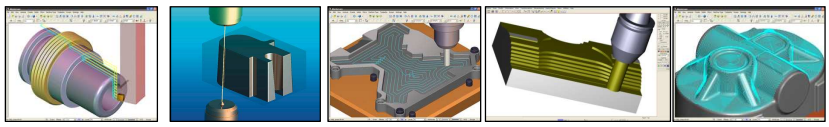
Óbudai Egyetem
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Forgácsolás technológia számítógépes tervezése II.

Gyárthatóság és szerelhetőség példatár

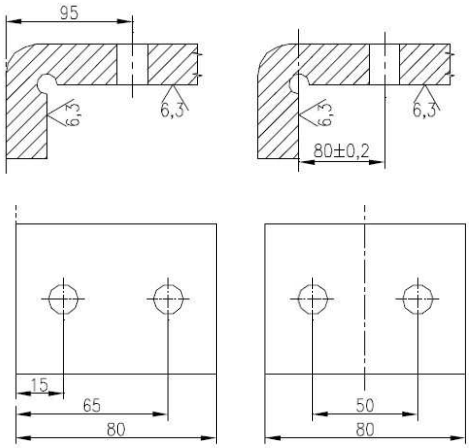
Dr. Mikó Balázs – Horváth Richárd
miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



1. Rajzi ábrázolás

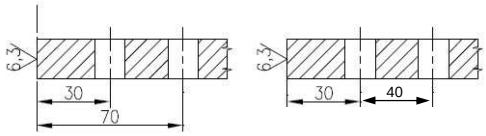
Rajz bírálat

Megmunkálatlan felület méretezési alapfelület céljára alkalmatlan.
Ha a 80-as méret – mint az ábrán – tűrésezett, úgy helytelen a megmunkálatlan felületet méretezési alapfelületül választani.

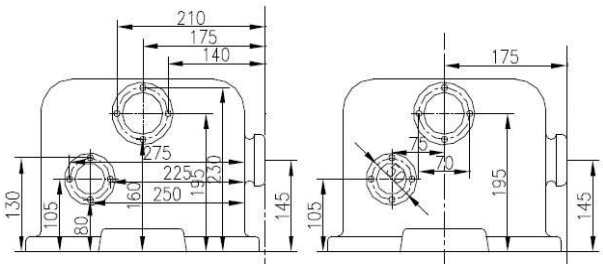


Ha a furatok helyzetének szimmetrikusnak kell lenni, úgy nem a munkadarab élétől kell kiindulni, hanem középtengelyt rajzolva, ennek megfelelően írjuk be a méreteket. Ha ugyanis a 80-as méret nagyon pontatlan, akkor a furatok középtávolsága egyenlő.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

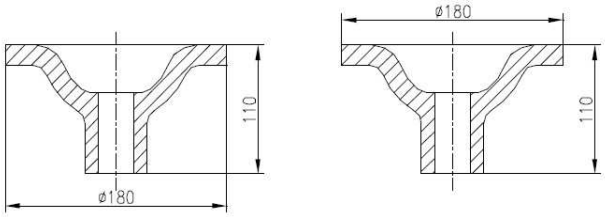


Ha a két furat középtávolsága fontos, akkor azok méretezését nem a munkadarab élétől kiindulva jelölik be, hanem a pontos távolságot közvetlenül határozzák meg.
Ezáltal a 40-es méret is egyszerűbben idomszerezhető.

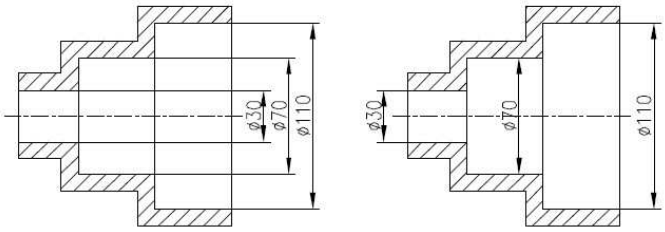


A csatlakozócsonkok mindegyike egy önálló csatlakozórendszert alkot, ezek lyuktávolsággal stb. nem egymáshoz, hanem csak egymás között illeszkednek.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

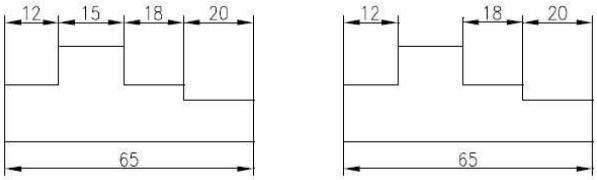


Minden méret ott tüntetendő fel a rajzon, ahol hosszú méretsegédvonal nélkül lehetőleg a méretezendő felülethez közel, jól láthatóan beírható.

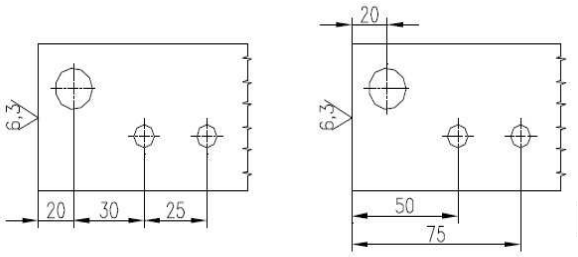


Hosszú méret segédvonalakat igénylő, sok egymás alatt fekvő méret elkerülendő.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

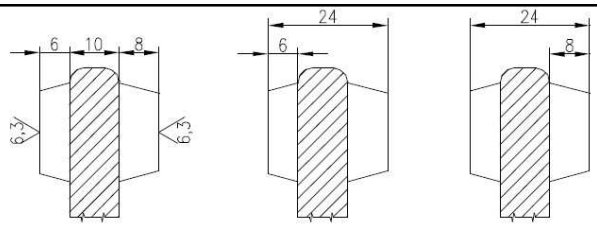


A rajzon minden méret csak egyszer forduljon elő.
A kettős méretmegjelölések rajzmódosítások esetén könnyen hibákat idéznek elő, ezért a részméretek összegét nem kell ismételten feltüntetni.

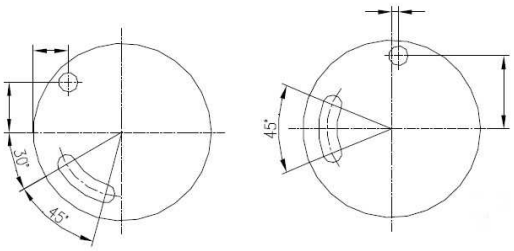


Láncot alkotó méretmegjelölések lehetőleg korlátozandók, mert a tűrések összegeződhetnek, és így egyik méret a másik számára helytelen vonatkoztatási alapot alkot.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

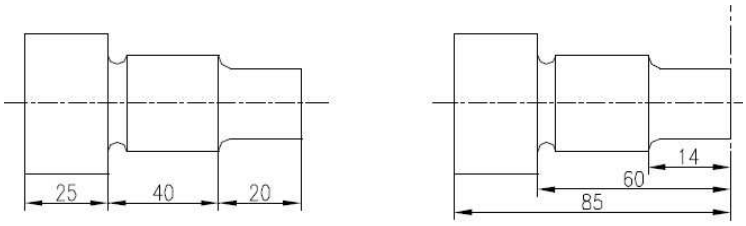


Ha a két megmunkált felület közötti távolság fontos, akkor annak méretét nem szabad a részméretek összegeként szerepeltetni, különösen olyan esetben, amikor egy megmunkálatlan öntvényfal helyezkedik el a felületek között.

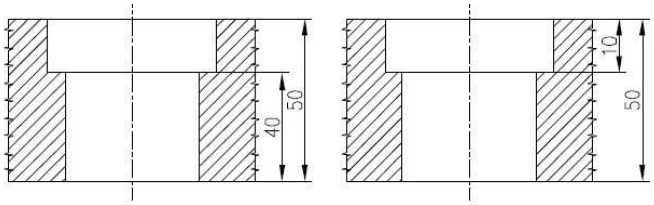


Kör alakú munkadaraboknál – sajtolt alkatrészek – a méreteket a középpontra vonatkoztatják. A körhasítékot olyképpen forgatják el, hogy az a munkadarab tengelyéhez szimmetrikusan feküdjön.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

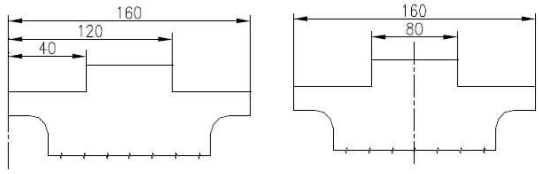


Ha a kis tengelyt rúdból munkálják ki, akkor előbb a 60-as hosszt és utána a 20-as hosszt esztergálják, végül pedig a darabot a 85-ös méretre szúrják le. Ennek megfelelően a jobboldali felületet választják méretezési alapvonalként és a méreteket ebből kiindulva vezetik rá a rajzra.

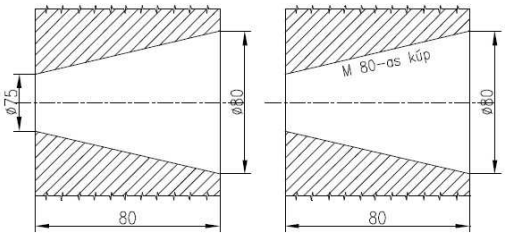


A furatot előbb fúrják és azután süllyesztik, tehát a süllyesztési mélység jelölendő, amelyet a gépen is be lehet állítani.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



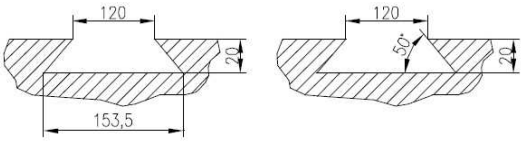
Ha az illeszkedési felületnek a 80 mm méretű középső részhez viszonyítva központosan kell elhelyezkednie, akkor a méretek nem az egyik élből kiindulva határozandók meg.



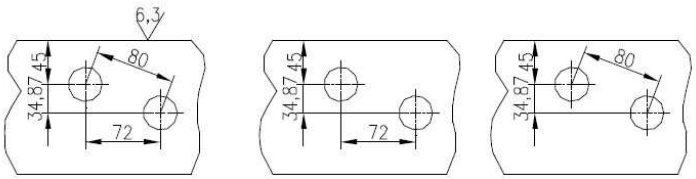
Ha valamely kúp esetében megadják a kúposságot, a nagy és a kis átmérőt és azoknak egymástól mért távolságát, úgy túlhatározottság áll fenn.

Emiatt a műhely legtöbbször különleges megmunkáló szerszámokat kénytelen készíteni. A legtöbb esetben a kisebb méret közömbös. Ajánlatos tehát a nagyobb átmérő, a kúp hosszát és a kúp emelkedését megadni, utalva a Morse- vagy metrikus kúpokra. Ha az előfúrás miatt a kisebb átmérőt is meg akarják adni, úgy ennek méretét mind megközelítő méretet kell a rajzon megjelölni.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



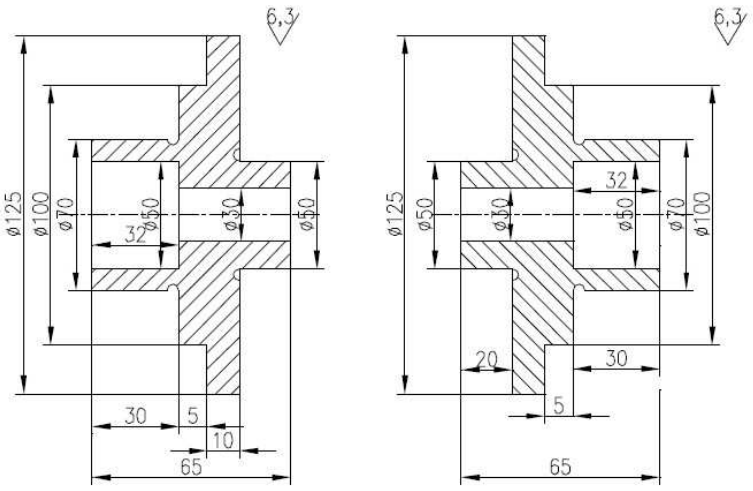
Fecskefarkú vezetékeknél azonos okokból határozzák meg csak az egyik szélességet, amely mérhető, továbbá a marónál 50 fokra szabványosított szöget. Az alsó méret ezután szükségszerűen adódik.



Furatoknak egymásközti helyzetével kapcsolatban három méret nem tartható be.

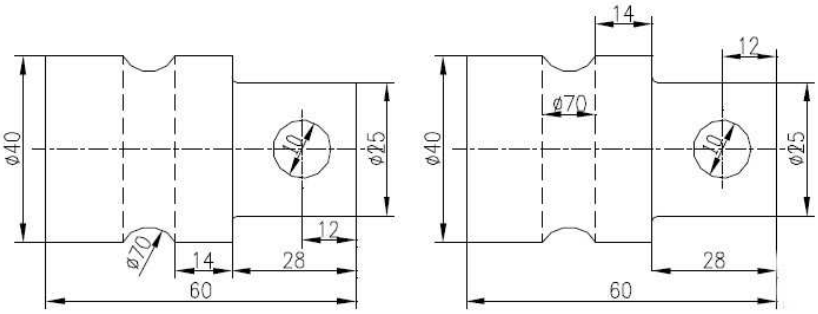
Az egyik megoldás szerint – baloldalon – csak a vízszintes és a függőleges távolságokat adják meg (különösen akkor, ha a műhelyben a fúrást koordináta-mozgású asztallal ellátott fúrógépen végzik, mint pl. a helyzetfúrógép a készülékgyártásnál), vagy a másik megoldás szerint – jobboldalon – csak két méretet, amelyek a helyzet meghatározására elegendők. Ha azonban valamilyen oknál fogva három méretet kell megadni, úgy az egyik méretet tájékoztató méretnek kell minősíteni.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A munkadarabot két felfogásra kell esztergán megmunkálni; az első felfogásnál kívülről fogják meg, a másodiknál pedig belülről egy tüskére. *Ajánlatos a méreteknek olyan értelmű szétválasztása, hogy az első és a második felfogásra vonatkozó méretek elkülönítve jelentkezzenek.*

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



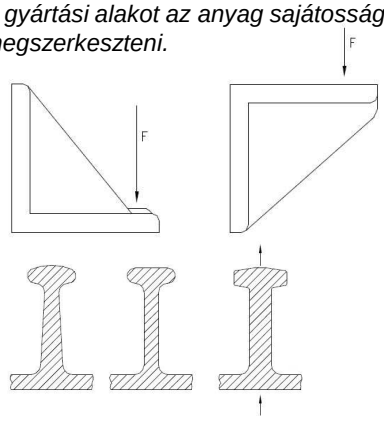
Ha a munkadarabon különböző munkákat végeznek el, mint ebben az esetben az esztergálás és a fúrás, akkor a vonatkozó méretmegjelöléseket is el kell osztani. Ezáltal a rajz az esztergályos és a fúrós számára áttekinthetőbbé válik.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

2. Előgyártási technológiák

Öntéshelyes konstrukció

A gyártási alakot az anyag sajátosságainak megfelelően kell megszerkeszteni.

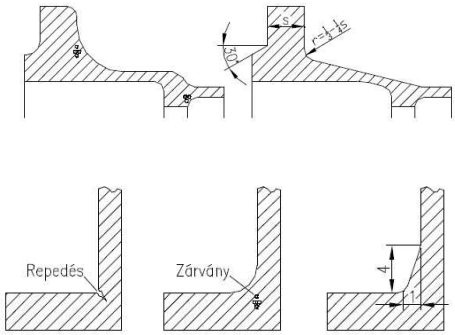


Az öntött fémek nyomószilárdsága nagyobb, mint a szakítószilárdsága. Annak érdekében, hogy az anyag gazdaságosan legyen kihasználható, a bordákat, merevítéseket stb. úgy kell elhelyezni, hogy a külső erők csak nyomófeszültségeket hozzanak létre.

Ha idomszerelvényeket hajlításra vesznek igénybe, akkor a legnagyobb húzófeszült-ségek a határterületeken lépnek fel. A határterületeket tehát anyagvastagítással meg kell erősíteni. Az anyag legkedvezőbben a lapos felületek vastagításával hasznosítható, mert ezek könnyebben formázhatók be, ezenkívül mintáik is olcsóbban állíthatók elő, mint a kerek- vagy félkerek vastagításoké.

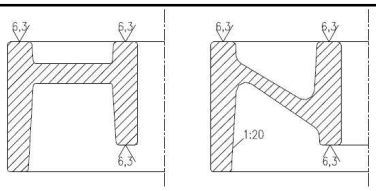
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

A gyártási alakot az öntési eljárás követelményeinek megfelelően – öntésre célszerűen – kell megszerkeszteni.

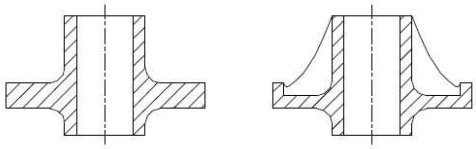


Mindazokon a helyeken, ahol anyaghalmozódás van, szívódások keletkeznek. Ilyenek gyakran az átmeneti szakaszokon jönnek létre, ha a lekerekítések túlságosan nagy sugárral készülnek.
Sugárméretek r ~1/3 …1/4 s (falvastagság) választandó. Ha az átmenetek nagyon hirtelenek, könnyen repedések keletkeznek és egy vékony fal egy vastag falhoz csatlakozik. Ezért fokozatos, ferde átmeneteket kell kialakítani, amelyek kúpossága ~ 1:4.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

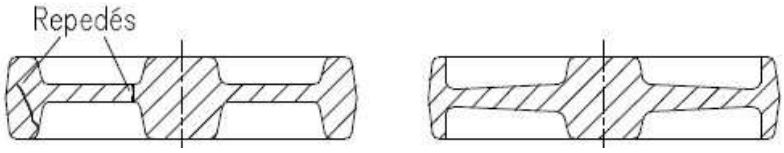


A beöntésnél a folyékony munkaanyag alulról emelkedik felfelé. Ha az anyag nagyobb vízszintes térbe lép, akkor elveszi összetartását, ezenkívül a tér felső részén gyűlnek össze a légbuborékok. A felületen beszakadások és hiányos tömörségű helyek keletkeznek; a munkaanyag alacsony szilárdságú és csúnya felületű lesz.



Ha valamely munkadarab egyes részei nem egyszerre hűlnek le, akkor nagy öntési feszültségek, ha pedig a felületek elhúzódnak, repedések keletkeznek. Ilyen feszültségek legbiztosabban azáltal kerülhetők el, ha a falvastagságokat egyenlőre veszik.

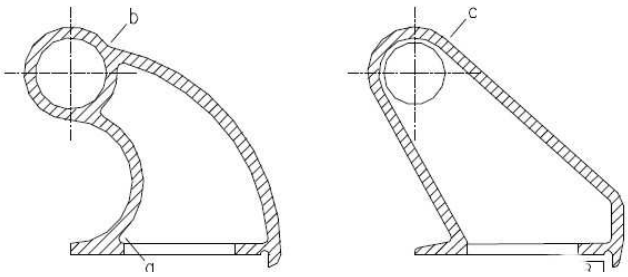
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A kerék koszorúja csak azután szilárdul meg, amikor a gerinctárcsa már lehűlt és nem képes utánaengedni, ezért repedések keletkezése elkerülhetetlen. A szerkesztőnek a koszorút és az agyat emiatt lehetőleg vékonyra, a tárcsát viszont vastagodó alakban kell tervezni, vagy pedig a tárcsát ferdén kell elhelyeznie. Ez esetben, ha a koszorú később hűlt le és a tárcsát feszíti, akkor felfelé utánaengedhet.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

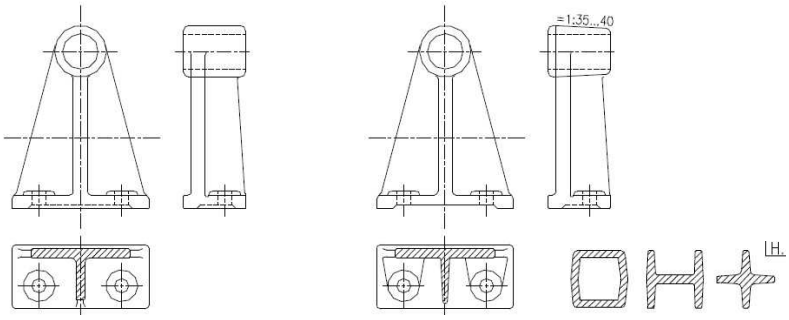
A minták és a magok lehetőleg egyszerű alakúak legyenek



Az egyenletes felületekkel ellátott minták sokkal olcsóbban állíthatók el, mint a hajlított alakúak.
Ugyanez vonatkozik a magszekrények előállítására is. A holt sarkok (a) különösképpen kerülendők, úgyszintén a bemélyedések (b), mert ezek drágítják az elkészítést. Ezért ha más okok nem szólnak ellene, sima síkfelületeket kis lekerekítéssel, átmeneteket hengeres felületekbe pedig érintőlegesen kell kiképezni.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

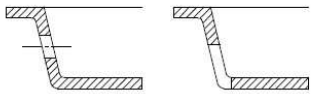
A beformázás messzemenően megkönnyítendő



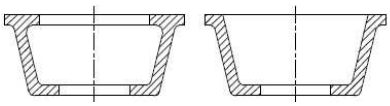
Ha az osztási síkot meghatározták, akkor a külső felületeket kúposan kell kiképezni, hogy a minták a formából könnyen kiemelhetők legyenek.
A kúposságot a rajzon feltétlenül jelezni kell. A dőlés kb. 2 fok, tehát 1:25…1:50 között fekszik. A keresztbordákat is úgy kell szerkeszteni, hogy a beformázást ne nehezítsék meg.

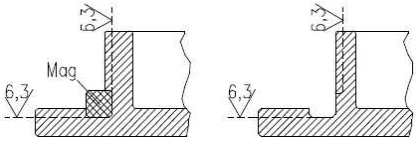
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Alámetszések és magok kerülendők



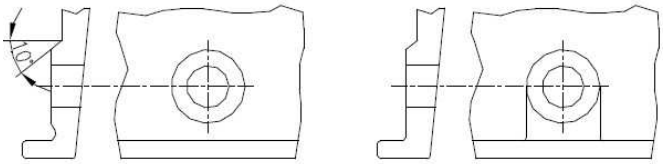
A magok drágák, ezenkívül megnehezítik a beformázást. Nyitott keresztmetszeteket kell választani és a szükséges nyílásokat úgy kell elhelyezni, hogy magokra ne legyen szükség.



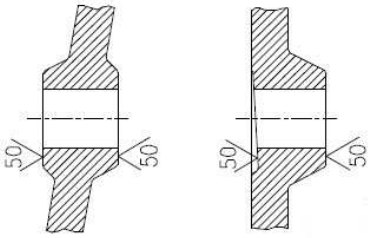


A munkaléceket is gyakran úgy szerkesztik, hogy magok szükségesek. Sok esetben azonban a munkalécek mellőzhetők és a tömör anyagba munkálhatók be.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



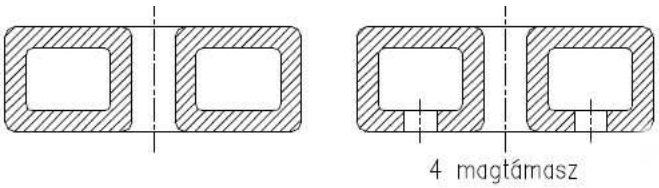
Ha a ráhelyezett részek nem kerülhetők el, akkor azokat jól le kell ferdíteni (kb. 30 fok). A formázás szempontjából azonban jobb, ha a mintán egy sima felületet hozunk létre, miáltal a ráhelyezett rész felesleges és formázás, valamint a tisztítás munkája egyszerűbb.



Két szem egy falnak két oldalán helyettesítendő egy szemmel és egy süllyesztéssel.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

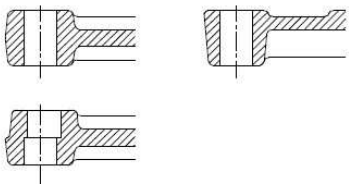
A magok biztos feltámasztással építendők be



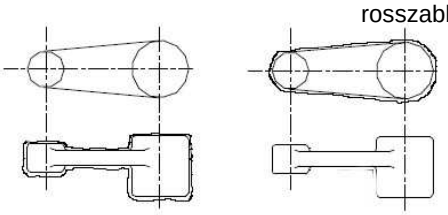
A magtámaszok könnyen tömítetlen helyeket eredményeznek. Ezenkívül a magok nem eléggé biztosan fekszenek fel és pontatlan méretek állhatnak elő. Ezért már a szerkesztésnél kellő számú maglyukról kell gondoskodni még abban az esetben is, ha ez gyakran azzal a hátránnyal jár, hogy a munkadarabban a nyílásokat később ismét be kell zárni.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Az osztási sorja rontja a méretpontosságot és a külső megjelenést



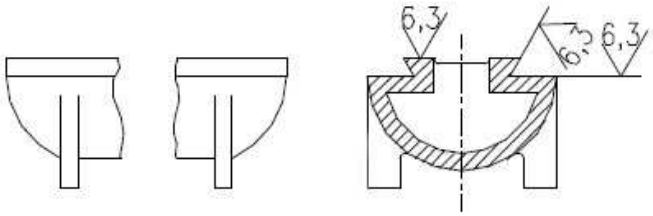
Az osztási síkot úgy kell elhelyezni, hogy a beformázás egyszerű és olcsó legyen. Fontos továbbá az is, hogy a megmunkálatlan felületeknek jó külsejük és méretpontosságuk legyen és osztási sorják ne vágják őket. Ezenkívül mindig fennáll annak veszélye is, hogy a formaszekrények egymáshoz viszonyítva eltolódnak és ezáltal a méretpontosság még rosszabbodik.



A munkadarabot sorjamentesíteni kell. Ha az osztályozási sorja kedvezőtlenül fekszik, akkor ez megnehezíti és megdrágítja a sorjátlanítást. Ez is fontos szempont annak eldöntésénél, hogy hol legyen az oltási sorja.

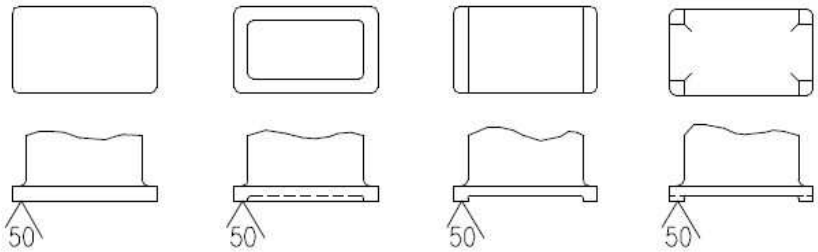
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

A következő forgácsoló megmunkálás megkönnyítendő



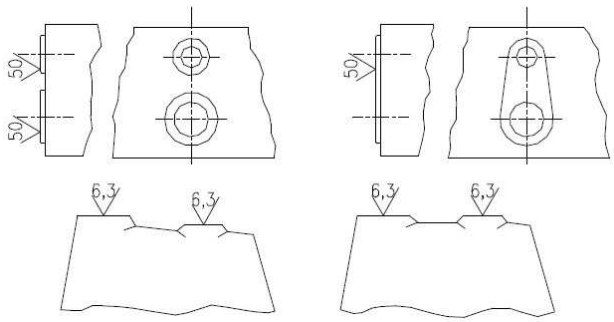
Minden forgácsoló megmunkálás fontos előfeltétele, hogy a munkadarab jól és biztosan legyen befogható. Különösen öntvényeknél fordul gyakran elő, hogy a munkadarabnak egy lekerekített, tehát alkalmatlan felületen kell felfeküdnie. Ilyen esetekben támaszokat kell önteni, amelyek a megmunkálás után eltávolíthatók.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A nagy támaszfelületeket osszuk meg. Ha a felületet kikönnyítik, akkor a forgácsolási megmunkálás munkaideje általában nem csökken, mert a marónak vagy a gyalukésnek a teljes felületen át kell futni. Mindkét célszerű kivitelnél viszont jelentős munkaidő takarítható meg, mivel csak keskeny léceket kell forgácsolással megmunkálni.

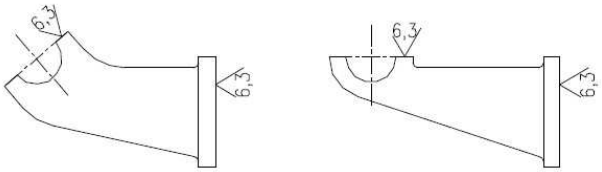
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



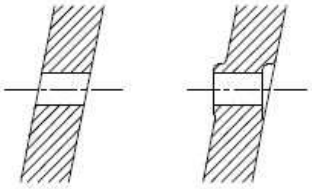
A szorosan egymás mellett fekvő felületeket, mint pl. szemeket, egyesítsük egy felületté. A munkadarab szempontjából a megszakítás nélküli vágás kedvezőbb, azonkívül a mintán egy ráhelyezett szem megtakarítható. (Ha viszont a szemek süllyesztéssel munkálandók meg, akkor a két szem egyesítése helytelen lenne.)

Az egymáshoz köze fekvő felületek minden esetre azonos magasságúak legyenek. Ezáltal a mellékidők csökkenthetők, mert a szerszámot csak egyszer kell beállítani. Azonkívül a forgácsolási idő is csökken, ha a szerszám egyidejűleg valamennyi felületen végigfuthat.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

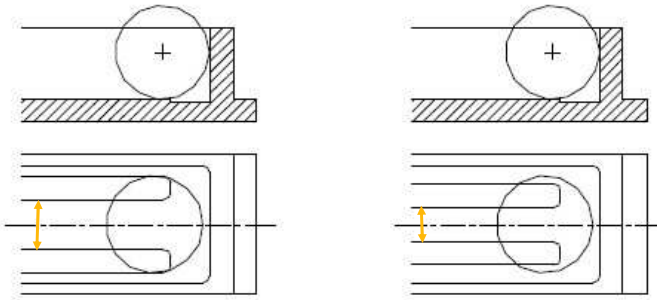


Ferde helyzetű megmunkálási felületek a műhely szempontjából mindig kedvezőtlenek, mert a munkadarabokat csaknem mindig különleges készülékbe kell befogni, vagy legalábbis befogásuk nehéz. A megmunkálási felületek tehát azonos síkokban és egymáshoz derékszögben helyezkedjenek el.



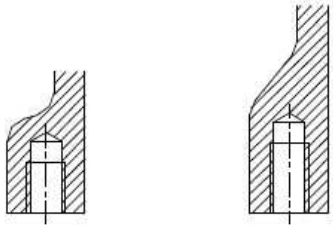
Ha a felületeket ferde irányból kell megfúrni, akkor a szerszámok könnyen törnek, vagy elvezetődnek. Ilyen esetben szemeket kell alkalmazni, vagy a falakat vastagabbra kivitelezni, hogy a felületek süllyeszthetők legyenek.

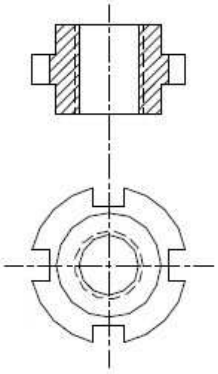
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A megmunkálandó felületek hozzáférhetően feküdjenek, hogy a szerszámmal jól legyenek elérhetők. A helytelen kivitelnél a megmunkálás sem palástmaróval, sem homlokmaróval nem végezhető el. Ha a megmunkálandó léceknek szorosan a falig kell érniük, akkor azokat egymáshoz közelebb kell elhelyezni; így a megmunkálás homlokmaróval is elvégezhető.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

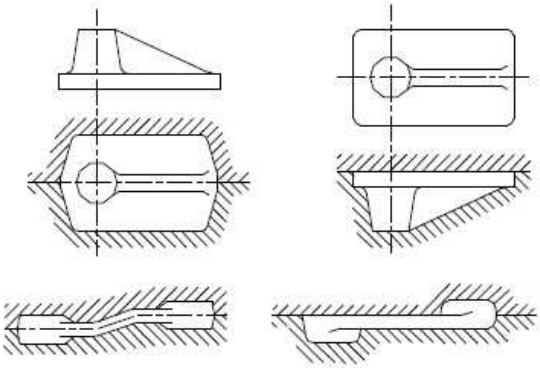




Öntvénytestekbe menetek is vághatók. Különösen könnyűfém és nyomással előállított öntvényeknél azonban a furatok kellő mélységűek legyenek, mivel ezen öntvények anyaga csak alacsony szilárdságú. Ha nagyobb erők átvitele szükséges, vagy a csavarokat gyakran oldják, akkor acélból készült menetperselyek öntendők be

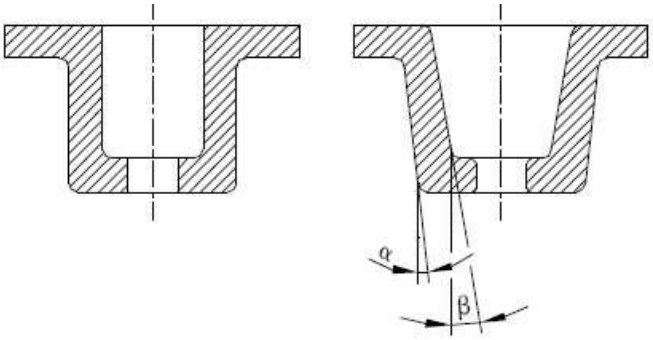
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Süllyesztékes kovácsolás



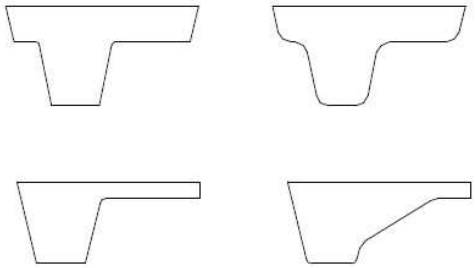
A fáncot (sorjavarratot) úgy kell elhelyezni, hogy az alkatrész mentesítése a fánctól könnyen elvégezhető legyen. A zavaró leferdítések – itt azonban a bemutatott helytelen kivitelnél szükségesek – egyúttal elkerülhetők.
A fánc (sorjavarrat) lehetőleg csak egyetlen síkban legyen.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



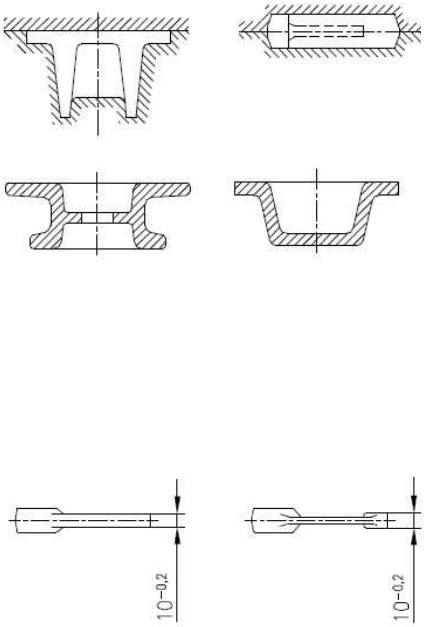
A süllyesztékes kovácsolással előállított alkatrészeknél a süllyesztékbe nyúló felületeknél dőlést kell biztosítani, a lyukakat pedig kúposan kell kiképezni. Süllyesztékes kovácsdaraboknál a belső felületeket 11°, a küls őket 6° d őléssel képezik ki.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Valamennyi átmenetet és sarkot jól le kell kerekíteni. Ebben az esetben a munkaanyag könnyebben folyik és a süllyesztékkel nagyobb számú munkadarab állítható elő, ami az előállítási költségeket nem csekély mértékben csökkenti.
Hirtelen keresztmetszet átmenetek elkerülendők. A munkaanyag nem tud átfolyni és a keskeny szakaszon túlságosan gyorsan hűl ki.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Süllyesztékekben mély üregek, különösen vékony bordák számára nehezen állíthatók elő. Azonkívül ilyen helyeken a munkaanyag csak nehezen folyik, ezáltal a süllyesztéket erősen igénybe veszi, és így élettartama rövidebb.

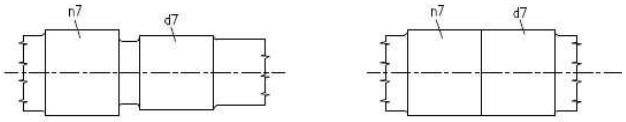
Lehet ugyan alámetszett alakú munkadarabokat is előállítani, ilyen gyártási idomok azonban drágák, mivel külön műveleteket és különleges szerszámokat igényelnek. Az egy oldalon kiképzett perem lényegesen olcsóbb megoldás.

Felületeket, amelyek között szűk tűréseket kell betartani, lehetőleg kis méretűekre alakítsunk.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

3. Forgácsolás

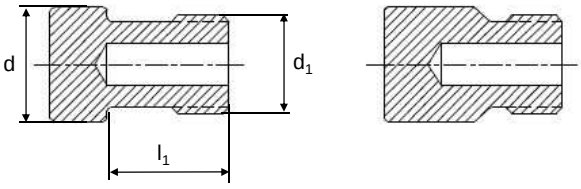
Esztergálás



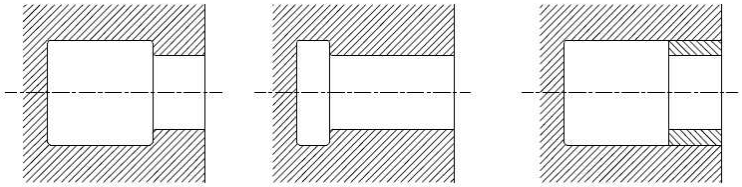
Többlépcsős tengelyeknél – mint amilyenek pl. a hajtóműgyártásnál fordulnak elő – a legkisebb megengedett átmérőből indulnak ki, amelyet azután takarékosan növelnek a különböző illesztéseknél. Különböző illesztéseknél nem minden esetben szükségesek különböző névleges méretek.

Olyan hosszú orsók teljes hosszban való leesztergálása, amelyeknek középső szakasza nyersen maradhat, gazdaságtalan, különösen ha, a munkadarabok stabilitása gyenge. Ha húzott anyagból indulnak ki, akkor a munkadarabot csak a végeken, tehát közvetlenül a befogásnál kell megmunkálni.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

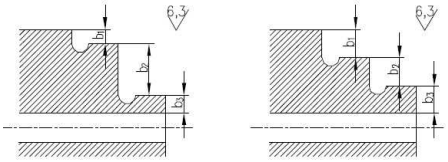


Revolveresztergákon és automataesztergákon végzett rúdmunkánál, ha a rúd d külső átmérője megmunkálatlan marad, akkor a d_1 lehetőleg nagyra és az l_1 lehetőleg kicsire méretezendő.

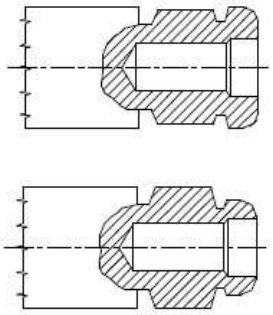


Furatok kiesztergálása hosszú szakaszon költséges. Ezért vagy rövid alászúrást képeznek ki, vagy simán befúrnak és a furatba perselyt helyeznek.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

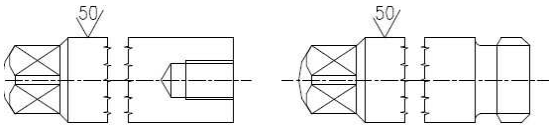


Revolveresztergán célszerű a b1, b2, b3 lépcsők síkesztergálását egyidejűleg végrehajtani. Mivel az esztergálási időt a legnagyobb szélesség határozza meg, helyes ha a lépcsők lehetőleg egyforma szélesek.



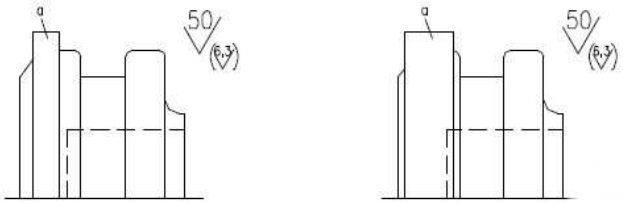
Revolveresztergákon végzett rúdmunkáknál a revolverfej szerszámaival lehetőleg hosszirányú esztergálást végezzünk. A jobbról bal felé emelkedő külső átmérők lehetővé teszik, hogy a fúrással egyidejűleg a külső átmérőt is esztergáljuk. A helytelen kivitel a hatszögfejes revolveresztergák alkalmazásánál széles beszúrások esetén különleges szerszámok felhasználását teheti szükségessé.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

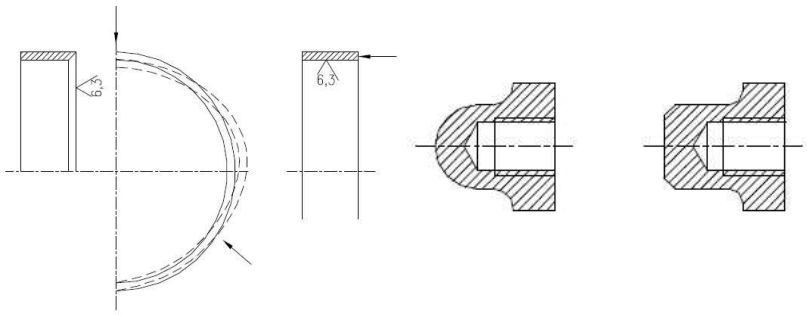


A hosszú orsó jobboldali végén belsőmenetes furat van. Ezért az orsó nem fogható fel a csúcsok közé. Ha a belső menet helyett külső menetet választunk, akkor ezek a nehézségek megszüntethetők.

Egy munkadarab, amelynek pereme vékony, a-nál, csak bizonytalanul fogható be a hárompofás tokmányba, tehát nem lehet erősebb forgácsokat leválasztani.



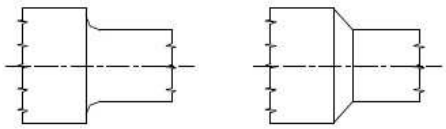
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Ha vékonyfalú üreges testek külső felületét és homloklapját is esztergálni kell, akkor azokat tokmányba fogják, miáltal az elhúzódás veszélye lép fel. Ha a homloklap megmunkálatlan maradhat, akkor a munkadarab a homloklapra ható szorítóvasakkal fogható fel anélkül, hogy elhúzódna.

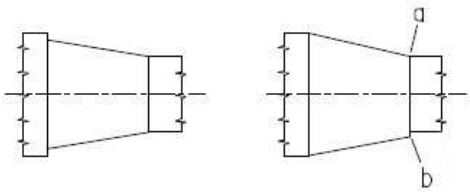
Alakkések előállítása és karbantartása olcsóbb, ha a munkadarabok egyszerű, lehetőleg egyenes vonalú alakokkal rendelkeznek.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



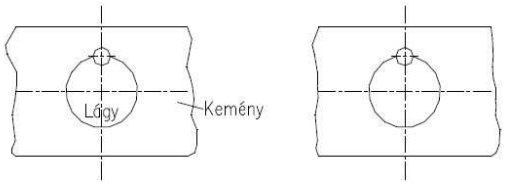
Derékszögű lépcsővel ellátott tengelynél vagy a tengelyt kell kedvezőtlenül dolgozó szerszámmal (κ=90 fok) megmunkálni, vagy az utánszúráshoz kell második szerszámot használni. 45 fokos lépcsőnél a készremunkálás külön beszúrókés nélkül kedvezően dolgozó esztergakéssel végezhető el.

A kúpesztergálás könnyebb, ha a kés kifuthat; még helyesebb, ha a vágási kezdés nem olyan, mint a-nál, hanem szabadon fekszik, mint b-nél.



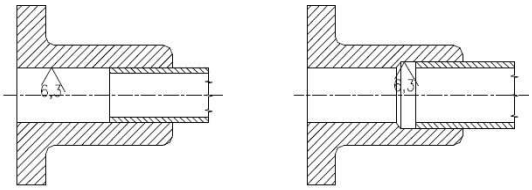
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Fúrás

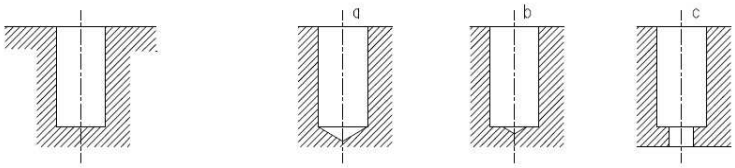


Ha két különböző keménységű anyagok kell csapolással rögzíteni, akkor fennáll annak a veszélye, hogy a csaplyuk fúrásánál a fúró elfut. Ezért ez a rögzítési mód csak megközelítően azonos keménységű anyagoknál alkalmazható.

Ha besajtoláshoz csak a furat rövid szakasza szükséges, akkor a teljes furatot nem kell mindig feldörzsölni. Természetesen fontos, hogy a dörzsárnak elegendő kifutása legyen.

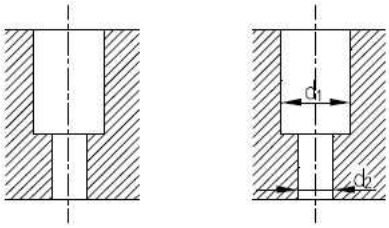


Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

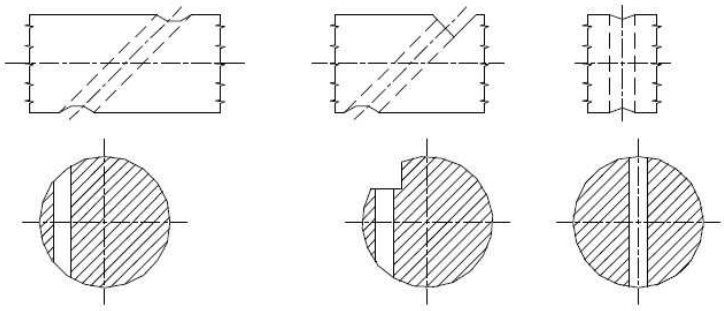


Előesztergált fenekű fúrt lyuk előállítása költséges, és a legtöbb esetben megmaradhat a csigafúró által képzett kúp (a): ha ez nem áll fenn és a kúpnak csak egy kis maradványa maradhat, akkor a furatot süllyeszteni kell (b) . Olcsó előállítási eljárás az átmenő fúrás és ezt követő süllyesztés.

Csapsüllyesztőknél a d_1 és d_2 átmérők meghatározott viszonyban állapítandók meg.



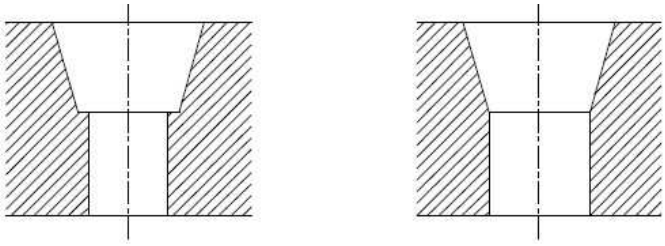
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Ferde helyzetű fúrási kezdetnél mindenkor fennáll a veszély, hogy a fúró „elmászik”, vagy letörik. Ezért a felületet előzetesen süllyeszteni kell, vagy pedig – még helyesebben – a furatot kell a tengely középvonalára merőlegesen elhelyezni.

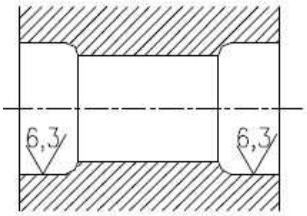
Furatok, amelyek egy hengerpalást oldalán futnak ki, ugyancsak süllyesztendők vagy pedig középpontosan helyezendők el.

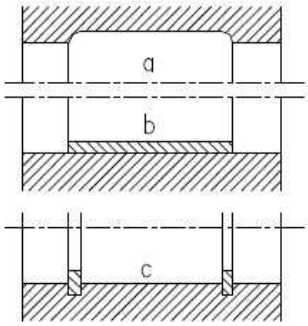
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Kúpsüllyesztőknek kifutási lehetőséget kell biztosítani. Különleges süllyesztőt, amelyet e süllyesztéshez külön készítenek el, élezni kell, amikor is a szerszám átmérője csökken, és a kívánt méret már nem érhető el, ha a furatlépcső miatt a süllyesztő nem hatolhat mélyebben a munkadarabba.

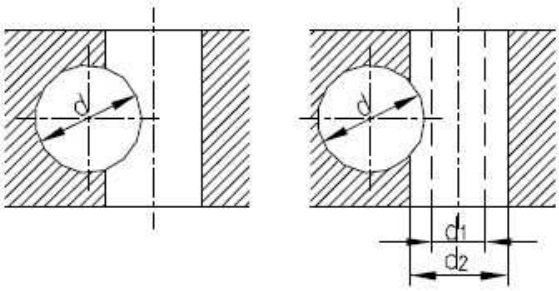
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu





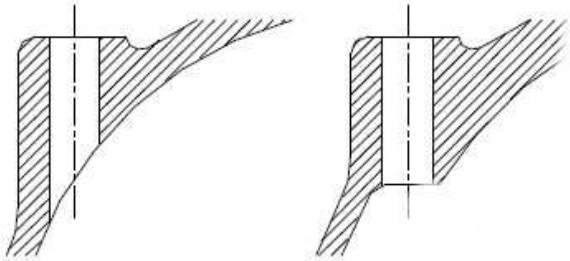
Rövid furatok, amelyeket dörzsölni kell – amint ez pl. a hajtóműgyártásban a gördülőcsapágyakkal kapcsolatban gyakran előfordul – úgy képzendők ki, hogy a szerszám kifuthasson (mint a-nál), mivel a dörzsár élletörése miatt nem lehet azzal egészen a vállig dolgozni. Ha a csapágyak közötti távolságot rögzíteni kell, akkor perselyt lehet beépíteni (mint b-nél), vagy pedig Seeger-gyűrűk szerelhetők be (mint c-nél).

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Ha két furat metszi egymást, akkor a második furat fúrásánál a fúró elfutásra hajlamos. Ezért a két furat távolságát célszerű úgy meghatározni, hogy előbb a d átmérőjű furat készre fúrják, utána a másik furatot előbb d1-re előfúrják, majd ezt követően d2-re süllyesztik.
Ha a két furat közötti tengelytávolság túlságosan kicsi, mint a baloldali képen, akkor a műhely a d furatba tüskét helyez el, tehát azt ismét tömörré teszi, mielőtt a d2 furatot fúrja.

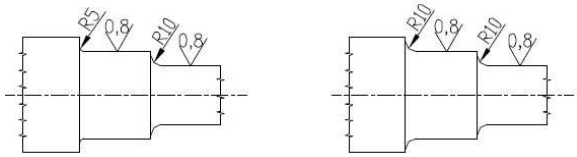
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A csigafúró ferde kifutása mindenkor veszélyes, és annak elfutását eredményezheti. Tehát nemcsak a jó fúrás-kezdésről hanem a jó kifutásról is gondoskodni kell.

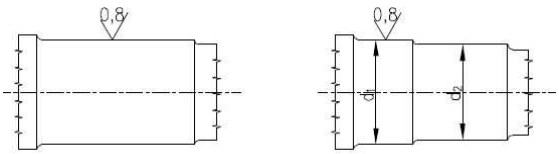
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Köszörülés

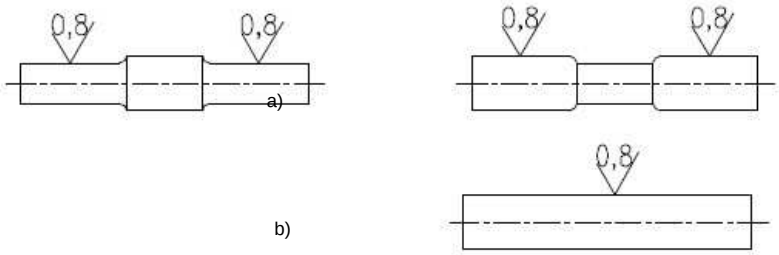


Többlépcsős munkadarabok esetében a saroklekerekítések sugara mindenkor azonos legyen, mert egyébként a köszörűkorongokat mindenkor cserélni kell, vagy ismételten a megfelelő saroksugárra szabályozni.

Ha valamely átmérőlépcső hosszának csak egyik szakaszát kell illesztésre köszörülni, akkor ezt a rajzon meg kell jelölni, mert egyébként a műhely a teljes hosszat köszörüli.

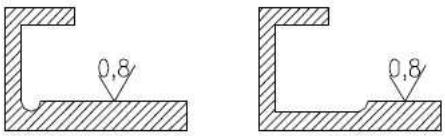


Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



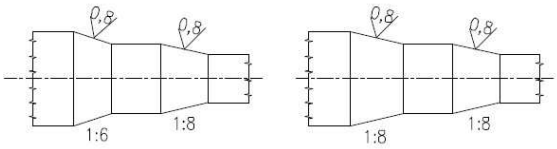
A munkadarab közepén elhelyezett támasztógallér szükségessé teszi, hogy a darabot központozzák és csúcsok között fogják fel. Ha az orsót *a)* szerint képezik ki (és a távolság-meghatározásra osztott perselyt alkalmaznak), akkor az orsók csúcsnélküli eljárással köszörülhetők. Ebben az esetben még olcsóbb megoldás a *b)* szerinti, ehhez ugyan több köszörülési munka szükséges, azonban tömeggyártásnál e célra húzott anyag használható.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

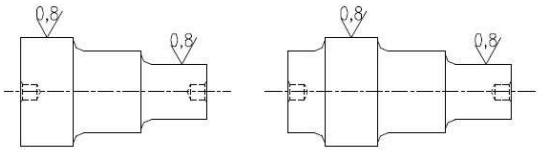


Fedett helyzetű felületek köszörülése nehéz, mert a fezék- vagy szegmenstárcsák meglehetősen magasak, és védőköpennyel vannak körülvéve. Ezért a felületet vízszintes orsójú gépen, kis átmérőjű csiszolókoronggal kellene köszörülni, ami az eljárást megdrágítja.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

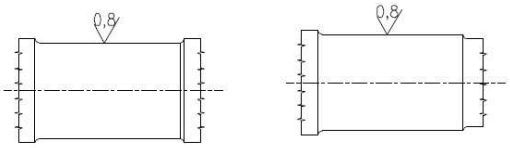


Ha egy tengelyen több kúpot kell köszörülni, akkor mindig azonos emelkedést kell választani. Ellenkező esetben a köszörűgép asztalát minden alkalommal át kell állítani.



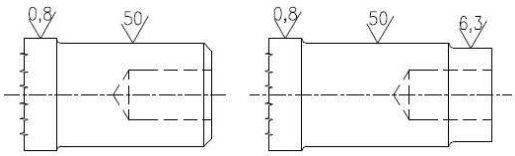
A munkadarab végein elhelyezett két köszörülési felület kedvezőtlen, mert a csúcsok közötti felfogásnál a menesztőt az egyik köszörülendő felületre kell felerősíteni. Ha a munkadarab egyik végén olyan szakasz van, amelyet nem kell köszörülni, akkor az ismételt átfogás megtakarítható. Ha a köszörülendő felület nem helyezhető át, akkor a műhely szempontjából gazdaságosabb lehet a munkadarab egyik végén egy ráhagyott részt meghagyni, amelyet a köszörülés után leszúrnak.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

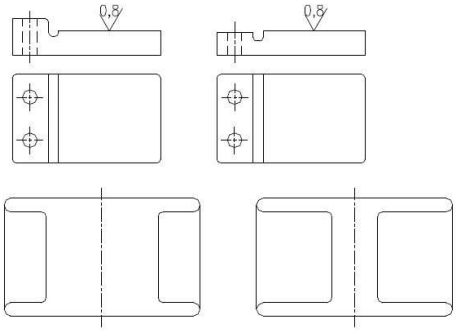


Két oldalon határolt csapágyhelyek köszörülése lehetséges, azonban költségesebb, mint olyan csapágyhelyeké, amelyek csak egyik oldalon határoltak, tehát a csiszolókorong egy vagy két irányban kifuthat.

Ha a köszörülendő tengely egyik végén mélyebb furat van, akkor köszörüléshez központosító sapkát kell felerősíteni, hogy a munkadarab csúcsok között felfogható legyen. Ebben az esetben azonban nem elégséges a külső átmérőt nagyolni, hanem azt pontos központossággal kell köszörülni.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

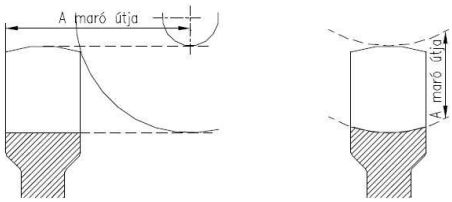


Magasabb fekvő felületek akadályozzák a síkköszörülést. Ha a köszörületlenül maradó felület mélyebben fekszik, akkor a munkadarab körasztalos síkköszörügépen is megköszörülhető.

Túlságosan nagy felületeket kimélyítenek, hogy a felesleges köszörülési költségek elkerülhetők legyenek. Fontos követelmény azonban még az is, hogy a megmaradó köszörülendő felületek a köszörűkorongot lehetőleg egyenletesen vegyék igénybe. Helytelenül kivitelezett alaknál a felület egyenlőtlen lesz, mert a csiszolókorong a középső részen a nagyobb ellenállás következtében jobban elnyomódik, a végeken viszont mélyebben hatol be.

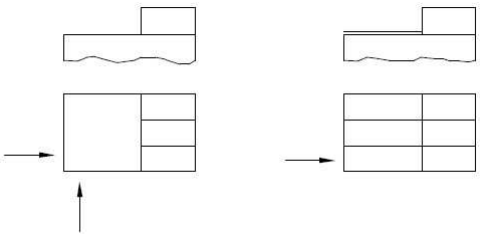
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Marás



A villa egyenes vonalú feneke miatt hosszú kifutás szükséges, és ezért a marónak hosszú pályát kell befutni. Ha a feneket – a marókerületnek megfelelően – ívelt alakban képezik ki, akkor a marónak lényegesen rövidebb beszúró mozgást kell végeznie.

A lépcsővel ellátott síkfelületet kétirányú marással kell megmunkálni és akkor könnyen kisebb küszöb keletkezhetik. Ha már eredetileg kisebb kiemelkedő részt engedélyeznek, akkor az egyik műveletet meg lehet takarítani.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Ívelt és alakos felületeket hátraesztergált alakmarókkal kell megmunkálni. Ezek előállítása költségesebb és teljesítményük kisebb a helyes fogazású marókénál. Egyenes felületek marására viszont nagyteljesítményű marók használhatók.

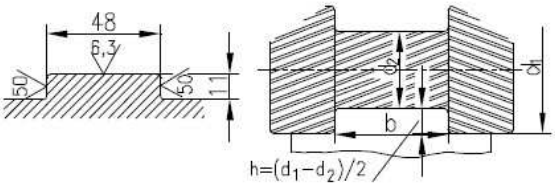
Egyenes fenekű villa homlokmaróval marható.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Valamennyi marási felület azonos magasságban feküdjön. Ezáltal könnyebb a befogás és a marás.

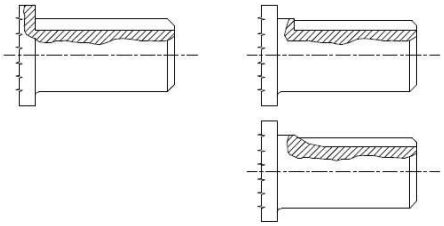
Fecskefarokalakú vezetékhez 50 fokos szöghomlokmarót szabványosítottak.

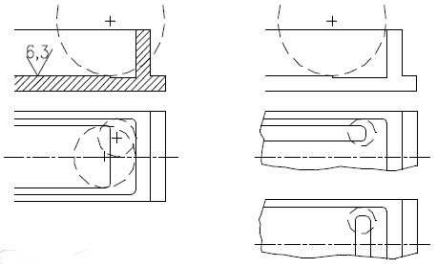
Ha lépcsős felületet csoportmaróval kell megmunkálni, akkor ügyeljünk arra, hogy a magassági különbség a normál maróátmérőknek, a szélesség a marószélességnek feleljen meg.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

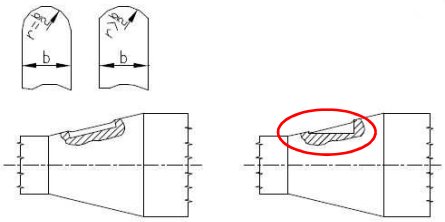
Vállig nyúló horony, csak nehezen marható: helyesebb, ha a horony már a váll előtt kifut. Mindkét kivitelnél azonban ujjmaróval kell dolgozni. Olcsóbb megoldás, ha a kifutás kör alakú, mert akkor palástmaró használható.





Fenékfelület csak nagy palástmaróval marható, ebben az esetben azonban nincs elegendő kifutási lehetőség.
Ezek szerint csak az a nem gazdaságos lehetőség marad fenn, hogy a felületeket egy kis homlokmaróval munkáljuk meg, hacsak nem szerkesztjük át a munkadarabot.

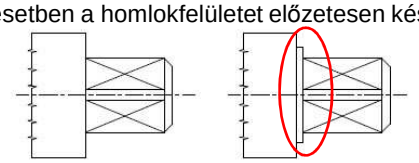
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A lekerekítéseket nem szabad úgy meghatározni, hogy r=b/2 legyen, ebben az esetben ugyanis tiszta felület alig érhető el: a lekerekítés helyesen r>b/2.

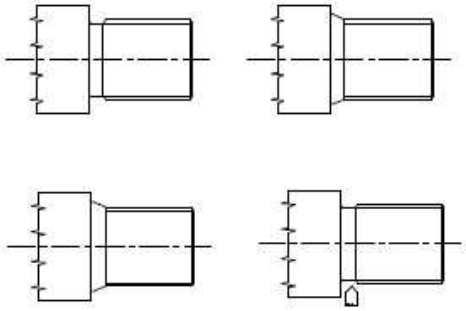
A gépbeállítási költségek kisebbek, ha a horony feneke a munkadarab tengelyével párhuzamosan helyezkedik el.

Négyszögek marásánál feltétlenül munkalépcsőt kell biztosítani. Ez esetben a homlokfelületet előzetesen kész méretre esztergálhatjuk.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

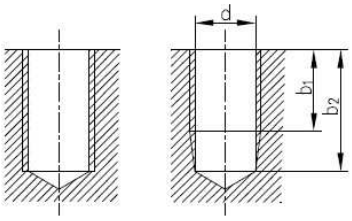
Menet



Rövid menetek marásánál – a menethengerléséhez hasonlóan – nincs szükség alászúrásra. Ezáltal sok munka takarítható meg és a szilárdság is javul.

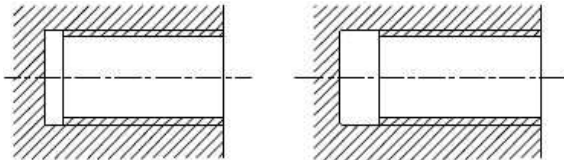
Az esztergakéssel vágott menetnél viszont alászúrás szükséges, hogy a szerszám kifuthasson. Ugyanez vonatkozik egymenetű alakmaróval készített hosszú menetek marására is.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



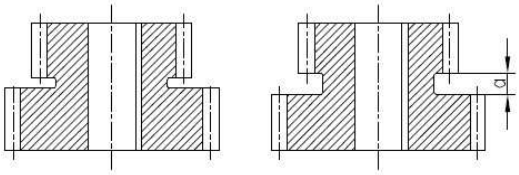
A menetfúrókat élletöréssel készítik. Helytelen ezért a menetet gondolkodás nélkül a furat fenekéig megrajzolni, hanem csak olyan hosszon kell ábrázolni, amely a tényleges igényeknek megfelel, ügyelve a kellő hosszúságú élletörésre (b1-b2≈d)

Ha a vágandó belső meneteknél alászúrást írnak elő, az ne legyen túlságosan rövid, mert így nem éri el a célját.

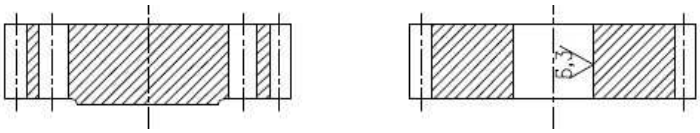


Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Fogazat



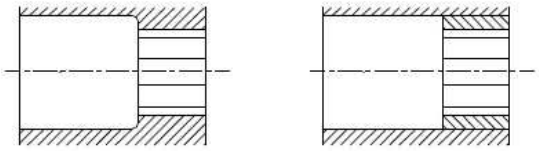
Ha a homlokfogaskerekeket lefejtő eljárással munkálják meg, akkor biztosítani kell a szerszám kifutását. A legkisebb a távolság – amely tömbkerekeknél fontos – lefejtő vésésnél a≈5 mm.



Ha pontos fogazásokat akarunk elérni, úgy elsősorban jól központosan kell felfognunk a munkadarabokat. Peremfuratok túlságosan rövid központozó lépcsővel erre nem felelnek meg. A leghelyesebb kiinduló felületként központos helyzetű furatot választani.

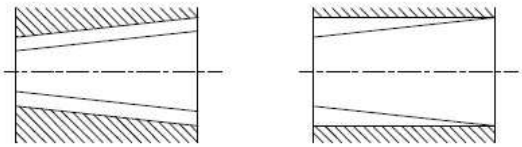
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Üregelés

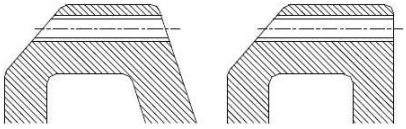


Hosszú lépcsős furatok, amelyeknek csak egy szakaszát kell üregelni, kedvezőtlenek az üregelési művelet szempontjából. Ilyen esetben üregelt persely besajtolása célszerűbb.

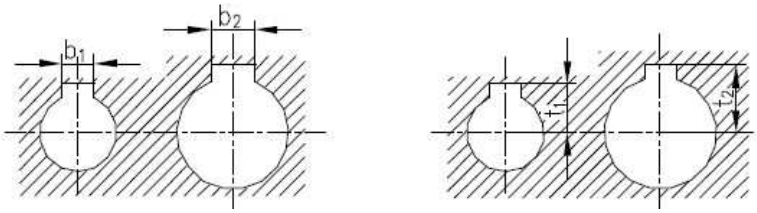
Ha kúpos furatban két hornyot kell üregeléssel kialakítani, célszerű azokat a tengellyel párhuzamosan kiképezni, mert akkor mindkét horony üregelése egy húzásra végezhető el. Helytelen kivitelnél két húzás szükséges.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A munkadarab megtámasztására az üregelésnél a furatra merőleges helyzetű felületre van szükség, egyébként különleges befogókészülék szükséges.



Különböző szélességű hornyok üregeléséhez különböző üregelőtüskék szükségesek. Különböző t mélységű hornyok viszont ugyanazzal a tüskével üregelhetők. Ezáltal a sorozatgyártásnál jelentős szerszámköltségek takaríthatók meg.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

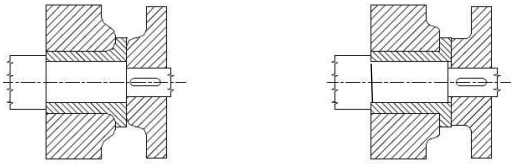
Ha az üregelőtüskét a vágóerő egyoldalúan terheli, akkor a szerszám könnyen elmászik.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

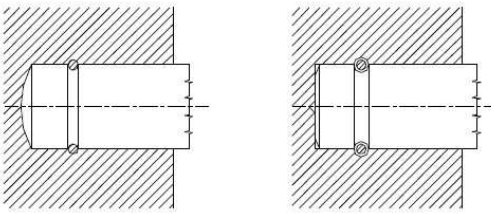
4. Illesztés és szerelés

Illesztés

Illeszkedést csak szükség esetén írjunk elő

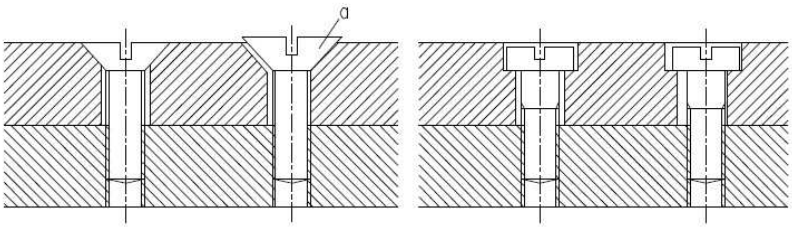


Általában nem szükséges a felékelt részt a tengely gallérján és a perselyen egyaránt felfektetni, hanem csak azok egyikén.



A nyomóorsó domború fejével támaszkodik a furat fenekének. Az orsó biztosítására két csap szolgál, hogy az, bár forgatható legyen, de azért nem legyen kihúzható. Következésképpen a csapok bőséges játékkal készítendők az orsó hornyához viszonyítva.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

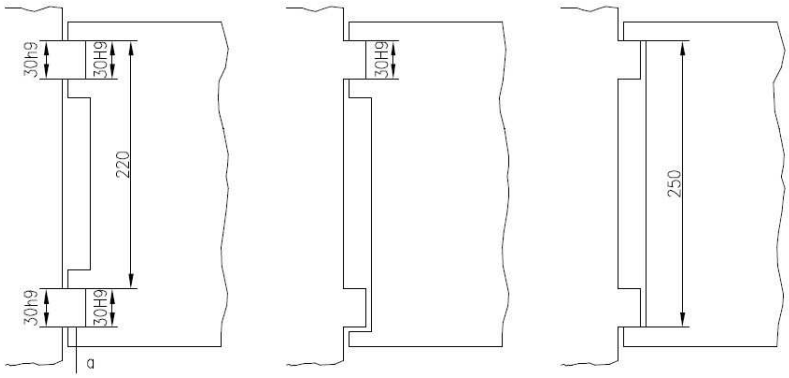


Ha süllyesztett fejű csavaroknál a furattávolságot nem tartják be, akkor az a csavarnál a kúp csak egyoldalúan fekhetik fel, és a csavar megfeszül. A csavar feje túlnyúlik az alkatrész felületén, holott az volt a cél, hogy a csavar az alkatrész felületével egy szintet alkosson. Ilyen esetekben a hengeres fejű csavarok alkalmazása célszerűbb, mert lyuktávolságok tűrései nagyobbakra vehetők, és a süllyesztést a csavarfej magasságánál nagyobb mélységre képezik ki.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

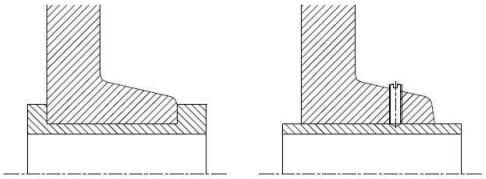
A lépcsős orsó egyidejűleg a fenéken és a gallérján nem fektethető fel, mert így a feladat túlhatározott; tehát már eredetileg is csak az egyik megoldást szabad előírni.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

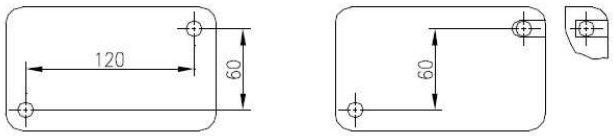


Ha a csuklós fedelet a baloldali rajz szerint készítik, akkor tűréseket kell betartani a keret két csuklópántjánál, a fedélnél, valamint a két csuklópánt egymás közötti távolságánál. Ha ezen kívül a fedélnek még ***a***-nál is fel kell feküdnie, akkor ez további szűk tűrést igényel a furat távolságával kapcsolatban.
A helyes kiviteleknél csak az egyik csuklópántot kell szűken tűrésezni, vagy a 250-es távolságnak kell illeszkednie.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

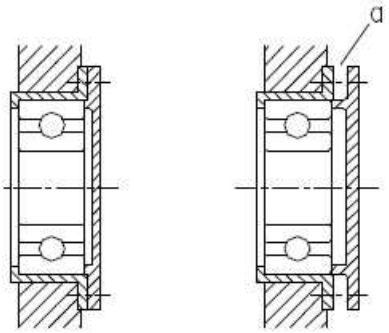


A kétrészes csapágyaknál a gallértávolság a házban és a perselyen szűk tűréseket igényel, hogy a persely el ne tolódjék. Egy egyszerű hernyócsavarral rögzített sima persely vagy csavar nélkül csak egyszerűen besajtolva, ugyanazt a célt gyakran olcsóbban éri el.



Ha valamely lemez központi helyzetét két csappan biztosítják, akkor helye, ha a lemezt a házzal együtt fúrják. Ha cserélhető alkatrészeket gyártanak, akkor a 120-as és 60-as furattávolságokat igen szűk tűrésekkel kell meghatározni. Ez a tűrés az egyik távolságra vonatkozólag elkerülhető a csap felvételére; a csapot lelapítják, hogy jobban felfeküdjön.

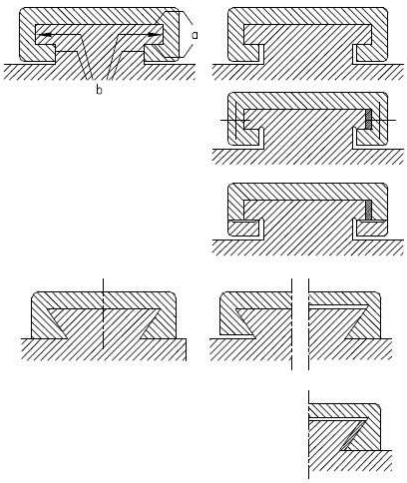
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Golyóscsapágyat tengelyirányú elmozdulás ellen biztosítani egyszerűbben és biztosabban lehet, ha a fedél nem fekszik fel ***a***-nál.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

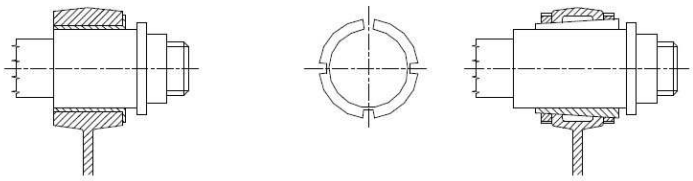
Szűk tűréseket után állítással kerüljünk el



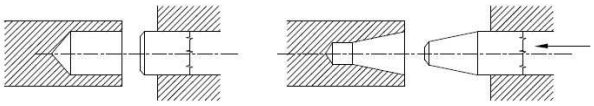
Helytelen szerkesztésű lapos vezetéknek, a és b helyeken fel kell feküdni. Ez a gyakorlatban nem vihető keresztül. Az egyik b felfekvés mellőzhető. Célszerűbb azonban után állító léceket használni; ezeknek további előnye, hogy a kopások kiegyenlítését is lehetővé teszik.

A baloldali fecskefarkalakú vezeték is túlhatározott, mert csak az egyik vízszintes felületen szabad felfeküdnie. Ebben az esetben is célszerű betétlécek alkalmazása.

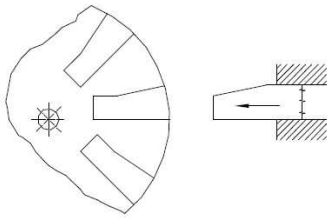
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Szűk tűrésű csapágyak, mint pl. szerszámgépek orsócsapágyai, általában hasított perselyekkel készülnek, amelyek egy kúpban hossz-irányú eltolással után-állíthatók.

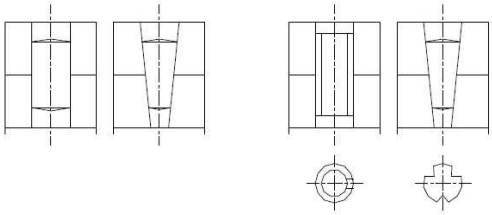


Osztásokra és más hasonló célokra szolgáló központosító csapokat kúposan készítik, mert akkor önmaguktól könnyebben beállnak. Az alsó ábra szerinti kivitel egyoldalú leferdítéssel pontosa biztosítja az osztótárcsa helyzetét.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Rugalmas szerkezeti elemek helyettesítenek szűk tűrésű szilárd illeszkedéseket

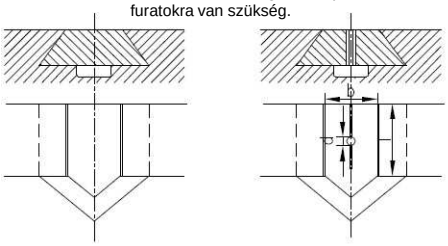


Hengeres vagy kúpos illesztőcsapok helyett gyakran használhatók rugós vagy bemetszett csapok. Ezáltal a tűrések nagy mértékben bővíthetők.

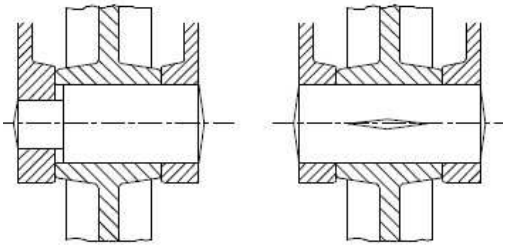
A hengeres csapokat *m6* tűréssel készítik és a rugós csapokhoz *H8* furatokra van szükség.

A betétkést szilárd illesztéssel kell rögzíteni. Ez megköveteli, hogy a fecskefarkalakú vezeték pontos munkával készüljön. Ha a betétkést felhasítják, és egy d átmérőjű bemetszett csapot hajtanak be, ezáltal a betétet feszítik.

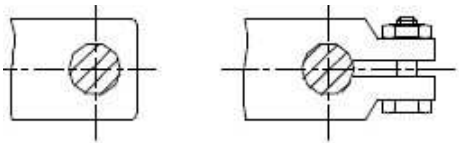
Szükséges azonban az alkatrész szilárd rögzítése érdekében, hogy b <3d és l>4d legyen. A furatot 0,9 d méretre készítik.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



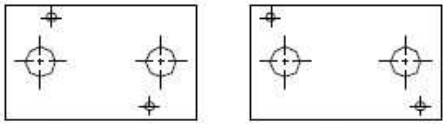
A futókereket villában forgathatóan ágyazott csapon rögzítik. Hogy a csap beszerelhető legyen, azt az alapcsap-rendszerű illesztés esetében is lépcsősen kell kivitelezni. Ez esetben a villa furatait két különböző átmérőre kell elkészíteni. Ha bemetszett csapot használnak, akkor a furatok és a csap sima kivitelben készíthetők, feltéve, hogy a villafuratokban a játék megfelelő.



Ha a csapnak rögzíteni kell, akkor szűk tűrések szükségesek. Célszerűbb bilincset alkalmazni.

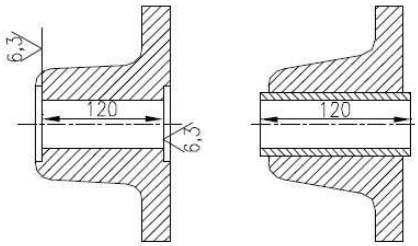
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Célszerű elrendezés növeli a tűréseket és olcsóbbá teszi az előállítást.



Ha valamely szerkezeti részt egy másik szerkezeti részhez viszonyítva illesztő csapokkal kell meghatározott helyzetben rögzítni, akkor azonos hiba mellett a távolságok tűrései annál nagyobbak lehetnek, minél távolabb helyezkednek el.

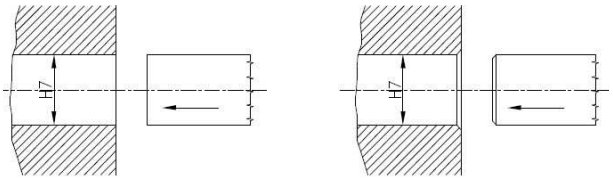
Minthogy ebben az esetben a 120 mm-es távolság az öntvényházban nehezen állítható elő, egyszerűbb megoldás perselyt behelyezni, amely könnyel előállítható és ellenőrizhető. A persely valamivel hosszabbra készíthető, hogy ezáltal az öntvényház felületein nem kell támasztó felületekként megmunkálni, ami a gyártásnál jelentős költségmegtakarítást eredményez.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

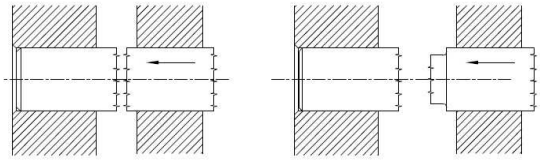
Szerelés

Az összeépítés megkönnyítése

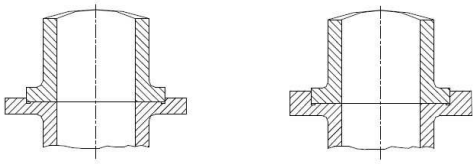


Ha csapokat illesztéssel kell a furatokban szerelni, akkor a furatok süllyesztése és a csapok leélezése szükséges. Ez esetben a csap sokkal könnyebben vezethető be, és az illesztési felületek nem sérülnek meg. Ez különösen szilárd és sajtoló illeszkedésekre vonatkozik.

Ha nagyobb hosszúságú tengelyek és furatok között szilárd vagy szűk illeszkedés van, akkor a bevezetés megkönnyíthető a tengely egy részének levékonyításával.

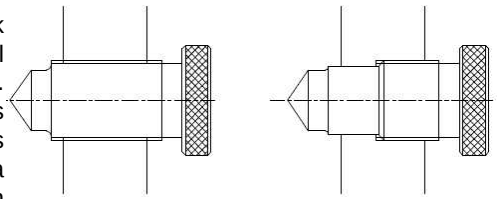


Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



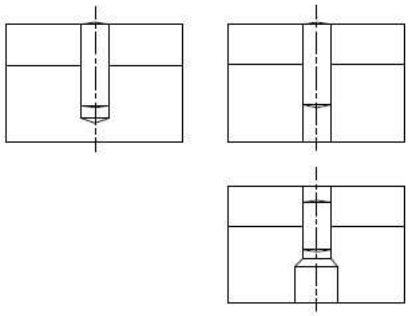
A központozó vállak, amelyeket egyébként is csak forgástesteken készítenek, megfelelő magasak legyenek, mert kis magasság pontos elkészítése nehézségekkel jár, és ezen túlmenően a kívánt célt csak hiányosan biztosítja.

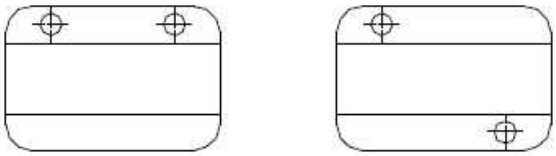
Menetek nem központosítnak még akkor sem, ha rendkívül pontos kivitelben készülnek. Ha pontos központosítás szükséges, akkor hengeres vállat kell kiképezni, amely – a szerkesztési feladattól függően – a menet előtt vagy mögött helyezhető el. Nagyobb hosszaknál menet- előtti és – mögötti központosító vállat is alkalmaznak.



Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

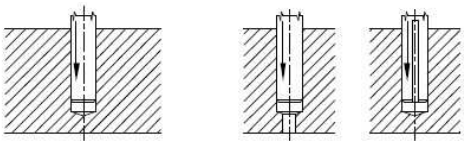
Ha központosítás céljaira illesztő csapokat használnak, akkor ügyelni kell arra, hogy a csapok behelyezése és kiütése végrehajtható legyen.
Zsákfuratoknál a csapot csak a felsőrész leszerelése után lehet kihúzni. Célszerű ezért a furatokat egy nagyobb furatig továbbvinni.



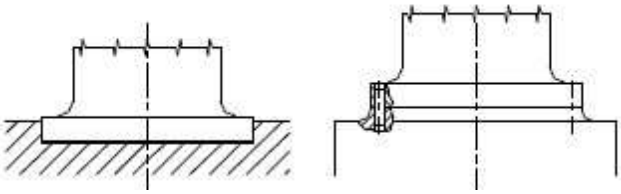


Több illesztő csap alkalmazásánál a köztávolság lehetőleg nagy legyen. Minél nagyobb a távolság, annál pontosabban biztosítható – azonos tűrés mellett – a munkadarab helyzete.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

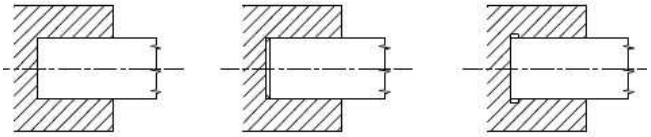


Csapok zsákfuratokba történő beszerelésekor gyakran keletkeznek légpárnák, különösen ha a csapokat bezsírozták. Hogy a csapok benyomhatók legyenek, a furat végén egy kis légfuratot kell létesíteni, vagy – ha ez nem lehetséges –a csapot kis horonnyal kell elkészíteni.

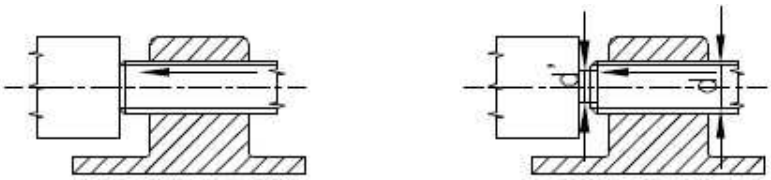


Az illeszkedési mélyedéseket pontosan kell esztergálni, vagy fúrni. Derékszögű alapfelületű alkatrészeknél az illeszkedő felületek ilyen megmunkálása rendkívül költséges, sőt esetleg olyan nagy költségeket okozhat, hogy gyakorlatilag nem kivitelezhető. Ilyen esetekben mindig illesztőcsapokat kell alkalmazni, amelyekkel ugyanaz az eredmény sokkal könnyebben érhető el.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

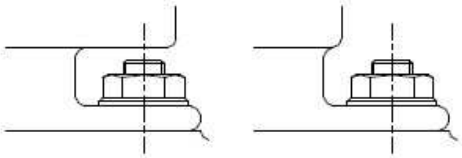


Zsákfuratok fenékrészeinek pontos megmunkálása nehézségekbe ütközik. Ezért ne is írjuk elő, hogy egy alkatrész pontosan sarokig bevezethető legyen. A furatokat ezért beszúrással készítik, vagy a beszerelendő alkatrész élét letörik.



Nyomócsavaroknál a menetnek sohasem szabad a nyomófelületig érnie, mert különben annyira elnyomódik, hogy a csavart már nem lehet kicsavarni. A levékonyított rész d' átmérője kisebb legyen, mint a csavar d magátmérője.

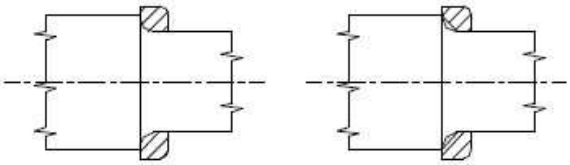
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A csavarok mindig könnyen hozzáférhetők legyenek, és azokat úgy kell elhelyezni, hogy közönséges csavarkulccsal meghúzhatók legyenek.

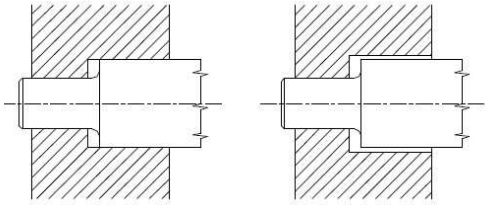
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Túlhatározás – felesleges illesztési munka elkerülése

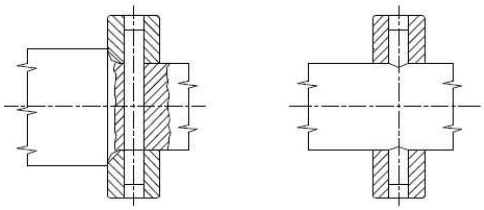


Az olyan tengelyeket, amelyeket nagyobb szilárdsági követelmények kielégítésére készítenek, fokozatos átmenetű lépcsőkkel állítják elő. E lekerekítéseket nem lehet egy ütköződarabba vagy állítógyűrűbe pontosan beesztergálni és mivel a felületek nem illeszkedhetnek egymáshoz pontosan, elégséges, ha a gyűrű felfekvő felületét csak ferdén letörik.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

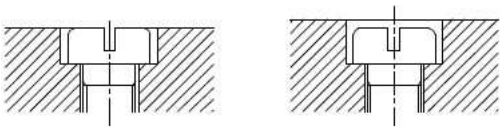


Lépcsős csap vagy lépcsős tengely csak egyik átmérőjén feküdjön fel.

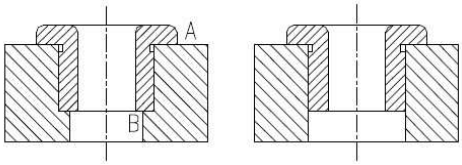


A csap nemcsak forgónyomatékot visz át, hanem a tárcsát tengely-irányban is rögzíti a tengelyen. Felesleges tehát a peremen való felfekvés, és gyakorlatilag nem is valósulhat meg, mert a könnyebb összeszerelés érdekében nagyobb tűrést – játékot – kell előírni.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

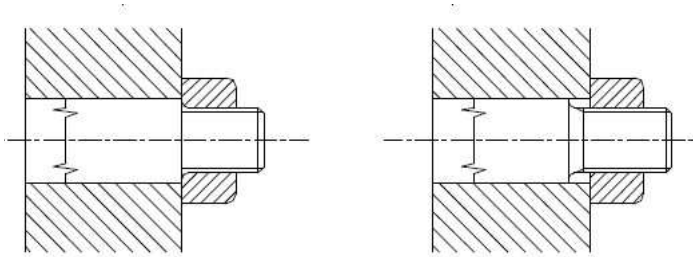


Ha a csavarfejnek nem szabad túlnyúlnia, akkor helyesebb a furatot már eredetileg mélyebbre süllyeszteni.



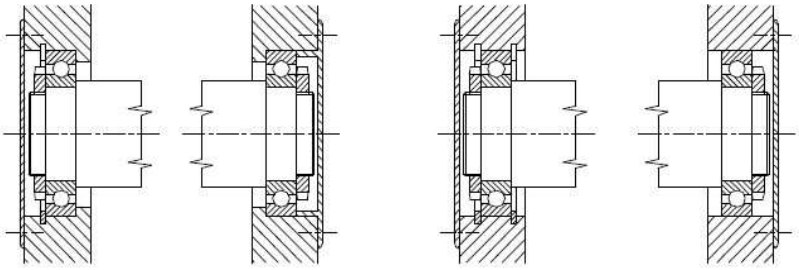
A fúróhüvely nem feküdhet fel A-nál és B-nél Ezenkívül a lépcsős furat előállítása költségesebb, mint a simáé. Ezért a fúróhüvelyt csak a peremén fektetik fel.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



A menet előállításánál egy kifutó rész alakul ki. Azonban olyan esetben is, ha a menetet a vállig hengerlik, helyesebb azt hosszabbra készíteni, hogy a csavaranya könnyen felhúzható legyen.

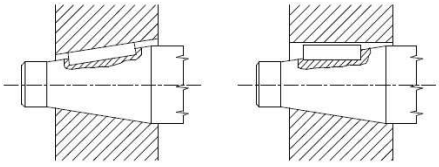
Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

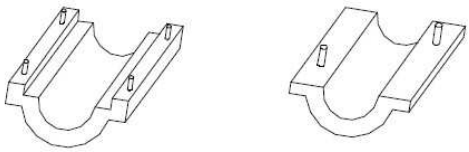


A tengely üzemközben felmelegszik. Ha a gördülőcsapágyakat mindkét oldalon tengelyirányban rögzítik, akkor könnyen megszorulhatnak. Azonkívül költséges műveletek szükségesek a tengely és a ház pontos köztávolságainak kialakításához. Ezért a két csapágy közül az egyik sima furatban feküdjék, hogy azt tengelyirányban ne kelljen illeszteni, és a tengely szabadon tágulhasson.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

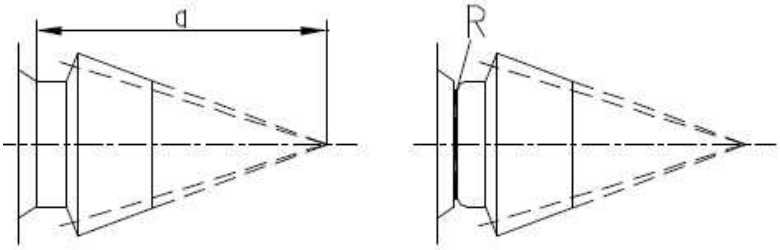
A tengely kúpos végébe szerelt ék feje felfeküdhet a furathoronyban. Ez esetben a kúpos csap már nem fekszik fel szilárdan a furatba. Ezért a hornyot és az éket a tengely középvonalával párhuzamosan képezik ki. Ezenkívül alig lehetséges, hogy a kúphosszak a furatban és a tengelyen egyezők legyenek. A furat kúpjának legkisebb átmérőjét tehát nagyobbra kell venni mint tengely legkisebb átmérőjét.





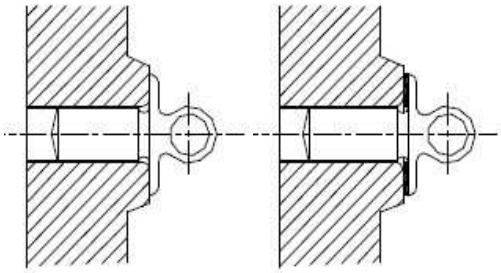
Csapágycsészék helyzetrögzítésére horony és csapok egyidejű használata felesleges. Mivel a hornyok csak a keresztirányú helyzetet biztosítják, célszerűbb csapok alkalmazása, amelyek mind hossz-, mind keresztirányban rögzítenek.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



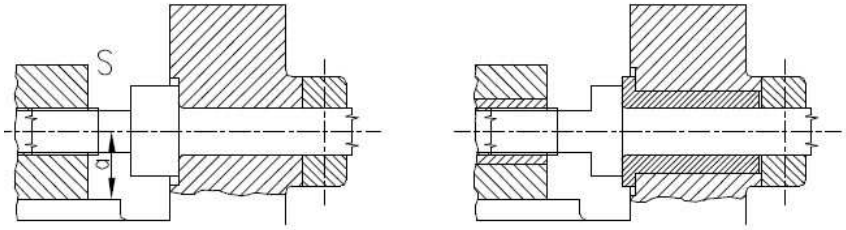
A kúpos fogaskerekek felfekvő felülete és középtengelyeinek metszési pontja közötti a távolságnak pontosnak kell lennie, viszont ez a gyártásnál nehezen valósítható meg. R betétgyűrűk alkalmazásával a gyártás lényegesen könnyebb. A szerelőműhelynek különböző vastagságú gyűrűket bocsátanak rendelkezésére, amelyekből a szükségeseket a munkadarabok tényleges méretei alapján válogatja ki.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Ha a szemes csavarnak becsavarás után előre meghatározott helyzetben kell lennie, akkor a menetet igen pontosan kell rávágni. Ez nagy nehézségekkel járna. Sokkal egyszerűbb egy R betétgyűrűt beszerelni, amelyet különböző vastagságokban bocsátanak a szerelőműhely rendelkezésére.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu



Ha az a feladat, hogy az ***S*** szán szűk menettel pontosan fusson, akkor az a méret mindkét alkatrészen igen szűk tűréssel késztendő el. Ha viszont a menetnél és a sima furatnál perselyeket szerelnek be, akkor a két összeszerelt test furatait egy munkamenetben lehet a fúró-maróművön felfúrni.

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu

Az emelőkar állását igen pontosan be kell tartani, viszont az ***a*** méretet a ***b, c, d*** alkatrészek különböző tűrései befolyásolhatják. Ezért mind a négy méretet nagyon szűken kellene tűrésezni. Ha viszont az a hossz szabályozható, akkor nagyon bő tűrések engedélyezhetők

Dr. Mikó Balázs - miko.balazs@bgk.uni-obuda.hu