szemben évi 100 db 2000 kW-os 12-hengeres Diesel-motort nagy munkaigényessége miatt feltétlen érdemes sorozatgyártás jelleggel készíttetni, különösen, ha azt vesszük figyelembe, hogy a hengerenként ismétlődő alkatrészekből, mint pl. hengerfej, dugattyu, hajtórud stb. évi 1200 db-ot kell gyártani.

A gyártási módok jellemzői

Egyedi gyártás	Sorozatgyártás	Tömeggyártás
<p>Kis darabszám</p> <p>A sorozatok előre megállapított ismétlődésének hiánya</p> <p>Univerzális gépi berendezés</p> <p>Szerszámgépek terhelése a munkadarab törvényszerű váltakozása nélkül</p> <p>Készülékek és különleges szerszámok alkalmazása csak ritka esetekben</p> <p>Nagy szakképzettségű munkaerő</p> <p>Kézi illesztés. A cserélhetőség elvének hiánya</p> <p>Előrajzolás szerint végzett munka</p> <p>A szerszámgépek típusok és méretek szerint való elrendezése</p> <p>Vázlatos (leíró) művelettervek</p> <p>Statisztikus normák</p>	<p>Közepes darabszám</p> <p>A sorozatok periódikus ismétlődése</p> <p>Univerzális és részben specializált gépi berendezés</p> <p>A munkadarab periódikus váltakozása</p> <p>Készülékek és különleges szerszámok széles körű alkalmazása</p> <p>Különbféle szakképzettségű munkaerő</p> <p>Részleges cserélhetőség, kevés kézi illesztés</p> <p>Előrajzolás ritkább alkalmazása</p> <p>Az elrendezés a gyártmányáramlás irányait követi</p> <p>Részletes (többnyire ábrás) műveleti utasítások</p> <p>Részben szabatos norma</p>	<p>Nagy darabszám</p> <p>Jelentős időn át tartó huzamos gyártás</p> <p>Célgépek és különleges gépek széles körű alkalmazása. Automatizálás.</p> <p>A szerszámgépeknek csak egy meghatározott darabmal való állandó terhelése</p> <p>Összevont készülékek és különleges szerszámok. A szerszámgép és készülék szerves kapcsolata</p> <p>Beállítók mellett kis szakképzettségű munkaerő</p> <p>A kézi illesztés teljes hiánya, teljes cserélhetőség</p> <p>Előrajzolás teljes hiánya</p> <p>Az elrendezés a gyártmányáramlás irányait követi</p> <p>Részletes (ábrás) műveleti utasítások</p> <p>Szabatos műszaki norma</p>

1.3 A művelettervezés alapismeretei és menete

Az előzőekből kitűnik, hogy a gyártástervezők elsődleges feladata a művelettervezés. A művelettervezés alatt a technológiai folyamatok részletes és egyértelmű megtervezését, a tervek írásban és rajzban való rögzítését, a munkamenetek végrehajtásának műszaki irányítása érdekében végzett tevékenységet értjük.

A fenti tevékenység célja, hogy még a gyártás megkezdése előtt megtervezzük: milyen műveleteket, hol, ki és hogyan végezze el.

Művelet alatt a munkafolyamatoknak önmagában befejezett részét értjük, amelyet egy munkás vagy az azonos gyártási cél érdekében együttműködő munkáscsoport általában egy munkahelyen, egy meghatározott munkadarabon, vagy több, egyidejűleg megmunkálendő munkadarab összességén megszakítás nélkül végez.

A művelet legrövidebb része a műveletelem, amelyet a munkadarab egy befogásban történő megmunkálásakor még megkülönböztetünk, és így a művelet megtervezésekor külön elemzünk (pl. munkadarab befogása, adott átmérő esztergálása stb.). A műveletelemek fogásokból és mozdulatokból tevődnek össze.

Jól szervezett gyárakban a művelettervezés intézményes, rendszeres és következetes feladat. Ezt szervezeti intézkedésekkel, egyrészt a belső szervezet és ügyvitel, másrészt szervezeti kapcsolatok és a szükséges adatszolgáltatások megfelelő kiépítésével biztosítják.

A művelettervezésnek gazdaságosnak kell lennie, tehát az elért eredményeknek túl kell haladniuk a tervezéssel járó költségeket. Ezt a művelettervezési munka ésszerűsítésével, eszközeinek és segédleteinek tökéletesítésével érjük el.

Ahhoz, hogy a művelettervek a gyártmányok megfelelő minőségét és gazdaságos gyártást is biztosíthassák, de kidolgozásuk se emésszen fel sok időt és költséget, nemcsak a művelettervezők szaktudását kell fejleszteni, de a művelettervezési munka stílusát is.

Az ügyrendi és ügyviteli szabályzat betartásával a művelettervezés intézményesítését is biztosítjuk.

Mivel művelettervezéskor nemcsak a gyártmány megfelelő minőségére, hanem a gyártás gazdaságosságára is törekszünk, a művelettervezőnek ismernie kell a szervezés, az időgazdálkodás, a technológia és pénzgazdálkodás kérdéseit is.

A szervezés ismerete szükséges egyrészt azért, hogy gyártás- és művelettervezéskor tekintettel legyünk a meglévő szervezeti adottságokra, másrészt pedig azért, hogy a tervezett gyártási folyamatot helyesen tudjuk megszervezni.

Az időgazdálkodási ismeretek egyrészt a gyártás időrendi és nap-

tári idő szerinti végrehajtására, másrészt a gyártási tevékenységek időtartamára adnak felvilágosítást.

A technológiai ismeretek alkotják a gyártástervezési adatok többségét és vonatkozhatnak: a gyártmányra, a feldolgozandó anyagra, a gépre, a szerszámokra és technológiai törvényszerűségekre stb.

A gyártmány ismerete szükséges ahhoz, hogy a művelettervező tisztán lássa az egyes szerkezetek és alkatrészek működését és így jobban elbírálhassa a pontossági előírásokat.

A szerkezeti anyagok ismerete nélkülözhetetlen a művelettervezésben, mivel a technológiai törvényszerűségek főképpen az anyagok tulajdonságain alapulnak.

Fontosak még a ráhagyásokra, kivitelezésre, szállításra, próbavételre és ellenőrzésre vonatkozó előírások is.

A szerszámgépek és berendezések szerkezeti felépítésének és teljesítőképeségének ismerete szükséges, hogy adott megmunkáláshoz a legmegfelelőbb gépet, ill. berendezést megválaszthassuk. Az üzem gépeinek adatait a gépkártyák tartalmazzák.

A szerszámismeret azért szükséges, hogy:

- meg tudjuk állapítani, milyen szerszámmal lehet gazdaságosan és a kívánt minőségben megmunkálni valamely felületet,
- meg tudjuk határozni és megadni a szerszám szerkesztőnek valamely szerszám tervezéséhez szükséges kiinduló adatokat.

A művelettervezés gazdaságosságát javítja, ha a már meglévő szerszámállományból választjuk ki a megfelelő szerszámot, tehát nem kell új szerszámot szerkeszteni és gyártani.

A készülék ismerete egyrészt azért jó, hogy adott megmunkáláshoz meghatározhassuk a legmegfelelőbb készüléket, másrészt, hogy megadhassuk a készülékszerkesztőnek valamely új készülék tervezéséhez a szükséges kiinduló adatokat (a szerszám- és készülékszerkesztést kérő lapon).

A meglévő készülékállományt is nyilván kell tartani, hogy szükség esetén a már meglévő készülékekből választhassuk ki az esetleg megfelelőt.

A műszaki mérési ismereteket ki kell terjeszteni a mérés technikára, a mérőeszközökre és a műszerekre egyaránt. Sok megmunkálási feladat sikere a helyes és a kielégítő pontosságú méréstől függ. Nem közömbös tehát, hogy a művelettervező ismeri-e, hogy mit, mivel, hogyan és milyen pontossággal lehet mérni.

A műszaki mérési feladatok szorosan összefüggnek a forgácsoló műveletek technológiai bázisrendszerének megválasztásával és műveleti utasítások mérésekre vonatkozó előírásainak meghatározásával.

Az anyagmozgatási módszerek és eszközök ismerete ugyancsak fontos. Főképpen sorozat- és tömeggyártásban, ha az anyagokat kötött pályán továbbítják, nagy jelentőségű a megfelelő szállítási mód és eszköz

megválasztása. Fontos az alkatrészek és munkadarabok szállítását úgy megoldani, hogy a megmunkált felületek védve legyenek karcólástól, ütéstől vagy szennyeződéstől. E kérdéscsoporthoz sorolhatjuk a munkadarabok és alkatrészek tárolásának módjait a munkahelyen vagy raktárban.

A pénzgazdálkodási ismeretek szükségesek a megmunkálási eljárás gazdaságosságának ellenőrzésére. Minden gyárban úgy kell megszervezni az anyagbeszerzési osztály, a bér- és normaosztály, továbbá az üzemi könyvelés munkáját, hogy ezek az adatok szabályos időközökben (de mindenképpen akkor, ha az értékek érezhetően változnak) a művelettervezéshez eljussanak.

A művelettervezéskor nem elegendő külön-külön vizsgálni az alkatrész egyes felületeit és ezek megmunkálási módozatait, hanem az alkatrész teljes gyártási folyamatát (az összes lehetséges munkameneteket) kell tanulmányozni.

A művelettervező megvizsgálja az alkatrész összes nézet- és metszetábráit. Elképzeli az alkatrész alakját és fő méreteit, meggyőződik az ábrázolás helyességéről és érthetőségéről. Fel kell ismernie az alkatrész szerkezeti rendeltetését és működési feltételeit. Ellenőrzi a szerkesztési méretláncokat és türéseket.

A bázisok megválasztásakor a művelettervező megállapítja a helyzetmeghatározás és a szorítás módját, a méretek mérésének módját és eszközeit.

A műveletek megválasztása és a műveleti sorrend megállapítása az egyes felületek megmunkálásához szükséges forgácsolási módok hozzávetőleges elképzelésével kezdődik. A kiindulási alap mindig a befejező művelet. Azt kell megállapítani, milyen műveletek szükségesek a felület lépésről lépésre való előkészítéséhez, hogy a végén a megkívánt pontosságot és a felületi érdességet biztosíthassuk. Minden megmunkálási fázisra többféle megmunkálási mód jöhet tekintetbe. Ezek közül választja ki a művelettervező az adott alkatrészsre és felületre a valószínűleg megfelelőket. Így előfordulhat, hogy kezdetben a művelettervezőnek a munkamenetre több elképzelése van, és kellő elbírálással ezek közül választja ki a legmegfelelőbbet.

A technológiai vizsgálatokkal a művelettervező megállapítja a megmunkálási hibákat, a geometriai vizsgálatokkal és számításokkal a helyzetmeghatározási, a bázismegválasztási és a felfogási hibákat. Ezeket összegezi és megállapítja, hogy a megkívánt türések betarthatók-e vagy sem. Ha az összegezett hibák túl nagyra adódnának, megvizsgálja csökkentésük lehetőségeit és helyesbíti a felfogás módját és a technológiai adatokat.

A ráhagyások számítása a megmunkálási és helyzetmeghatározási hibák ismeretében lépésről lépésre végezhető. Előbb kiszámítja a nagyolási ráhagyást, majd egymás után a műveleti ráhagyásokat. Mindezeket összegezi és megállapítja a teljes ráhagyást és a nyersdarab méreteit,

illetve a nyersanyag szelvényméretét. Most már elegendő adat van az anyagnorma kidolgozásához.

A kiszámított nyersdarabméretek szerint megszerkeszthetők az öntvény-, kovács stb. rajzok. Ha a nyersdarabok már adottak, ekkor ellenőrizni kell, hogy az alkatrész kiadódik-e az elképzelt munkamenettel, ha nem, változtatni kell a bázisokat, szigorubb előrajzolást kell előírni, esetleg szűkíteni kell a műveleti tűréseket és ezzel a műveleti ráhagyásokat.

A műveleti méreteket a befejező megmunkálástól visszafelé a nagylóságig minden fogásra meg kell állapítani. A műveleti tűréseket az átlagos gazdaságos megmunkálási pontosság szerint kell megválasztani. A műveleti méreteket és tűréseket meg kell adni a műveleti ábrákon.

Miután a művelettervező megállapította, milyen megmunkálásokkal, milyen sorrendben állíttatja elő az alkatrészt, megválasztja a gyártási eszközöket: gépet, szerszámot, készüléket, stb. A technológiai szempontokat is egyeztetni kell a gazdaságosság követelményeivel, mielőtt végleg elhatározza a legmegfelelőbb megoldást. Ezek után a műveletterven megadja a művelet leírását. Itt előírja a munkás által egymás után elvégzendő tevékenységeket, megjelöli a felületeket, amelyeket megmunkálnak, és beírja a használandó gyártási eszközöket.

A gép és a szerszám megválasztásával egy időben a művelettervező megállapítja a forgácsolási adatokat: forgácsoló sebességet, a fordulatszámot, előtolást, fogásmélységet stb. Ezeket rávezeti a művelettervre.

A gyártás színvonalát a művelettervek egyértelműen visszatükrözik. Vizsgálatukkal feltárhatjuk a technológiai fejlettségét, a megmunkálások eredményességét és gazdaságosságát. Ez a vizsgálat azonban hosszadalmas, mert a művelettervek csak egyes munkamenetekről adnak felvilágosítást. Átfogóbb képet kapunk, ha a helyesen megválasztott tapasztalati mutatószámok változásait vizsgáljuk. A művelettervezés technológiai-szervezési-gazdaságossági kiértékelését elősegítő mutatószámok közül kiemelünk néhányat:

- a főidők viszonya a darabidőkhöz,
- az előkészületi idők viszonya a darabidőhöz,
- a műveleti idők viszonya a többi közvetett gyártási tevékenységek (szállítás, ellenőrzés stb.) idejéhez,
- az anyagkihasználás foka stb.

Ezeket a gazdaságossági mutatókat rendszerint előírják az üzemi részlettervekben, főképpen a műszaki fejlesztési tervben. Nyilvántartásuk intézményesen elrendelt.

A főidők viszonya a darabidőkhöz (η_f) azt mutatja, hogy a műveletekre fordított összes idő hányad részét teszi ki a tényleges alakítás. Gyakorlati tapasztalatok szerint a mutatószám értéke jó, ha

- tömeggyártásban $\eta_f \geq 0,7$;
- sorozatgyártásban $\eta_f \geq 0,6$;
- egyedi gyártásban $\eta_f \geq 0,2 \dots 0,5$.

Az előkészületi idők viszonya a darabidőkhöz (η_e) szintén lehetőséget nyújt a gyártás korszerűségének ellenőrzésére. Irodalmi adatok szerint az η_e mutató értéke

- kisorsozatgyártásban $\eta_e = 0,08 \dots 0,25$;
- nagysorozatgyártásban $\eta_e = 0,04 \dots 0,10$ között megfelelő.

A műveleti idők viszonya a közvetett gyártási tevékenységek idejéhez azt mutatja, hogy nem hosszúak-e a szállítási idők, a munkadarabok elfekvésének ideje és az ellenőrzések ideje a ténylegesen megmunkálásra fordított időkhöz mérten.

Az anyagkihasználás fokát nyilvántartó mutatót ki lehet dolgozni gyártmányonként (ekkor azonos a gyártmány anyagnormájának kialakulásával) vagy az egyes üzemek, vagy az egész gyár anyagfelhasználására. Az alacsony kihasználási fokok arra figyelmeztetnek, hogy a nyersanyagok és a nyersdarabok ráhagyásai túlzottak vagy arra, hogy a nyersdarabok előállításának technológiáját javítani kell oly módon, hogy a forgácsoló megmunkálások mértékét csökkenteni lehessen (homokban öntés helyett pl. kokillaöntést, kézi kovácsolás helyett süllyesztékes kovácsolást stb. bevezetni).

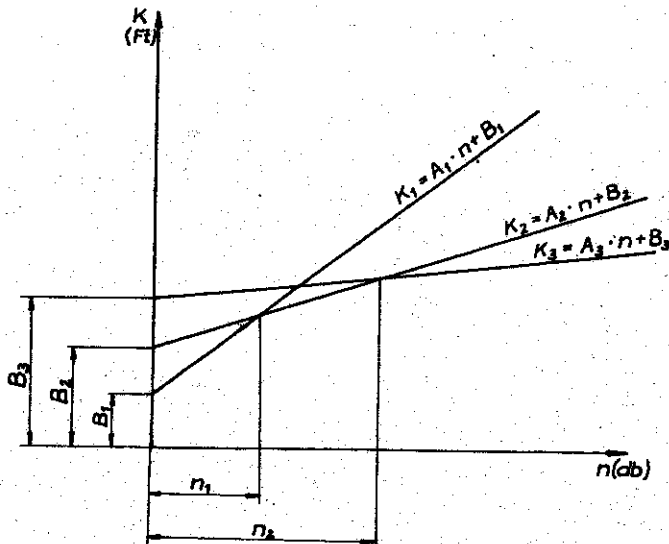
A gazdaságosságot befolyásoló sok tényező közül az egyik legfontosabb a gyártandó darabszám és a választott szerszámgép hatása.

Vizsgáljuk meg egy egyszerű példa kapcsán a megmunkálási költségek alakulását a gyártandó darabszám függvényében. A vizsgálat alapjául szolgáló alkatrész legyen egy többlépcsős tengely, amelynek megmunkálása csucesztergán, másolóesztergán és többkéses esztergán egyaránt lehetséges. Tétélezzük fel, hogy a kiindulási nyersanyag mérete mindhárom esetben ugyanaz, vagyis az egy munkadarabra eső anyagköltség állandó, továbbá, hogy mindhárom eszterga rendelkezésre áll az üzemben, és így gépbszerzésre, azaz beruházásra nincs szükség. Végül tétélezzük fel az egyszerűség kedvéért, hogy az üzemi általános költségeknek egy üzemórára vonatkoztatott értéke mindhárom esetben azonos. Bármely módszerrel végezzük is a kérdéses tengely megmunkálását, a gyártandó összes alkatrész önköltsége két tagból tevődik össze, éspedig egy, a darabszámtól független állandó, és egy, a darabszámtól függő tagból.

Az önköltséget kifejező egyenlet így írható fel:

$$K = An + B ,$$

ahol (K) az összes gyártott darabok önköltsége, (A) a minden darabot terhelő költségtényező (pl. anyagköltség, munkabér, üzemi általános költség stb.), (n) a munkadarabok száma, (B) pedig az egész sortatot terhelő, a darabszámtól független, állandó költségtényező (pl. speciális felszerszámzás, előkészületi idő munkabére stb.). Az egyenletből látható, hogy a sorozat önköltsége a darabszámmal lineárisan nő. Az önköltség alakulását a három különböző szerszámgépen végzett megmunkálás esetén az 1.1 ábra mutatja.



1.1 ábra

A megmunkálási költségek alakulása a gyártási darabszám függvényében különböző technológiai változatok esetén

Az ábrából látható, hogy ha a gyártandó darabszám n_1 -nél kisebb, akkor az 1. sz. változat, n_1 és n_2 db között a 2. sz. változat, n_2 db felett pedig a 3. sz. változat a gazdaságosabb.

1.4 A gépi idők számítása forgácsolásnál

1.41 A gyártási idő

A gyártási idő a technológiai tervezés egyik sarokköve. A gyártási idő ismerete, képezi azt a legkisebb tervezési egységet, amelynek pontosságától függ a gyártási idők alapján kidolgozott összes gyártástervezési tevékenység, pl.: a kapacitás-, a munkaerő-szükséglet, a gép- és műhelyrendezési stb. tervek helyessége.

A gyártási idő a teljesítménybér alapja is. Az időnormák felépítését az 1.2 ábra mutatja be.

Minden technológiai munka alapvető célja, hogy a gyártmány a leg-rövidebb idő alatt a lehető legkisebb ráfordítással készüljön el.

1.42 Gépi főidő számítása különböző forgácsoló megmunkálásokra

A forgácsoláskor főidőnek azt az időt nevezzük, amely alatt a méretek változtatása, az alak, vagy a felület kimunkálása végbemegy.

A gépi idő meghatározását visszavezethetjük a fizikában tanult egyenletes mozgás idejének meghatározási módjához, ahol:

$$t = \frac{L}{v_f}$$

Az L a szerszám utja, v_f pedig az előtolás sebessége, amelyet az egyes megmunkálásoknál különböző módon határozunk meg. A fentiek alapján a gépi főidőt az alábbi képlettel határozhatjuk meg:

$$t_{fg} = \frac{L}{v_f} \cdot i ; \quad \text{ahol } i \text{ a fogások számát jelenti.}$$

1.421 Az esztergálás gépi főideje

A gépi főidő kiszámításához a leggazdaságosabb forgácsolási feltételeket kell alapul venni. Ezek felismerése érdekében nemcsak a megmunkálandó darabra kell figyelemmel lenni, hanem gondosan kell megválasztani az esztergákat és a szerszámokat is. A szerszám anyaga és a szerszám alakja jelentősen befolyásolja a szerszám élettartamát, ez pedig jelentős tényezője a gyártási időnek.

AZ IDŐNORMÁK FELÉPÍTÉSE:			AZ IDŐNORMÁK MEGHATÁROZÁSÁNAK MENETE:
1.	A MŰVELET TELJES MUNKAIDEJE:	t_n	$t_n = t_n + t_v$
2.	MŰVELETI NORMAIDŐ:	t_n	$t_n = t_e + t_{gy}$
3.	ELŐKÉSZÜLETI ÉS BEFEJZÉSI IDŐ:	t_e	Pótlékok az alapidőhöz (Kb. 5...15%)
4.	A MŰVELET GYÁRTÁSI IDEJE:	t_{gy}	$t_{gy} = n \cdot t_d$
5.	DARABIDŐ:	t_d	$t_d = t_p + t_{da} + t_v$
6.	PIHENÉS ÉS SZEMÉLYES SZÜKS. IDEJE:	t_p	A dolgozó terhelési fokától és időtartamától függően.
7.	ALAPIDŐ:	t_{da}	$t_{da} = t_f + t_m$
8.	FŐIDŐ:	t_f	$t_f = t_{fg} + t_{fgk} + t_{fk}$
9.	GÉPI FŐIDŐ:	t_{fg}	- Számítás (forgácsolási adatok irányértékeiből)
10.	GÉPI - KÉZI FŐIDŐ:	t_{fgk}	- Mérés és
11.	KÉZI FŐIDŐ:	t_{fk}	Összehasonlítás útján!
12.	MELLÉKIDŐ:	t_m	$t_m = t_{mg} + t_{mgk} + t_{mk}$
13.	GÉPI MELLÉKIDŐ:	t_{mg}	- Számítás
14.	GÉPI - KÉZI MELLÉKIDŐ:	t_{mgk}	- Irányértéktáblázatok
15.	KÉZI MELLÉKIDŐ:	t_{mk}	- Mérés v. - Összehasonlítás útján
16.	MUNKAHELY KISZÖLGÁLÁSI IDŐ:	t_k	$t_k = t_{ksz} + t_{km}$
17.	SZÉRVÉZÉSI KISZÖLGÁLÁSI IDŐ:	t_{ksz}	
18.	MŰSZAKI KISZÖLGÁLÁSI IDŐ:	t_{km}	
19.	VESZTESÉGIDŐK:	t_v	$t_v = t_{vd} + t_{vk}$
20.	DOLGOZÓTÓL FÜGGŐ VESZTESÉGIDŐ:	t_{vd}	
21.	DOLGOZÓTÓL FÜGGETLEN VESZT. IDŐ:	t_{vk}	

1.2 ábra
Az időnormák felépítése és meghatározása

A gépi főidőt esztergálásnál általában a következő alapképletekből számíthatjuk ki:

$$t_{fg} = \frac{L}{n \cdot s} \quad (\text{min}) \quad \text{és}$$

$$n = \frac{1000 v}{\pi \cdot D} \quad (\text{ford/min}),$$

helyettesítés után

$$t_{fg} = \frac{\pi DL}{1000 vs} \quad (\text{min})$$

lesz, ahol D az esztergálandó átmérő mm-ben, L a szerszám utja mm-ben, v forgácsoló sebesség m/min-ben, s előtolás mm/ford, i fogások száma.

Hosszesztergáláskor a szerszám L teljes útját a következőképpen számítjuk ki:

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (\text{mm}),$$

ahol l_1 a hozzáfutás utja, amit a szerszám az előtolás bekapcsolásától a forgácsolás megkezdéséig megtesz mm-ben,

$-l_2$ a túlfutás hossza, amit a szerszám a forgácsolás befejezésétől az előtolás kikapcsolásáig megtesz mm-ben (értéke gyakran nulla),

l a forgácsolt felület hossza mm-ben.

A körfelület oldalazásakor

$$L = \frac{D}{2} + l_1 + l_2 \quad (\text{mm}).$$

Körgyűrűfelület oldalazásakor pedig

$$L = \frac{D_k - D_b}{2} + l_1 + l_2 \quad (\text{mm}).$$

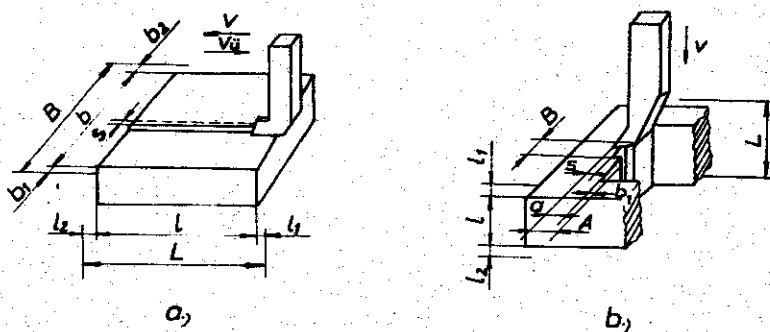
Kupesztergáláskor az esztergakés utja a rá- és kifutás útját is figyelembe véve:

$$L = l_1 + l_2 + 1/2 \sqrt{4 \cdot l_{kup}^2 + (D - d)^2} \quad \text{mm}.$$

1.422 Gyalulás és vésés gépi főideje

A gyalulást és a vésést rendszerint egy késsel végezzük, a szer-
szám üresjárata nagy idővesztéséget jelent, a forgácsoló sebesség arány-
lag kicsi.

A kés kettőslöketenként kapja az előtolást (1.3 ábra). Az ábra és
gépi főidő számításához szükséges jelölések:



1.3 ábra

Gyalulás és vésés gépi főidejének számítása

- B (mm) a gyalulási szélesség, a horony szélessége;
- L (mm) a löket hossza;
- A (mm) a vésési mélység;
- a (mm) a horonymélység;
- l (mm) a munkadarab hossza;
- l_1 (mm) a kés ráfutási utja;
- l_2 (mm) a kés kifutási utja;
- b (mm) a munkadarab szélessége;
- b_k (mm) a kés szélessége;
- b_1 (mm) a ráfutás;
- b_2 (mm) a kifutás;
- v (m/min) a forgácsoló sebesség;
- v_u (m/min) az üresjárati sebesség;
- v_k (m/min) a közepes sebesség;
- n_k (1/min) a kettőslöketek száma;
- s (mm/kettőslöket) az előtolás;
- i a fogások száma.

A gépi fírdő gyaluláskor a (lásd: 1.3/a ábrát!)

$$t_{fg} = \frac{B}{sn_k} i \text{ összefüggéssel számítható.}$$

A lökethossz: $L = l + l_1 + l_2 \text{ (mm)}$

A gyalulási szélesség: $B = b + b_1 + b_2 \text{ (mm)}$

A kettőslöketek száma: $n_k = \frac{1000 v_k}{2L} \text{ (1/min).}$

A felírt összefüggésekből a gépi fírdő kiszámításához a következő képlet vezethető le:

$$t_{fg} = \frac{2BL}{1000 sv_k} i \text{ (min).}$$

Vésésre is (1.3/b ábra) a gyalulás képletel érvényesek. A vésési mélységnek a gyalulási szélesség, a lökethossz pedig a lökethossz felel meg.

A gépi fírdő vésésre: $t_{fg} = \frac{2AL}{1000 sv_k} i \text{ (min);}$

A lökethossz: $L = l + l_1 + l_2 \text{ (mm);}$

A vésési mélység: $A = a + b_1 \text{ (mm).}$

Ha a vésőkés szélessége kisebb, mint a horony szélessége, akkor a fogások száma kerekítve az alábbi összefüggésből számolható:

$$i = \frac{B}{b_k}$$

1.423 Furás, süllyesztés és dörzsölés gépi fírdője

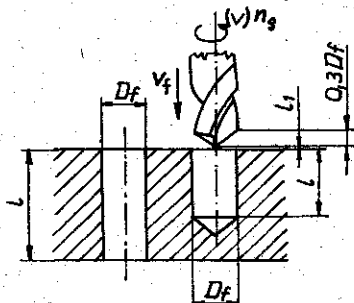
A gépi fírdőt, ha a munkadarab áll, és a furószerszám forog, vagy ha a munkadarab forog és a furószerszám áll, a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$t_{fg} = \frac{L}{ns} i = \frac{\pi D_f L}{1000 vs} i \text{ (min),}$$

ahol L (mm) a furó teljes utja a szokásos furóélezés esetén, az alábbi képlettel számítható:

$$L = l + l_1 + 0,3 D_f \quad (\text{mm}).$$

Az 1.4 ábrán a gépi fűrdő számításához szükséges jelölések:



1.4 ábra
A furás gépi fűrdőjének meghatározása

- L (mm) a furó, dörzsár, vagy süllyesztő teljes utja;
- l (mm) a furási hossz, vagy a süllyesztés mélysége;
- l_1 (mm) a furó vagy a süllyesztő ráfutási utja;
- $0,3 D_f$ (mm) a csigafuró csucsa a szokásos élezéssel, ilyen kinyúlással rendelkezik;
- D_f (mm) a furat átmérője;
- v (m/min) forgácsoló sebesség;
- s (mm/ford) az előtolás;
- i az azonos furatok száma.

Süllyesztésre és dörzsölésre a gépi fűrdőt lényegében ugyanugy kell kiszámítani, mint a furásra, csupán az uthosszak változnak.

A süllyesztés teljes utja:

$$L = l + l_1 \quad (\text{mm}).$$

A dörzsölés teljes utja:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Az l_2 értéke a dörzsártól és a furat alakjától (zsákfurat) függ.

1.424 A marás gépi fűrdője

A marás gépi fűrdőjének meghatározásakor a

$$t_{fg} = \frac{L}{v_f} i \quad (\text{min})$$

összefüggésből indulhatunk el, ahol

- L (mm) a marás teljes utja;
- v_f (mm/min) percenkénti előtolás: $v_f = s_z \cdot n \cdot z$
- i a fogások száma.

Palást- és homlokmarásra a maró utját a következő képletből számíthatjuk ki:

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (\text{mm}),$$

- ahol
- l (mm) a munkadarab hossza;
 - l_1 (mm) a maró ráfutása;
 - l_2 (mm) a maró tulfutása.

Az l_1 ráfutási ut hosszát palástmaráskor az 1.5/a ábra alapján határozhatjuk meg:

$$l_1 = \sqrt{\left(\frac{D_{sz}}{2} + e\right)^2 - \left(\frac{D_{sz}}{2} - a\right)^2} = \sqrt{D_{sz} \cdot (e + a) + (e^2 - a^2)}$$

- a (mm) a forgásmélység;
- e (mm) a maró legkisebb távolsága a munkadarabtól (a gyakorlatban 1-2 mm).

Palástmaráskor a tulfutás 1-2 mm.

Homlokmarásnál a ráfutás értéke 1-2 mm. A tulfutás értéke attól függően változik, hogy a szerszám tengelye merőleges-e az előtolás irányára vagy az előtolás irányába döntött-e. Ha merőleges helyzetű a homlokmaró a felületre; a tulfutás az 1.5/a ábra alapján:

$$l_2 = D_{sz} + (1 \dots 2) \quad (\text{mm}).$$

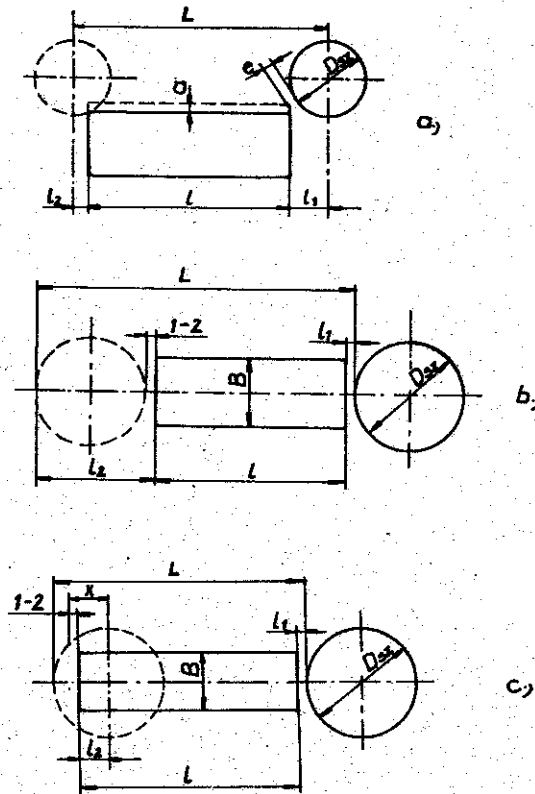
Döntött szerszámmal a tulfutás az 1.5/c ábra szerint:

$$l_2 = \frac{D_{sz}}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D_{sz}^2 - B^2} + (1 \dots 2) \quad (\text{mm})$$

A percenkénti előtolást (v_f) a korábban tanultak alapján határozzuk meg:

$$v_f = s_z \cdot z \cdot n$$

- ahol
- s_z (mm/fog) a fogásonkénti előtolás; z a maró fogszáma;
 - n (1/min) a percenkénti fordulatszám.



1.5 ábra
A marás gépi főidőinek meghatározása

Sík felületek megmunkálására a felület szélességétől függően a gyalulást vagy a marást választhatjuk. Általában keskeny, hosszú felületeket gazdaságosan gyalugépen munkálhatunk meg. A határesetet, amely alatt a gyalulás, ill. amely felett a marás a gazdaságosabb, a gépi főidők segítségével határozhatjuk meg.

Gyalulásnál a gépi főidő:

$$t_{fg} = \frac{B}{n_k \cdot s} i = \frac{2BL}{1000 v_k \cdot s} i$$

A marás gépi főideje:

$$t_{fg} = \frac{L}{v_f} i$$

Határesetben a gépi főidők egyenlők, ezért írhatjuk:

$$\frac{L}{v_f} i = \frac{2 BL}{1000 v_k \cdot s} i .$$

Feltételezzük, hogy a szerszám utja és a fogások száma azonos, a keresett kritikus szélesség:

$$B = \frac{500 v_k \cdot s}{v_f}$$

1.425 Az üregelés gépi főideje

Üregelésnél a gépi főidőt a $t_{fg} = \frac{L}{1000 v} i$ (min),

ahol L (mm) az üregelő szerszám hossza;
 v (min/min) az üregelés forgácsoló sebessége;
 i a fokozatok száma.

1.426 Kösörülési főidők

Amikor külső átmérő kösörülése csucok között hosszirányú előtolással történik, a gépi főidőt attól függően, hogy

- a keresztirányú előtolás minden egyes löketnél van, azaz a tengely mindkét végén veszünk fogást:

$$t_{fg} = \frac{L \cdot i}{v_{fa}} \quad (\text{min}) \quad \text{összefüggéssel számíthatjuk.}$$

- a keresztirányú előtolás minden kettős löketnél van, azaz csak az egyik tengelyvéghelyzetben veszünk fogást;

$$t_{fg} = \frac{2L \cdot i}{v_{fa}} \quad (\text{min})$$

összefüggést használjuk, ahol:

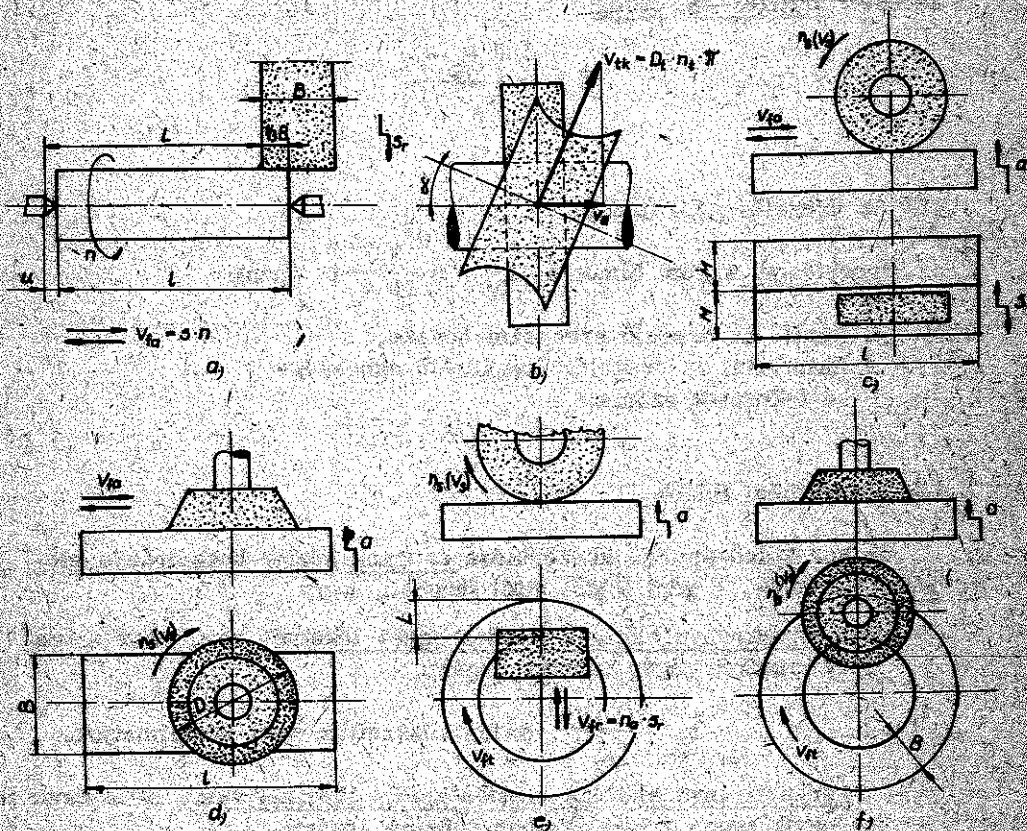
1 - a korong vagy munkaasztal utja mm-ben (lásd: 1.6/a ábra!),

$$L = 1 - \frac{1}{3} B + u; \quad \text{ahol}$$

1 - a kösörülendő munkadarab hossza mm-ben,

B - a kösörűkorong szélessége mm-ben,

u - egy lökethez szükséges átváltási idő, átszámítva
 újra mm-ben;
 i - a fogások száma
 $v_{fa} = s_a \cdot n$ (mm/min) hosszeltolás sebessége,
 s - a munkadarab fordulatonkénti hosszeltolása mm-ben,
 n - a munkadarab fordulatszáma 1/min.



1.6 ábra

A köszörülés gépi földőinek meghatározása

A fogások számát megkapjuk az alábbi képletből:

$$i = \frac{H}{s_r} + i_x ;$$

ahol (H) a ráhagyás sugárirányban mm, (s_r) az egyes vagy kettős löketenkénti kereszteltolás mm-ben, (i_x) a kijáratáshoz, kiszikráztatás-

hoz szükséges löketek száma, ami szükséges, hogy az előírt tűrési értéket megkaphassuk: $i_x = 4 \dots 16$ a munkadarab pontosságától függően.

Keresztirányú előtolással (beszuró eljárás) történő köszörüléskor a gépi főidőt

$$t_{fg} = \frac{H}{n \cdot s_r} + t_a \quad (\text{min})$$

összefüggéssel számíthatjuk, ahol (H) a sugárirányú ráhagyás mm-ben, (s_r) a keresztirányú előtolás mm/ford, (n) a munkadarab fordulata l/min, (t_a) a kijáratáshoz, kiszikráztatáshoz szükséges idő min-ben,

$$t_a = \frac{i_x}{n} \quad (\text{min}).$$

Csucs nélküli köszörülésnél áteresztő eljáráskor a gépi főidőt a

$$t_{fg} = \frac{L}{v_{fa}} i \quad (\text{min})$$

összefüggéssel számíthatjuk, ahol (L) a munkadarab utja mm-ben, $L = l + B$, (l) a munkadarab hossza mm-ben, (B) a korong szélessége mm-ben, (v_{fa}) az előtolás sebessége mm/min. (Lásd: 1.6/b ábra!)

$$v_{fa} = \lambda \cdot D_t \cdot \pi \cdot n_t \cdot \sin \alpha$$

$\lambda = (0,96 \dots 0,99)$ csusztatási együttható,

$D_t =$ a továbbítókorong átmérője mm-ben,

$n_t =$ a továbbítókorong fordulata l/min,

$\alpha =$ a továbbítókorong döntési szöge.

Csucs nélküli eljárás beszuró változatánál pedig a

$$t_{fg} = \frac{H}{n \cdot s_r} + t_a \quad (\text{min})$$

összefüggésből számíthatjuk a gépi főidőt, ahol (H) a ráhagyás nagysága mm-ben, (s_r) a munkadarab fordulatonkénti előtolása mm-ben,

(n) a munkadarab fordulata l/min-ben.

$$i = \frac{n_t \cdot D_t}{d}$$

d - a munkadarab átmérője mm-ben,
 t_a - a kiszikráztatáshoz szükséges idő min-ben.

A főidő kiszámításának képlete furatköszörüléskor egyezik a külső átmérő köszörülésének képletével,

A korong utja:
$$L = 1 + \frac{1}{3} B .$$

A kiszikráztatáshoz szükséges fogások száma: $i_x = 10 \dots 40$.

Az egyenes alternáló mozgású sikköszörűgépén a korong palástjával végzett sikköszörülés gépi főidejét, ha előtolás az asztal minden egyes löketére van: (lásd: 1.6/c ábrát!)

$$t_{fg} = \frac{2 \cdot L}{v_{fa} \cdot 1000} \frac{M}{s} i \cdot x \quad (\text{min}),$$

ha előtolás csak az asztal kettős löketére van:

$$t_{fg} = \frac{2 \cdot L}{v_a \cdot 1000} \frac{M}{s} i \cdot x \quad (\text{min})$$

összefüggésekkel számíthatjuk, ahol (L) az asztal utja mm-ben,

$$L = 1 + (10 \dots 15) \text{ mm} ,$$

(l) a munkadarab hossza mm-ben, (M) a munkadarab szélessége mm-ben, (v_{fa}) az asztal sebessége m/min, (s) az egyes vagy kettős löketenkénti előtolás mm-ben, (i) a felfogott munkadarabok száma, (i) a fogások száma.

$$i = \frac{M}{a} + i_x$$

(H) a felületenkénti ráhagyás mm-ben, (a) a fogásmélység mm-ben, (i_x) a kiszikráztatáshoz szükséges fogások száma ($i_x = 2 \dots 3$).

Fazék alakú koronggal, egyenes asztalmozgású gépen, löketenkénti fogásvételnél a sikköszörülési gépi főidőt (lásd: 1.6/d ábra!)

$$t_{fg} = \frac{L \cdot i}{1000 \cdot v_{fa}} \quad (\text{min})$$

összefüggéssel számoljuk, ahol (L) a munkaasztal utja mm-ben.

$$L = 1 + D + (15 \dots 10) \text{ mm} ,$$

(D) a fazékkorong átmérője mm-ben,
A többi jelölés az előzővel egyező.

Forgó asztalu gépen a korong palástjával dolgozó sikköszörtilés-
nél a gépi főidőt a (lásd: 1.6/e ábra!)

$$t_{fg} = \frac{L \cdot l}{n_a \cdot s_r} \text{ (min),}$$

forgó asztalu gépen fazék alakú koronggal végzett sikköszörtilés gépi fő-
ideje pedig a (lásd: 1.6/f ábra!)

$$t_{fg} = \frac{l}{n_a} \text{ (min) összefüggésekkel határozhatjuk meg, ahol}$$

(L) a korong utja mm-ben, (n_a) az asztal fordulatszáma 1/min-ben,
 (s_r) a munkadarab fordulatonkénti hosszalótolása mm-ben. A többi jelölés az előzőekkel megegyező.

2. Az esztergálás technológiája

2.1 Esztergálási műveletek

2.1.1 Esztergálással megmunkálható felületelemek

Az esztergálás olyan forgácsolási mód, amelynél a főmozgás forgó, a mellékmozgásai egyenes vonalúak. A főmozgást általában a tárgy, a mellékmozgásokat a szerszám végzi. Jellegetes szerszáma egyéltű.

Az esztergálással hengeres idomok palástfelületének megmunkálásán, hosszesztergálásán kívül, más típusú felületek is megmunkálhatók. Így gyakran munkálják meg tárcsák oldalfelületeit keresztesztergálással, alkatrészek furatait furatesztergálással, tengelyek hornyait beszúrással, menetes részeit pedig menetesesztergálással. Ezekon a fontosabb esztergálási változatokon kívül találkozunk még kupesztergálással, alakesztergálással és az esztergálás egyéb változataival is.

Az esztergálással megmunkálható alkatrészek felületelemeit célszerű elhelyezkedésük alapján áttekinteni. Ennek megfelelően beszélhetünk külső felületen végzett esztergálási műveletelemről és beszélhetünk furatban végzett esztergálási műveletelemről. Természetesen a megmunkálásra kerülő alkatrészekon e két fő csoport kombinációja is előfordul. Ha a gyakorlatban legsűrűbben előforduló esztergálási feladatokat a megmunkálendő felületelemek szerinti típuscsoportokba rendezzük, és ezen ismertetőjelekhez még kiegészítésképpen hozzá rendeljük az adott műveletelemben biztosítandó felületi minőség, illetve pontosság jellemzőit is, továbbá áttekintjük a munkadarab befogásának lehetséges változatait, akkor ezen szempontok alapján szinte valamennyi esztergálási feladatot egyenként jól megkülönböztető, mégis általánosan átfogó rendszerezéshez jutunk (2.1 ábra).

Ezen rendszerezés alapján minden egyes esztergálási műveletelemet egy-egy hatjegyű számmal leíró ún. "gyártási kód" fogalmazható meg. Az azonos gyártási kóddal jellemzett műveletelemek azonos munkadarab-befogási módot (1. számjegy), azonos külső alakzatu felületelem (a 2. és 3. számjegy), illetve azonos belső tagoltságú felületelem (a 4. és 5. számjegy) megmunkálását jelzik, nagyoló, félsímitó vagy símitó megmunkálási esetben (a 6. számjegy) az esztergálási feladattól függő azonos pontosságot (illesztési és helyzet) feltételezve.

Ily módon a bemutatott rendszerezés nemcsak jó áttekintést ad az esztergálással elvégezhető feladatok technológiai körülményeiről, hanem a gyártási kódok numerikus értékeinek a felhasználásával lehetőség nyi-

lik az adott üzem gyártástechnológiai munkájába korszerű szervezési módszerek bevezetésére, pl.:

- azonos megmunkálást igénylő felületelemek szerinti tipustechnológiák kidolgozása,
- szerszámgépek kapacitáskihasználásának számítógépes tervezése stb.

2.12 A munkadarab befogásának változatai esztergáláskor

A munkadarabok felfogása esztergáláskor történhet csucok között, tokmányban és siktárcsán, továbbá a teljesség kedvéért célszerű megemlíteni a szoritóhüvelyt, az esztergatűskét és a különleges készülékeket is.

Hengeres felületek megmunkálásakor a munkadarab befogásának legfontosabb mozzanata a központosítás. A központos felfogás megvalósítása érdekében a munkadarabon különféle előkészítő műveleteket kell végezni, amelyek során az alábbi műveletek jöhetnek számításba:

- oldalazás,
- központjelölés,
- központfurás,
- bábhelyesztergálás.

Oldalazás

Daraboláskor a munkadarab homlokfelületei nem lesznek merőlegek a forgástengelyre. Ezért ezeket a felületeket az alábbi esetekben oldalazni kell:

- központfurás előtt, nehogy a ferde homloklap a szerszámot félre kényszerítse;
- homlokélen történő központosításkor, mert különben a felfekvés és a központosítás bizonytalan;
- sorozat- és tömeggyártásban, amikor a munkadarab tengelyirányu helyzetét üktöztetéssel (kitérő csucs) kell meghatározni.

Az oldalazást rendszerint csucesztergán, hajlitott vagy homlokéli forgácsolókéssel végezzük. Tömeggyártásban erre a célra előnyösebb a véglapmaró-központfuró célgép alkalmazása.

Központjelölés

Ez a művelet csak esetleges jellegű, mert esztergapadon a központfurat általában külön jelölés nélkül is elkészíthető. Természetesen bonyolultabb darabok esetében prizma, derékszögű vonalzó, talpas rajztű segítségével az előrajzolás végrehajtható.

Központfúrás

A központfurat, mint segédbázis elsősorban felfogási célokra készül, de felhasználható a mérésnél, sőt esetleg javításnál is.

A központfuratok alakját szabvány írja elő (MSZ 3999). A kisebb központfuratokat ($d < 8$ mm) központfúróval (MSZ 3997, MSZ 3998) egy lépésben, a nagyobbakat csigafúróval és csucssüllyesztővel (MSZ 3993, MSZ 3995, MSZ 3996 és MSZ 4665) készítjük, mégpedig általában több lépésben.

Ha a központfurat megkopott, berágódott, megsérült, vagy a hőkezelésnél revésedett, szükségessé válik a felszabályozás. A központfurat szabályozását rendszerint esztergapadon, tokmányba fogva és bábbal megtámasztva esztergakéssel végzik. A csucsfúróval vagy csucssüllyesztővel való szabályozás nem vezet eredményre, mert a hibás furat a szerszámot félrevezeti. Hőkezelt munkadarabok csucsfuratait kupos köszörűkoronggal esztergapadon vagy köszörűgépen, esetleg a tömeggyártásban külön erre a célra készült félautomatán köszörülik.

Bábhelyesztergálás

Hosszu és kevésbé merev ($l/d > 12$) tengelyek bábbal való kitémasztásához bábhelyet kell esztergálni. Mivel a bábhely szabályos volta a későbbi esztergálási művelet pontosságára, érdekessége pedig a surlódási viszonyokra van hatással, különös elővigyázattal kell eljárni a művelet elvégzése közben. Bábhely esztergálásakor többnyire 90° -os elhelyezési szöggel kis fogásmélységgel és kis előtolással, több nagyoló és simító fogással dolgozunk.

A bábhelyesztergálásakor a munkadarabot csucok közé fogjuk be és esetleg a bábhely közelében ideiglenesen kitémasztjuk. Ha több bábhelyet kell készíteni, célszerű előbb a tengely végeinél kialakítani azokat, majd ezeken a helyeken kitémasztva a darabot haladni a tengely közepe felé.

2.121 Felfogás csucok között

Esztergálásnál a leggyakrabban alkalmazott befogási mód a két csucok közé történő felfogás. Az összes befogási módok közül ezzel a módszerrel végezhető el a legnagyobb pontossággal a központosítás. A bázisfelület a központfurat, amelynek nagy előnye, hogy ez a segédbázis a megmunkálás folyamán végig változatlanul felhasználható, tehát a bázisváltási hibák a megmunkálás pontatlanságát nem növelik. Ezért ez a befogási mód előnyösen alkalmazható minden olyan alkatrésznél, ahol a különböző átmérőjű felületek egytengelyűsége a követelmény, például kétoldaltól lépcsőzött tengelyek esetén.

Furatos tengelyeket, ha a furat átmérője $d < 10$ mm, ugyanugy fel lehet fogni csucskozott, mint a tömör tengelyeket. Ha $d > 10$ mm, szilárd illeszkedésű központos dugókat alkalmazunk, amelyeket célszerű edzett kivitelben felhasználni.

Az esztergacsucskozott több változata terjedt el. Leghasználatosabb típusait szabványok írják elő. Kiválasztásuk az elvégzendő műveletek körülményeitől függ.

Ha a munkadarabot csucskozott közé befogva kívánjuk oldalazni, félcsucskozott kell alkalmazni. A félcsucskozott elkészült térfele lehetővé teszi, hogy az esztergakés a befogott munkadarab véglapját jobban megközelítse.

Nagy fordulatszámoknál a fellépő melegezés miatt a csucskozott kiágyulhat és berágódhat, ezért már kb. 400...500 ford/perc felett ajánlatos a forgócsucskozott alkalmazása. A munkadarabok súlyának megfelelően a forgócsucskozott különféle szabványos méretű sorozatokban készülnek.

A már kopott forgócsucskozott nagyobb fordulatszámok mellett hajlamosak a berezésre. Ebben a tartományban ezért inkább a keményfém betétes csucskozott alkalmazása az ajánlatos.

Csucskozott közötti befogásnál a nyomaték átvitele menesztőtárcsával és esztergaszívvel valósítható meg. A művelettervezés során ügyelni kell arra, hogy a menesztés számára mindig kell helyet biztosítani. A szabvány az esztergaszív alakját egyenes és orros kivitelben írja elő. (MSZ 18877 és MSZ 18876.)

Különösen sima csapoknál vagy rövid tengelyeknél gyakran fordul elő, hogy a felületet teljes hosszában egy felfogásban kell megmunkálni. Ilyenkor ha az átvendő nyomaték aránylag kicsi, menesztőcsucskozott központosíthatunk. A menesztőcsucskozott edzett és készült élei természetesen benyomódnak a munkadarabba, ezért központosítása kissé pontatlanabb, és a további felhasználáshoz a központfuratot újra kell szabályozni.

Kis méretű, tüzserű alkatrészek negatív csucskozott között is megmunkálhatók.

Elsősorban a sorozatgyártásban körmös homlokmenesztőkkel és kitérőcsucskozott oldható meg az alkatrész helyzetmeghatározása.

2.122 Befogás tokmányba

A tokmányok merevebb befogást biztosítanak, mint az esztergacsucskozott és nagyobb nyomatékot tudnak átvinni, mint az esztergaszívek. Előnyük, hogy a befogás rövidebb időbe kerül, mint a csucskozott közé, mert elmaradhat a menesztés felszerelése. A tokmányok hátránya, hogy a befogás központossága még új tokmányok esetén is 0,15 mm-es hibával járhat. Ezért a tokmányok alkalmazása többnyire a nagyolás területére korlátozódik.

A tokmány központozási hibája minden újabb befogásnál (átfordításnál) helyzetmeghatározási hibát okoz. Ez a hiba lépcsős tengelyeknél excentricitási hibában jelentkezhet, s különösen kis ráhagyások leválasztásakor a felület foltosságában mutatkozik meg. Az említett hibák az alábbi módszerekkel küszöbölhetők kt:

- egy felfogásban munkáljuk készre a darabot;
- lágypofákat alkalmazunk és azokat a darab átmérőjére esztergáljuk vagy köszörüljük;
- a tokmányba hasított perselyt fogunk és a perselyt szintén a munkadarab méretére esztergáljuk.

A tokmányok szerkezeti kialakítását és méreteit szabványok írják elő, pl.:

- csuszóléces, hárompontos tokmány MSZ 5051.
- sikcsigás hárompofás tokmány MSZ 5048.

Ha a munkadarab eléggé merev ($l/d < 3$), szabadon végezhetjük a megmunkálást. Ellenkező esetben a csuccsal való megtámasztással növelhetjük a befogás merevségét. Karcsu daraboknál pedig ($l/d > 12$) a bábbal való megtámasztás a szokásos.

A támasztó bábok kétfélek. Az egyik fajta a szerszám gép ágyvezetékének prizáira fogható fel és a megmunkálás alatt rögzített helyzetben van. Ezek az álló bábok. A másik fajtájú bábok a száura erősíthetők és megmunkálás közben a szánnal együtt mozognak. A mozgó báb közvetlen a kés mögött halad és a tengely támaszául szolgál.

2.123 Felfogás siktárcsára

Nagyobb méretű rövid hengeres vagy nem forgás felületű darabokat siktárcsára felfogva esztergálunk. Mivel a siktárcsa rendszerint négy, egymástól függetlenül állítható pofával fogja meg a darabot, tehát a siktárcsa nem központozit. Ilyenkor a központozítást külön elemekkel, illetve indikátorórával beállítgatva kell végrehajtani. A szorítópofák szerepe tehát nem más, mint a darab megfogása, illetőleg a menesztés.

2.13 Külső hengeres felületek esztergálása

A külső hengeres felületek megmunkálásánál az esztergálás az általánosan használt megmunkálási mód. Többnyire esztergálással nagyolunk, félsimitunk és simítunk, sőt egyre terjed a finomesztergálás alkalmazása is.

2.131 Nagyolás

Nagyolásnál minél termelékenyebb munkára kell törekedni, és olyan nagy forgácskeresztmetszetet kell leválasztani, amilyen nagyot csak lehet az adott körülmények mellett.

Annak érdekében, hogy viszonylag nagy forgácseljesítmény legyen elérhető, a munkadarabot már a nagyolásnál pontosan kell központosítani. A pontatlan központosítás olyan nagyértékű hibát okozhat, amit a következő műveletben az előírt ráhagyás mellett esetleg nem tudunk eltüntetni.

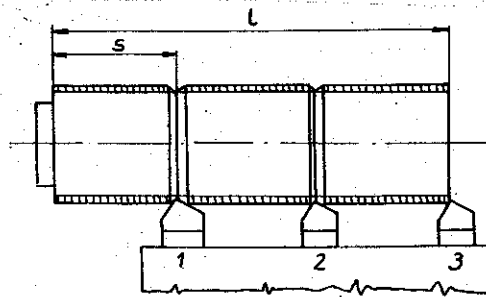
A munkadarabot mereven kell befogni és ha annak szabad hossza nagyobb, mint az átmérő 10-12-szerese, akkor bábbal meg kell támasztani. Hosszu, vékony munkadarabokat több helyen is alá kell támasztani úgy, hogy a megtámasztások közötti hosszak az említettél kisebbek legyenek.

A hosszú munkadarabok nagy forgácsoló sebességgel végzett esztergálásánál jelentős alakhibát okozhat a szerszám egy fogás alatti kopása is. Erre a megmunkálási hibára elsősorban simító esztergáláskor számíthatunk.

A külső forgásfelületek nagyoló esztergálásának módját aszerint választjuk ki, hogy a felület sima vagy lépcsős, ill. lépcsős felületnél aszerint, hogy az egy irányban vagy két irányban lépcsős, és a vállak magassága kisebb vagy nagyobb az alkalmazandó oldalélű esztergács főélének hosszúságánál. A felsorolt esetek mindegyikében egy vagy több késsel forgácsolhatunk.

Sima hengeres felületeket akkor célszerű egy késsel nagyolni, ha azok rövidek és a nagyolási ráhagyás egy fogásban lemunkálható. Ha a sima hengeres felület viszonylag hosszú, de a ráhagyás egy fogással lemunkálható, akkor gazdaságos a többkéses nagyolás a hossz megosztásával (2.2 ábra). A késeket a késtartóba egyenlő távolságra fogják be és a távolságukat úgy határozzuk meg, hogy a forgácsolási

hossz a kések egymástól való távolságának egész számu többszöröse legyen. A késeket úgy kell befogni, hogy csucsuk pontosan egy egyenesben legyen, mert ellenkező esetben a megmunkált felület lépcsős lesz. A forgácsolás beszurással végzett fogásvétellel kezdődik és ezt követi a hossz-

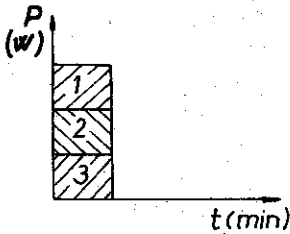


2.2 ábra

Nagyolás a hossz megosztásával

irányu előtolás. A szerszám előtolásirányu utja (s), a teljes forgácsolási hossz (l) és a kések számának (z) hányadosa:

$$s = \frac{l}{z}$$

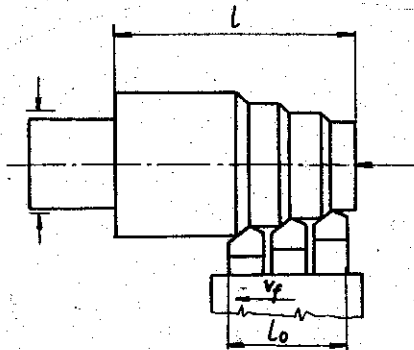


2.3 ábra
A hosszmegosztásos megmunkálás teljesítményigényének alakulása

A gépi idő tehát a kések számával arányosan rövidül. A géppel szemben támasztott teljesítményigény a 2.3 ábra szerint alakul az idő függvényében. A késekkel kapcsolatban figyelemre méltó előny, hogy az egyes kések viszonylag hosszú ideig használhatók újraélezés nélkül, mert előtolási utjuk munkadarabonként a teljes forgácsolási hosszának csak egy része. Ennek a megoldásnak előnye az is, hogy a szerszámtartó szánt a munka kezdete előtt nem kell úgy hátrahúzni, hogy a szerszám ütközésének elkerülése végett különleges szegnyerget kellene alkalmazni.

A hossz megosztásával történő többkéses forgácsolás abban az esetben is alkalmazható, ha a nagyolási ráhagyás egy fogással nem forgácsolható le. Ilyen esetben a művelet ismételni kell.

Az egy fogással le nem választható nagyolási ráhagyás többkéses forgácsolásának másik módja a 2.4 ábrán szemléltetett fogásmegosztással végzett forgácsolás. Ennél a megoldásnál



2.4 ábra
Fogásmegosztással végzett forgácsolás

a késeket egymáshoz minél közelebb kell a késtartóba befogni. Közöttük csak annyi hely maradjon, amennyi a forgács akadálytalan utját biztosítja. Ez azért szükséges, mert ebben az esetben a szerszámok utja (l_s) nagyobb a forgácsolandó hosszánál (l),

mert a bekezdés előtt a szerszámtartóba fogott első kést kell a munkadarab végéhez állítani, a művelet befejezésekor pedig a forgácsolást addig kell folytatni, amíg az utolsó kés is kilép a fogásból.

A kések utja tehát:

$$l_s = l + l_0$$

ahol l_0 - a késtartóba fogott kések szélső távolsága.