

6.26 ábra
Térgörbével határolt munkadarab megmunkálására alkalmas másoló marókészülék

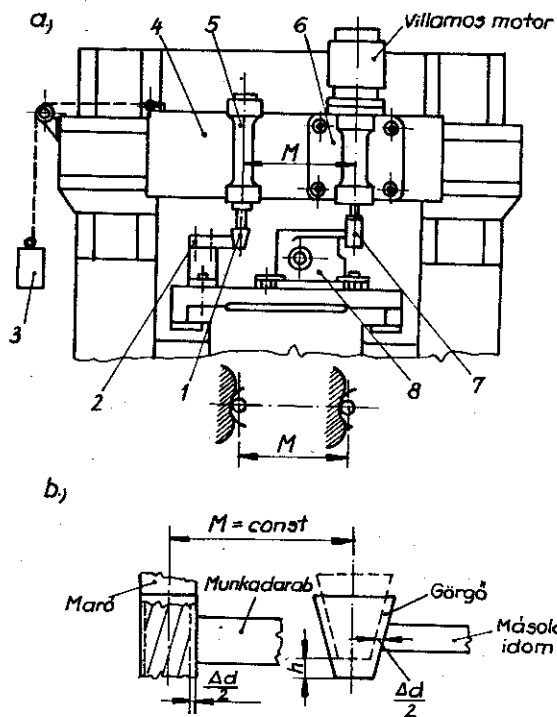
hengeres görgő helyett kupos alaku másoló tuskét szoktak használni. A hengeres másoló maró átmérője ugyanis élezés következtében mindig kisebb lesz, ennek megfelelően a másoló tuske átmérőjét is csökkenteni kell. A kupos tuske ezt úgy oldja meg, hogy a kupnak magasabbra vagy mélyebbre állításával a tapintó működő átmérője változtatható. A másoló tuske kuposságát olyanra választják, hogy nagyobb magasságállításnak viszonylag kis átmérőváltozás feleljen meg, ezzel az átmérőt nagy pontossággal lehet beállítani. A gyakorlatban az 1:10 kuposság használatos.

A másolótuske kupos alakjának megfelelően a profil felületet a másolódiomon is ferdére készítik. Ez különösen akkor indokolt, ha a tartós megbízhatóság edzett és köszörült idomot tesz szükségessé, amelynek elkészítése körülményes és csak különleges profilköszörügéppel végezhető el. Kisebb követelményeknél a másolódiom köszörülés nélkül, de vastag (széles felületű) és kemény (esetleg felületedzett) lemezből készülhet a visszamásolás alább ismertetett módszerével. Egyes kézi másoló marógépeket két maróorsóval és két másolótuskével készítik. Az egyik orsó nagyolásra, a másik simításra alkalmas, így a munkadarab egy befogásban két lépésben készre munkálható. A simításra való ráhagyás rétegvastagságát a kupos másolótuske megfelelő magassági állításával lehet biztosítani.

A másolódiomnak visszamarással történő elkészítésére a gépen külön fészek található az e célra szolgáló másolótuske részére. A fészekben ugyanakkora átmérőjű hengeres tuskét kell beerősíteni, mint amekkorára a műveletben előírt hengeres maró. A maróorsóba az alkalmazandó másoló tuske kuposságával egyező kuposságú marót fognak be. A munkadarab helyére a gyártandó munkadarabbal egyező mintadarabot (ősdarabot), a másolódiom helyére az előmunkált idomot helyezik. Így a mintadarabról átmásoljuk a profilt az előmunkált másolódiomdarabra.

Nem zárt (nyitott) körvonalu alakos munkadarabok marását portálmarógépen a 6.28 ábrán mutatjuk be. A (8) munkadarabot és a (2) másolódiomot a gép asztalára fogjuk, egymástól függetlenül. A (4) szánt felszabadítjuk a keresztirányú eltolás vonóorsójától, majd rászerejlük az (5) másolóorsót az (1) görgővel. Ugyancsak a szápra erősítjük a (6) marófejet a (7) maróval. A (3) súly állandó nyomással szorítja a görgőt a másolódiomhoz. Ha a gép asztalát önműködő hosszeltolásra kapcsoljuk, az orsószekrény olyan keresztirányú eltolást fog kapni, amilyent a másolódiom vezérel. Ha az M távolság a görgő és a marószerszám között állandó ($M = \text{const.}$), akkor ezek a tengelyek azonos görbét fognak leírni.

Ha az átélézések miatt a maró átmérője csökken, és az M távolság ugyanaz maradt, a munkadarab méreteiben növekedni fog. Ennek elkerülésére a másológörgőt kuposra készítjük. Ilyenkor a maróátmérő csökkenésének ellensúlyozására D értékkel csökkentjük a görgőátmérőt, mégpedig a másolóorsó h értékkel való felemelésével. (Lásd: 6.28/b ábra!)



6.28 ábra
Nyílt körvonalu profil marása portál-
marógépen kupos másológörgő és idom
felhasználásával

6.3 Marási technológiák szerszámozása

6.31 Sík felületek marása

A sík felületek megmunkálása terén a marás a legelterjedtebb megmunkálási mód. Felületeket marhatunk vízszintes, függőleges, egytetemes és portálmarógépeken, valamint karusszelmarógépeken, dobmarógépeken és egyéb marógépeken. Az alkalmazott szerszámok a palást-, homlok-, tárcsa-, ujj- és egyéb marók.

Nem túl széles felületeket hengeres marókkal vízszintes marógépeken munkálunk meg, amelyek elterjedtebbek és egytetemesebbek, mint a függőleges marógépek.

Ellenirányu maráskor a forgácskeresztmetszet és a marófog igénybevétele fokozatosan nő - nulla értéktől, amikor a fog éppen fogásba kerül, a legnagyobb értékig, amikor a kés éppen kilép a megmunkálandó anyagból. A forgácsolóerő vízszintes összetevője az előtolás irányával ellentétes lesz. A megmunkálás folyamata alatt ez az összetevő hozzásegít az előtoló-szerkezetben mindig jelenlevő kismértékű hézag hatásának kiküszöböléséhez és ezért a forgácsolási folyamat sima és zökkenésmentes lesz.

Egyenirányu marás esetén a maró foga a fogásvétel pillanatában a legvastagabb forgácskeresztmetszetet választja le, amely a fogás végfelé arányosan csökken, amíg el nem éri a nulla értéket, amikor a fog éppen kilép a megmunkálandó anyagból. A forgácsolóerő vízszintes összetevője megegyezik az előtolás irányával és igyekszik a munkadarabot a maró alá szorítani.

Amikor a munkadarab nyers felületét marjuk, egyenirányu marást ne alkalmazzunk, mert a felső, keményfoltos kéreg gyorsan eltompítja a szerszám vágóélét, ami a maró idő előtti tönkremeneteléhez vezet.

Amikor azonban már előmunkált felület marásáról van szó, az egyenirányu marás előnyösebb, mint az ellenirányu mind a szerszám merevsége, mind pedig a megmunkált felület finomságát illetően. Egyenirányu marás alkalmazásakor fontos, hogy a gép kifogástalan állapotban legyen és előtolóművében olyan megoldást kell alkalmazni, amely a hézag kiküszöbölését lehetővé teszi.

Egyen- és ellenirányu marást egyazon gépen, azonos megmunkálás közben alkalmazhatunk az asztal mindkét irányu mozgását kihasználva, és így a nagyolás és simítás egyetlen felfogásban, azonos művelet keretében elvégezhető.

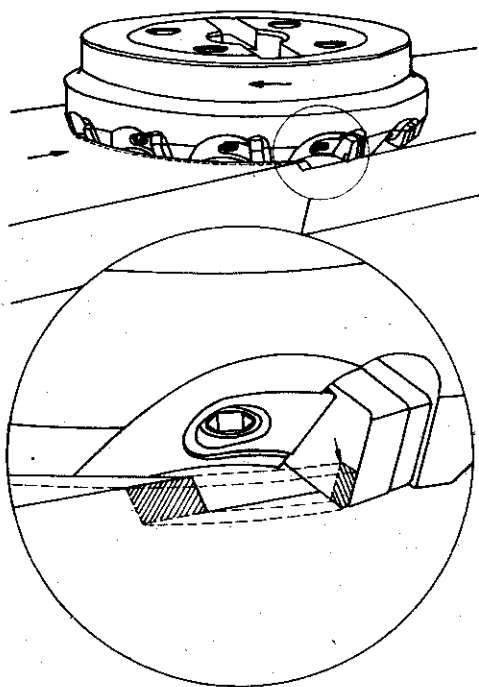
Palástmarót előszeretettel alkalmazunk egyedi és sorozatgyártásban egyaránt.

Homlokmaróval olyan felületeket munkálhatunk meg, amelyek szabad maróátfutást és kifutást biztosítanak.

A homlokmarók sok előnyös tulajdonsággal rendelkeznek a hengeres marókkal szemben. Egyenletes marási feltételeket biztosítanak még igen kis ráhagyások esetén is, miután a maró és a munkadarab érintkezési íve kizárólag a maró átmérőjétől és a munkadarab szélességétől függ. Az érintkezési ív itt lényegesen hosszabb, mint a hengeres felületű marók esetében.

Betétkéses (szerelt) homlokmarók előállításakor lényegesen kevesebb gyorsacélra vagy keményfémre van szükség, mint a monolit szerszámokhoz. Az a tény, hogy a homlokmarókat közvetlenül a szerszámgép orsójára rögzíthetjük, szükségtelessé teszi általában hosszú és a merevséget hátrányosan befolyásoló tüskék alkalmazását, ami a palást- és a feltűzhető szármarók használata esetén elkerülhetetlen. Emellett mód nyílik 800...1000 mm átmérőjű, sőt ennél is nagyobb marók használatára.

A szerszámgyártó ipar több típusu homlokmarót állít elő. A szabványos 630 mm átmérőjű homlokmarókkal 400 mm-nél szélesebb munkadarabok marhatók meg. A gyakorlatban 800...1200 mm átmérőjű marókkal is találkozhatunk, amelyekkel 800 mm-nél nem szélesebb felületek munkálhatók meg.



6.29 ábra

A kétszeresen negatív élgeometria a fogásbekerülés pillanatában megvédi a váltólapka csucsát a töréstől

A kétszeresen negatív élgeometria a marófej forgácsolóélének nagy szilárdságot biztosít és a fogásba kerülés pillanatában megvédi a váltólapka csucsát a töréstől. A váltólapka így nagy ütőigénybevételnek is ellen tud állni. A kétszeresen negatív síkmarókat azonban csak akkor használhatjuk, ha a gép műszaki feltételei ezt megengedik, azaz nagy teljesítményű, stabil és merev szerszámbefogást biztosít.

A váltólapkás marófejek kétszeresen pozitív élgeometriával kialakított változatai kis teljesítményű, kevésbé stabil gépeknél, könnyen deformálódó munkadaraboknál a vibráció veszélye nélkül alkalmazhatók. Finom és középdurva megmunkálások esetén a forgácslefutás ezeknél a kétszeresen pozitív síkmaróknál olyan kedvező, hogy a megmunkált felü-

Manapság olyan homlokmarókat alkalmazunk, amelyek mechanikusan rögzített, keményfém vagy kerámikus lapkákkal ellátott ún. szerelt váltólapkás marófejek.

Ez a szerkezeti kialakítás lehetővé teszi, hogy egyes lapkákat vagy az egész készletet a szerszámgépen kicseréljük. A maró szerelt állapotban igen pontos: két egymás melletti lapka főforgácsolóélén mért ütés nem haladja meg a 0,03...0,05 mm-t, két szemközti élen mérve a 0,06...0,1 mm-t, a homlokütés pedig a 0,06...0,08 mm-t.

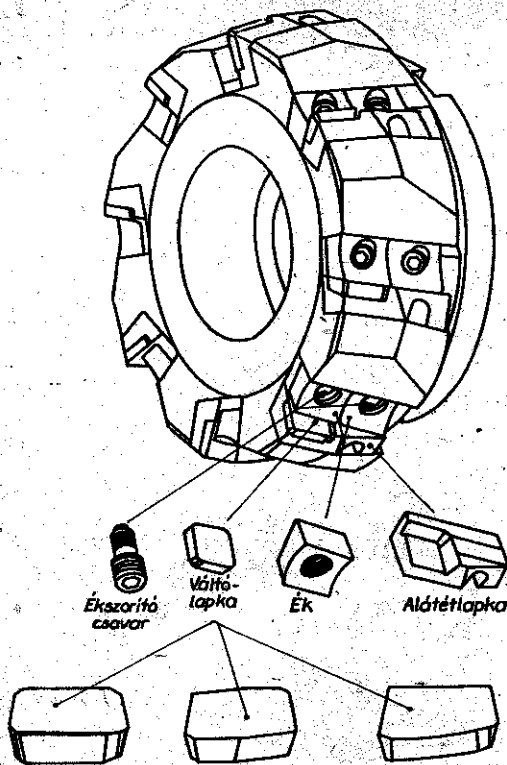
A negatív sugar- és tengelyirányú homlokszögű kialakított marófejek (6.29 ábra) használata különösen egyenetlen és nyers felületek marásakor jelenthet előnyöket. A negatív marófejek gazdaságossága annak köszönhető, hogy a váltólapkák hátszög nélküli kialakításuk, s így kétszer annyi forgácsolóéllel rendelkeznek, mint a pozitív marófejekbe befogott hátszögű váltólapkák.

let minősége lényegesen jobb lesz, mintha negatív marófejeket alkalmaznának. A 6.30 ábrán látható síkmarófejben a lapkaülékek úgy vannak kialakítva, hogy a marótestet megvédjék az esetleges sérülésekkel szemben. A váltólapkával csatlakozó valamennyi alkatrész cserélhető. A lapkaülékek tengelyirányu helyzete igen nagy pontossággal beállítható. A váltólapkák pontossági kivitelben köszörült, negatív homlokszalaggal és a csucs környezetében fezettás lecsontással készülnek. Amennyiben a váltólapkák egyikét a marótestben széles simítólapkával cseréljük ki, jobb felületi minőséget fogunk kapni. A széles simítólapka kis fogásmélységgel tengelyirányban elnyújtott élvonalhosszal forgácsol.

A korszerű gépgyártás-technológiában olyan váltólapkás palást-homlokmaró konstrukciót is alkalmaznak, amely teljes átmérőben nagy fogásmélységgel történő megmunkálásokat tesz lehetővé (6.31 ábra).

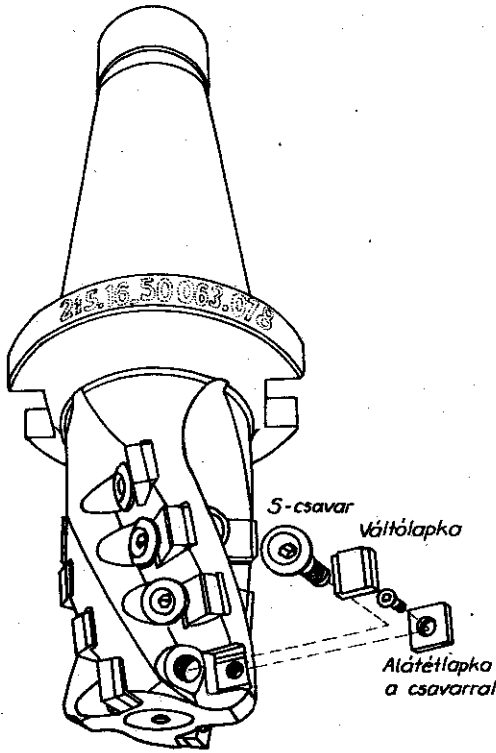
A váltólapkás kivitel a palástélen forgácsolást valósít meg, amely a szerszám nagy termelékenységét biztosítja. Magas lépcsős vállak nagyobb marásakor a megmunkálás ideje alatt szükség van megfelelő hűtésre és a lehulló forgács folyamatos eltávolítására.

A váltólapkás szerszámok legnagyobb előnye a gazdaságosságban nyilvánul meg. A költséges utánkörözülés elmarad, ezzel az élettartamra eső szerszámköltségek alacsonyabbak lesznek, mivel a marók átmérőjére és szélességére vonatkozó eredeti méreteket a lapka cseréjénél vagy azok átfordításánál ismét felveszik. A tárcsamarók váltólapkás kivitelben többféle forgácsleválasztási terv szerint dolgozhatnak (6.32 ábra). A három oldalon forgácsoló marók horonymarásra szolgálnak, míg a kétoldalon forgácsoló tárcsamarók a fenékrész és a jobbos oldalfal vagy a fenékrész és a balos oldalfal marására alkalmazhatók. A



6.30 ábra

Pozitív síkmarófej homlokélszalagos fezettás és széles simítólapkával felszerelhető váltólapkás kivitelben



6.31 ábra
Váltólapkás palást-homlokmaró

hézsekbe ütközik a mart horony türésének betartása. Ezt a problémát a beállított forgácsolási adatok túlzottan óvatos megválasztásával vagy tömör keményfémből készült szármarókkal lehet elkerülni.

A marás pontossága a gép típusától, a forgácsoló szerszámtól, a forgácsolási adatoktól és egyéb tényezőktől függ. Szokásos feltételek mellett a marás pontossága kimeríti az IT 9-IT 10 pontossági osztály előírásait, a felület minősége pedig megfelel az $R_a = 2,5 \dots 1,25$ érdesség

követelményeinek. A finommarás acél- és öntöttvas felületeken olyan finomságot érhet el, amely az $R_a = 1,6 - 0,8$ felületérdességi osztályok előírásait is kielégíti. Ha a munkadarab anyaga bronz-, ill. alumíniumötvözet, elérhető az $R_a = 0,4 \mu\text{m}$ - is; a felület eltérése az ideális

siktól $0,02 \dots 0,03$ mm egy méteren. Ezt a pontosságot olyan marási megoldással érhetjük el, ahol 2-3 fogást alkalmazhatunk, és a fogás-mélységek nem lépték át az $a = 0,05 \dots 0,1$ mm értékét, $s_n = 2 \dots 3$

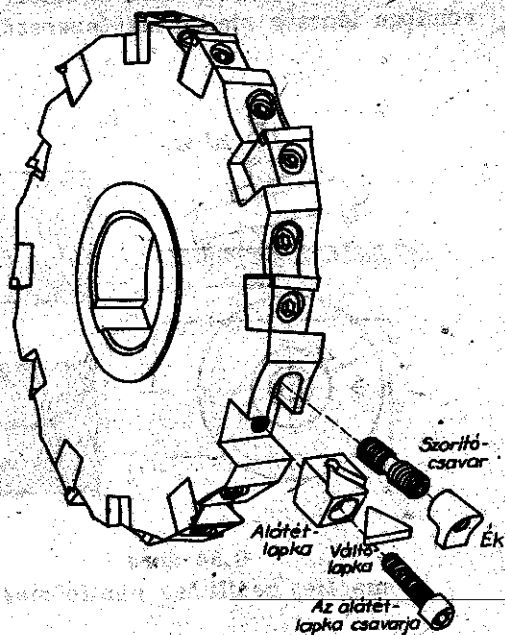
mm/ford előtolás és $v = 200$ m/min forgácsolósebesség mellett. Acél

háromoldalon forgácsoló marók $+ 0,6$ mm-es, míg a kétoldalon forgácsoló marók $+ 0,3$ mm-es pontossággal állíthatók be a névleges szélességi mérethez viszonyítva. A 20 mm-nél szélesebb marók beállítását itt is excenterkulccsal végezhetjük. A tárcsamarókkal célszerű ellenirányú marást végezni. A nyugodt munkakörülmények biztosítása érdekében a támcsapágyat lehetőleg a maró közelében kell felszerelni, és szükség esetén a marótuska végén a szélső támasz külső oldalán lendkereket is lehet alkalmazni.

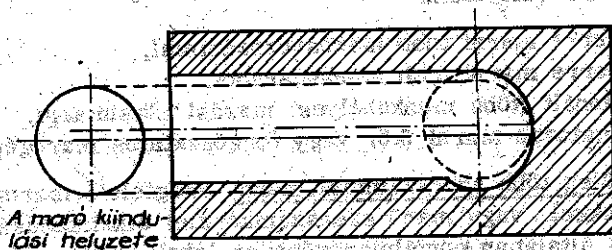
A szármarókkal történő horonymarásakor az ún. "kulcslyuk"-effektus következtében igen gyakran nehézségek szoktak támadni. Munkavégzés közben a fellépő forgácsolóerők hatására a maró kis része félre rugózik (6.33 sz. ábra). Amennyiben az előtolást kikapcsoljuk, a maró visszaáll a kiindulási helyzetbe. Ez a horony végénél a horony megnagyobbodását fogja eredményezni, aminek következtében ne-

marásakor a szerszámot célszerű P 30 jelű, öntöttvas megmunkálásakor K30 jelű keményfémlapkával felszerelni.

Símitó marásnál a marógép függőleges orsóját az előtolás irányához képest egy kis szöggel el kell állítani (6.34 ábra), hogy a fogásba kerülő fogak a munkadarabon az ún. félhálónyomot hagyják vissza. Ebben az esetben a kés fogás utja a fele lesz, mintha a teljes hálónyommal márnánk. Ezenkívül a félhálónyomos marásnál a szerszám fogai minden fordulatra új fémréteggel kerülnek fogásba, szemben a teljes háló nyomát maga után hagyó marással, amikor a félfordulaton a fog csak csuszlik a felületen. Félhálónyomos marás esetén a szerszám merevebb lesz, mintha a marás egész hálónyomot hagyna.



6.32 ábra
Váltólapkás tárcsamaró

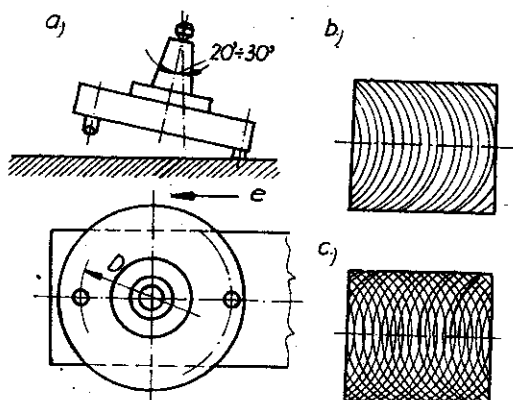


6.33 ábra
Az ún. "kulcslyuk" effektus szármaróval történő horénymarásakor

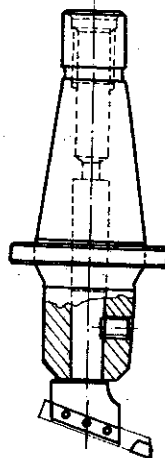
Alumíniumötvözetek símitó marásakor egyfogu marót használunk. Az egyfogu marót ütőkésnek is hívjuk (6.35 sz. ábra).

Fekete és színesfém ötvözetek esetében többfogu, lépcsős fogelrendezésű símitó szerszámmal marunk. A kétfogu lépcsős fogelrendezésű szerszámokban a fogak magasságban 0,05...0,3 mm-rel el vannak tolvá és él alakjuk is egy kissé eltérő. Az egyik fog feladata a ráhagyás dön-

tő hányadának leválasztása, a másik csak a felület simítását végzi. Háromfogu lépcsős simító marószerszámot mutat a 6.36 sz. ábra.



6.34 ábra
A marófej beállítása simító maráskor



6.35 ábra
Útőkéses simító
marószerszám

Marómegmunkálások esetében a termelékenység fokozásának legfontosabb útja a legésszerűbb marási eljárás alkalmazásával a technológia tökéletesítése.

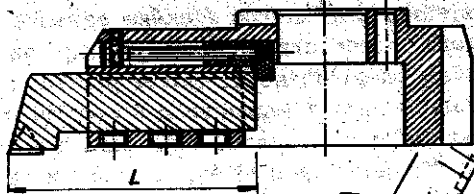
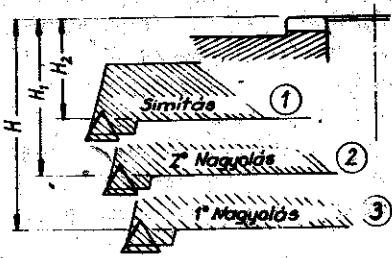
Manapság a munka termelékenységének fokozására a következő megoldásokat szokás választani:

- egyszerre marni több marószerszámmal,
- egyszerre marni több munkadarabot,
- pozicionált (több munkahelyes) marást alkalmazni,
- folyamatosan marni (kör vagy forgóasztalos marógépeken).

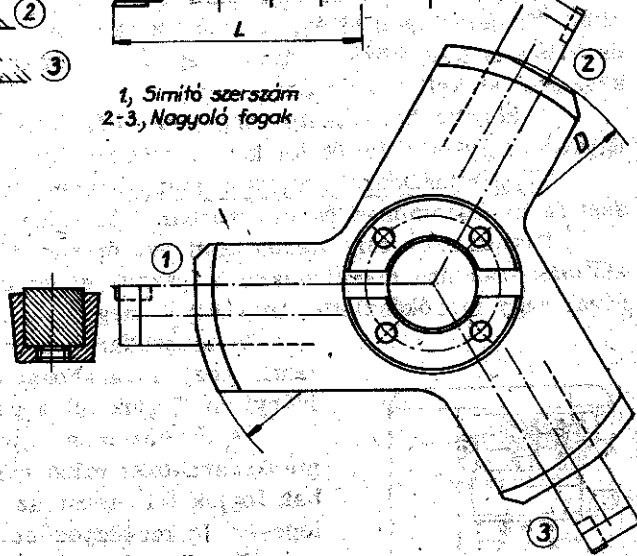
Egyidejűleg több szerszámmal marni megfelelő marógépeken vagy többsós fejekkel, vagy maró szerszámkészlet alkalmazásával lehet. Marókészletet általában portálmárógépeken lehet alkalmazni. A marókészletet megfelelő maróútképre kell fűzni, amit a függesztett támasz perselye vagy csucsa vezet.

A készletbe kerülhetnek különféle tárcsamarók (6.37/a ábra), szögmarók (b/ábra), paplást- és tárcsamarók (c/ és d/ ábra), szög- és alakmarók (e/ ábra).

Amikor marókészletet alkalmazunk, nemcsak a termelékenységet fokozzuk, hanem jobban kihasználjuk a gép teljesítményét és növeljük a marás pontosságát.

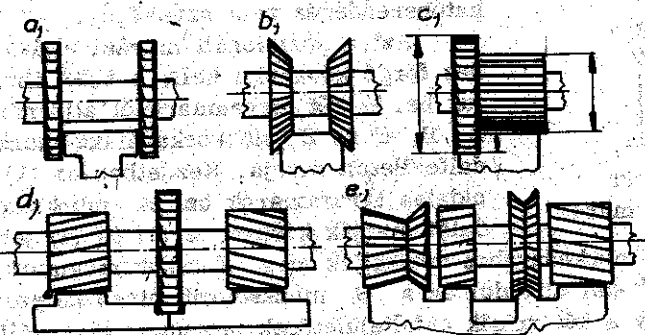


1, Simító szerszám
2-3, Nagyoló fogak



6.36 ábra

Többfogu lépcsős simító-marószerszám



6.37 ábra

Összetett síkfelületek marása csoportmarókkal

A marókészlet végeredményben különleges szerszámnak tekinthető. A kezdeti költségek nagyok, élezése lényegesen komplikáltabb, mint a készletben levő marók élezése egyenként. Amikor marókészletet alkalmazunk, nincs arra lehetőség, hogy az egyes marók legésszerűbb alkalmazását megoldhassuk, mivel például a forgácsolósebességet biztosító fordulatszámot a legnagyobb átmérőjű maróhoz határozzuk meg, az előtolást pedig a legkisebb fogszámu maróhoz kell igazítani. Miután a marók átmérője jelentősen eltér, a marófogak eltompulása és a szerszám elhasználódása is különböző. S így az egyik szerszám kopása miatt az egész készletet át kell köszörülni.

A közöltekből látható, hogy marókészlettel csak tömeggyártás és gyorsorozatgyártás feltételei között dolgozhatunk célszerűen.

Több munkadarab egyidejű marása párhuzamosan vagy egy sorban, esetleg párhuzamosan és egy sorban történhet.

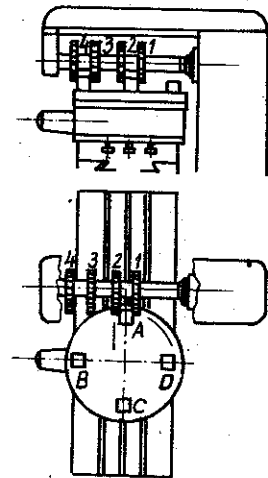
Párhuzamos elrendezés alatt azt értjük, hogy a munkadarabot az előtolás irányára merőlegesen helyezzük el és ezeket egyszerre egy maróval vagy marókészlettel munkáljuk meg.

A munkadarabok marása egy sorban azt jelenti, hogy a darabokat egymás után az előtolás irányában fogjuk fel a gépasztalra.

A párhuzamos-egysorban megoldásnál a munkadarabokat mind párhuzamosan, mind sorban fogjuk fel, tehát az előtolás irányára merőlegesen és megegyezően.

Pozicionált (több munkahelyes) marás. Ennél a megmunkálási módnál két eljárást különböztetünk meg. Pozicionált marást, amelyhez speciális vagy egytetemes körasztal és készülékek keltenek, és ingamarást, amelyhez semmiféle forgatóberendezés nem szükséges.

Azt a pozicionált marási eljárást, amelyhez forgó körasztal kell, a 6.38 ábrán mutatjuk be. A két tárcsamaróból álló marókészlet A, B, C és D jelű kocka alakú munkadarab oldalfelületeit marja. Kezdetben az (1) és (2) kétoldalas tárcsamarók az A munkadarab két oldalát marják készre, a (3) és (4) jelű marók



6.38 ábra
Pozicionált marás

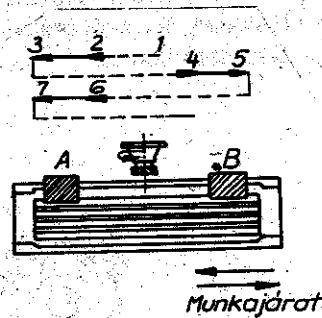
pedig a B munkadarabot munkálják meg. E síkok megmunkálása után az asztal 90° -kal elfordul és a B munkadarab olyan helyzetbe pozicionálódik, hogy a két másik oldalfelületének megmunkálása válik lehetővé az (1) és (2) marókkal. Az asztalnak ebben a helyzetében a (3) és (4) marók meg fogják munkálni a C munkadarab két párhuzamos síkját. Az asztal következő 90° -os elfordulásakor a C munkadarab abba a helyzetbe kerül, mint ahol a megelőző pozíciónál a B munkadarab volt. Ebben a pozícióban az (1) és (2) marók megmunkálják a C munkadarabnak

a még hátralevő két sík felületét. A következő asztalfordulat után a C munkadarab új pozícióba kerül, amikor is kifogjuk a helyéről és helyet- te új munkadarabot fogunk fel az asztalra.

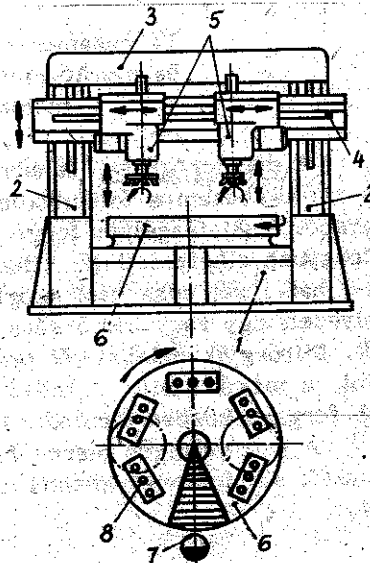
Az ingamarás, más szóval az inga- mozgású előtolással végzett marás vázlatát a 6.39 ábra mutatja. Az asztal munkaelő- tolása közben, mialatt a (2) pozícióról a (3)-ra jut, a homlokmaró megmunkálja az A munkadarab homlokát. Ezután az asztal előtolási iránya megváltozik és gyors me- netben eléri a (4) pozíciót. Itt munkaelő- tolásra kapcsol és az (5) pozícióig megmar- ja a B munkadarabot. Ezután újra megvál- tozik az asztal előtolásának iránya, gyors menethen eléri a (6) pozíciót és az egész ciklus kezdődik előlről. Amíg az A mun- kadarab megmunkálása befejeződik, a B munkadarabot kifogjuk (7. pozíció), illetőleg helyére újat fogunk fel.

Folyamatos marás. A nagysó- rozat- és tömeggyártásban terjedt el a felületeknek az a nagy terme- lékenységű megmunkálása, amelyet folyamatos marásnak nevezünk. Ál- talában karusszelmarógépeken és dobmarógépeken valósíthatjuk meg ezt a technológiát, de néha forgó- asztalos függőleges marógépeken is megoldható.

A **karusszelmarógépen** olyan munkadarabot marunk, amelynek megmunkálandó felülete általában nem nagyobb, mint 600 mm (6.40 ábra). Az (1) gépágyhoz csatlakozó (2) oszlopokat szorosan összefog- ja a vízszintes (3) zárógerenda és a (4) csuszógerenda. A szerszám- gép (6) asztalára körben készülé- ket helyezünk el és azokban fogjuk a (8) munkadarabokat. Az asztal változatlan forgásiránya mellett történik a marás. Ez alatt párhuzamos-folyamatossággal követke- zik a nagyoló és simító megmunká- lás. Ezt a célt szolgálja a két, teljesen önálló hajtással felszerelt (5) orsófej. Az (5) fejek a (4) kersztgerendára vannak szerelve. A (8)



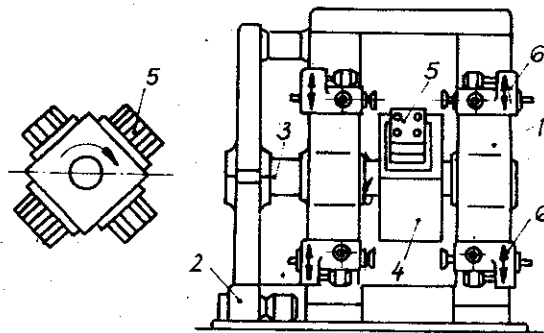
6.39 ábra
Marás ingaelőtolással



6.40 ábra
Sík felületek folyamatos marása
körasztalos un. karusszel-maró-
gépen

munkadarab levétele a megmunkálás befejezése után és új munkadarab felfogása a készülékbe a (7) munkahelyen történik.

Miután a karusszelmarógépek asztala nem képes függőleges előtolásra, sem pedig hosszirányú mozgásra, ezért igen merevek, nagyon termelékenyek és pontosak, különösen a megmunkált felületek párhuzamossága tekintetében.



6.41 ábra

Párhuzamos síkfelületek egyidejű nagyoló- és simító marása folyamatos marási technológiával dobmarógépen

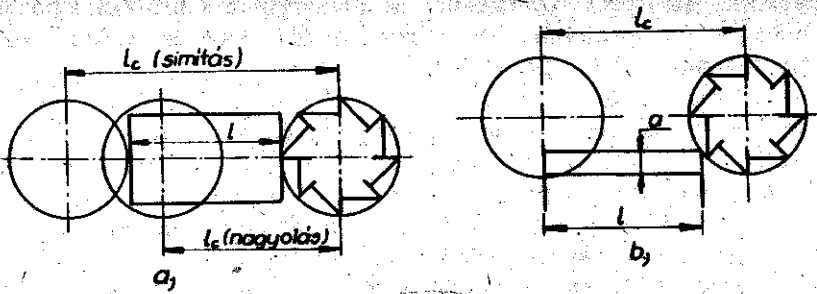
A dobmarógépek feladata, hogy a felfogott munkadarabokat egyszerre két párhuzamos felületükön munkálják meg (6.41 ábra). Az (5) munkadarabot a (3) tengelyen forgó (4) dob lapjára fogjuk fel. A dobot az (1) gépágyban elhelyezett (2) villamos motor forgatja. A dob lehet négy-, öt-, hat-, sőt néha nyolcszögletes. A marószerszámokat a kétoldalt elhelyezett egy vagy két orsóval felszerelt (6) orsószekrény orsóra fogjuk. Mindegyik oldalon két orsószekrény van. Ezek közül az egyik nagyol, a másik simít. A megmunkált darab kifogása és az új felfogása a dob forgása közben történik, tehát a marás folyamatos.

A szerszám gép merev és robusztus kialakítása biztosítja a megmunkált sík felületek közötti méretpontosságot és a pontosság stabilitását.

A forgácsolási út meghatározása sík felületek marásakor

A 6.42 ábrán a marási út meghatározásához szükséges szerszám- és munkadarabhelyezés vázlata látható: palástmarásnál és tárcsamaróval végzett horonymarásnál az l_c forgácsolási út a b) ábrarészletnek megfelelően:

$$l_c = 1 + \sqrt{a(d - a)} + l_j$$



6.42 ábra

A marási munkaut meghatározása sík felületek megmunkálásakor

Homlokmarásnál a forgácsolási ut a munkadarab és a szerszám méretein kívül függ a megmunkálási fokozattól is: nagyolásnál a gépi erőtolást ki lehet kapcsolni ha a maró befejezte a forgácsleválasztást, bár a maró ebben a helyzetben még részben a megmunkált felület felett helyezkedik el (a/ ábrarészlet). Ha a marót a kikapcsolás után gyorsmenetben távolítják el a felületről, akkor az utóbbin karek jelennek meg. Nagyolásnál az ilyen jellegű károsodás megengedhető, de simításnál a pontossági előírások ezt már nem teszik lehetővé, ezért a marót akkor lehet kikapcsolni, amikor az teljes terjedelmével elhagyta a felületet. A fentieknek megfelelően homlokmarásnál a forgácsolási utat az alábbi összefüggésekkel lehet meghatározni:

nagyolás:

simítás:

$$l_c = 1 + \frac{d}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{B}{d} \right)^2} \right) + l_j$$

$$l_c = 1 + d + l_j$$

A rá- és túlfutás biztonságát növelő l_j járulékos uthossz értéke a munkadarab méreteitől függően 2...5 (mm).

6.32 Alakos felületek marása

Az alakos felületek megmunkálása a bonyolult és munkaigényes műveletek közé tartozik. Marógépeken több eljárást alkalmazunk: alakos marókkal és szabványos marókkal, de megfelelő készülékek segítségével történő marást. A kis kiterjedésű alakos felületeket profilos szerszámmal munkáljuk meg.

Megmunkálás alakos marókkal. Az egyike a legtermelékenyebb marási

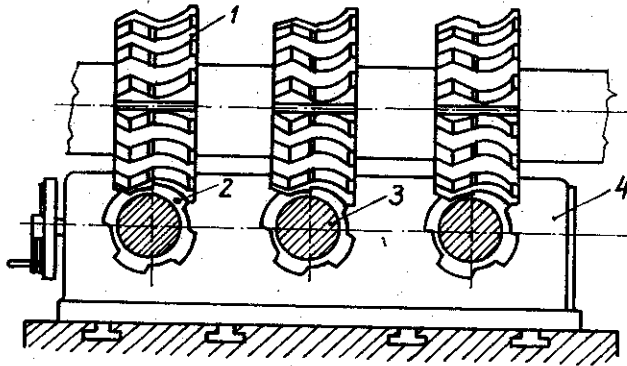
eljárásoknak, amelyet nagysorozat- és tömeggyártás feltételei között alkalmazunk. A megmunkálást vízszintes marógépeken és portálrendszerű hosszmarógépeken végezzük.

Az alakos marókat hátramunkált fogakkal és $\gamma = 0$ homlokszöggel gyártjuk. Az újraélezések a homloklapon történnek.

Amikor a hátramunkált fogu maró fogait a homloklapon élezzük, a fogak vékonyodnak és szilárdságuk csökken. Ezért kisebb előtolással kell velük dolgozni. Ezenkívül az ilyen típusu marók fogainak ütőigénybevétele fokozottabb, ami rontja a felület minőségét.

Manapság egyre szélesebb körben használják a hegyesre élezett (mart) fogu alakos marókat. Ezek sokkal simábban, ütésmentesebben marognak, mint a hátramunkált fogu szerszámok. Az ilyen marók fogainak száma nagyobb. Ezeket a marókat az alakos profiljukon élezzük. Élezéskor a hegyesre élezett fogak szilárdsága nő, ugyanis magasságuk csökken, de ezzel egyetemben csökken a szerszámfelület átmérője, és a profilos újraélezés bonyolulttá teszi a szerszám élfelujtását.

A 6.43 ábrán bütykök megmunkálását látjuk alakos marókkal. A (2) munkadarabokat a (3) tüskére erősítjük, amelyeket a háromorsós (4) osztófej csucsai közé fogunk. A megmunkálást a háromdarabos készletből álló (1) alakos marókkal végezzük.



6.43 ábra

Bütykös tengelyek megmunkálása alakmarókkal

Marás előrajzolás után. Az előrajzolás után végzett marás igen kis termelékenyséű és meglehetősen pontatlan megoldás. Csak kis mennyiségű munkadarab esetén használatos. Ezt a megmunkálást ujjmaróval végezzük, főleg olyan függőleges marógépeken, amelyekasztala kétirányu, egyszerre működtethető kézi előtolóművel rendelkezik. Az előtolások nagysága olyan legyen, hogy egyidejűleg kézzel működtetve őket, a megmunkálándó darab elnyerje az előírt alakot.

AB jelzi és amelynek csucsa az O pontban van, a BO alkotója mentén forgásba jön. Ez esetben a kup AB alapkörének minden pontja a gömbfelületen forog. Ha a megmunkálást egy olyan homlokmaróval végezzük, amelyen a forgácsolócsucskok belső átmérője D , az ábrázolt kup AB alapkörének átmérőjével azonos, és ezt a marót úgy helyezzük el, hogy a tengelye φ -szöggel térjen el az előbb említett kup alkotójától, amely nem más, mint a szőben forgó AOB kup fél csucsszöge. Ha a marót tengelye körül, a megmunkálendő darabot pedig a BO tengely körül forgatjuk, a munkadarab egyetlen körülfordulása után a gömbfelület elkészül.

Ismerve a gömbfelület D_g átmérőjét és a gömbszelet H magasságát, kiszámíthatjuk a maró D_φ átmérőjét és az α -szöget.

$$D_\varphi = \sqrt{D_g H}; \quad \sin \alpha = \frac{D_\varphi}{D_g}$$

Az α -szöget ki lehet fejezni H és D_g értékeivel is:

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{H}{D_g}}$$

A gömbfelületek marásának nagy termelékenysége lehetővé teszi, hogy ezt az eljárást ne csak kissorozatgyártásban, hanem közép-, sőt nagysorozatgyártásban is alkalmazhassuk.

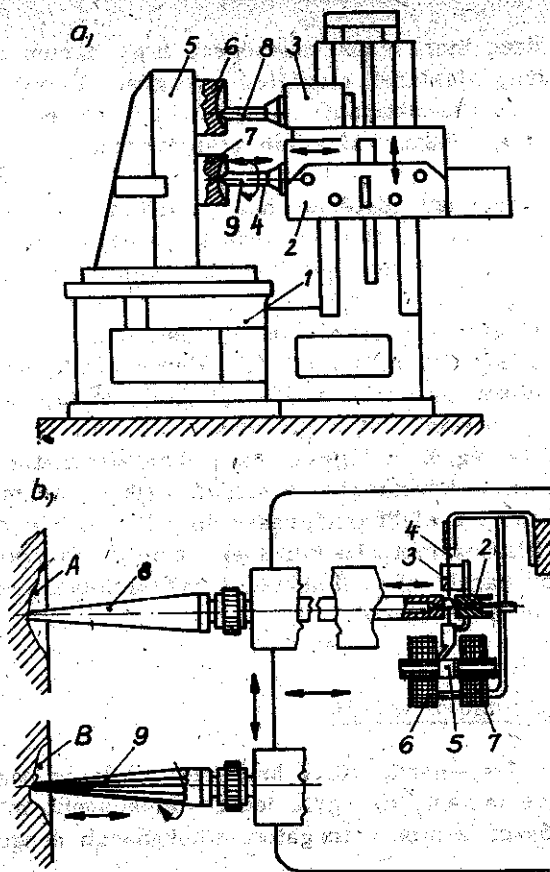
A másolóidom szerinti megmunkálás lényegesen fokozza az alakos felületek marásának pontosságát. Amikor másolóidommal dolgozunk, a marógép orsójához képest a gép asztalának a munkadarabbal együtti elmozdulása hossz- és keresztirányban a másolóidom alakos felületétől függ.

Az alakos felületek ilyen megmunkálásával lehetővé válik, hogy a befejező lakatosmunkához a ráhagyást jelentősen csökkentjük.

Ha kevés munkadarab szükséges, a másolóidom szerepét egy kész és jó minőségű munkadarab is betöltheti.

Ez termelékenyebb eljárás, mint az előrajzolás szerinti marás, de a gép kezelőjét igen fárasztja a fokozott figyelem és az állandó kétirányú kézi eltolás. Ezért a sorozatgyártásban függőleges marógépeken sokkal termelékenyebb másolási eljárást alkalmaznak, ellátva ezeket a gépeket korszerű másolóberendezéssel. A főmozgás a másolóidom szerinti maráskor a gép asztalának hosszelőtolása vagy a körasztal forgása.

A mai időkben a szerszámgépgyártó ipar különleges másoló-maró gépeket gyárt, amelyek tapintó-nyomkövető elven működnek. A másolórendszerük lehet villamos, hidraulikus, hidropneumatikus, hidroeletromos vagy egyéb. A tapintó-nyomkövető elven működő rendszerekben a másoló-tapintó vagy görgő nyomása a másolódarabra lényegesen kisebb, mint a korábban ismertetett mechanikus eljárásoknál.



6.46 ábra

Félautomata másoló marógép működés közben

Elterjedt a villamos másoló eljárással működő másoló-marógép.

A 6.46 ábrán látható másoló-maró félautomata villamos tapintórendszerrel van felszerelve. A szerszámgép nagyméretű és bonyolult alakok megmunkálására alkalmas, mint süllyesztékek, ódorok, fémminiták karosszéria elemek megmunkálásához stb.

A gép 1:1 méretarányban elkészített másolóídomról vagy mintáról dolgozik. A gép (1) állványán helyezkedik el a (2) orsóegység, a rászereelt (3) tapintószerkezettel és (4) marófejvel. Ezenkívül az (1) gépállványon található az (5) függőleges asztal; ehhez van erősítve a (6) másolóídom és a (7) munkadarab.

A (2) orsóegység a függőleges gépágy vezetőkein mozog le és fel, ugyanakkor a vízszintes vezetőken jobbra és balra. Az (5) függőleges asztal csak hosszirányban mozog.

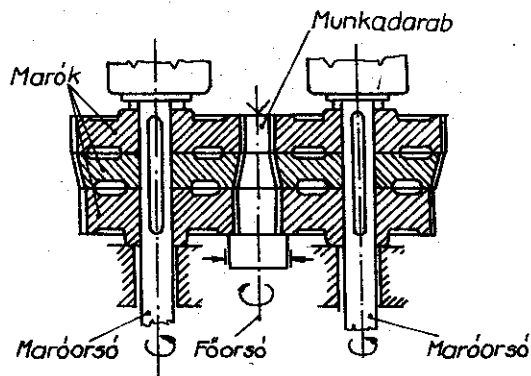
Kiterjedt üreg marásához szükséges, hogy három irányban biztosítsunk a munkadarab alakjának megfelelő mozgást. Ebben az esetben a maró függőleges és keresztirányú mozgást kap, az asztal pedig hosszirányú. Mindezeket a mozgásokat külön szabályozható, egyenáramú motorok biztosítják.

A megmunkálás úgy történik, hogy a (8) tapintó letapogatja a másolóidomot, amely mozgással szinkronban mozog a (9) maró. A (8) tapintó és a (9) maró a közös marófejházra van szerelve. (A 6.46/b ábra szerint.)

A (8) másoló-tapintó letapogatja a másolóidom (A) profilját. A tapintó állandó pulzáló nyomás alatt áll. Ennek következtében keletkező tengelyirányú elmozdulás a (4) rugóra függesztett (3) súly és a gerjesztő (5) lágyvas révén adódik át a (2) perselynek. Ha az (5) lágyvas elmozdul, megváltozik a légrés a lágyvas és a transzformátor (6) és (7) vasmagja között, aminek következtében megváltozik az áramerősség a szekunder tekercsben. Az elektromágneses impulzusok megerősödése után ezek az egyik villamos motorba kerülnek, amely a vonóorsót forgatva a megmunkálandó darab (B) felületén a másolóidom profiljának megfelelően mozditja el a (9) marót.

6.33 Kör-, vagy rotációs marás

A kör (rotációs)-marás külső hengeres felületek nagyoló megmunkálásának kevésbé ismert, de egyik legtermelékenyebb módja. Lényege, hogy forgó marószerszámok a forgatott munkadarab hengeres felületét körbemarják.



6.47 ábra
Tengelyszerű alkatrész megmunkálása
rotációs marással

A szerszáma (800-1000 mm átmérőjű, váltólapkás kialakítású) és gépe rendkívül drága, ezért csak nagysorozatgyártásban alkalmazzuk (pl. motor főtengely).

Rotációs marásra például a 6.47 ábra mutat, amelynél a körmarógépnek két azonos irányba forgó maróorsója és egy ellenkező irányba forgatott főorsója van, amelyek függőleges elrendezésűek. A munkadarab 185°-os elfordulásra készül el. Az 5°-os túlfordulás a sorja eltávolítása miatt szükséges.

6.4 Hátraesztergált fogú marók

6.41 A hátraesztergálási görbe megválasztása

Sík- és alakos felületek megmunkálásakor legáltalánosabban használt szerszámok a martfogu marók.

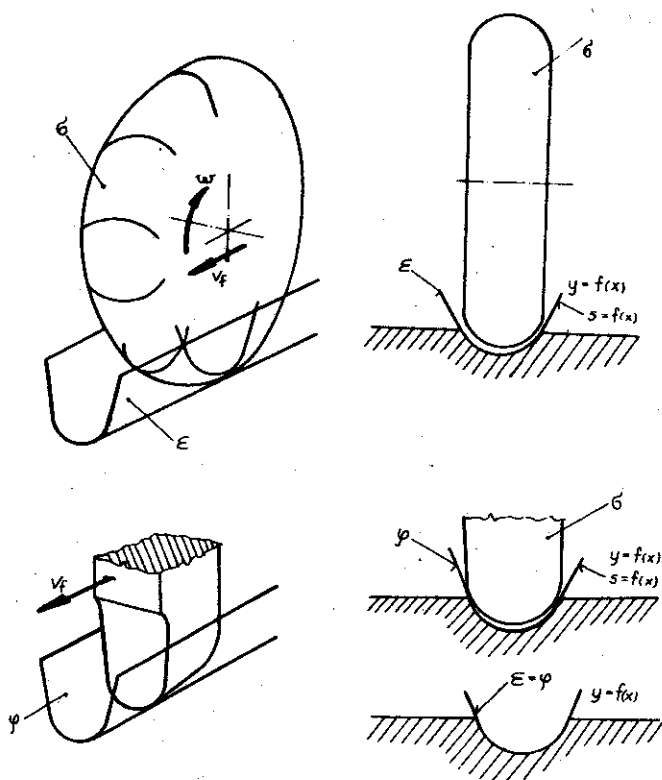
A martfogu marók használatának előnye az egyszerű előállítás, újraélezés, beállítás, viszonylag nagy forgácsolási sebesség és kedvező élképzés.

A felsorolt előnyös tulajdonságok mellett rendkívül nagy hátránya a martfogu maróknak, hogy méretüket, alakjukat csak az első köszörülésig tartják. Köszörülés után változik a maró mérete és alakja, amely korlátozza, sőt rendszerint kizárja a martfogu marók használatát pontos alakos felületek megmunkálása esetén.

Az alakos felületek előállításakor használt alakos szerszámok egyszerű forgácsolómozgások felhasználásával a szerszámfelület átmásolásával forgácsolják ki a kívánt előállítandó felületet. Mint az a 6.48 ábrán is látható, az alakos szerszám vagy surolja, vagy burkolja az előállítandó felületet. A geometriailag helyes profilu munkadarab előállításának az a feltétele, hogy a szerszámot által surolt vagy burkolt forgácsoló felület az előírt intervallumon belül jó közelítéssel megegyezzen az előállítani kívánt felülettel. Ez a követelmény azt is feltételezi, hogy az alakos szerszám újraélezése következtében a profilozott szerszámfelület alakja nem változhat meg, legfeljebb csak annak helyzete (pl. átmérője) tolódhat el.

Alakos felületek nagy pontosságú megmunkálásához tehát csak olyan szerszámok használhatók, melyeknek szelvénye újraélezéskor nem változik meg. Erre a célra a hátraesztergált fogú marók felelnek meg.

A hátraesztergált marók olyan forgácsoló szerszámok, amelyeknek fogai a forgástest alaku paláston úgy vannak kiképezve, hogy egyrészt radiális irányban mindig a kívánt profilt adják, másrészt a maró fogainak hátfelülete a munkadarabon forgácsolás közben nem surlódik.



6.48 ábra

Alakos felületek előállítása a szerszámfelület átmásolásával egyszerű forgácsolómozgások mellett

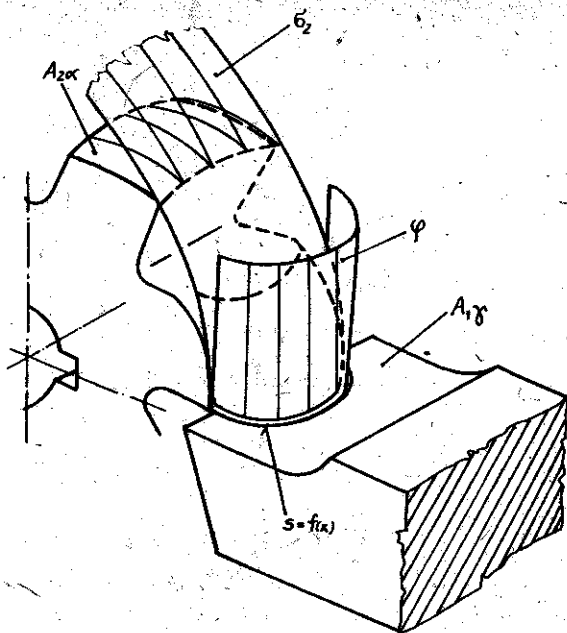
A hátraesztergált marókat hátraesztergán lehet elkészíteni. A hátraeszterga a nem kör keresztmetszetű munkadarabok megmunkálására készített szerszámgép. A kívánt szelvényt polár-koordináta-rendszerben munkálja meg.

A munkadarab szögelfordulása egyenletes, míg a sugárirányú szerszámmozgás a vezérlőtárcsa kiképzésének függvénye. A hátraesztergálást a hátraesztergakés végzi (6.49 ábra), amelynek éllakja a kívánt maróprofilnak az ellentettje.

Hátraesztergáláskor a hátraesztergakés élének minden egyes pontja azonos mozgáspályát ír le: ez a hátraesztergálási görbe. A maró fogainak hátfelülete a hátraesztergálási görbe mentén alakul ki.

A hátraesztergálási görbének biztosítani kell az alábbi feltételeket:

- A hátraesztergált fogak bármely helyén a tengelyre merőleges metszetben mindig torzítás nélküli profil adódjék.



6.49 ábra

A hátraesztergált fogu maró hátfelületét a hátraesztergakés alakítja ki

- A profil magassága sugárirányban a hátraesztergálási görbe mentén állandó maradjon.
- A maró fogainak hátszöge ugyancsak állandó legyen végig a hátraesztergálási görbe mentén.

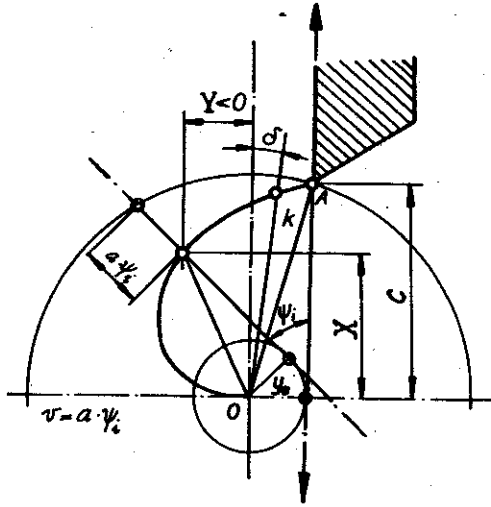
A hátraesztergálási görbét a maró tengelyére merőleges metszetben vizsgáljuk.

A fentiek alapján a hátraesztergálást úgy kell végezni, hogy az α hátszög változatlan maradjon a hátraesztergálási görbe mentén. A szerszám hátszöge állandó, ha a hátraesztergálási görbe tetszés szerinti pontjában a görbéhez rajzolt érintő és a sugár által bezárt β szögállandó (6.50/b ábra).

Ezt a feltételt legjobban a logaritmikus spirális elégíti ki.

A logaritmikus spirális bár elméletileg teljesíti a hátraesztergálási görbétől a hátszög kiképzéséhez szükséges követelményeket, gyakorlatilag mégsem használják, mert gyártása csak különleges másolási eljárással lehetséges, és ez nagyon költségessé tenné a szerszámot.

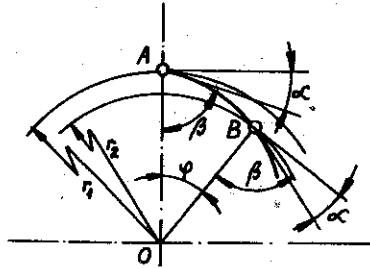
a,



$$X = (C + a \psi_i) \cos \psi_i - y_0 \cdot \sin \psi_i$$

$$Y = (C + a \psi_i) \sin \psi_i + y_0 \cos \psi_i$$

b,



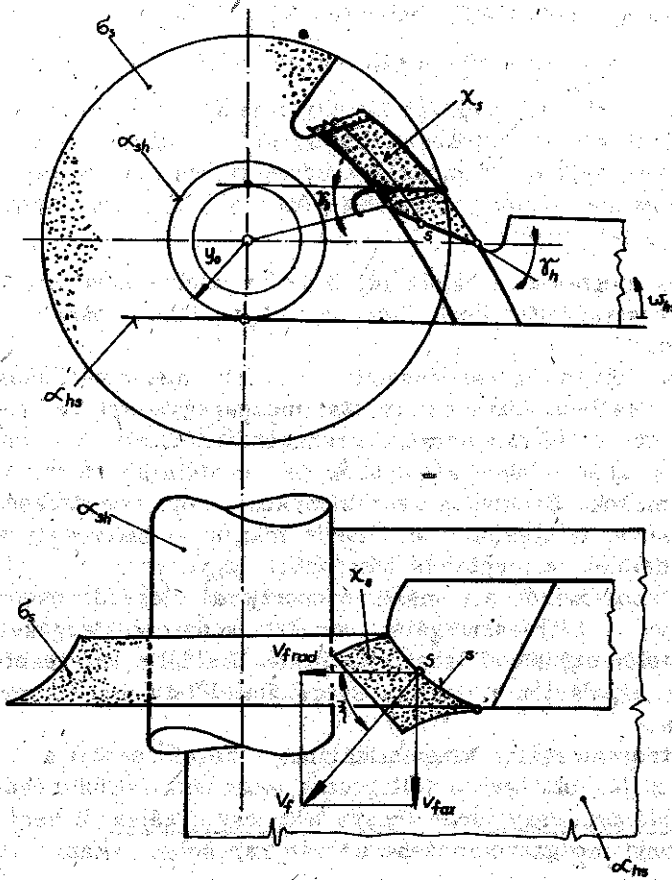
6.50 ábra

A hátraesztergálási görbe tulajdonságai

Gyakorlatban a hátraesztergált marók hátlapját inkább az archimédesi spirális szerint képezik ki. Bár az archimédesi görbe mentén az α hátszög változik, de egy marófog középponti szögének megfelelő ivdarabon az α hátszög változása annyira kicsi, hogy gyakorlatilag elhanyagolható.

Az archimédesi spirális görbéje úgy származtatható, hogy egy O pont körül $\omega =$ állandó szögsebességgel egy olyan k félegyenes forog, amelyen egy A pont v állandó sebességgel halad, akkor az A pont által leírt görbe az archimédesi spirális, melyet a 6.50/a ábra szemléltet.

A hátraesztergált fogu maró hátfelületének kialakítását általános esetben, az archimédesi spirális mentén a következőképpen képzelhetjük el (6.51 ábra):



6.51 ábra

A hátraesztergált fogu maró hátfelületének kialakulása
általános hátraesztergálási esetben

- helyezzük el a hátraesztergáló kést egy sík lapra (α_{hs});
- érintsen ez a síklap egy forgáshengert (α_{sh}), amelynek tengelye essen egy egyenesbe a hátraesztergálandó maró tengelyével;
- gördítsük le csuszásmentesen a síklapot a hengeren, úgy, hogy ezek egy axoid-párt alkossanak; (ω_{hs});

- ezáltal a siklap térrendszeréhez kötött minden egyes pont, így a hátraesztergakés élének minden pontja is, egy-egy evolvens görbe mentén mozdul el;
- most adjunk a hátraeszterga késnek a felfekvést biztosító axoid sikon egyidejűleg radiális- és axiális irányban is egyenletes haldó mozgású előtoló mozgást (v_{rad} és v_{fax});
- a hátraeszterga kés minden egyes pontja ezáltal egy (v_f) előtoló mozgást fog végezni, amely a maró tengelyére merőleges síkkal a (ξ) hátraesztergálási szöget fogja bezárni;
- a hátraesztergáló mozgás eredményeképpen a hátraesztergakés teljes éle a maró térrendszerében a (χ_s) hátraesztergált hátfelületet surolja.

Ennek megfelelően belátható, hogy az archimédesi spirálisnak megfelelő hátraesztergálási görbe nem csak egy síkban, hanem a térben is kialakítható.

Vannak olyan marószerszámok, amelyek megmunkálásakor feltétlenül ezt az általános hátraesztergálási mozgásegységet kell működtetnünk, hogy jó forgácsolási tulajdonságu szerszámhátfelületet kapjunk. Ilyen szerszámok például az alakos szármarók (pl. modulujmaró stb.), a lefejtőmarók és mások. Ezeknél a szerszámoknál azért van szükség az általános mozgásokat felhasználó ún. "ferde irányu" - hátraesztergálásra, hogy az oldalélek is megfelelő hátszögűek legyenek.

Az alakos marók egy másik csoportjánál elegendő csupán az ún. "sugárirányu" - hátraesztergálás, amelyet a hátraesztergakés beszűrő jellegű előtolómozgásával lehet előállítani. Radiális hátraesztergálással főleg a hengerpaláston kialakított szerszámfelületű marók kerülnek megmunkálásra.

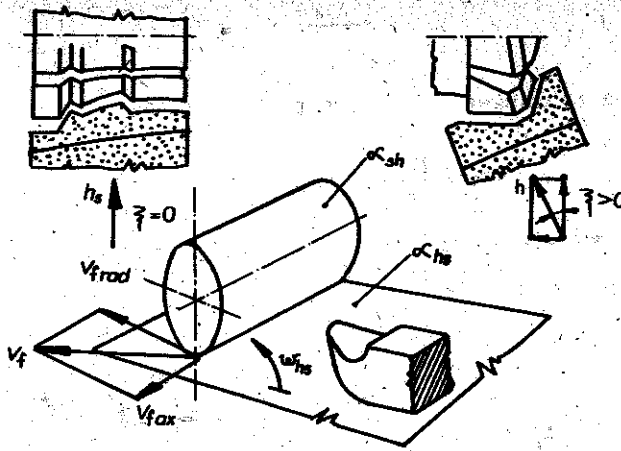
A hátraesztergálás kinematikájának alapvető esetei a 6.52 sz. ábrán kerülnek bemutatásra a jellegzetes mozgások feltüntetésével. Ezek szerint általános, vagy ferde irányu hátraesztergálásról beszélhetünk, ha valamennyi mozgáskomponens be van kapcsolva, azaz: $\omega_{\text{hs}} > 0$,

$$v_{\text{rad}} > 0; \quad v_{\text{fax}} > 0.$$

Radiális hátraesztergálás esete kerül beállításra, ha a tengelyirányu előtolómozgás kivételével valamennyi más hátraesztergáló mozgás működik, azaz: $\omega_{\text{hs}} > 0$; $v_{\text{rad}} > 0$; $v_{\text{fax}} = 0$.

Ha a hátraesztergáló mozgások közül a radiális előtolást kikapcsoljuk, de van legördülő mozgás és van tengelyirányu előtolás, akkor az elemi csavarmozgás esete kerül beállításra, azaz: $\omega_{\text{hs}} > 0$;

$$v_{\text{rad}} = 0; \quad v_{\text{fax}} > 0.$$



- Általános (ferde) hátraesztergálás:

$$\omega_{hs} > 0; V_{rad} > 0; V_{ax} > 0$$

- Radális hátraesztergálás:

$$\omega_{hs} > 0; V_{rad} > 0; V_{ax} = 0$$

- Elemi csavarmozgás:

$$\omega_{hs} > 0; V_{rad} = 0; V_{ax} > 0$$

6.52 ábra

Jellegzetes hátraesztergálások a szükséges mozgások feltüntetésével

6.42: A hátraesztergálás mértékének meghatározása

Az archimédesi spirális esetében a hátraesztergálás mértékét úgy kell megválasztani, hogy a megmunkálásra kerülő munkadarab anyagmennyiségéhez szükséges hátszög forgácsolás szempontjából megfelelő értékű legyen.

A hátraesztergálás mértéke alatt a két szomszédos marófog közé rajzolt hátraesztergálási görbe sugárirányú méretváltozását értjük (6.53 ábra). A hátraesztergálás mértéke a kívánt hátszög ismeretében geometriai összefüggések alapján meghatározható:

$$h = t \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

- ahol h - a hátraesztergálás elméleti mértéke,
- t - a maró fogosztása,
- α - a maró hátszöge

- mivel

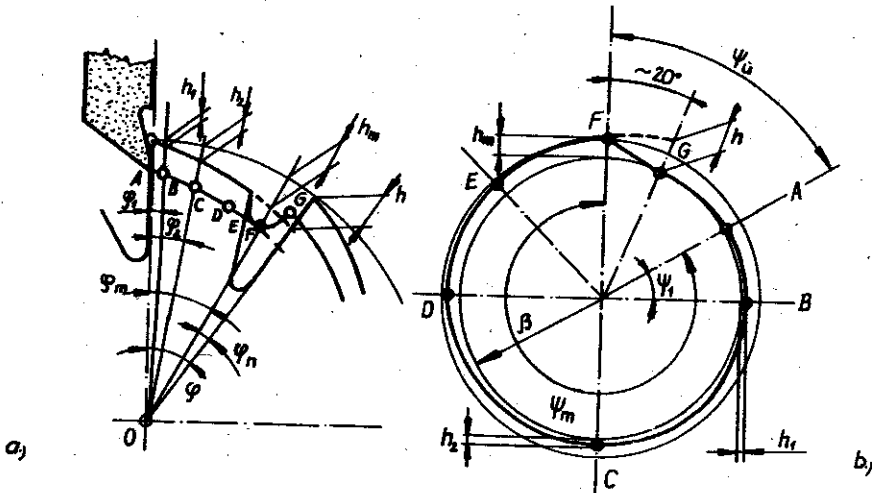
$$t = \frac{D \cdot \pi}{z}$$

- ezzel a szükséges hátraesztergálási mérték:

$$h = \frac{D \cdot \pi}{z} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Példa: Készítendő olyan hátraesztergált maró, amelynél:

$$D = 80 \text{ mm} \quad z = 15 \quad \alpha = 10^\circ$$



$$\frac{\varphi}{s_m} = \frac{360^\circ}{\psi_m} = \frac{h}{h_m}$$

$$h_1 = h \frac{\psi_1}{\varphi}; \quad h_2 = h \frac{\psi_2}{\varphi}; \quad \dots \quad h_m = h \frac{\psi_m}{\varphi}$$

$$\psi_1 = 360^\circ \frac{s_1}{\varphi}; \quad \psi_2 = 360^\circ \frac{s_2}{\varphi}; \quad \dots \quad \psi_m = 360^\circ \frac{s_m}{\varphi}$$

$$s_1 = s_0 + h_1; \quad s_2 = s_0 + h_2; \quad \dots \quad s_m = s_0 + h_m$$

$$s_0 = P - h_m$$

6.53 ábra

A hátraesztergálás mértékének és a vezérlőtárcsa alakjának meghatározása

Megállapítandó a hátraesztergálás mértéke.

$$h = \frac{D \pi}{z} \operatorname{tg} \alpha = \frac{8 \cdot 3,14}{15} \cdot 0,1763 = 2,95 = 3 \text{ mm.}$$

Tehát $\alpha = 10^\circ$ -os hátszög elérésére a hátraesztergálás mértékét 3 mm-re kell választani.

A 6.53 ábra a hátraesztergálás elvi vázlatát mutatja, ahol a főmozgást a gép főorsójába fogott munkadarab, a mellékmozgásokat pedig a szánszerkezetbe fogott szerszám végzi. A befogott munkadarab fordulata és a szánt keresztirányban mozgó vezértárcsa fordulata között kényszerkapcsolat van.

Hátraesztergálással, beszuró jellegű előtolással, tárcsa alakú marók vagy fogásonként tengelyirányú előtolással hátraesztergált palástmarók készíthetők. Ez utóbbiaknál készülhet egyenes vagy ferdefogu kivitelű palástmaró.

A hátraesztergálásnál a főorsó egy fordulata alatt annyiszor kell a szánnak kettős mozgást végeznie, ahány foga van a készítendő munkadarabnak. A szán és az abba fogott kés kettős mozgása miatt a fordulatszámot felemelni csak korlátozottan lehet (tehetetlenségi erők). Ez az oka annak, hogy a hátraesztergálást kis fordulattal végzik. A kis fordulatszám kis forgácsolási sebességet és egyuttal kisebb forgácsteljesítményt is eredményez.

A hátraesztergakéstől elsősorban jó alak- és éltartósságot s nagy kopásállóságot követelünk meg.

A hátraesztergáláshoz használt vezérlőtárcsát úgy szokták elkészíteni, hogy a vezérlőtárcsa egy fordulat alatt a munkadarab egy fogához szükséges késmozgásokat vezérelje. Ez azt jelenti, hogy az egy foghoz szükséges hátraesztergálási görbe a vezérlőtárcsa teljes kerületére van felvive.

A vezérlőtárcsa elkészítése szempontjából az előnyös, mert az elkészítése könnyebbé és egyszerűbbé válik. A hátraesztergakés mozgatásánál az egyes mozgás-, ill. sebességváltozások helyei pontosabban be tarthatók a vezérlőtárcsa kerületén. A vezérlőtárcsán a hátraesztergálást szabályozó vezérgörbeszakasz kezdő és végpontja között átmeneti görbét készítenek.

6.43 Vezérlőtárcsa alakjának és méreteinek meghatározása

A vezérlőtárcsa egy körülfordulás alatt a hátraesztergálandó maró egy fogához tartozó $\frac{360}{z}$ szögelfordulást végez. A vezérlőtárcsa hátraesztergálókést a munkadarabhoz képest sugárirányban előtolja. A sugárirányú késelmozdulás nagyságát a vezérlőtárcsa bütyökmagassága szabja meg, amely éppen a hátraesztergálás mértékének (h) kell hogy megfeleljen. A vezérlőtárcsa fordulatszáma tehát függ a készítendő maró fordulatszámától és fogszámától:

$$n_{\text{vtárcsa}} = n_{\text{maró}} \cdot z$$

A 6.53/a ábra hátraesztergált marófogat, a 6.53/b pedig vezérlőtárcsát ábrázol.

A vezérlőtárcsát a működési feltételeknek megfelelően két részre osztjuk. Ehhez a két részhez tartozó központi szöget ψ_m munkameneti szögnek és a $\psi_{\text{ü}}$ üresjárat szögnek nevezzük.

Az elkészítendő maró fogosztásszöge (φ) is két részből tevődik össze: a munkameneti φ_m szög és az üresjárat $\varphi_{\text{ü}}$ szögből. A munkameneti szög megtételének ideje alatt történik egy fog hátraesztergálása, míg az üresjárat szög elfordulása alatt jön létre a hátraesztergálókés kiemelése. Természetes tehát, hogy a vezérlőtárcsa és a készítendő maró megfelelő szögei között a kapcsolatot biztosítani kell.

A vezérlőtárcsa üresjárat szöge a teljes kör és a munkameneti szög különbségéből adódik, vagyis

$$\psi_{\text{ü}} = 360^\circ - \psi_m .$$

A készítendő maró üresjárat szöge hasonlóképpen kiszámítható:

$$\varphi_{\text{ü}} = \varphi - \varphi_m .$$

A vezérlőtárcsa 360° -os szögelfordulása alatt a maró egy fogosztással, azaz φ -vel fordul el. Ennek alapján hátraesztergáláskor a következő arány áll fenn:

$$\varphi : \varphi_m = 360^\circ : \psi_m .$$

A vezérlőtárcsa a hátraesztergáló kés kiemelését úgy valósítja meg, hogy az üresjáratú szög ψ_{ii} bizonyos részén - egyenes vagy íves - sugárirányban h magasságu kiemelő pályával rendelkezik. A kiemeléshez szükséges szögelfordulás nagyságát elsősorban a készítenő maró forgácshorony nyílásszögének (γ) értéke befolyásolja.

Hátraesztergált maróknál a forgácshorony nyílásszögét viszonylag kis értékűre választják, az újraélezések számának növelése érdekében, ezért a vezérlőtárcsa kiemelő részét általában 20° -os ívszakaszon képezik ki.

Ha a h hátraesztergálás értéke ismert, a vezérlőtárcsa a marógépen kimunkálható.

A hátraesztergálásnál a marótárcsa és a vezérlőtárcsa szögelfordulása közötti összefüggésből kell kiindulni. A szögelfordulások aránya, mely a munkameneti szögek és a maró osztásszöge, ill. a vezérlőtárcsa egy teljes fordulata között áll fenn, arányos az ugyanazon szögekhez tartozó hátraesztergálókés elmozdulással is. Tehát:

$$\frac{\varphi}{\varphi_m} = \frac{360^\circ}{\psi_m} = \frac{h}{h_m}$$

A maró hátraesztergált felületének egyes pontjai $h_1, h_2, h_3 \dots h_m$ értékel és az ugyanezen pontokhoz tartozó $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \dots \varphi_n$ elfordulási szögek között rendre ugyanazon arányosság áll fenn, vagyis $\varphi : \varphi_1 = h : h_1 ; \varphi : \varphi_2 = h : h_2 ; \dots \varphi : \varphi_m = h : h_m$.

Innen az egyes késelmozdulásokra a

$$h_1 = h \frac{\varphi_1}{\varphi} ; \quad h_2 = h \frac{\varphi_2}{\varphi} , \dots h_m = h \cdot \frac{\varphi_m}{\varphi} \dots$$

összefüggéseket kapjuk.

Az archimédesi görbét a vezérlőtárcsán úgy kapjuk meg, hogy a vezérlőtárcsa ρ_0 alapsugarához a $\psi_1 ; \psi_2 ; \psi_3 \dots \psi_m$ vezérlőtárcsa előfordulási szögértékének megfelelő $h_1 ; h_2 ; h_3 \dots h_m$ értékeket hozzáadjuk.

$$\rho_1 = \rho_0 + h_1 ; \quad \rho_2 = \rho_0 + h_2 ;$$

$$\rho_3 = \rho_0 + h_3 \dots \rho_m = \rho_0 + h_m \dots$$

A maró szögelfordulása és a vezérlőtárcsa megfelelő szögelfordulása között az alábbi összefüggések állanak fenn:

$$\psi_1 = 360^\circ \frac{\varphi_1}{\varphi}, \quad \psi_2 = 360^\circ \frac{\varphi_2}{\varphi} \dots \psi_m = 360^\circ \frac{\varphi_m}{\varphi} \dots$$

Általános, hogy a vezérlőtárcsa maximális sugara a hátraesztergálógépeken kötött. Ilyen esetben a szükséges h hátraesztergálási érték mellett visszaserkesztéssel állapítható meg a ρ_0 vezérlőtárcsa alapsugara.

Vezérlőtárcsáknál a ψ_{ii} üresjárati szöget a gyakorlatban $90-45^\circ$ -os határok között szokásos megállapítani.

Egy adott vezérlőtárcsa bármilyen átmérőjű és fogszámu, valamint bármilyen α hátszögű maróhoz használható abban az esetben, ha a hátraesztergálás h mértéke mind a tárcsánál, mind a készítendő marónál azonos.

Példa:

Készítendő vezérlőtárcsa egy archimédesi spirális szerint hátraesztergált tárcsamaróhoz.

A maró adatai: $D = 100 \text{ mm}$; $h = 3 \text{ mm}$; $\gamma = 0^\circ$; $\nu = 22^\circ$;
 $z = 10$; $\alpha = 8^\circ$; $b = 12 \text{ mm}$.

A példában és a 6.53 ábránál alkalmazott jelölések és a vonatkozó elnevezések a következők:

- φ_m munkamenet szöge a marón,
- φ_{ii} üresjárati szög a marón,
- ν forgácshorony nyílásszöge a marón,
- P a vezérlőtárcsa legnagyobb sugara,
- ρ_m a munkamenet határsugara a vezérlőtárcsán,
- ρ_0 az újratekésítés sugara a vezérlőtárcsán (alapsugár),
- ψ_m munkamenet szöge a vezérlőtárcsán és
- ψ_{ii} üresjárati szög a vezérlőtárcsán.

1. A maró φ osztásszöge:

$$\varphi = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360^\circ}{10} = 36^\circ.$$

2. A vezérlőtárcsa üresjárati szöge:

$$\psi_{ii} = 60^\circ \text{ felvéve.}$$

Ennek megfelleje a marónál:

$$\varphi_{\text{ü}} = \frac{\varphi \cdot \psi_{\text{ü}}}{360^{\circ}} = \frac{36^{\circ} \cdot 60^{\circ}}{360^{\circ}} = 6^{\circ}$$

3. A munkamenet szöge:

$$\psi_{\text{m}} = 360^{\circ} - \psi_{\text{ü}} = 300^{\circ}$$

a marónál: $\varphi_{\text{m}} = \varphi - \varphi_{\text{ü}} = 36^{\circ} - 6^{\circ} = 30^{\circ}$

4. A h_{m} hátraesztergálás mértékének meghatározása:

$$h_{\text{m}} = h \frac{\varphi_{\text{m}}}{\varphi} = 3 \frac{30^{\circ}}{36^{\circ}} = \frac{15}{6} = 2,5 \text{ mm}$$

5. A gépen szerkezeti okokból $2P = 60 \text{ mm}$ -es maximális átmérőjű tárcsát lehet használni.

Igy a ρ_{o} alapsugár

$$\rho_{\text{o}} = P - h_{\text{m}} = 30 - 2,5 = 27,5 \text{ mm}$$

lehet.

6. A vezérlőtárcsa egyes pontjainak meghatározása a méret ellenőrzéséhez. A pontokat tetszőleges számban lehet kijelölni és méreteit meghatározni. A 6.53 ábrán az A, B, C, E és F pontok méreteit határozzuk meg, melyekhez rendre a $\psi_1 = 60^{\circ}$; $\psi_2 = 90^{\circ}$; $\psi_3 = 180^{\circ}$; $\psi_4 = 270^{\circ}$; $\psi_5 = 360^{\circ}$ tartoznak.

Ennek a marón a megfelelő pontjai: $\varphi_1 = 0^{\circ}$; $\varphi_2 = 3^{\circ}$; $\varphi_3 = 21^{\circ}$;

$$\varphi_4 = 360^{\circ}; \varphi_5 = 180^{\circ}$$

E pontokhoz tartozó h_1, h_2, h_3, h_4, h_5 értékek: a

$h_1 = 0$, mint kiindulási pont

$$h_2 = h \frac{\varphi_2}{\varphi} = 3 \frac{3^{\circ}}{36^{\circ}} = 0,25 \text{ mm}$$

$$h_3 = h \cdot \frac{\varphi_3}{\varphi} = 3 \frac{12^{\circ}}{36^{\circ}} = 1 \text{ mm}$$

$$h_4 = h \cdot \frac{\varphi_4}{\varphi} = 3 \frac{21^\circ}{36^\circ} = 1,75 \text{ mm}$$

$$h_5 = h \cdot \frac{\varphi_5}{\varphi} = 3 \frac{30^\circ}{36^\circ} = 2,50 \text{ mm.}$$

A kijelölt A, B, C, E, F pontokhoz tartozó sugarak méretei tehát:

$$\rho_1 = \rho_0 + h_1 = 27,5 + 0 = 27,5 \text{ mm}$$

$$\rho_2 = \rho_0 + h_2 = 27,5 + 0,25 = 27,75 \text{ mm}$$

$$\rho_3 = \rho_0 + h_3 = 27,5 + 1 = 28,5 \text{ mm}$$

$$\rho_4 = \rho_0 + h_4 = 27,5 + 1,75 = 29,25 \text{ mm}$$

$$\rho_5 = \rho_0 + h_5 = 27,5 + 2,5 = 30 \text{ mm}$$

Ezzel a vezérlőtárcsa méretei - melyek az archimédesi spirális másolásához szükségesek - ismertek. A további méretek a szerszám gép adataitól függenek.

A hátraesztergált tárcsamaró oldalfelületein $f = 0,5 - 2,5 \text{ mm}$ szalagot hagynak a surlódás csökkentése miatt.

6.44 Profiltorzulások a hátraesztergált marók gyártási szelvényeiben

A hátraesztergált maróknál is az optimális teljesítmény, éltartam és a felületi érdesség elérése miatt a γ homlokszöveget 0° -nál nagyobb-
ra célszerű kiképezni.

A $\gamma = 0^\circ$ homlokszögű hátraesztergált maró szelvénye megegyezik a marandó munkadarab szelvényével.

Ha a hátraesztergált maró homlokszöge a $\gamma > 0^\circ$, akkor a marandó munkadarab szelvénye a maró szelvényéhez képest torzul.

A maró üzemeltetése során a munkadarab és a szerszám szelvényei közötti eltérést azáltal lehet kiküszöbölni, hogy az alakmarót már eleve a torzult profillal készítjük el. A sugárirányú metszetben torzult profillal elkészített szerszám helyes szelvényű munkadarabot készít, ha a szerszám homlokszögének függvényében történik a hátraesztergálás körülményeinek meghatározása.

A hátraesztergált marók helyesbitésénél a következő szelvényféleségeket kell egymástól megkülönböztetni (MSZ 3885-53. 1. oldal).

- a) A munkadarabon megadott szelvény vagy profil,
- b) A hátraesztergált maró szelvénye (ezen mindig a tengelysíkba eső szelvényt kell érteni).
- c) A marót hátraesztergáló kés homloklapszelvénye.
- d) A marót hátraesztergáló kés tengelyirányú szelvénye. Ezen a a kés felfekvő síkjával párhuzamos síkban levő, a maró tengelyén átmenő szelvény értendő. Ha tehát a hátraesztergáló késnél $\gamma = 0^\circ$, akkor a hátraesztergáló kés tengelyirányú szelvénye azonos a homloklap szelvényével.

Mivel a gyakorlatban majdnem kizárólag archimédesi spirális szert végzik a marók hátraesztergálását, így a következőkben tárgyalt profiltorzulások az ilyen görbe szerint előállított marókra vonatkoznak.

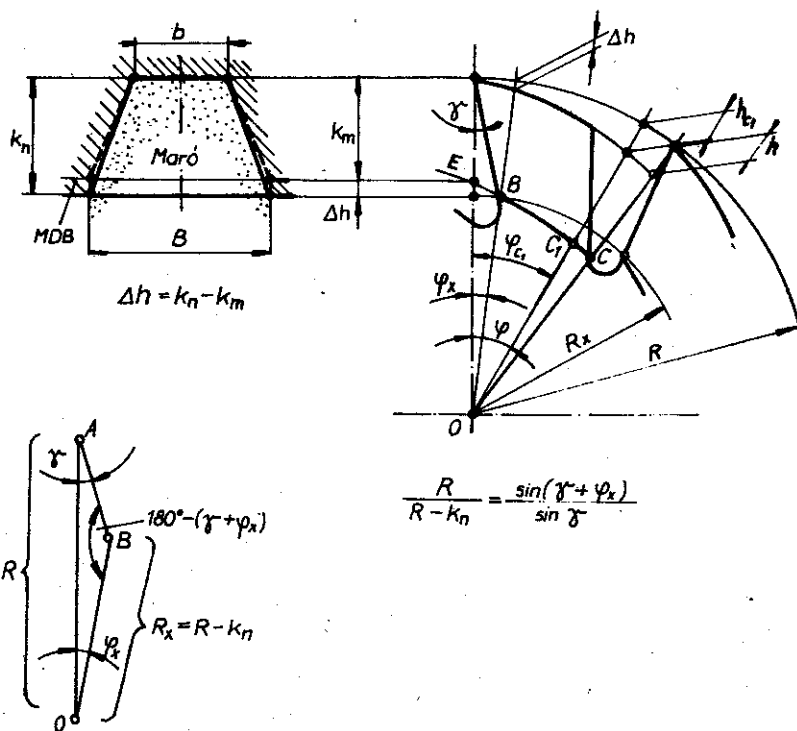
A helyesbítések meghatározhatók szerkesztéssel, számítással.

Ha a hátraesztergált maró homlokszöge $\gamma = 0^\circ$, akkor a hátraesztergált maró szelvénye, valamint a $\gamma = 0^\circ$ homlokszögű hátraesztergáló kés homloklapszelvénye - egyben a tengelyirányú szelvénye is - megegyezik a munkadarabon megadott szelvényvel, tehát szelvényhelyesbítésre szükség nincsen.

Ha a hátraesztergált maró homlokszöge $\gamma > 0^\circ$ -nál, akkor a hátraesztergált maró szelvénye, valamint a $\gamma = 0^\circ$ homlokszögű hátraesztergáló kés homloklapszelvénye - egyben tengelyirányú szelvénye is - helyesbítésre szorul.

A 6.54 ábra $\gamma > 0^\circ$ homlokszögű hátraesztergált maró fogát ábrázolja, ahol a jelölések jelentése a következő:

- R - a maró külső sugara,
- R_x - a B ponthoz tartozó sugár,
- B - a hátraesztergált maró profiljának belső pontja a maró homloklapján,
- C - alsó profilpont a hátraesztergált maró fogon,
- C_1 - változott horonyhoz tartozó alsó profilpont,
- φ_1 - a C_1 -hez tartozó középponti szög,
- φ_x - a B ponthoz tartozó középponti szög,
- γ - a maró homlokszöge,
- k_m - profilmagasság a marófogon,
- k_n - a profilmagasság a munkadarabon,
- φ - egy marófoghoz tartozó középponti szög,
- h_1 - C_1 pontnál a hátraesztergálás mértéke és
- ν - horonnyílás szöge.



$$\frac{R}{R - k_n} = \frac{\sin(\gamma + \varphi_x)}{\sin \gamma}$$

6.54 ábra
Egyenesprofilu idommarok szelvényhelyesbitése

Az egyenesfogu hátraesztergált idommarok szelvényhelyesbitését a következőképpen lehet meghatározni:

Az $\overline{OA} = R$ sugaru hátraesztergált fogu maró homloklapján fekvő B pontnál a φ_x középponti szöghöz tartozik egy Δh nagyságu hátraesztergálási érték, amely megegyezik az \overline{EF} távolsággal, vagyis: $\Delta h = \overline{EF}$; hiszen a B pont köríven mozdul el, de hátramunkáláskor az archimédesi spirális vonalán munkáljuk meg.

Az ábra jelölése alapján a munkadarab profilmélysége:

$$k_n = \overline{AF},$$

és a maró profilmagassága:

$$k_m = \overline{AE} \text{ távolságokkal. A } B \text{ ponthoz}$$

tartozó hátraesztergálási érték

$$\Delta h = AF - AE .$$

Visszahelyettesítve:

$$\Delta h = k_n - k_m$$

A B ponthoz húzott sugár $\overline{BO} = R_x$, amely felírható még

$$\overline{BO} = \overline{OA} - \overline{AF}$$

alakban is.

Visszahelyettesítve:

$$\overline{BO} = R - k_n$$

Az OAB általános háromszögből sinus-tétel segítségével határozhatók meg a további adatok:

$$\overline{AO} : \overline{BO} = \sin [180^\circ - (\gamma + \varphi_x)] : \sin \gamma$$

Behelyettesítve és tört alakba írva:

$$\frac{R}{R - k_n} = \frac{\sin(\gamma + \varphi_x)}{\sin \gamma}$$

majd φ_x -re rendezve:

$$\varphi_x = \arcsin \left(\frac{R \cdot \sin \gamma}{R - k_n} \right) - \gamma$$

A φ_x ismerete után a Δh meghatározása is szükséges, amely nem egyéb, mint a profil sugárirányu változása, a munkadarab szelvényéhez képest. Ezt a sugárirányu profiltorzulást a $\Delta h = k_n - k_m$ összefüggéssel már kifejeztük.

A h hátraesztérgálás elméleti mértéke és a Δh közötti arány azonos a hozzájuk tartozó középponti szögek (φ és φ_x) arányával.

$$\Delta h : h = \varphi_x : \varphi$$

Rendezve és Δh -t kifejezve:

$$\Delta h = \frac{\varphi_x}{\varphi} \cdot h$$

ahol: φ - az egy foghoz tartozó középponti szög ($\varphi = \frac{360^\circ}{z}$);

φ_x - a Δh -hoz tartozó középponti szög.

Mivel a hátraesztergált maró szelvény helyesbitését rendszerint a hátraesztergakéssel lehetséges megvalósítani, ezért szükséges a hátraesztergáló kés homloklapszelvényét meghatározni.

Hátraesztergálásnál - mint ez a 6.54 ábrából kitűnik - csak a magassági méretek torzulnak, így a hátraesztergakésnél is elegendő a torzult szelvény magassági méreteinek meghatározása. A szelvény szélességi méretei változatlanok lesznek.

A hátraesztergáló kés szelvénymagasságát a következők szerint lehet meghatározni:

$$k_m = k_n - \Delta h$$

és a Δh , ill. $\varphi = \frac{360^\circ}{z}$ helyettesítést elvégezve és k_m -re rendezve, a torzult szelvénymagasság:

$$k_m = k_n - \frac{h \cdot z}{360^\circ} \cdot \varphi_x$$

Végeredményben az egyenesekkel határolt maróprofil szelvényhelyesbitése az olyan hátraesztergáló késen, ahol a homlokszög $\gamma = 0^\circ$, az előbbi egyenlettel határozható meg, amelynek teljes alakja φ_x értékét kifejező helyettesítés után:

$$k_m = k_n - \frac{h \cdot z}{360^\circ} \left[\arcsin \left(\frac{R \sin \gamma}{R - k_n} \right) - \gamma \right]$$

Példa:

Meghatározandó a profiltorzulás mértéke annál a hátraesztergált marónál, amelynek adatai:

$$\begin{aligned} D &= 100 \text{ mm}, & \gamma &= 10^\circ, \\ h &= 3 \text{ mm}, & z &= 10^\circ, \\ k_n &= 15 \text{ mm}. \end{aligned}$$

A középponti szög a φ_x meghatározása:

$$\begin{aligned} \varphi_x &= \arcsin \left(\frac{R \sin \gamma}{R - k_n} \right) - \gamma = \arcsin \left(\frac{50 \cdot 0,1735}{50 - 15} \right) - 10^\circ = \\ &= \arcsin 0,2480 - 10^\circ = 14^\circ 20' - 10^\circ = 4^\circ 10'. \end{aligned}$$

A változott profilmagasság:

$$k_m = k_n - \frac{h \cdot z}{360^\circ} \varphi_x = 15 - \frac{3 \cdot 10}{360} \cdot 4,167 = 14,652 .$$

A profiltorzulás mértéke tehát

$$\Delta h = k_n - k_m = 0,348 \text{ mm.}$$

6.45 Hátraesztergakés szükséges hátszögének meghatározása egyenesvonalu marószelvények megmunkálásához

6.451 A hátraesztergakés kiemelése

Ha a hátraesztergakés homlokszögét a

$$\gamma_{\text{kés}} = \gamma_{\text{maró}} - (2^\circ \dots 3^\circ)\text{-ra képezzük ki, akkor}$$

megfelelő beállítással elérhető, hogy hátraesztergakáskor profiltorzulás nem lép fel. (Ilyen esetben a beállítást késfelemeléssel lehet elvégezni. Ekkor elérhető, hogy a kés homlokszelvénye a munkadarab szelvényével egyezik.

A 6.55 ábra egy hátraesztergált maró készítésénél alkalmazott késfelemelést mutat be, ahol

γ_k - a felemelt kés homlokszöge,

$\Delta \gamma_k$ - a maró és a felemelt kés homlokszögeinek különbsége.

Ha a hátraesztergált maró felemelt hátraesztergakéssel készül, a b késfelemelés mértékét kell meghatározni.

Az AEO derékszögű háromszögre felírható, hogy

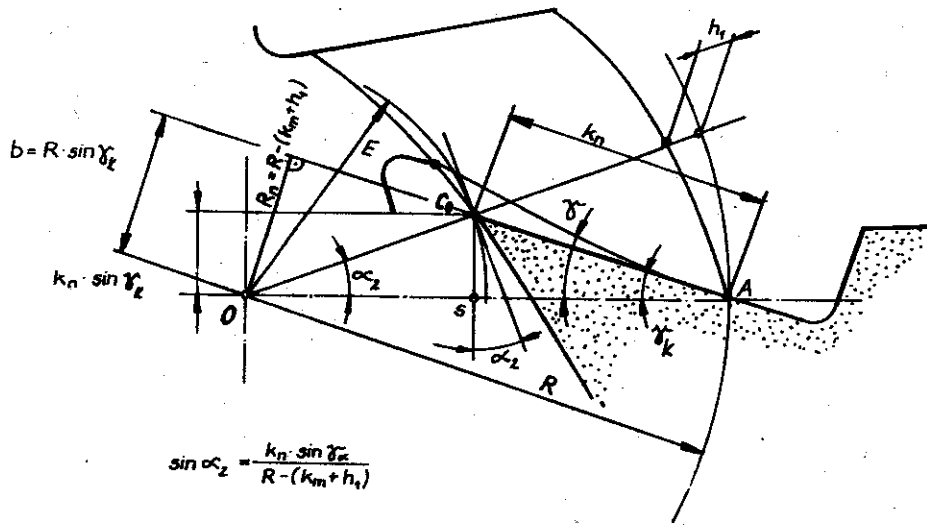
$$\sin \gamma_k = \frac{OE}{AO} = \frac{b}{R}$$

Ebből

$$b = R \sin \gamma_k .$$

ahol:

$$\gamma_k = \gamma - \Delta \gamma_k = \gamma - (2 \dots 3^\circ) .$$



6.55 ábra

Hátraesztergált fogó maró készítésénél beállított késfelemelés

Példa:

Meghatározandó a kés felemelésének mértéke a következő adatokkal jellemzett hátraesztergált marónál, ahol

$$R = 50 \text{ mm}, \quad \gamma = 10^\circ, \quad \Delta \gamma_k = 2^\circ 30'.$$

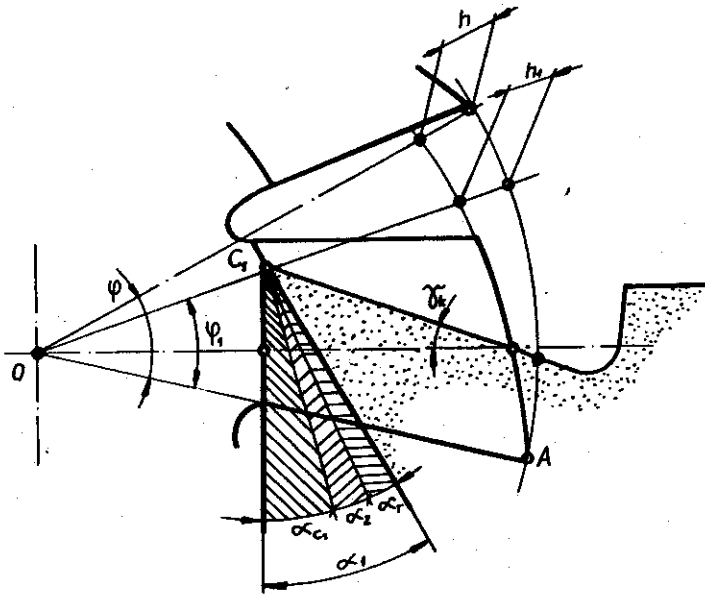
A kés felemelésének mértéke

$$b = R \sin \gamma_k = 50 \cdot \sin 7^\circ 30' = 50 \cdot 0,13053 = 6,525 \text{ mm}.$$

6.452 A hátraesztergákés legkisebb szükséges hátszöge

A kiemelt kés legkisebb hátszöge három tényezőtől függ (6.56 ábra):

- A) a kijelölt pontnál az archimédesi görbéhez és C_1 ponton átmenő körhöz húzható érintő által bezárt α_{c1} szögtől.
- B) A késnek a munkadarab tengely síkja felé történő emelése miatt keletkező α_2 szögtől.
- C) A pillanatnyi szükséges hátszögtől (α_r), amely gyakorlatilag $3-5^\circ$.



$$\alpha_1 = \alpha_{c1} + \alpha_2 + \alpha_r$$

$$\alpha_{c1} = \arctan \left[\frac{h \cdot z}{2R(R - k_m - h_1)} \right]$$

$$\alpha_2 = \arcsin \left[\frac{\sin \beta_k \cdot k_m}{R - (k_m + h_1)} \right]$$

$$\alpha_r = 3 \dots 5^\circ$$

6.56 ábra

A hátraesztergakás legkisebb szükséges hátszöge

Tehát a hátraesztergakás α_1 hátszöge:

$$\alpha_1 = \alpha_{c1} + \alpha_2 + \alpha_r$$

A C pontban levő α_{c1} hátszög a hátraesztergálásra jellemző alapvető összefüggés felhasználásával:

$$\operatorname{tg} \alpha_{c1} = \frac{h_1}{t_{c1}}$$

ahol t_{c1} - a C_1 ponton átmenő köríven a α_1 szöghöz tartozó osztás.

A t_{c1} osztás kifejezhető a C_1 ponton átmenő D_{c1} átmérővel és a z fogszámmal.

$$t_{c1} = \frac{D_{c1} \cdot \pi}{z}, \quad D_{c1} = 2 R_{c1}.$$

A C_1 ponton átmenő sugár nagysága kifejezhető az R maró sugár és a k_n a kés homlokszelvénye ($\gamma_{kés}^* = 0^\circ$) és h_1 hátraeszttergálás elméleti nagyságának különbségénél is:

$$R_c = R - k_n - h_1$$

Visszahelyettesítve a

$$t_{c1} = \frac{2 \cdot (R - k_n - h_1)}{z}.$$

Az archimédesi görbe C_1 pontjához tartozó érintőszög a helyettesítés és rendezés után:

$$\alpha_{c1} = \arctg \left[\frac{h \cdot z}{2 \pi (R - k_n - h_1)} \right].$$

A 6.55 ábra egy felemelt hátraeszttergakést ábrázol megmunkálás közben. A megmunkálásnak azt a pillanatát rögzíti az ábra, amikor a kés éppen az A pontban forgácsolni kezd.

A 6.55 ábrán adott ASC_0 derékszögű háromszögből a γ_k

$$\overline{C_0S} = \sin \gamma_k^* \overline{C_0A},$$

ahol

$$\overline{C_0A} = k_n,$$

tehát:

$$\overline{C_0S} = \sin \gamma_k^* k_n.$$

Az α_2 az OSC_0 derékszögű háromszögből határozható meg:

$$\sin \alpha_2 = \frac{C_0S}{C_0O}.$$

és mivel:

$$\overline{C_0 O} = R - (k_m + h_1) .$$

Visszahelyettesítve, és α_2 -t kifejezve:

$$\alpha_2 = \arcsin \left[\frac{\sin \gamma_k \cdot k_n}{R - (k_m + h_1)} \right] .$$

A felemelt kés hátszögét megkapjuk, ha a kijelölt három szögössze-
tevő értékét összeadjuk:

$$\alpha_1 = \arcsin \left[\frac{h \cdot z}{2R \cdot (R - k_m - h_1)} \right] + \arcsin \left[\frac{\sin \gamma_k \cdot k_n}{R - (k_m + h_1)} \right] + (3-5^\circ)$$

Példa:

Meghatározandó a hátraesztergáló kés hátszöge, ha a készitendő ma-
ró adatai:

$$\begin{aligned} D &= 100 \text{ mm}, & k_n &= 15 \text{ mm}, \\ z &= 12 & \varphi_1 &= 24^\circ \text{ felvéve,} \\ h &= 4 \text{ mm}, & \gamma &= 10^\circ . \end{aligned}$$

A késnél megadott értékek:

$$\gamma_k = 8^\circ, \quad \alpha_r = 4^\circ .$$

1. A h_1 értékének meghatározása.

Először a φ marófoghoz tartozó középponti szöget kell kiszámítani

$$\varphi = \frac{360^\circ}{z} = \frac{360^\circ}{12} = 30^\circ$$

$$h_1 = \frac{h \cdot z}{360^\circ} \varphi_1 = \frac{4 \cdot 12}{360} 24 = \frac{48}{15} = 3,20 \text{ mm} .$$

2. Kiszámítandó a kés és maróprofil érintkezési hosszának vízszintes ve-
tülete

$$k_m = k_n - \frac{h \cdot z}{360^\circ} \varphi_x$$

képlettel lehet kiszámítani, azonban először a φ_x szöget kell meg-
határozni.

$$\begin{aligned}\varphi_x &= \arcsin \left[\frac{R \sin \gamma}{R - k_n} \right] - \gamma = \arcsin \left(\frac{50 \cdot \sin 10^\circ}{50 - 15} \right) - 10^\circ = \\ &= \arcsin \left(\frac{50 \cdot 0,1735}{35} \right) - 10^\circ = \arcsin (0,2480) - 10^\circ = \\ &= 14^\circ 20' - 10^\circ = 4^\circ 10',\end{aligned}$$

$$k_m = k_n - \frac{h \cdot z}{360^\circ} \cdot \varphi_x = 15 - \frac{4 \cdot 12}{360^\circ} 4,33 = 15 - 0,577 = 14,423 \text{ mm.}$$

3. A hátszög összetevői a megadott maró- és kés adatok, valamint a kiszámított h_1 és k_m alapján meghatározhatók. Először az archimédesi spirálhoz tartozó hátszög az α_{c1} szög számítandó ki:

$$\begin{aligned}\alpha_{c1} &= \arcsin \left[\frac{h \cdot z}{2 \pi (R - k_m - k_1)} \right] = \arcsin \left[\frac{4 \cdot 12}{6,28 \cdot (50 - 14,423 - 3,2)} \right] = \\ &= \arcsin \left(\frac{48}{6,28 \cdot 35,377} \right) = \arcsin 0,21605 = 12^\circ 11' 30''\end{aligned}$$

4. Az α_2 hátszög kiszámítása a késnek a tengely síkja fölé való émelelése miatt szükséges:

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \arcsin \left[\frac{k_n \cdot \sin \gamma_k}{R - (k_m + h_1)} \right] = \arcsin \left[\frac{15 \cdot 0,13917}{50 - (14,423 + 3,2)} \right] = \\ &= \arcsin 0,05915 = 3^\circ 23' 30''\end{aligned}$$

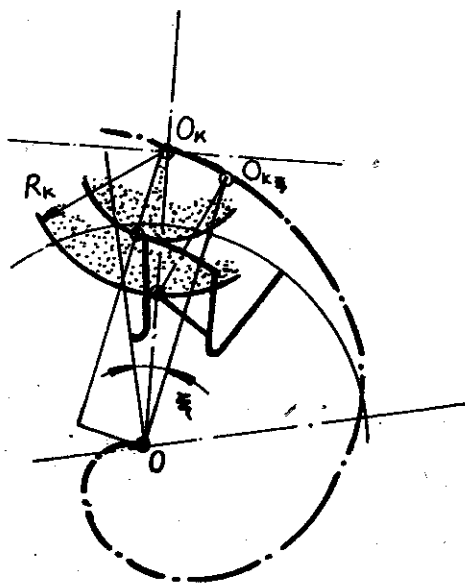
5. A kés legkisebb szükséges hátszöge e három sorbavett szög összegeként határozható meg:

$$\alpha_1 = \alpha_{c1} + \alpha_2 + \alpha_r = 12^\circ 11' 30'' + 3^\circ 23' 30'' + 4^\circ$$

$$\alpha_1 = 19^\circ 35'$$

A hátraesztergált fogu marók profiloldalainak hátfelületét a pontosabb megmunkálás érdekében köszörüléssel is szokás megmunkálni. A hátraköszörülést végző köszörűkorong középpontjának pályája szintén archimédesi spirális, le a fog hátfelülete mentén. Ilyenkor a köszörűkorong sugárirányú szelvénye a hátraesztergakés profiljával kell meg egyezzen (6.57 ábra). Hátraköszörüléskor a köszörűszerszám átmérőjének méretválasztását korlátozza az a geometriai követelmény, hogy az

egyik fog hátfelületét megmunkáló profilos köszörükorong ne messen bele a következő fog profiljába.



6.57 ábra
Alakos marók hátraköszörülése

7. Darabolás

7.1 Darabolási technológiák

A gépiparban az alább felsorolt darabolási eljárások a legelterjedtebbek:

- darabolás dörzsfűrészszel,
- leszurás esztergakéssel,
- darabolás köszörűkoronggal,
- gáz- (oxigén) vágás,
- különleges darabolási módszerek,
- darabolás körfűrészszel,
- darabolás szalagfűrészszel,
- darabolás keretes fűrészgépen.

(Vékonyabb lemezek alakos kivágását, darabolását szándékosan nem soroltuk a darabolási technológiai eljárások közé.)

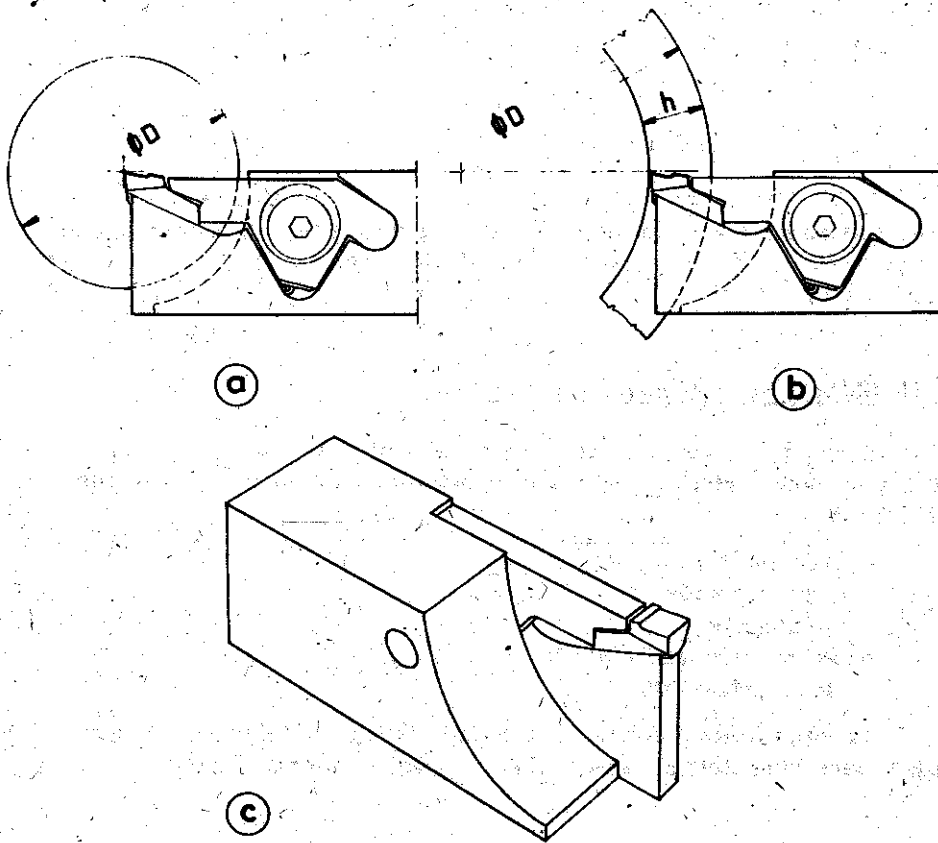
7.11 Darabolás dörzsfűrészszel

Tárcsa alaku szerszáma $v = 100 \dots 120$ m/s kerületi sebességgel forog és a surlódás következtében keletkező hő helyileg megolvasztja a fémet, azaz az anyagleválasztás nem forgácsolással történik. Az eljárás igen nagy termelékenységű, szélesebb körben mégsem terjedt el az iparban, mert a munkadarabon leolvadás és beégés keletkezik, amit el kell távolítani.

7.12 Leszurás esztergakéssel

Széles körben alkalmazott, közismert darabolási technológia. Igen pontos, jó felületi minőségű felületet eredményez. Csaknem valamennyi esztergaszerű szerszámgépen elvégezhető ez a művelet. Hátránya, hogy jelentős a darabolási veszteség, a leszurókés igénybevétele nagy, és emiatt élettartama kicsiny. Egyedi és kisorsozatgyártásban a leszurókéssel történő darabolást esztergakon és revolveresztergakon alkalmazzák. Tömeggyártásban célgépeken és leszuróesztergakon, illetve mechanikus

esztergaautomatákon történik a megmunkálás. Az utóbbi években megjelentek - egyre jobb minőségben - a váltólapkás leszurókések is. Egy ilyen leszurókés munkáját és kialakítását szemlélteti a 7.1 ábra.



7.1 ábra

Váltólapkás leszuró forgácsolószerszám; a) tengely leszurása, b) csőten-gely leszurása, c) a leszurókés kialakítása

7.13 Darabolás köszörűkoronggal

Köszörűkoronggal általában $D = 50$ mm átmérőjű keményfémeket és hőkezelt (edzett) acélokat darabolnak. Ez az eljárás termelékeny, és a nyert felület jó minőségű. A megmunkáláshoz tárcsa alakú (MSZ 4521) vágó korongokat alkalmaznak 50...500 mm átmérővel, 0,4...4 mm vastagság mellett. A kötőanyag; gumi vagy bakelit. Az alkalmazott forgácsolósebesség eléri a $v = 50...80$ m/s értéket is.

7.14 Gáz- (oxigén-) vágás

Elsősorban olyan esetekben alkalmazzák, ha hengerelt lemezekből alakos darabokat kell kivágni. Az eljárás gépesített, sőt igen gyakran automatizált is. A hengerelt rudak gázvágással történő darabolása azonban kézi uton történik.

7.15 Különleges darabolási módszerek

Elsősorban igen nehezen megmunkálható anyagok darabolására használt eljárások tartoznak ebbe a csoportba. A legfontosabb módszerek a következők:

- anódmechanikus,
- elektoreroziós,
- ultrahangos,
- elektronsugaras eljárás,
- plazmavágás stb.

Az eljárásokat részben a tantárgy jellege, részben terjedelmi okok miatt nem ismertetjük, azok szakirodalomban megtalálhatók.

7.2 Fűrészelés

Anyagok darabolására általánosan használt eljárás a fűrészelés. Az alkalmazott szerszámok lehetnek:

- körfűrész,
- szalagos fűrész, ill.
- fűrészlap.

Mindhárom szerszám típus fogazott, a darabolást hideg állapotban mechanikus forgácsleválasztással végzik.