Forgácsolási technológia fogalma, forgácsolási eljárások

Készítette: Jáger Imre
Dátum: 2012. 02. 10

Tartalomjegyzék

Forgácsolás 4
Célja 4
Tényezői: 4
Forgácsoló mozgás lehet: 4
Forgácsolási eljárások 4
Fémforgácsoló gépek üzemeltetésére vonatkozó rendelkezések: 5
Fémforgácsoló gépek használatának személyi feltételei 5
Esztergálás 7
Eszterga gépek: 7
Csúcseszterga 7
Síkeszterga 8
Revolvereszterga 8
NC-, CNC eszterga 8
Másoló eszterga 8
Hátra eszterga 8
Sokszög eszterga 8
Esztergálás szerszámai 8
A munkadarabok befogása 9
Esztergatokmány 9
Síktárcsa 11
Befogás csúcsok kézé 11
Esztergálás legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés: 12
Marás 14
Egyetemes marógép 15
Vízszintes marógép 16
Függőleges marógépek 16
CNC – marók 16
Szerszám és munkadarab befogása 16
Marás legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés: 17
Köszörülés 17

Köszörülési módszerek 18
Oldaleltolásos palást köszörülés 18
Beszúró palást köszörülés 18
Csúcs nélküli köszörülés 18
Furatköszörülés 19
Síkköszörülés 19
Egyetemes palást köszörű gépek 20
Csúcs nélküli köszörűgépek 21
Furat köszörű gépek 21
Síkköszörű gépek 21
Köszörülés legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés 21
Fúrás 23
Csigafúrók 23
Lapos fúrók 23
Központfúrók 23
Furatbővítés szerszámai 23
Süllyesztők 23
Fúró rudak 24
Dörzsárak 24
Fúrógépek 24
Kézi fúrógépek 24
Asztali fúrógépek 24
Oszlopos fúrógépek 24
Állványos fúrógépek 24
Sugár fórgépek 25
Vízszintes fúróművek 26
Fúrógépek legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés 26
Gyalulás 27
Haránt gyalugép 27
Gyalulás forgácsolási viszonya 27
Hosszgyalugép 27
Gyalulás szerszámai 28
Gyalugépek legfontosabb veszélyi és az ellenük való védekezés: 28
Vésés 29

Vésőgépek 29
Vésés szerszámai 29
Vésőgépek legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés 29
CNC megmunkáló központok 31
A CNC megmunkáló gépek legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés 31
A forgó mozgást végző tárgyak, szerkezeti elemek baleseti veszélyei 33
A haladó mozgást végző tárgyak, szerkezetei elemek baleseti veszélyei 33
A tervszerűtlen mozgások baleseti veszélyei 33
Forgácsoló gépek kezelő elemei 35
Indító kapcsolók 35
Leállító kacsolók 35
Vészkikapcsolás 35
Védőburkolatok fajtái és biztonság technikai követelményei 36
Védőburkolat kialakításának szempontjai 37
Hozzáférés a veszélyes részekhez 37
Kirepülő részek visszatartása 37
Veszélyes anyagok visszatartása 37
Zaj 37
Forgácsoló gépek üzemeltetése során használatos egyéni védőeszközök 38
Forgácsoló gépek üzemeltetésének magatartási szabályai: 38

Forgácsolás

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

Célja

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

Tényezői:

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

Forgácsoló mozgás lehet:

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

A forgácsolás **alakadó technológia**, melynek során **munkadarab**ról a megfelelő geometriájú **szerszám** éleinek segítségével **forgács**ot (anyagréteget) választanak le mechanikai úton.

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

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

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

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

Fogásvétel a forgácsoló szerszám munkadarabba való behatolási mélységét- a **fogásmélység**et – illetve a **forgácsszélesség**et határozza meg.

Forgácsolási eljárások

- esztergálás
- marás
- köszörülés
- fúrás
- gyalulás
- vésés

Fémforgácsoló gépek üzemeltetésére vonatkozó rendelkezések:

A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. Törvény (továbbiakban Mvt.) szerint a 21.§-ánk (2) bekezdése szerinti veszélyes munkaeszközök közé a fémforgácsoló szerszámgépek nem tartoznak. Ennek megfelelően az e törvény hatálya alá tartozó munkavédelmi üzembe helyezésük sem kötelező érvényű, ugyancsak nem szükséges, hogy rendelkezzenek Megfelelősség Tanúsítvánnyal sem.

Üzemeltetés szembonjából a 14/2004. (IV.19.) FMM rendelet (a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről, továbbiakban: R1) vonatkozik e gépekre. A fenti rendelet 2004. 05. 01. től kötelező alkalmazni. E rendelet bevezette az *ellenőrző felülvizsgálatot* azokra a gépekre vonatkozóan amelyek „ha annak biztonsága függhet a szerelés körülményeitől." Ezt írásban kell meghatározni, továbbá arról is rendelkezik, hogy, a megtett intézkedéseket jegyzőkönyvben kell rögzíteni. Ezek a munkaeszközök a továbbiakban már *időszakos ellenőrző felülvizsgálatra kötelezettek, legalább ötévente, ha agyártó vagy egyéb jogszabály ezt nem határozza meg.* Ha az előzőek másként rendelkeznek (rövidebb időtartamot illetően), akkor az van érvényben. A fenti vizsgálatokat a munkáltató által megbízott személy végezheti. Ugyancsak ellenőrző felülvizsgálatot kell végezni: „- ha a munkaeszközön az új munkahelyen történő felállítást megelőzően végeztek szerelési munkákat."

Azokon a gépeken, melyeken a munkáltató az ellenőrző felülvizsgálatot a nem köteles elvégezni így nem végzi el: *a munkáltató az általa megfelelőnek ítélt módon győződik meg a munkavédelmi szabályok érvényesüléséről.*

Minden fémforgácsoló gépnek rendelkeznie kell az alábbi dokumentumokkal:

- gyártó által kiadott gépkönyvvel
- használati utasítással (1993. év előtt kiadott gépek esetében: kezelési és karbantartási utasítással)
- villamos érintésvédelmi mérést igazoló, érvényes mérési jegyzőkönyvvel, aminek tartozéka a táphálózatra vonatkozó mérési adatok is.

A fentiek hiányában fémforgácsoló szerszámgépet üzemeltetni nem szabad!

A forgácsolási tevékenység szinte teljes egészében álló munka, ami első sorban a derekat, lábakat erősen igénybe veszi, idővel izületi bántalmak jelentkeznek. Ennek megelőzésére szolgálhat a padozaton lábrácsok alkalmazása, ez csökkenti a fenti panaszok koros kialakulását. Ezeknek botlás és csúszástól menteseknek kell lenni. Alkalmazhatók, un. álláskönnyítő szőnyegek is ha a munkavégzés környezeti körülményeinek megfelelnek.

Az általános megvilágítás mellett szükséges lehet helyi megvilágításra is. Ez csak törpe feszültségről történhet. Célszerű a munkatér megvilágításához igazodó állítható világító ernyők alkalmazása, ez esetben ennek úgy kell működnie, hogy a beállított helyzetben elmozdulástól mentesen kell maradnia.

Fémforgácsoló gépek használatának személyi feltételei

Forgácsoló gépeket az alábbi szakmai képesítéssel rendelkező személyek kezelhetnek, illetve kezelésével megbízhatóak:

- forgácsoló szakmunkás képesítés
- OKJ képzés keretében az adott forgácsoló géptípusra vonatkozó igazolvány.

A fentiek alól kivétel: a kézi, asztali és állványos fúró, illetve köszörűgépek.

Még ezen felül a kezelőnek rendelkeznie kell: érvényes orvosi alkalmassági vizsgálattal, valamint az Mvt.55.§-ban előirt, írásban dokumentált munkavédelmi oktatással, aminek tartalmi követelmény szempontjából meg kell felelnie az R1. 9, 10§- ban leírtakkal is.

Ezen kívül szükséges, hogy a munkáltató az adott forgácsoló gép kezelésére a nevezett személyt meg is bízza.

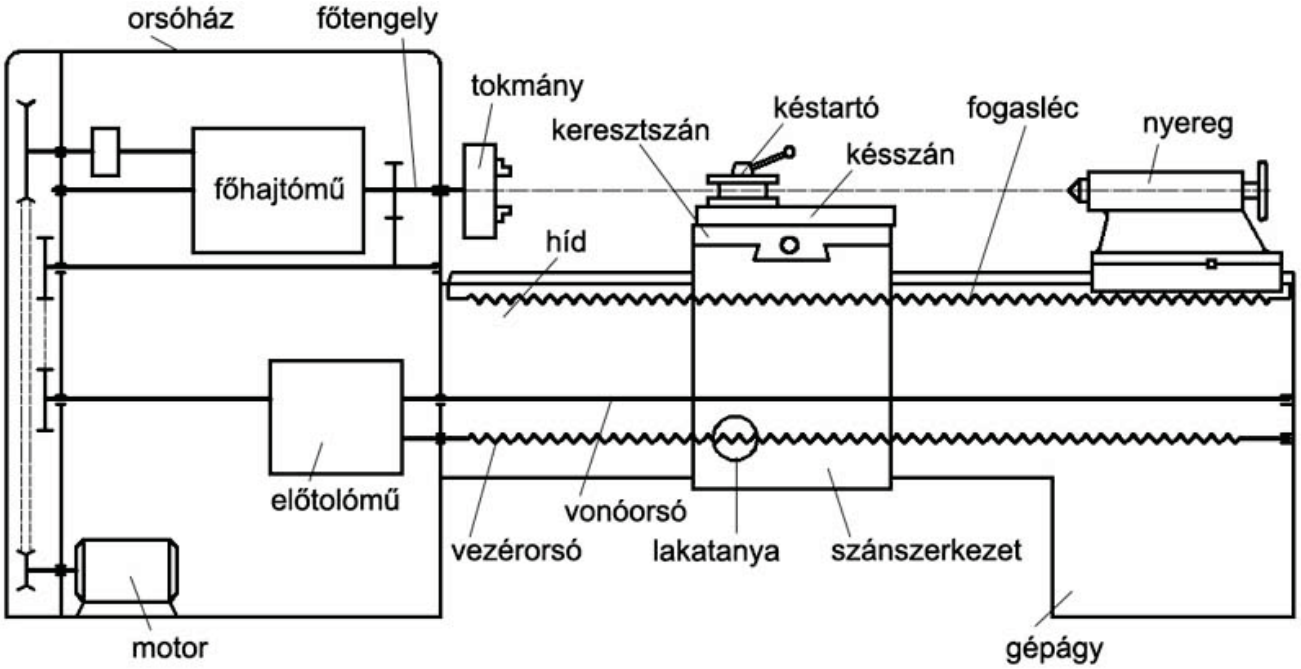
Esztergálás

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

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

- nagyolás
- fél simítás
- simítás

Eszterga gépek



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

Az esztergagépek fő típusai:

- csúcsesztergák
- síkesztergák
- revolveresztergák
- automataesztergák
- különleges esztergák

Csúcsesztergák

A csúcsesztergák a legelterjedtebben használt esztergagépek, sokrétű feladat elvégzésére alkalmasak. Leegyszerűsített szerkezetű, kisméretű változatait *műszerészesztergának,* a növelt pontosságú változatát

finomesztergának nevezik. Az általános rendeltetésű csúcseszterga az un. *egyetemes eszterga.* A fenti ábra ez utóbbi szerkezeti felépítését mutatja be.

Síkesztergák

A síkesztergák nagy átmérőjű, tárcsaszerű alkatrészek megmunkálására alkalmasak, rajtuk a munkadarab csak síktárcsába fogható fel. A vízszintes főorsójú síkesztergát fejesztergának , a nagy tömegű és méretű munkadarabok megmunkálására alkalmas, függőleges főorsójút pedig *karusszel esztergának* nevezik.

Revolveresztergák

Különleges szerszám befogóval és ütköztető rendszerrel felszerelt esztergagépek. A főorsóra merőleges forgástengelyű szerszám befogóval kialakított revolvereszterga a torony revolvereszterga a dob-revolvereszterga. Speciális gépeken dobrevolver mellett nyeregrevolver-fejet is alkalmaznak.

NC-, CNC esztergák

A forgácsleválasztáshoz szükséges összes mozgást önműködően végzik, az egyes munkaciklusokat számjegyvezérléssel vagy számítógéppel végzik.

Másoló esztergák

Sablon segítségével bonyolult keresztmetszetek kialakítására alkalmasak.

Hátra esztergák

Elsősorban marószerszámok hátfelületének megmunkálására alkalmas. A szerszám radiális elmozdulását vezérlő tárcsa biztosítja. A megmunkált felület archimédeszi spirális. Mivel ezek a görbék a marószerszám minden fogán megismétlődnek, egy-egy fog megmunkálása után az esztergakést gyorsan vissza kell vinni kiinduló helyzetébe. Ezt a mozgást rugó biztosítja.

Sokszög esztergák

Az ék-, és retesz- és bordakötéseknél korszerűbb, un. sokszög profilú felület rendszerek előállítására alkalmasak. A sokszög esztergán speciális főorsó- csapágyazás segítségével, a munkadarab bolygó mozgásával alakítható ki a kívánt profil.

Esztergálás szerszámai

Az esztergálás jellegzetes szerszáma: az *esztergakés.* Az esztergakések egyélű gépi fémforgácsoló szerszámok csoportjába tartoznak (miként a gyalukések és a vésőkések is)

Az esztergakések anyaga lehet:

- szerszámacél
- gyorsacél
- keményfém
- kompozit
- gyémánt

Az esztergakés szerkezete lehet:

- tömör
- tompán hegesztett
- forrasztó lapkás
- váltó lapkás

A leggyakoribb típus a forrasztó lapkás. Az esztergakések forgácsoló részeinek kialakítására (pl. homlok szög, hátszög, terelő szög, csúcssugár) szabványok tartalmaznak irányelveket. A homloklap

kialakításakor mindig törekedni kell arra, hogy a forgács *tört forgács* legyen. A rideg anyagok forgácsolásakor ilyen forgács képződik. Szívós anyagok forgácsolásakor a hosszú szalag forgácsot spirálszerűen meg kell csavarni, és olyan irányba kell terelni, ahol sem a dolgozó testi épségét, sem a gép működését, sem a megmunkált felületet nem veszélyezteti. A folyó forgács csavarását és törését un íves forgácstörővel kialakított homloklappal, végzik.

Figyelem: a folyó forgács eltávolításához használható az un. kaparó vas, azonban e kötelező kézvédőt használni! E szerszámmal a forgács eltávolítása csak lekapcsolt gépen végezhető el.

A munkadarabok befogása

Az esztergákon a munkadarab befogása annak alakjától és méretétől függ, befogás háromféle lehet.

- befogás egyik végén
- befogás mindkét végén

- befogás mindkét végén és támasztás középen szerszámmal együtt mozgó támasztás: futóláb
- gépágyhoz rögzített megtámasztás: állóbáb

Az egyik végén végzett központosítás leggyakoribb eszközei:

- tokmány
- síktárcsa
- szorító hüvelyek

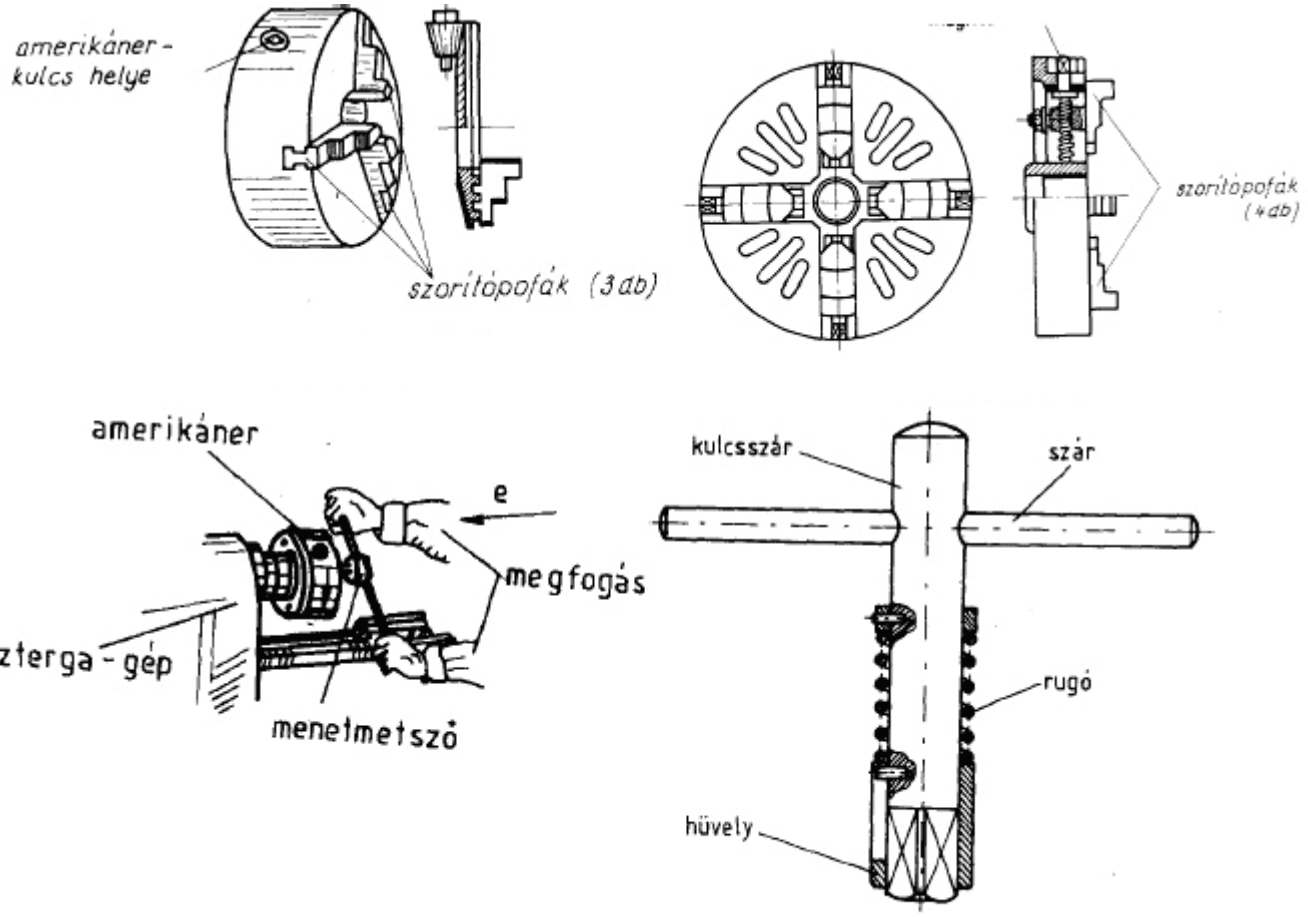
Esztergatokmány

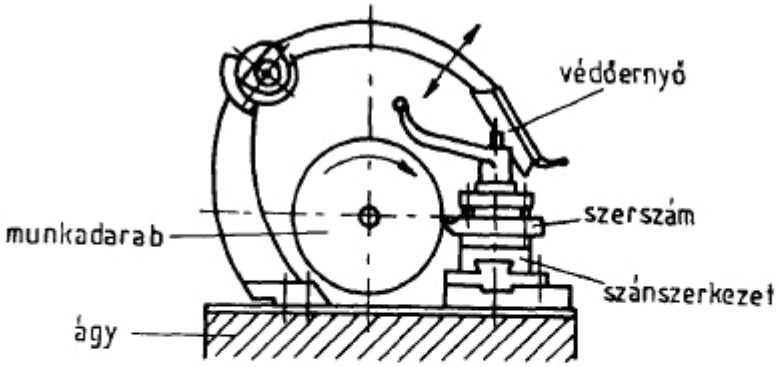
Rövid, hengeres darabokat leggyakrabban hárompofás, önműködően központosított, spirál menetestokmányba fogják be. A tokmánypofák egyszerre azonos sebességgel mozognak.

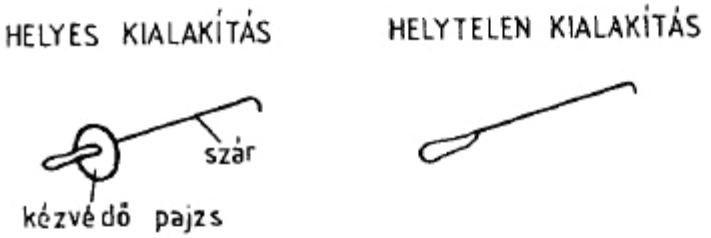
A tokmány házban lévő kúpfogaskerék négyszögletes végű kulccsal forgatható. A kis kúpkerékhez csatlakozik egy spirál tárcsa, amelynek egyikoldala nagy kúpkerék, a másik oldalán (homlok felületén) pedig lapos menet szelvényű, síkban fekvő spirál menet található. Ezekbe, a menetárkokba kapcsolódnak a szorító pofák menetbordái. A szorító pofák mindkét oldalán vezető sínek vannak, amelyek a tokmány test árkaiba illeszkednek, és ez által biztosítják a pofák sugár irányú vezetését. A nagysorozatú és tömeggyártásban pneumatikus vagy hidraulikus gépi szorító tokmányokat alkalmaznak. Ezek az indító és leállító funkciókhoz biztonsági okokból reteszeltek.

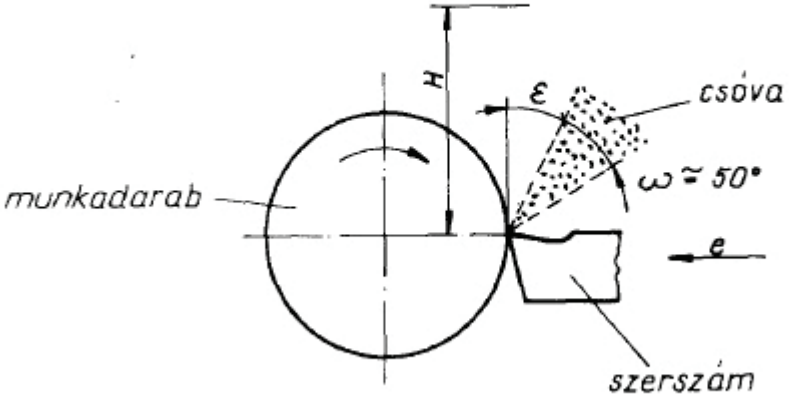
Súlyos sérülés következhet be abból, ha az eszterga tokmányba a tokmánykulcs a befogási művelet befejezése után nem kerül kivételre. A gép indítása után kivágódhat, a hatókörben tartózkodó kezelő személynek súlyos sérülést okozva. Ezért indokolt a befogási műveletet követően az azonnali kivétele. Emiatt előnyösebb a rugós tokmánykulcs alkalmazása.

A vonatkozó előírások szerint az eszterga tokmányokat, a technológiai folyamatot nem korlátozó védőburkolattal kell ellátni. Ennek használata a forgácsolási művelet során kötelező! Kialakítását tekintve lehetnek: felhajtható, illetve reteszelt kivitelek.


amerikáner - kulcs helye
szorítópofák (3 db)
szorítópofák (4 db)
amerikáner
e
megfogás
eszterga - gép
menetmetsző
kulcsszár
szár
rugó
hüvely







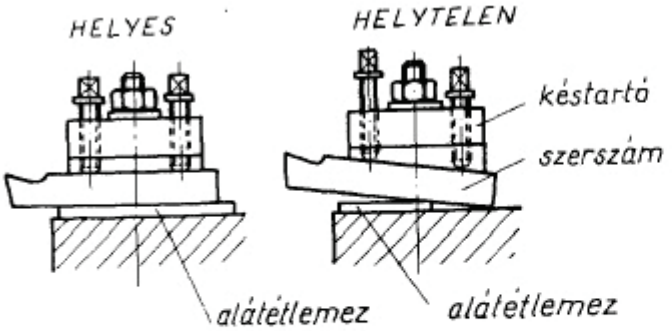
Síktárcsa

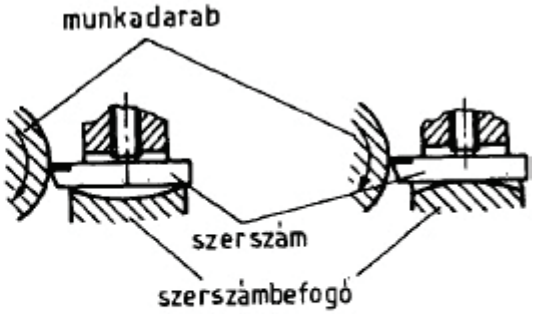
A síktárcsa négy (ritkán több) szorítópofája külön – külön, egymástól függetlenül állítható. Így nem csak forgástestek, hanem szögletes vagy szabálytalan keresztmetszetű munkadarabok befogására is alkalmas. A be fogást feszítővasakkal és csavarokkal is el lehet végezni. Egyenlőtlen tömegelosztású alkatrészek fel fogásakor a darabot ellensúllyal ki kell egyensúlyozni. Ha ez nem történik meg megfelelően a forgó mozgásból adódóan a munkadarab a síktárcsából, kivágódhat! Síktárcsákat általában egyedi gyártásban használják

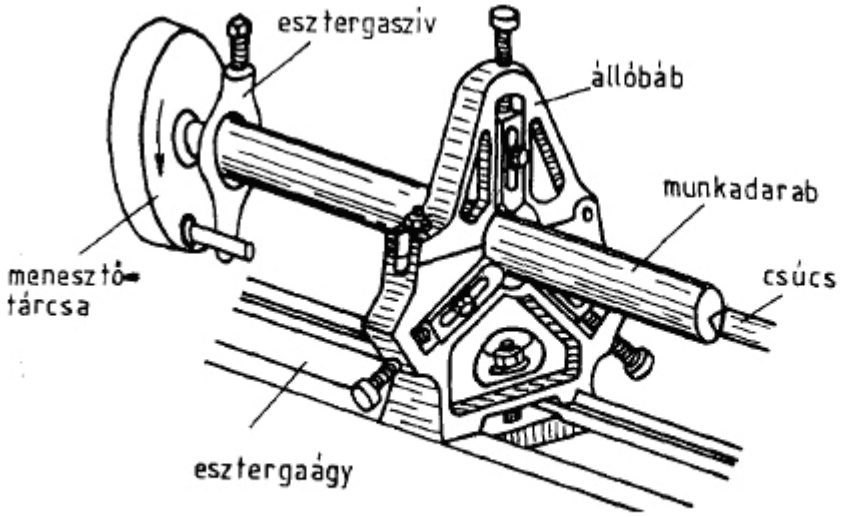
Befogás csúcsok kézé

A munkadarab mindkét végén történő befogásakor a központosító elemek a különféle esztergacsúcsok (normálcsúcs, fél csúcs, kitérőcsúcs, negatív csúcs, forgócsúcs, forgatócsúcs stb.). A központosító csúcsok számára a munkadarab mindkét végébe központosító furatokat fúrnak. A központ furatokba

illeszkedő esztergacsúcsok nyomaték átvitelére nem alkalmasak. A csúcsok közé fogott munkadarabokat *esztergaszívvel* lehet forgatni. Az esztergaszívet a főorsóra erősített forgató tárcsa mozgatja. Hosszú, vékony munkadarabok a forgácsoló erő hatására kihajolhatnak. Ez a kihajlás un. *bábokkal* megakadályozható. A gépágy nyereg vezetékén rögzíthető bábot: *állóbábnak*, az alapszánra felszerelhetőt *mozgó bábnak* nevezik.







Hosszú, a főorsó végből kinyúló szálanyagokat a forgó mozgás során a várható kihajlás megakadályozása végett meg kell támasztani. E területre idegen személyek bejutását műszaki megoldással meg kell akadályozni.

Esztergálás legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés:

Az esztergályozási művelet során nagyon fontos a forgácsolási, technológiai paraméterek (fordulatszám, előtolási sebesség, fogásmélység) maradéktalan betartása. Ugyan mindezek túllépése a gépi főidőt csökkenti, a termelékenységet pedig növeli, de, nagyon súlyos baleset előidézői lehetnek!

A munkadarabtól fontos a forgács kiszámíthatatlan mozgásának elkerülése érdekében a forgács folyamatos elvezetése, eltávolítása, kiemelendő e tekintetben is a technológiai paraméterek betartása.

Egyúttal megfelelő módon kell gondoskodni a keletkező forgács folyamatos tárolásának biztosításáról is. A forgács leválasztásra fordított alakítási munka nagy része a forgács, szerszám és a munkadarab

hőmérsékletét növeli. Az előírt egyéni védőeszközökön túlmenően hűtő, kenő anyagok használata is szükséges.

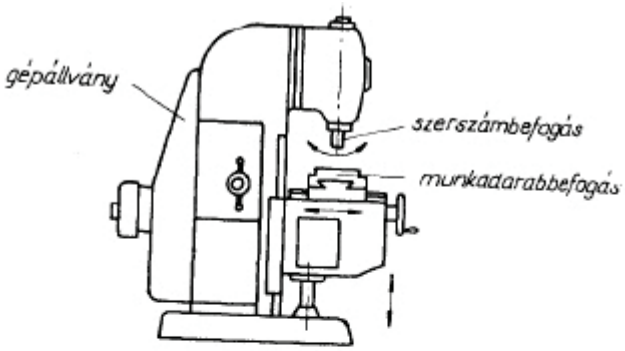
A forgó munkadaraboknál fennáll az felcsavarás, elkapás veszélye, ezért nem szabad: forgó munkadarabnál kézi megmunkálást, - pl. csiszolópapírral történő pulirozás - mérőeszközzel mérést végezni, forgács eltávolítást sem!

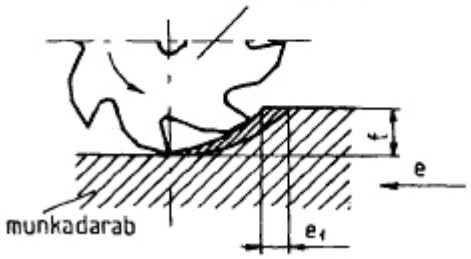
Tilos az eszterga bármely részén anyagot, munkaeszközt, mérőeszközt tárolni! Élezetlen, kopott élű szerszámmal munkavégzés baleset veszélyes! Alakos munkadarabok megmunkálása rendkívüli figyelmet és nagyon biztonságos befogást igényel, meg kell akadályozni a munkadarab elmozdulásából származó erőegyensúly felbomlását. Alakos munkadarabok be fogásához megfelelő be fogó eszközt kell alkalmazni.

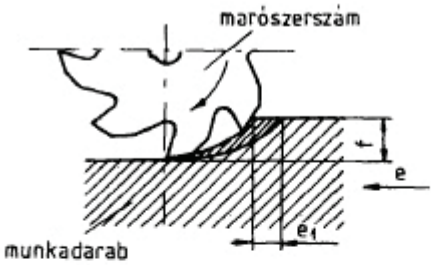
Marás

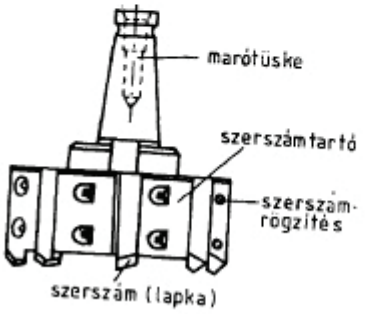
A marógépek sík és alakos felületek, valamint ezek kombinációinak előállítására használhatóak. Termelékenységük általában nagyobb, pontosságuk, jobb, mint a hasonló feladat ellátására szolgáló gyalugépeké, és bonyolultabb alakzatok készítésére is alkalmasak. A marószerszámok befogása és forgatása (főmozgás) speciálisan kialakított főorsóval történik. A maróorsó helyzete vízszintes és függőleges is lehet. A mellékmozgásokat általában a munkadarab végzi, szán rendszerszerek segítségével. A mellékmozgások egyenes vonalú, vagy forgó mozgások lehetnek. A marógépek a rajtuk végzendő feladatok szerint specializálódtak: így lehetnek:

- konzolos
- sík
- másoló
- ment
- fogazó
- különleges
- CNC marógépek.









Egyetemes marógép

Az egyetemes marógép a konzolos marógépek csoportjába tartozik. A maró orsóba befogott marótengely végét a gerendán elhelyezett állítható helyzetű orsócsapágy (bak) támasztja meg. Az állvány merev kiképzésű, benne helyezik el a többfokozatú maróorsó hajtóművet. Az előtoló-hajtóművet szánrendszerbe van beépítve. A konzol az állvány homloklapján lévő sík vezetéken csúszik, és a konzolemelő orsóval

függőleges irányban mozgatható. A konzol felső részén kialakított vezetékben mozog az asztalt hordozó keresztszán. A kereszt szánon van a forgózsámoly, amely az asztal függőleges tengelye körül +,- 30° -os elfordulást tesz lehetővé. Az aszal, vagy hossz-szán ennek a vezetékén csúszik, így a munkadarab mindhárom koordináta irányában mozgatható. Az aszal felső lapja sík lapnak, van kiképezve, amelyen T-hornyok vannak a munkadarab vagy a készülékek (gépsatu, osztófej, stb.) felfogására.

Az egyetemes marógép függőleges tengelyű marófejjel is felszerelhető. Ilyenkor az eredeti maróorsó végére kúpkerék kerül, a függőleges fejet az állvány homlok vezetékére erősítik. A maróorsó ekkor függőleges de vízszintes tengely körül +,- 45° -ban dönthető is. Az ilyen marófej alkalmazásakor a gerendát hátratolják.

Vízszintes marógép

A vízszintes marógép csak abban különbözik az egyetemes marógéptől, hogy az aszal elforgatását biztosító forgózsámoly nincs a gépen. Így spirális felületek (pl. csigafúró hornya) nem készíthetőek. Ezen kívül nem lehet rájuk függőleges fejet sem felszerelni.

Függőleges marógépek

A függőleges marógép is a konzolos marógépek csoportjába tartozik. Felépítése gyakorlatilag megegyezik a függőleges fejjel felszerelt egyetemes maróéval, de a marófej sokkal merevebb szerkezetű. A függőleges marógépnek nincs forgó zsámolya, így az aszal nem fordítható.

CNC – marók

Felosztásuk tengelyek száma szerint:

- *2.5 D-s maró (síkmaró)*: a szerszám (vagy munkadarab) vagy az X és Y, vagy csak a Z tengely mentén tud mozogni: azaz síkfelületet tud marni, vagy fogást tud venni.
- *3D-s maró:* a szerszám (vagy munkadarab) egyszerre tud mozogni a X, Y, és Z tengelyek mentén. Ez lehetővé teszi háromdimenziós felületek megmunkálását.
- *4D*-s *maró:* a szerszám (vagy munkadarab) Az X, Y, és tengely mentén tud mozogni, illetve egy tengely körül tud elfordulni (A tengely)
- *5D-s maró:* a szerszám (vagy munkadarab)az X, Y és Z tengely mentén tud mozogni, illetve az X és Y tengely körül tud forogni.(A és B tengely)

Elterjedt az a megoldás is, hogy a szerszám X, Y és Z mentén mozog, míg a munkadarab A, B és C tengely mentén forog. Ez a megoldás ugyanúgy 5 tengelyű, mivel a C tengely menti fogást a szerszám is végzi.

Szerszám és munkadarab befogása

A marószerszámok be fogásakor két szempontot kell figyelembe venni: egyrészt megfelelő legyen a *futáspontosság*, másrészt biztosított legyen a *nyomaték átadás*. Ezt a maróorsók futásának meredek- vagy Morse kúpos kiképzésével, és behúzó szár alkalmazásával oldják meg. Emellett számos más megoldás is létezik.

A palást marókat általában marótengely segítségével fogják be, amely mindkét végén csapágyazott. A nyomaték átadása retesz segítségével történik

A homlokmarókat marótüskével fogják be. A kisebb teljesítményű 32 mm- nél kisebb átmérőjű, hengeres szárú marókat maró-befogó fejbe fogják be. A nyomaték átadása itt a hengeres felületen súrlódással történik, ezért az anyát nagy erővel kell megszorítani, Morse- kúpos főorsónál is behúzó szárat alkalmaznak.

A munkadarab pontos helyzetének meghatározása és a merev befogás maráskor is nagyon fontos feladat. Ehhez gyakran nem használnak külön készüléket, hanem a munkadarabot közvetlenül a gép asztalára fogják fel, szorító vasakkal. Kisebb munkadarabokat a gépasztalra szerelhető gépsatuba lehet befogni. Körszimmetrikus felület szakaszok, vagy előírt szöghelyzetű felületek marásakor alkalmazzák a körasztalt. A körasztal a ráerősített munkadarab függőleges tengely körüli forgását és egyes szöghelyzetekbe való rögzítését teszi lehetővé. A szögeket a szögskálán, egyes típusoknál az osztótárcsával lehet beállítani. A munkadarab vízszintes tengely körüli forgatása, vagy előírt, pontos szöghelyzeteinek beállítása osztófejjel történhet. Keskeny tárcsamaróknak tekinthetők a fűrésztárcsák és a körfűrészek.

Az olyan idommarók fogait, amelyek szelvényének alkotója nem egyenes, hanem archimédeszi spirál, nem marással, hanem un. hátra esztergálással készítik.

A palástmarók anyaga általában gyors acél, ritkábban keményfém. A forrasztott lapkák helyett gyakran váltólapkákat alkalmaznak.

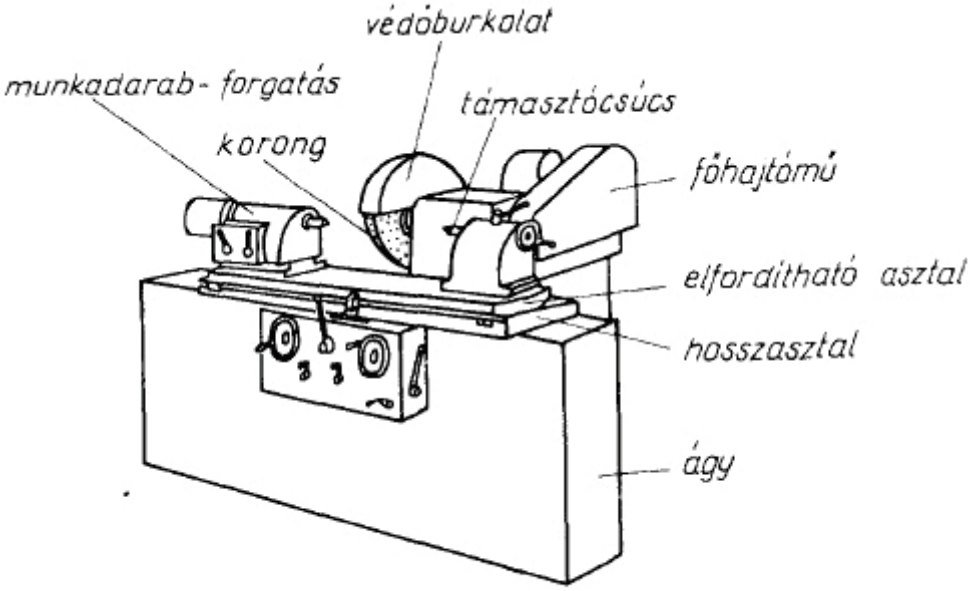
Marás legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés:

A pattogzó forgács ellen kezelő személynek állítható, átlátható védőplexit kell használnia, amelynek a teljes megmunkálási tartományt fednie kell. Ugyan csak gondoskodni kell a környezet védelméről is. A padozatra, a gép asztalára kerülő forgács folyamatos eltávolítását biztosítani kell. Munkadarabok lefogásához, meg fogásához a technológiai utasítás szerinti eszközöket kell alkalmazni. A munkaasztal tejes tartományát veszélyes térnek kell tekinteni, e terület teljes tartományának akadálytól mentesnek kell lenni. A technológiai paraméterek betartása rendkívül fontos. A vízszintes marógépeken és a legfeljebb 2,5 m méter magas függőleges marógépeken a főorsó hátsó végét (szerszámrögzítő csavar kiálló részével együtt), valamint az orsócsapágyon túlnyúló marótüske végét takaró védőburkolattal kell ellátni.

Köszörülés

A köszörülés szabálytalan él geometriájú szerszámmal végzett forgácsolási művelet, amelynél midig a szerszám végzi a forgó forgácsoló mozgást, szerszáma: *köszörűkorong.*

A köszörüléssel nagy pontosságú, sima, sőt tükrös felületeket lehet elő állítani. Főleg befejező megmunkálás, de nagy teljesítményű köszörű gépek alkalmasak előkészítő, vagy nagyoló műveletekhez is.



Köszörülni kézi szerszámokkal és köszörűgépeken lehet.

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

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

Köszörülési módszerek

- oldaleltolásos palást köszörülés
- beszúró palást köszörülés
- csúcs nélküli köszörülés
- furatköszörülés

Oldaleltolásos palást köszörülés

Tengelyek köszörüléséhez alkalmazott eljárás. A fogás vétel történet: löketenként, kettős löketenként. Készre köszörüléskor az utolsó néhány löket fogásvétel nélkül szokás elvégezni, ezt nevezik kiszikrázatásnak.

Beszúró palást köszörülés

Ezt a módszert általában kis hosszúságú forgástestek köszörülésekor alkalmazzák. Oldal előtolás nincs. Ezzel az eljárással lépcsős tengelyek vállainak köszörülését is el lehet végezni.

Csúcs nélküli köszörülés

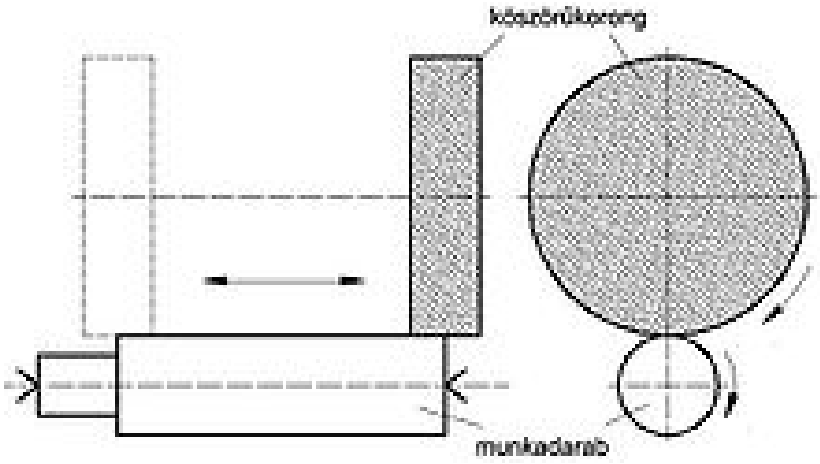
Ezzel az eljárással több méter hosszú rudak is köszörülhetőek. A munkamódszer általában áteresztő jelegű, de lehet beszúró is. Az áteresztő módszerhez a támasztó korongot 2-6° -kal megdöntik, így a munkadarab előre tud haladni a vezető sínen, lehetővé téve a teljes vagy tetszőleges hosszon való köszörülést. Beszúró köszörülés alkalmazásakor a támasztó korong nincs megdöntve. Rendkívül nagy termelékenységű eljárás.

Furatköszörülés

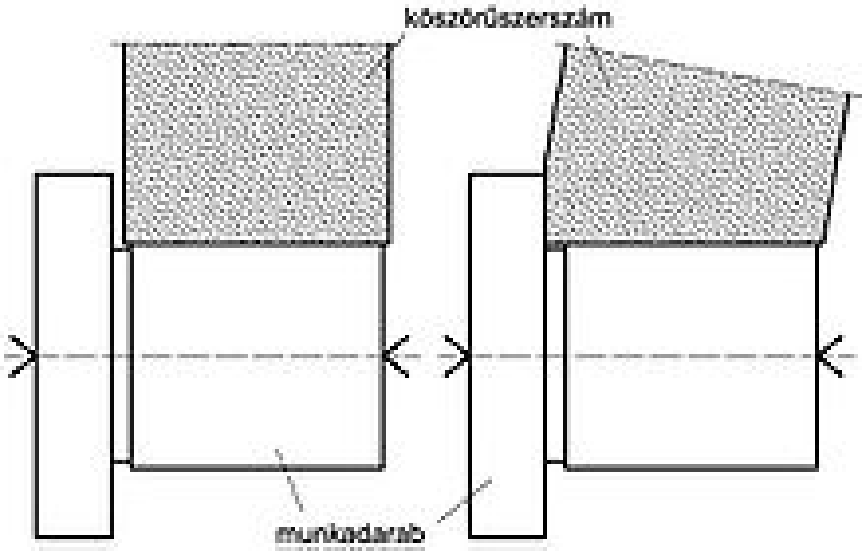
Vékonyfalú munkadarabok megmunkálásához használatos elsősorban. A munkadarab forgatását mágneses támasztóharang végzi. A közörülést előtolással végzik.

Síkköszörülés

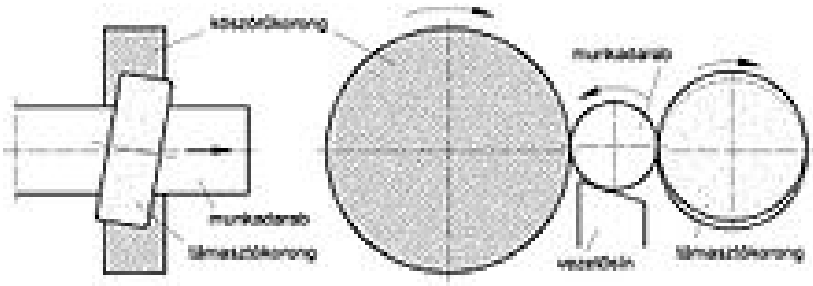
A síkköszörülés a köszörűkorong palástjával, vagy homlok felületével végezhető. Az előző eljárás lassú, kis termelékenységű, de pontos eljárás. A koronghomlokkal végzett síkköszörülés nagy termelékenységű módszer, minden löket vagy kettős löket után lehet fogást venni, oldalirányú előtolás nincs.



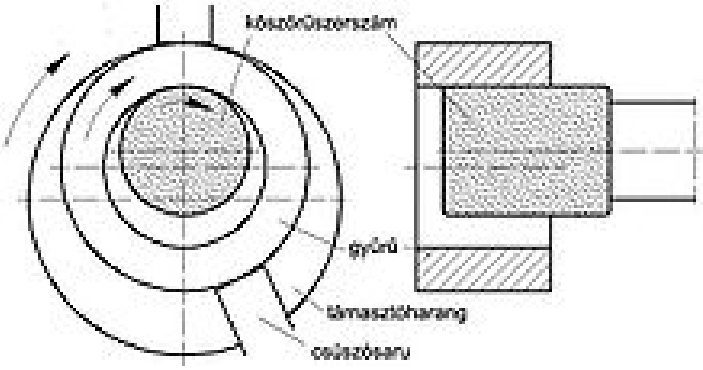
Oldal előtolásos palást köszörülés



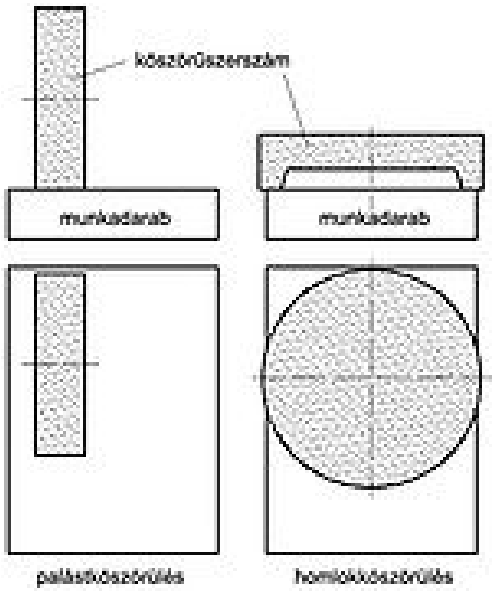
Egyetemes palást köszörülés



Csúcs nélküli köszörülés



Furatköszörülés



Sík köszörülés

Egyetemes palást köszörű gépek

A legsokoldalúbban használható köszörű gépek. A forgácsoló főmozgást a köszörű orsóra szerelt köszörű korong végzi. A munkadarabot tokmányba, csúcsok közé, vagy patronba lehet befogni, amit külön hajtómű forgat. Oldalirányú előtolással végzett köszörüléskor a gépasztal a köszörűkorong tengely vonalával párhuzamosan alternáló mozgást végez, ami a gépasztal szögben való elállítása esetén lehetővé teszi a kúpok köszörülését. A gépasztal mozgási úthosszát-, lökethosszt – állítható ütközőkkel lehet

szabályozni. E gépen hengeres, kúpos, alakos külső – és belső forgás felületek és sík homlok felületek köszörülhetőek.

Csúcs nélküli köszörűgépek

Az ilyen típusú gépen a munkadarab a köszörű és továbbító korong között helyezkedik el, alulról támasztó léc vezeti, illetve támasztja meg. A darab a forgó mozgást a finom szemcsézetű gumi, vagy bakelitkötésű továbbító korongról kapja súrlódás révén. A köszörű korong kerületi sebessége: 25 – 30 m/s. a továbbító korongé: 0,15 – 1,15 m/s. A munkadarab a továbbító korong kerületi sebességét veszi fel, forgás iránya a köszörű korongéval ellentétes. A továbbító korong a köszörű korong tengelyéhez viszonyítva a vízszintes síkban ferdére állítható. Áteresztő köszörüléskor így a munkadarab forgó mozgása mellett tengely irányú előtolási sebességet kap.

Furat köszörű gépek

Felépítésük hasonló az egyetemes palást köszörű gépekéhez. Alkalmasak hengeres, kúpos, és beszúró köszörüléssel lépcsős, vagy alakos felületek megmunkálására is. Fazék alakú koronggal homlok felületek is köszörülhetők. Kis átmérőjű furatok megmunkálására is alkalmasak. A munkadarabot tokmányba vagy patronba lehet befogni,. Kerületi sebességük: 20m/s., az orsó fordulat száma: 30 000 – 150 000 l/m.

Síkköszörű gépek

Korong palásttal, vagy korong homlokkal végzett megmunkálásra alkalmasak. A korong palásttal végzett köszörülésre alkalmas gépen akkor köszörülnek, ha a munkadarab deformálódását, káros felmelegedését el kell kerülni, ezen esetekben kicsi a forgácsolási erő -, és teljesítmény így a hőképződés is elhanyagolható.

Korong homlokkal végzett köszörüléskor nagy forgácsolási teljesítmény érhető el, de ezzel együtt nagyok az erő és a hőhatások is. Hossz és kör asztallal készülnek. Hosszasztal egyenes vonalú, alternáló, a kör asztal folyamatos körmozgást végez. A munkadarab legtöbbször elektromágnessel rögzített, gyors rögzítésű, egyidejűleg több munkadarab is felfogható. A munkadarabot lehet rögzíteni satuval is, amely mágnesre is helyezhető, ezáltal lehetőség van a szögben történő megmunkálásra.

Köszörülés legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés

A köszörülésből adódó forgácsolási hőmérséklet oly mértékű lehet, hogy elérheti a *kötőanyag lágyulási hőmérsékletét* (pl. beszúró köszörüléseknél) ezért rendkívül fontos hűtő-kenő folyadék alkalmazása. A köszörűkorongból a technológiai folyamat során szemcse kirepülés a munkatérbe folyamatos. A szemsérülések megakadályozása végett az alábbiak betartását folyamatosan biztosítani kell:

- technológiai paraméterek előírásokat kielégítő folyamatos betartását
- kollektív védelemként: átlátható, törés esetén szilánkmentes védőernyő alkalmazását, amely a teljes veszélyes teret fedi.
- ha a fenti kollektív védelem nem biztosítható, akkor a teljes technológiai folyamat ideje alatt oldalvédelemmel ellátott védőszemüveg viselése kötelező.

Mivel az alkalmazott technológiai eljárások során jelentős a porképződés hatékony elszívó berendezés alkalmazása is kötelező!

Csúcsnélküli köszörülésnél a kézsérülés kizárása végett törekedni kell a gépi adagolás alkalmazására.

Súlyos sérülések következhetnek be a köszörűszerszám hibáiból, helytelen felszereléséből adódóan, ennek kiküszöbölése érdekében az alábbiak betartása szükséges: *kizárólag a gyártó által előírtak szigorú betartásával szabad a köszörűköveket felszerelni!* Ezen túlmenően:

- a köszörűköveken felszerelés előtt repedés vizsgálatot kell végezni hangpróbával: nem fémes eszközzel, pl. fakalapáccsal könnyedén, többször, több helyen meg kell ütögetni, az így érzékelhető hangnak- repedésmentes korongnál- tisztának, fémes hangzásúnak kell lenni.
- felszerelést követően próbapörgetést kell végezni, a szerszámot ki kell egyensúlyozni az erre alkalmas szabályzó szerszámmal, ezzel megakadályozhatóak a kiegyensúlyozás miatti rezgések és a kőrobbanások.
- a fémes fel fogó tárcsák közé az előírt puha anyagot kell alkalmazni, ellenkező esetben káros feszültségek alakulhatnak ki, ami kőrobbanást idézhet elő.
- a felfogáskor alkalmazott szorítóerő laza, illetve túlzott meghúzásának elkerülése érdekében nyomaték kulcsot kell alkalmazni, a kőre a gyártó által előírt nyomatékkal.

Külön előírások vonatkoznak a köszörűkövek tárolására: csak a kő fajtáinak és méreteinek megfelelően kialakított polcrendszeren tárolhatóak, ezzel kapcsolatos legfontosabb előírások:

- a tároló állvány hátsó része is burkolt legyen
- enyhén lapos polcon tárolhatóak a kisméretű korongok.
- daraboló korongokat lapján szabad tárolni
- a tárolt korongok ne álljanak ki az állványból
- kisméretű sima köszörűkorongok élükön legyenek tároltak
- fazék alakú korongok: éleinken takart módon tárolandóak
- kerámia kötéstípusú, tányér alakú korongok: palást felületén tároltak
- gyűrű alakú korongok. Egymáson elhelyezve, hullámpapír között tárolva
- nagyméretű köszörűkorongok: polcrendszerbe épített rekeszekbe
- kisméretű, mélyített köszörűkorong: függőlegesen egymáshoz illeszkedően
- gumi kötéstípusú, tányér alakú korongokat: enyhe dőlésszöggel, függőlegesen
- daraboló,-élezett, továbbá 100 mm- nél keskenyebbet: lapon,
- üvegszövet erősítésűt, továbbá süllyesztett agyú daraboló vagy tisztító korongot élén, eldőlés ellen biztosítva,
- közepes méretű sima vagy mélyített korongot: élén függőlegesen, eldőlés ellen biztosítva

Nagyon fontos biztonsági követelmény, hogy csak a köszörűkő azon felületét szabad köszörülés céljára használni, amire azt a gyártó és a kő kiképzése, és munkavégző felülete alkalmas Így pl. tilos a palást köszörűn, vagy az asztali köszörűgépre szerelt köszörűkő oldalfelületein köszörülési munkát végezni! Ezek felületek oldalirányú erőigénybe vételre alkalmatlanok.

Egyes köszörűkövek rendszeres használat során egyenlőtlen kopásúak, ezek rendszeres után szabályzása szükséges.

Az asztali és az állványos köszörűk esetében a kő kopásához igazodó módon kell a tárgytartó asztalok után állításait elvégezni, a megengedett hézag a kő homlok felülete és a tárgytartó asztal között 3 mm- nél nagyobb nem lehet. Ezen gépeken, tengelyvégeket is alakos, rögzített védőburkolatokkal kell ellátni, ha a kő védőburkolata ezeket nem fedi be.

Fúrás

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

A fúrás szerszámai:

- csigafúrók
- lapos fúrók
- központfúrók Furat bővítés szerszámai:
  - süllyesztők
  - fúró rudak
- dörzsárak Fúró gépek:
  - kézi fúrógépek
  - asztali fúrógépek
  - állványos fúrógépek
  - oszlopos fúrógépek
  - sugár fúrógépek
  - vízszintes fúró művek.

Csigafúrók

A legelterjedtebb fúró szerszám, elődleges feladata: a telibe fúrás, de alkalmazzák: furatbővítésre, illetve felfúrásra is. Méret tartománya: 0, 1 – 80 mm közötti. Hengeres testű, kétélű, szabványos él geometriájú szerszám. Kúpos hegyén a két főélt, úgy alakítják ki, hogy a fúró dolgozó részén két spirálisan végig futó hornyot marnak ki. Azért, hogy fúráskor a dolgozó rész be ne szoruljon a furatba enyhén kúposra, készítik. A fúró két fő élét kereszt él köti össze. A csigafúrón kialakított hornyoknak az a feladata, hogy elvezesse a forgácsot a furatból, ezért a horony csavar-vonal szerűen helyezkedik el a szerszámon.

A csigafúrók hengeres és kúpos szárral készülnek. A hengeres szárút tokmányba vagy szorító hüvelybe lehet befogni, 30 mm átmérőig készülnek. A kúpos szárú fúrókat a fúrógép Morse- kúpos furatába lehet befogni. A fúráshoz szükséges csavaró nyomatékot a kúp adja át a szár végén lévő, un. lap akadályozza meg a csigafúró elfordulását, illetve lehetővé teszi a fúrónak a hüvelyből való kiütését.

Lapos fúrók

A korszerű, számjegyvezérlésű esztergák nagy teljesítményű szerszámai. Kemény fémlapkás betétűek, könnye cserélhetőek. Átmérő tartományuk: 25- 128 mm.

Központfúrók

A munkadarabok esztergálási műveletei során a csúcsok közé történő befogás kialakításához használatosak. Kombinált szerszám: fúró és kúpsüllyesztő. Kúpszögük: 60°.

Furatbővítés szerszámai

Süllyesztők

Nagy furatok készítésekor minden esetben célszerű elvégezni a kis átmérőjű csigafúróval az előfúrást, majd a kívánt méretre a bővítést süllyesztővel kell elvégezni. Főbb típusok: csiga-, kúp-, és csapos süllyesztő.

A *csigasüllyesztő* a csigafúrónál merevebb, három élű szerszám, kereszt éle nincs és csúcsa, elején van egy 60°-os, ezt követi a dolgozó rész.

A *kúpsüllyesztő*ket csúcsfuratok és kúpos csavarfej fészkek készítésére használják, kúp nyílásszöggel készülnek.

A *csapos süllyesztő*t hengeres csavarfejek fészkeinek készítésére használják, négy élű szerszámok

Fúró rudak

Főleg vízszintes fúró-maró műveken, de más szerszámgépeken is alkalmazzák, egyélű *furatkések,* állandó átmérőjűek, lépcsős furatok megmunkálására is alkalmazzák. A kések rögzítése, uránállítása többféle megoldású is lehet.

Dörzsárak

Pontos, finom megmunkálásra alkalmas eszközök, gondos kezelést igényelnek, befejező megmunkáló, több élű, állítható méretű szerszámok. Szükség esetén két lépésben kell e műveletet elvégezni: nagyoló és simító. A forgó mozgást kézzel, vagy géppel lehet végezni, ennek megfelelően van gépi és kézi dörzsár. A dörzsár önvezető szerszám, mindig követi az előfúrat irányát és helyzetét.

Fúrógépek

Kézi fúrógépek

Kézben tartott, általában 220V-ról üzemelő hordozható gépek, 13 mm átmérőig fogható be fúrószár, kettős szigetelésű kisgépek. A hozzájuk rendszeresített foganyuk használata kötelező.

Asztali fúrógépek

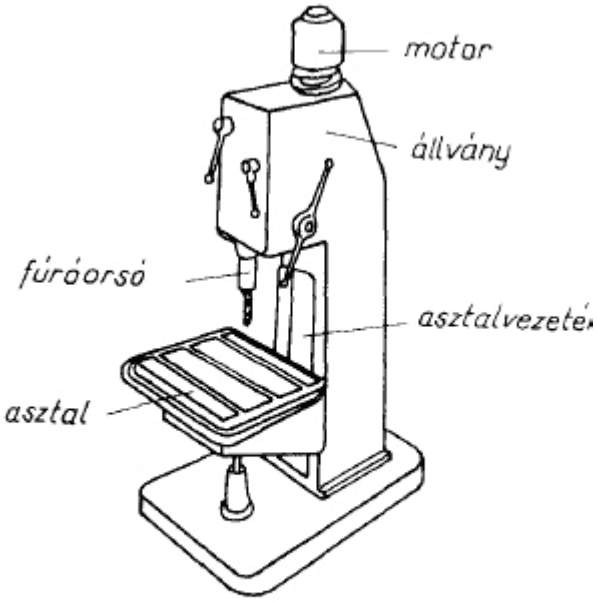
Kézi előtolással működő, egyszerű szerkezetű gépek, max.. 15 mm átmérőig fogható be fúró. Két-háromsebességűek, ez az ékszíjtárcsák ékszíj áttétellel szabályozható. Előtolás egy karral mozgatott fogaskerék és fogasléc valósítja meg, egy kar segítségével. A karszerkezet elengedését követően a főorsó szerkezetnek vissza kell állnia alaphelyzetbe, ezt súly, vagy rúgóerő biztosítja. A munkadarabot közvetlenül az asztalra, alátétre helyezve, vagy gépsatuba fogva szabad fúrni. Minden fúrandó munkadarabot elmozdulás ellen bitósítani kell.

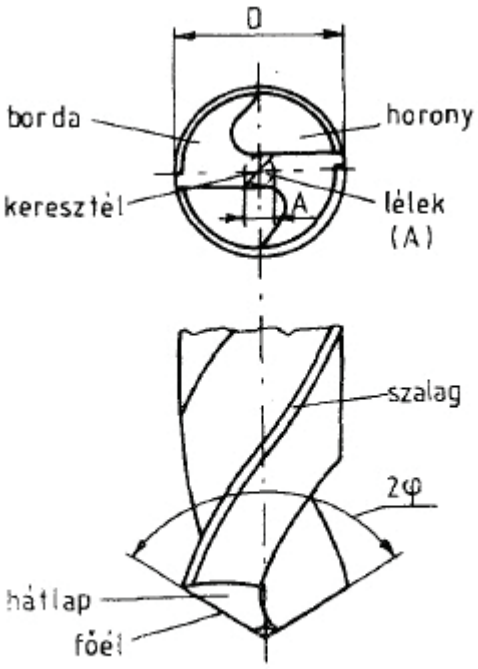
Oszlopos fúrógépek

Közepes nagyságú munkadarabok fúrására alkalmas, 40mm furat átmérőig. Szerkezeti felépítése gyakorlatilag megegyezik az állványos fúrógépével. A gép állványa az oszlop, amely egy vastag falú cső, ezen állítható függőleges irányban a konzolos asztal, amely a függőleges tengely körül elfordítható. A kör alakú asztal felfogó lapja excentrikus, ami a munkadarab finomabb beállítását teszi lehetővé.

Állványos fúrógépek

Közepes és nagyobb méretű munkadarabok fúrására alkalmasak, 40-60 mm fúró átmérőig. Az üreges alapban van a hűtő-kenő folyadék, az állványban, van a fő,- és mellékhajómű, az orsó hüvely a főorsóval és az ellensúllyal. Az állvány mellső részén van a fecskefarok alakú függőleges vezeték, ezen csúszik a konzolos kiképzésű asztal. Az asztal magassági irányban állítható és tetszés szerinti helyzetben rögzíthető. A T alakú hornyokban pedig a munkadarab vagy a készülék rögzíthető. A főhajtómű fogaskerekes fokozat hajtómű, amely motortól kapott forgó mozgást módosítja, és az orsó hüvelyen keresztül a főorsónak továbbítja. A mellék hajtómű ugyancsak fogaskerekes fokozat hajómű, amely a főhajtásról levezetett forgó mozgást lelassítja, és a fogaslécen keresztül a főorsónak továbbítja.





Sugár fórgépek

A gépgyártásban leggyakrabban használt fúrógépek, amelyek közepes és nagyméretű munkadarabok furatainak elkészítésére alkalmasak, egyedi és sorozatgyártásban. Az alapba van beépítve a hűtő és kenőfolyadék rendszer. Felső részén hosszanti T-hornyok vannak az asztal, illetve a nagyméretű munkadarabok lefogásához. Az alaplapon áll az oszlop, erre csapágyazzák a hüvelyt, amely a függőleges tengely körül elforgatható. A hüvelyhez illeszkedik a szántartó kar, amely magassági irányban külön emelő motorral mozgatható. A konzol mellső részén csúszik a fúrószán, amely fogaskerék és fogasléc

segítségével mozgatható. A fúrószánba van beépítve a fő-, és mellékhajtó művek, és az orsóhüvely a főorsóval.

Vízszintes fúróművek

Az egyedi gépgyártás nélkülözhetetlen, egyetemes szerszám gépei, mivel velük több művelet végezhető egy időben, vagy egymás után dolgozó szerszámokkal. Leggyakoribb műveletek: fúrás, felfúrás, süllyesztés, dörzsárazás, furatesztergálás, beszúrás, oldalazás, sík és alakos felületek, lépcsők és hornyok marása. Szerkezeti felépítésük szerint lehetnek: állóoszlopos munkaasztalú és mozgóoszlopos állóasztalú gépek.

Fúrógépek legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés

Csigafúrók geometriai kialakításuk miatt fennáll a törés veszélyük. Ennek kiküszöbölése végett:

- optimális előtolást és fordulatszámot kell választani.
- szerszám csak tengelyirányú terhelést kaphat
- megfelelően élezett szerszám használata
- hűtő folyadék alkalmazása

A fúrási művelet során képződő forgácsot folyamatosan és biztonságosan el kell távolítani, meg kel akadályozni a forgács horony eltömődését, a gyakori futó gyakori kiemelésével. A fúrógép lekapcsolását csak a fúrási művelet befejezése után szabad elvégezni, amikor már a fúró teljes terjedelmével eltávolodott a fúrt anyagból, kivétel vészleállítás. A tokmánykulcs esetében a biztonság végett célszerű rugós kulcs alkalmazása. Sugár fúrógépen a szárny váratlan elfordulása fúró törést okozhat. A forgácsolási hő égési sérülést okozhat, megfelelő hűtés alkalmazása emiatt is indokolt. Súlyos baleset következhet be a munkadarabfúrás közbeni váratlan elmozdulásából, emiatt a biztonságos rögzítés fontos követelmény. A rúdszerű anyagokat fúró prizmában szabad fúrni. A lemezeket segédeszközzel kell megfogni, kisebb munkadarabokat pedig gépsatuba kell fogni. *Kézben tartott anyagokat tilos fúrni!* A fúró szerszámot a tokmányba ütközésig kell betenni. A tokmánykulccsal mind három rögzítési ponton el kell végezni a szerszám szorítását, befogását.

Gyalulás

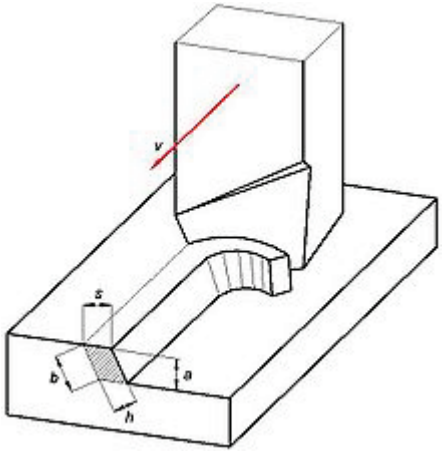
A gyalulás egyélű szerszámmal, egyenes vonalú, váltakozó irányú főmozgással és szakaszos mellékmozgással (előtolással) végzett forgácsolás. Rokon művelet a vésés. Közös jellemzőjük, hogy a forgács keresztmetszete állandó.

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

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

Haránt gyalugép

Kis és közepes (1000 mm- nél rövidebb) munkadarabok függőleges vagy ferde helyzetű, sík, lépcsős, esetleg alakos felületeinek megmunkálására alkalmasak. Az egyenes vonalú, váltakozó irányú vízszintes forgácsoló főmozgást a szerszám végzi. A főmozgásra merőleges, kettős löketenkénti előtoló mozgást vízszintes felületek gyalulásakor a munkadarab, függőleges, vagy ferde helyzetű síkfelületek megmunkáláskor a szerszám végzi. Fogást a szerszámmal lehet venni.



Gyalulás forgácsolási viszonya

A géptest üreges öntvény, aminek felső, vízszintes vezetékén mozog jobbra, balra a kos és a kos fej, oldalsó, függőleges vezetékén pedig a fel-le szán (keresztszán). A keresztszán magassági irányban csavarorsó és segítségével, kézzel állítható., és tetszés szerinti helyzetben rögzíthető. A keresztszán homloklapján kialakított vezetékén csúszik az asztal, amelyet mellék hajtómű mozgat ez az előtoló mozgás, de csak a holtlöket alatt. Az asztal felső részén és oldallapjain T hornyok vannak a munkadarab, illetve a készülékek felfogására. Kisméretű alkatrészeket gépsatuba fogják, a nagyobbakat közvetlenül a gép asztalra T hornyok felhasználásával.

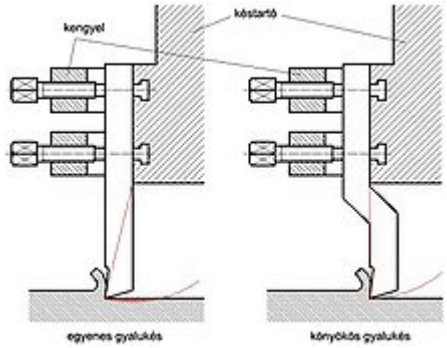
Hosszgyalugép

Közepes hosszúságú (1000- 2000 mm) munkadarabok vízszintes, függőleges és ferde helyzetű sík, lépcsős, esetleg alakos felületek megmunkálására alkalmasak. Jellemzőjük, egyenes vonalú, váltakozó irányú, vízszintes forgácsoló főmozgást a gépasztalra fogott munkadarab, a vízszintes, függőleges vagy ferde irányú szakaszos előtoló mozgást a szerszám végzi. A fogást is a szerszámmal kell venni. A

termelékenység növelésére több 2-4 késszánjuk van, így egyidejűleg több szerszám is forgácsolhat. Vannak olyan hosszgyaluk is, amelyekkel előre és hátramenetben egyaránt lehet forgácsolni. A munkalöket 3-6 sebesség fokozatú, a hátra futás mindig nagy sebességű, a mellék hajtóműszakaszos működésű kilincsmű.

Gyalulás szerszámai

Szabályos él geometriájú, egyélű forgácsoló kések, gyorsacél, vagy keményfém lapkásak. Gyaluláshoz esztergakések is használhatóak. Gyalukések egyenes és könyökös kialakításúak.



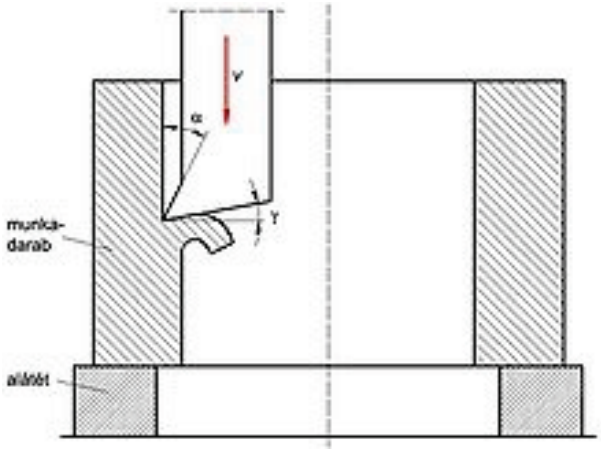
Gyalugépek legfontosabb veszélyi és az ellenük való védekezés:

Nagyon lényeges az előírásokat kielégítő löket beállítás, mert ennek hiánya kialakult szűk rés a munkadarab és a szerszám között közvetlen sérülés veszélyt jelent. Ugyan csak fontos haránt és hosszgyalulásnál a kos és a környezete közötti távolság ezt már a gép telepítésénél is figyelembe kell venni, szükség esetén a veszélyzónát le kell határolni. Tilos a kés túlterhelése a fogás mélységgel, mert ez késtörést eredményez, ugyancsak ez lehet a következménye annak is, hogy a késszár nem megfelelően van befogva, vagy kialakítása nem megfelelő. Nagy fogásmélységnél a kés kialakítási geometriájából adódóan a kés kiemelkedik körív mentén az anyagból, ez a kés túlterhelését okozza és a törés veszélyt jelent. Különös gonddal kezelendő a forgácsképződés teljes folyamata, aminél még számolni kell annak hőképződési veszélyével is. Súlyos veszély lehet a következménye annak, hogy ha a megmunkálandó anyag nem megfelelően rögzített. Azon felül, hogy közvetlen sérülés veszélyt is, jelent a kezelő számára a gépben is súlyos károkat okoz.

Vésés

Egyélű szerszámmal, egyenes vonalú, váltakozó irányú fő és szakaszos mellékmozgással végzett forgácsolás. A gyalulással rokon művelet, az ott leírtak nagy része a vésésre is érvényes. E műveletek közös jellemzője, hogy a forgács leválasztás állandó keresztmetszeten történik.

Eltérés a gyaluláshoz képest, hogy belő üregekben lévő hornyok és egyéb alakzatok megmunkálása is végezhető ezen eljárással. A vésés jellegzetessége, hogy a forgácsoló főmozgás párhuzamos a szerszám szárával.



Vésőgépek

A vésőgép elvileg egy függőleges elrendezésű haránt gyalugép. A váltakozó irányú függőleges forgácsoló mozgást (főmozgást) a szerszám, az erre merőleges, kettőslöketenkénti előtoló mozgást (mellékmozgást) a munkadarab végzi vízszintes síkban. A mellékmozgás lehet hossz- vagy keresztirányú körmozgás is.

A főhajtómű fogaskerekes fokozathajtómű, amely motortól kapott forgómozgást kos mozgató mechanizmusnak továbbítja. A kisméretű vésőgépeken (max: 250 mm lökethossz), forgattyús kos mozgást, a közepes nagyságú vésőgépeken (max: 500 mm lökethossz), kos mozgást lengő himbás szerkezet végzi, a legnagyobb gépek esetében a kos mozgást hidraulikus szerkezet biztosítja..

A mellek hajtómű működése rendszerint vezérlő tárcsával, vagy vezérlő dobbal történik.

A vésőgépen a munkadarabot, úgy kell befogni, hogy a szerszámnak szabad kifutása egyen, ezért a munkadarabot többnyire alátétre helyezik, és ezután végzik el a leszorítást. A kör keresztmetszetű munkadarabokat tokmányba fogva helyezik

Az íves, vagy hornyos munkadarabokat kell vésni, akkor körasztalt hasznának, így a pontos osztás elvégezhető.

Vésés szerszámai

Szabályos él geometriájúak, egyélű forgácsoló kések, legtöbbször gyorsacél, ritkábban kemény fémlapkás. Figyelembe kell venni azt, hogy a forgácsoló erő kihajlásra veszi igénybe a kés szárát. Furatokba történő megmunkálásnál figyelembe kell venni azt, hogy a késszárnak a furatba el kell férnie.

Vésőgépek legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés

A veszélyek hasonlóak, mint a gyalugépek esetében, azonban furatokban történő vésés során különös gondot kell fordítani:

- furatba csak megfelelő méretű és vastagságú késszár alkalmazható, minél kisebb a furat átérője annál vékonyabb a késszár alkalmazható, ami közvetlen törés veszélyt jelent. Ez esetben rendkívül fontos a forgácsolási paraméterek pontos betartása.
- különös figyelemmel kell lenni a lökethossz pontos meghatározására, ugyanis a nagyobb lökethossz esetén a gépasztalba ütközhet a szerszám, ami azonnali törését okozhatja, kisebb löket esetén pedig az előírt méret nem tartható. A leírtakból az következik, hogy a késkifutást optimalizálni kell.

A keletkező forgács folyamatos eltávolítását veszélytől mentes módon kell biztosítani.

CNC megmunkáló központok

A CNC (Computer Numerical Control) megmunkáló központok olyanszerszámgépek, amelyek programozható mikró számítógépet is tartalmaz, amely a vezérlést végzi. Szükségét a kézi megmunkálás igen jelentős mellékidő szükséglete tette szükségessé, mert az előkészítés és az egyes műveletek közti szerszámváltás, fogásvétel, gépváltás, az ezzel összefüggő szállítási, anyagmozgatási, tárolási szükségletek jelentős időigényűek e gépi forgácsolási főidővel szemben. A számítógépek alkalmazása lehetővé tette az egyidejűleg több tengely mentén végzett és nem egyenes menti mozgásokat is, ami kézzel lehetetlen. Vezérlést alapvetően a beépített mikroszámítógép programozása, működését a felépítmény, azaz a vezérelt gép és az alkalmazott technológia határozza meg.

A fentieket, figyelemmel a felhasználó által kiválasztott paraméterek vonatkozásában e gépeket programokkal együtt készen kapja.

A felhasználóbarát fejlesztések és egyre sokrétűbb, gyakran egyedi funkciók miatt a szabványosítási törekvések nem eredményeztek kompatibilitást.

A CNC vezérlőegység több részegységet is irányít:

- felügyel a gép kiszolgáló egységeire (automatikus kenés, hűtés, munkadarab adagolás és rögzítés, szerszámcsere, stb.)
- különböző kompenzációs feladatokat (szerszámgép holtjáték, hő deformációk, mozgatóorsók és mérőrendszerek lineáris és nem lineáris hibái, stb.)
- biztonsági reteszeléseket
- általános állapot kijelzését
- bonyolult matematikai műveleteket
- térbeni pályagörbéket határoz meg

Jelentősen eltér külső megjelenéseiben a hagyományos megmunkálásokra alkalmas gépektől. A a képernyő, a program, és az aktuális jellemzők megjelenítésére, a billentyűzet a program betöltésére, működésének irányítására, illetve módosítására szolgál. Jellemzője a gépet beborító teljes burkolat, mivel a *nagy sebességű megmunkálás,* nagyobb forgácsleválasztással, és a – kézi megmunkáláshoz mérten – *többszörös hűtő és kenőanyag felhasználással jár.* Továbbá munkavédelmi és biztonságtechnikai szempontból nagyon lényeges a *műveleti ciklusok és szerszámváltások programozott, és az emberi figyelőképességet meghaladó követhetetlensége.*

A CNC megmunkáló gépek legfontosabb veszélyei és az ellenük való védekezés

Alapvetően a legfontosabb követelmény a biztonságos üzemeltetés szempontjából: *a gyártó által kiadott gépkönyv, programnyelv, használati utasítások teljes körű ismerete.* Ezek alapvetően azért szükségesek, mert bonyolult műveleti ciklusok követhetik egymást a programozás szerint, valamint az ezekhez szükséges szerszámok váltása is követhetetlen. A programozás elsősorban a technológiai folyamat szerinti, de minden esetben az ehhez kapcsolódó biztonsági fokozatoknak érvényesülni és megvalósítottnak kell lenni. Ezen gépek az azon kevés gépcsoportba tartozóak, amelyeknél szükséges, hogy a gyártó, vagy képviselője végezze el az üzembe helyezést, vagy a beprogramozás, beállítás alapvető követelményeit, a szükséges paraméterek beállítását. Ez nem csak munkavédelmi, hanem üzembiztonsági és a gép pontosságát, élettartamát meghatározó szempontok miatt is szükségszerű és indokolt.

Kiemelt figyelmet érdemelnek a fő, a programozott technológiai folyamattól eltérő tevékenységek,(segédműveletek): munkafolyamatok, műveletek, mint a:

- szerelési
- beállítási

- karbantartási
- tisztítási
- javítási, (hibakeresés)

Erre vonatkozóan az MSZ EN ISO 12100: 2011 számú „A” (minden gépre vonatkozó!) típusú szabvány arról rendelkezik, hogy ha a gép beállítása, tanítása, folyamatátállítása, tisztítása, vagy karbantartása esetén egy védőburkolatot áthelyeznek, vagy leszerelnek és/vagy hatástalanítanak, és amikor e művelet céljából a gépet, vagy géprészt működtetni kell, akkor a kezelőszemély biztonságát *speciális vezérlési mód használatával kell megvalósítani,* amely egyidejűleg:

- hatástalanítja a többi vezérlési módot,
- a veszélyes elemek működtetését csak egy *összehangoló berendezés* folyamatos működtetésével, egy önműködő visszakapcsolóval ellátott vezérlő berendezéssel vagy egy kétkezes vezérlő berendezéssel teszi lehetővé,
- a veszélyes berendezések működtetését csak *csökkentett kockázati helyzetekben* (pl. csökkentett sebesség, csökkentett teljesítmény/erő, léptető művelet, pl. egy határolt mozgású vezérlőberendezéssel) teszi lehetővé.

Szükség lehet további védő intézkedések megtételére, ez esetben: a fenti vezérlési módot társítani kell a felsorolt intézkedések közül eggyel, vagy többel:

- veszélyes térhez való hozzáférés, amennyire csak lehetséges
- vészleállítási lehetőség a kezelőszemély közvetlen elérhetőségén belül
- hordozható vezérlőegység vagy vezérelt elemekre való rálátást lehetővé tevő helyi vezérlések.

Mivel a fő technológiai folyamat során a jelenős mennyiségű, szabadba kikerülő hűtőfolyadék ellen a reteszelt védőburkolat ad teljes körű védelmet, ennek szabaddá tétele esetén adandó biztonsági fokozatok e védelemre is kiterjednek.

A felsoroltak, úgy vannak megvalósítva a megmunkáló központokon, hogy azt általában egy *üzemmód váltó kapcsoló* biztosítja. A működtetés lényege:

- amíg az átkapcsolás a fő technológiai folyamatról nem történik meg, addig egyetlen speciális vezérlési mód sem használható
- az átkapcsolás az elvégezni kívánt műveletkor a reteszelt védőburkolatot hatástalanítja, a kívánt segédműveletek elvégezhetőek a hozzájuk rendelt biztonsági fokozatban.
- a fő technológiai folyamatra történő átkapcsolás után a gép az erre a feladatra kialakított kapcsolással indítható újra.

A felsorolt, a fő technológiai folyamattól eltérő üzemmódokat a gyártó köteles kiépíteni, a felhasználó pedig ennek megfelelő módon alkalmazni. Azonban előfordulhat, hogy a gyártó az általa elvégzett kockázat értékelés alapján bizonyos műveletek biztonsági fokozatát nem építi be. Erre külön köteles felhívni a felhasználó figyelmét a használati utasításban, úgy, mint fennmaradó kockázat. Ezt a gépen, sárga alapon fekete betűkkel is köteles a felhasználó tudomására hozni. A működő megmunkáló központokon csak azok a segédműveletek végezhetőek, amelyeknek ki van építve a megfelelő biztonsági fokozata! Ha egy biztonsági fokozat kiépítését a felhasználó munkáltató szükségesnek ítéli, úgy a gyártóval köteles ez ügyben egyeztetni.

A segédműveletek, függetlenül attól, hogy az alkalmazott biztonsági megoldással veszélytől mentesen elvégezhetőek, de ennek alapvető feltétele a szükséges munkavédelmi ismeretek megléte és a teljes munkafolyamat során a koncentrált figyelem az adott műveletet végző személy részéről.

Mindezeken túlmenően a gép kezelőjének (karbantartójának) ismernie kell a vezérlő berendezés teljes működőképességét és az általa megindított folyamat hatásait. Fel kell ismernie beavatkozásának következményeit. Nyilván valóan a szükséges programozási ismeretekkel is rendelkeznie kell. Szükség

szerint-, ha a gyártó másképp nem rendelkezik- a biztonsági berendezések működőképes állapotáról rendszeres ellenőrzéssel, kell meggyőződnie.

A gép gyártók általános alapelve a következő: Amikor a gép autómat üzemmódban dolgozik, a következő megelőzési fokozatnak kell érvényesülni: veszélyforrás nincs, a dolgozó veszélyzónán kívül végzi tevékenységét és oda akaratlanul, sem tud behatolni.

A felsorolt fémmegmunkálási eljárások leggyakoribb veszélyes mozgásformái, az ezekből származó veszélyek, valamint az ellenük való védekezési módok:

A forgó mozgást végző tárgyak, szerkezeti elemek baleseti veszélyei

A szabályos forgástestű, hengeres tárgy egyszerű érintése nem okozhat balesetet, de fennáll a *felsodrási (felcsavarodási) veszély,* ha elég a hossz az elő hurok kialakulásához. A veszély az átmérővel fordított, az érdességgel egyenesen arányos. Ez azt jelenti a veszély annál, elhanyagolhatóbb mimnél kisebb a hengeres test átmérője, de növeli a veszélyt, ha a felületi érdesség mimnél nagyobb. Ha a forgó tárgynak van kiálló része (pl. bütyök) a felsodródás veszélye nagyobb, sőt érintésre is bekövetkezhet a baleset. Ha a forgó testhez köz van egy síkfelület, a felület felé forgó oldalon valamelyik testrész beszorulhat (ehhez a súrlódási erő adhat impulzust) és behúzás következhet be. Nagyobb a veszély, ha több, egymáshoz képest elmozduló forgás van egyszerre, például a hajtó-szíjtárcsa rendszernél. A behúzás ellen megfelelően illeszkedő felületképzéssel lehet védekezni, ha a rés kisebb, mint 3 mm nem következhet be a behúzás. Ha a forgástengellyel azonos tengelyű a furat, akkor ujjbehúzás következhet be.

A kötetlen alakú tárgy forgásánál még több veszélyforrás lehetséges, mivel a forgás és a környezeti tárgyak egymáshoz viszonyított helyzete állandóan változik. A forgás egy álló tárgyra nyíró hatást válthat ki, amely abban különbözik az összenyomástól, hogy nem felületek, hanem élek közelítenek. Ez esetben még nagyobb jelentősége van a technológia által előírt fordulatszám szigorú betartásának.

A tárgyak nem csak a szándékos hajtóerőről nyerhetnek mozgási energiát, hanem a zuhanás, kivágódás is bekövetkezhet, amely a pályába kerülő testrészt megütheti. Az emberi testre gyakorolt erőhatás egyenesen arányos a tárgy mozgási energiájával és fordítottan arányos a fékúttal.

Váratlan, de tervezett irányba történő mozgás is felléphet, például a gép véletlen megindításakor, amelyet műszaki hiba vagy emberi vigyázatlanság okozhat. Ez a mozgás éppen váratlansága miatt éri készületlenül a gép kezelőjét.

A haladó mozgást végző tárgyak, szerkezetei elemek baleseti veszélyei

Ha egy gépi berendezés a gépasztal alapterületén (alapkontúrján) túlmozdulhat, már a telepítésnél ügyeli kell arra, hogy a maximális kimozdulásnál is a gép mellett is a el lehessen férni, legyen megfelelő méretű hely az e területről elvégezhető karbantartási munkákhoz is, ne fordulhasson elő *összenyomás vagy ütődés veszélye*. E tekintetben maradéktalanul betartandó az MSZ 73. 1981 számú szabvány üzemeltetési helyszükséglet tárgyában előírtak. Fontos távolsági követelmény kézujjak benyúlásának megakadályozására veszélyes részek közé: 8 milliméternyi biztonsági távolság betartása.

A haladó mozgást végző tárgyak, géprészek akadályokba nem ütközhetnek a munkavégzés teljes időtartalma alatt.

A tervszerűtlen mozgások baleseti veszélyei

Ha a tárgyak nem a tervezett formák között, a mozgás fenntartására szándékosan létrehozott hajtási energiájukból nyerik a mozgási energiájukat, hanem úgy, hogy helyzeti energiájuk szándékukon, akaratukon kívül tervszerűtlenül alakul át mozgási energiává, e mozgás általában: *zuhanás vagy kivágódás*, amelynek révén a tárgy ütközhet emberi testtel is. A gravitációnak az anyagmozgatási

balesetekben nagyobb szerepe van, mint a gépek esetében. Ezen esetben *leeső tárgyakról* beszélünk, amik elsősorban lábsérülési veszélyt okozhatnak.

A gépeknél a tömegerő sokféle módon jelentkezhet, mozgási energia formájában pl. indulásnál vagy leállásnál a rázkódó gépről, leesik, vagy eldől a szerszám. A tervszerűtlen mozgások közül a legveszélyesebb, ha egy nem kellően rögzített tárgy az erőhatás által meghatározott pályán *kivágódik.* Ha megmunkáláskor a munka tárgyára nagyobb nyomás nehezedik, benne feszültség ébred. Ez a feszültség rugalmas alakváltozást idézhet elő. Ha a deformálódáskor képződő erőkomponens nagysága nagyobb, mint a súrlódási erő a tárgy kivágódik. Ha a tárgy rugalmas és felfekvési területe aránylag kicsi, benne oldalirányú erőhatások keletkeznek, amelyek *törést* okozhatnak. A tárgyra mért ütésnél az ütő, vagy támasztó felület legkisebb ferdesége (az ütőerő és az ütött felület szöget zár be) balesetveszélyes *szilánkpattanáshoz* vezethet. Az emberi test energia tartalma is veszélyforrás lehet, például, ha egy mozgó testrész váratlan akadályba ütközik. Az emberi testnek fekvő helyzeten kívül mindig van helyzeti energiája, amely igen kellemetlen módon pl. padló egyenetlenség miatti *botláskor vagy csúszáskor* mozgási energiává, alakulhat. Ez a helyzeti energia a talajszint (földszint) feletti elhelyezkedésnél jelentősen megnő ebben az esetben leeséskor, szabadulhat fel hirtelen mozgási energia. Balesetet okozhatnak az emberi erővel mozgatott gépalkatrészek is. A gépeknél nemcsak mechanikai veszélyek léphetnek fel, hanem más, (pl. villamos veszélyek, nyomás alatti berendezések okozta veszélyek, hőhatás okozta veszélyek stb.)

A felsorolt baleseti veszélyek ellen a rendelkezésre álló védőberendezések rendeltetésszerű alkalmazása biztosít a kezelő számára megfelelő biztonságot, továbbá az elvégzett kockázatértékeléssel további intézkedések is szükségesek lehetnek.

Forgácsoló gépek kezelő elemei

Indító kapcsolók

Minden gépnek rendelkeznie kell a gép indítására szolgáló indító kapcsolóval, ami csak erre a célra szolgálhat. Több indítás vezérlő esetén egyetértő kapcsolásnak kell lenni. Működésük alapján ezek lehetnek: kézi és lábműködtetésűek. Alapvető követelmény: *a gép indítása csak szándékos cselekedetre történhet, ez vonatkozik az üzemszünet utáni újraindításra is, függetlenül attól, hogy az üzemszünet milyen okból következett be.* Ez például azt is, jelenti, hogy a gép síkjából nem állhat ki olyan nyomógomb, amely a kezelő részéről *más* jellegű cselekedet miatt véletlenszerűen működésbe hozható. A lábpedálok esetében ez azt jelenti, hogy a pedál kezelési tartományát védőburkolattal felérő módon kell védeni a nem szándékozott indítás ellen.

Nyomógombok színei: mint indítás, mint leállításra alkalmasak a fehér, szürke, fekete, zöld. Vörös is megengedett, de vészműködtetés kezelő elemeinek közelében nem ajánlatos alkalmazni. Az alaphelyzetbe visszaállító nyomógombok színei: kék, szürke, fekete legyenek, ez utóbbit előnybe kell részesíteni.

Fajtái:

- nyomógombok
- billenő kapcsolók
- karok
- kézi kerekek
- lábkapcsolók
- pedálok

- Elhelyezésük, jelölésük és ergonómiai követelmények:
  - elhelyezésük minden esetben, a kezelő térben lehetséges.
  - alakjuk, színük olyan legyen, hogy téves vagy akaratlan bekapcsolás ne következzen be.
  - a kezelőelem és a gép vezérelt mozgása azonos irányú és egyértelmű legyen.
  - könnyen és biztonságosan kezelhető és elérhető legyen.
  - elhelyezésüknél feltétel az áttekinthetőség, egymástól és a géptől megfelelő távolság, úgy, hogy a veszélyzónába ne kelljen benyúlni.
  - megfelelően működtethető legyen.

Jelölés alapján kezelőelemek rendeltetése jól látható, felismerhető legyen. Feliratot vagy szimbólumot kell elhelyezni a kezelőelemen vagy annak közvetlen közelében.

Leállító kacsolók

Kialakítás, elhelyezésre vonatkozó előírások az indító kapcsolóknál ismertettettek szerinti. Minden indító kapcsoló mellet el kell helyezni egy leállító kapcsolót is. A leállítási funkcióval a gép összes vagy bizonyos részeinek lekapcsolása lehetséges *a leállítási parancs elsőbbséget élvez az indítási paranccsal szemben!* A leállító kapcsoló, nyomógomb kialakítása, elhelyezése olyan legyen, hogy minden helyzetben és körülmények között kezelhető, közvetlen elérhető legyen. Nyomógombok esetében az alábbi színek megengedettek: fehér, szürke, fekete.

Vészkikapcsolás

A fellépő vagy fennálló, személyeket közvetlenül fenyegető veszélyek, gép vagy anyagkárosodások csökkentése vagy megakadályozása, amit egy személy egy cselekedete működésbe hozhat.

Vészkikapcsoló berendezés elemei:

- vezérlő készülék: kezelő elem működtetésekor, a vészkikapcsoláskor rendelkezéseket adja ki.
- kezelőeleme: vörös színű, gombafej típusú nyomógomb, (a jó felismerhetőség végett mögöttes tere sárga színű) huzalsodrony vagy fogantyú.

Az R1 szerint minden kezelő helyet el kell látni vészkikapcsoló berendezéssel, elhelyezésére vonatkozóan többlet előírás: nem csak a kezelő, hanem, *más a veszélyt, bekövetkezését észlelő személyek is könnyen elérhessék, és veszélytelenül működtethessék.* Vészleállító nyomógomb csak vörös színű lehet.

Működtetése nem okozhat további veszélyforrás kialakulását. A vészkikapcsolási helyzetnek a feloldásig fenn kell állnia, de a feloldás nem eredményezhet újraindítást, csak a kezelőelem visszaállítása után.

Forgácsoló gépeken alkalmazott biztonsági berendezések kialakítására és működésére vonatkozó követelmények:

A 2012. 02. 05.-től hatályos R1 rendelet szerint a védőburkolatok és védőberendezések egy új fogalomkörben tartoznak: biztonsági berendezések.

A biztonsági berendezések a gép azon részei, amelyek térbélileg elzárják, elhatárolják a veszélyforrásokat a kezelő személyektől. Feladatuk megakadályozni, hogy a veszélyforrás emberrel szemben bármilyen módon érintkezésbe kerüljön, és veszélyes hatását kifejtse. Passzív elem, azzal véd, hogy ott van. Két változata van: védőburkolat és biztonsági berendezés.

A védőburkolat önmagában véve is védhet, de csak akkor, ha zárva van, védhet reteszelő berendezéssel vagy zárral ellátott reteszelő berendezéssel együtt is: ilyenkor a védelem a védőburkolat helyzetétől független. Ha a munkafolyamat láthatósága szükséges, akkor ezt folyamatosan a szükséges látómezőben biztosítani kell. Nagyon fontos követelmény az is, hogy a védőburkolatok biztosan rögzítettek legyenek, megfelelő rögzített állapotukat rendszeresen ellenőrizni kell. A gyártó által elhelyezett figyelmeztető jelek, feliratok, amik a fennmaradó kockázatokra utalnak, folyamatosan biztosítottnak kell lennie a felismerhetőségüknek, illetve olvashatóságuknak.

Védőburkolatok fajtái és biztonság technikai követelményei

Fajtája szerint lehet:

- tok, fedél, ernyő (ha be lehet csukni)
- ajtó (ha ki lehet nyitni)
- ablak (ha ki lehet nyitni, és át lehet látni)
- burkolat, ha egy passzív eleme van.

Működési funkciójuk szerint:

- rögzített
- távolság tartó
- nyitható
- állítható
- önzáró
- reteszelt

Rögzített védőburkolatokkal szemben támasztott követelmény: olyan védőburkolat, amely adott helyzetben rögzítve van.

- tartósan (pl. hegesztve)
- olyan rögzítő elemekkel (csavarokkal, csavaranyákkal stb.), amelyek az eltávolítást vagy a nyitást szerszám nélkül lehetetlenné teszik.

Távolság tartó védőburkolat: olyan védőburkolat, amely a veszélyes teret nem veszi körül teljesen, de a veszélyes térhez történő hozzáférést térbeni méretei, és távolságai alapján akadályozza, illetve korlátozza.

Nyitható védőburkolat: olyan védőburkolat, amely általában mechanikusan pl. csuklós pánttal, vagy egyenes megvezetéssel kapcsolódik a gép vázához vagy egy szomszédos rögzítő elemhez és szerszám használata nélkül nyitható.

Állítható védőburkolat: olyan rögzített vagy nyitható védőburkolat, amely vagy teljes terjedelmében állítható, vagy állítható részei vannak. A beállítás a gép egy meghatározott működési tartományában azonos marad.

Önzáró védőburkolat: olyan nyitható védőburkolat, amelyet egyetlen elem (pl. mozgó asztal) vagy a munkadarab, vagy a munkadarabot befogó készülék egyik része működtet, úgy, hogy a munkadarabot és a munkadarabot, befogó készüléket átengedi és ezt követően önműködően, visszatér a zárt helyzetbe (súlyerő, rúgó vagy más erőhatás következtében), miután a munkadarab az áthaladást lehetővé tevő nyílást elhagyta.

Reteszelt védőburkolat: azon veszélyes gépi funkciók, amelyek ellen a védőburkolat védelmet nyújt nem hajthatók végre, ha a védőburkolat nincs zárva. Állj parancsot ad, ha a védőburkolatot a veszélyes gépi funkciók alatt kinyitják. Ha a védőburkolat zárva van, akkor azok a veszélyes gépi funkciók, amely ellen védőburkolat véd végrehajthatóak, de a védőburkolat zárása nem váltja ki a gép indítását.

Védőburkolat kialakításának szempontjai

Hozzáférés a veszélyes részekhez

A védőburkolatnak olyannak kell lenni, hogy a *szokásos beállítási, kenési, és karbantartási munkák a védőburkolat nyitása vagy eltávolítása nélkül lehessen elvégezni.* Ahol viszont szükséges a védett térhez való hozzáférés ott szabad és akadálymentes legyen: pl. adagolás és elvétel, szerszám csere és beállítás, mérés, kalibrálás, karbantartás javítás, kenés, hulladék elvétele (forgács). Amely gépeken kialakított a gép működésének védőburkolaton keresztüli megfigyelése a jó láthatóságot folyamatosan biztosítani kell.

Kirepülő részek visszatartása

Számolni kell széttört szerszámmal, kirepülő munkadarabbal, a védőburkolatnak amennyire csak lehetséges e helyeken kellő védelmet kell biztosítania.

Veszélyes anyagok visszatartása

Ha pl. hűtőközeg, gőzök, gázok, forgácsok, szikrák, forró vagy megolvadt anyag, por stb. a védőburkolat olyan legyen, hogy amennyire csak lehetséges ezen anyagokat tartsa vissza.

Zaj

Amely forgácsoló gépen a zaj kibocsátás a megengedett értéknél nagyobb amennyiben csak lehetséges olyan védőburkolatot kell alkalmazni, amely zajcsökkentő hatású.

Forgácsoló gépek üzemeltetése során használatos egyéni védőeszközök

A fentiekben leírt technológiai folyamatok alapján az alábbi egyéni védőeszközök használata szükséges:

- szem és arcvédelemre: védőszemüveg vagy arcvédő
- légzőszervek védelmére: részecske szűrő
- kézvédelem: védőkesztyű
- lábvédelem: biztonsági lábbeli orrmerevítővel

A felsorolt egyéni védőeszközök védelmi szintje és képessége szerinti biztosítását az adott *munkaeszközhöz, technológiához, munkadarabhoz* igazodó módon a munkáltató által megbízott munkavédelmi szakember, írásban határozza meg, a sérülés vagy az egészségkárosodás valószínűségének és súlyosságának átfogó becslése és a megfelelő biztonsági intézkedések kiválasztása után.(vagyis a kockázatértékelés alapján)

A munkáltatónak e tekintetben a kötelessége, hogy a munkavédelmi szakember által meghatározottak szerint minden érintett munkavállalónak rendelkezésre bocsátja az előírt egyéni védőeszközt, annak rendeltetésszerű használatára szükség szerint az érintett munkavállalókat dokumentált módon kioktatja, *rendeltetésszerinti használatukat rendszeresen ellenőrzi.*

Forgácsoló gépek üzemeltetésének magatartási szabályai:

A leírtak azt bizonyítják, hogy a forgácsoló gépeken végzett munkák rendkívül veszélyesek, és az egész tevékenység során *koncentrált figyelemre van szükség.* Ennek hiány nem csak kifejezetten közvetlen baleseti veszélyt jelent, hanem képződhet selejtes munkadarab, a későn kikapcsolt forgácsolási művelet jelentős anyagi kárt okozhat magán a szerszámgépen is. E tekintetben az alábbiak betartása a biztonságos munkavégzés és az anyagi károkozás kizárása végett rendkívül fontos.

- józan, munkára képes állapot az egész munkaidő alatt
- a teljes műveleti idő alatt kerülni kell más személyek figyelem elterelő magatartását
- be kell tartani az előírt forgácsolási paramétereket
- rendet kell tartani a munkaterületen, úgy az anyag, mint a szerszám és hulladék anyag tárolás tekintetében
- legfőbbképpen a villamos meghibásodások esetén villamos szakembert kell hibaelhárításra igénybe venni
- csak teljesen zárt, minden gombbal begombolt, a test méreteihez igazodó munkaruhában szabad munkát végezni. Ha pl. ujjánál be nem gombolt ingben vagy kabátban, történik a munkavégzés a forgó szerszám, illetve munkadarab által a felcsavarás veszélye óriási.
- gyűrű, karkötő viselése tilos
- hosszú viseletű haj esetén hajhálót kell viselni

A fentiekben leírtakat a munkáltatónak is rendszeresen ellenőriznie kell, szabálytalanság észlelése esetén a szükséges intézkedéseket meg kell tennie.