



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnöki Szak

Egy 1500 LE-s aggregátor fedelének gyártástechnológiája
hagyományos szerszámgépekre

Belső konzulens: Kári-Horváth Attila Ph.D
egyetemi docens

Külső konzulens: Bánhegyi József
termelési vezető
GO METALL Kft

Készítette: **Koloszár István**
IQPITD
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: **MATE Műszaki Intézet**

Gödöllő
2023

**MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció**

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Koloszár István (IQPITD)

részére

A diplomadolgozat címe:

**Egy 1500 Le-s aggregátor fedelének gyártástechnológiája hagyományos
szerszámgépekre**

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, gyártás-technológia tervezés, készüléktervezés, dokumentáció elkészítése, gazdasági számítás, összefoglalás

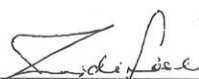
Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok

Külső konzulens: *Bánhegyi József, termelési vezető, GO-METALL Kft.*

Belső konzulens: *Dr. Kári-Horváth Attila, egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet*

Beadási határidő: 2023. november 06.

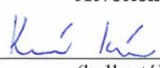
Gödöllő, 2023. szeptember 04.



(tanszékvezető)

Jóváhagyom

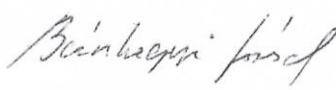
(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. hó nap



(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	6
2.	Cégbemutatós	7
3.	Szakirodalom feldolgozása	8
3.1.	A folyékonyalakítási technológia, az öntés	8
3.1.1.	Külömféle öntészeti eljárások.....	8
3.1.2.	Az öntőminta	9
3.1.3.	Anyagválasztás szempontjai.....	9
3.1.4.	Öntvénytervezés	10
3.1.5.	Homokformába öntés	12
3.1.6.	Formaüreggel szemben támasztott követelmények.....	13
3.1.7.	Az öntés során előforduló felületi hibák.....	14
3.2.	Öntöttvasak	15
3.2.1.	Öntöttvasak tulajdonságai.....	15
3.2.2.	Öntöttvasak összetétele.....	16
3.3.	Gépi forgácsolás.....	17
3.3.1.	Az esztergálás	17
3.3.2.	Marás	19
3.3.3.	Köszörülés	21
3.4.	Hűtő-kenő folyadékok	23
4.	Probléma bemutatása.....	24
5.	Gyártástervezés	27
5.1.	Előgyártmánytervezés.....	27
5.1.1.	Öntőforma.....	28
5.2.	<i>Forgácsolás</i>	33
5.2.1.	Esztergálás I.....	33

5.2.2.	Esztergálás II.	36
5.2.3.	Esztergálás III.	37
5.2.4.	Esztergálás IV.	38
5.2.5.	Marás I.	39
5.3.	Fúrókészülék tervezés	42
6.	Gazdasági számítás	46
7.	Összefoglalás.....	48
8.	Summary	49
9.	Nyilatkozat	50
10.	Irodalomjegyzék	53
11.	Mellékletek jegyzéke	56

1. Bevezetés

Amerikában kisebb olajfúrásokhoz használnak olyan teherautókat, amelyekre aggregátorokat építettek rá. Ahol nincs a közelben áramforrás (pl. sivatagos területek), az olajfúró torony működéséhez szükséges áramot ezek a dízel üzemű aggregátorok termelik. A motorok teljesítménye különböző, léteznek 500LE - 2500LE-ig. A dolgozatban említett alkatrész, egy ilyen 1500LE-s aggregátor fedele.

A 6 hetes szakmai gyakorlatomat is a Go-Metall Kft-nél töltöttem, megismerkedhettem a cég profiljával, az általuk gyártott alkatrészekkel, mint például a fent említett aggregátor fedéllel is. A gyártás során különböző gyártástechnológiákat alkalmaznak, melyekbe betekintést nyertem, és alkalmanként részt vettem a mérnöki munkában. Többször készítettem árajánlatokat, különböző alaktrészekről, és sorozatokról. Készítettem 3D-s terveket, illetve digitális műszaki rajzokat különböző alkatrészekről, ezeknek végigkövettem a gyártását, majd a minőségellenőrzésen, és a mérésekben is részt vettem. Gyakoroltam a kommunikációt az üzemben dolgozó szakemberekkel, részt vettem szakmai beszélgetésekben, és a gyártási folyamatokban.

A hazai és nemzetközi szakirodalom alapján áttekintjük a folyamatot. Az érintett területek az öntészet, a forgácsolási eljárások, a hűtő-kenő folyadékok, illetve a készüléktervezés. A dolgozat a fent említett aggregátorok közül, egy 1500 lóerős változat fedelének gyártástechnológiáját írja le, melyhez egy műhelyrajz áll rendelkezésre, valamint az alkatrész anyagminősége, mely lemezgrafitos öntvény EN-GJL-250. Az alkatrészből 5db-ra adtak le megrendelést, a további dokumentációk hiányában, a feladat az fedél gyártástechnológiájának meghatározása. Meg kell tervezni az előgyártmányt, a forgácsolás menetét, illetve paramétereit, valamint fúrókészüléket kell tervezni a furatok elkészítéséhez. Következő lépésként elvégzem a gazdasági számításokat.

A dolgozatírás során az alábbi számítógépes programokat használtam:

- Microsoft word Professional Plus 2019
- Microsoft excel Professional Plus 2019
- Solid edge 2021
- Paint

2. Cégbemutató

A Go-Metall Kft 1990-ben alakult családi vállalkozás, mely teljes mértékben magyar tulajdonú. A cég fémmegmunkálással foglalkozik, fő profiljaik, a Gépalkatrészgyártás, öntvénymegmunkálás, acélszerkezet-gyártás és CNC forgácsolás. Általában kis- és közepes szériák gyártásával foglalkoznak, de jelentős időt fordítanak egyedi alkatrészek gyártására is.

A cég eleinte egy üzembe folytatta a termelést, Budapesten a volt Csepel gyár területén. Az egyre emelkedő igények miatt szükségessé vált még egy üzemcsarnok létesítése, melynek Tab község ad otthont. A telephely infrastruktúrája úgy került kialakításra, hogy a cég profilja bővíthetett hegesztett acélszerkezetgyártással is. A dolgozók létszáma 30-35 fő, mind tapasztalt, precíz szakemberek, akik igényesen végzik munkájukat, és minőségi termékeket készítenek.

A pontos munkához, a hozzáértő szakembereken kívül modern precíz gépekre is szükség van, melyekből a cégnél nincs hiány. Rendelkeznek a hagyományos szerszámgépekkel is mint, eszterga, gyalugép, egyetemes marógép. A hagyományos gépek mellett a gépparkban számos CNC gép található, például CNC karuszeleszterga és CNC megmunkálóközpont is. A megrendelések 80%-a külföldről érkezik, tehát a termékek nagyrésze exportra készül, következő országokba: Németország, Belgium, Hollandia, Ausztria, Svédország, USA, Franciaország. Az éves forgalmuk 1.7 millió euróra tehető.

A fő termékek közé tartoznak: pumpaházak, forgattyús házak, hajtásházak, csapágyházak, csapágyfedelek, hajtókarok, keresztfejek, gépágyak, orsószekrények, egyéb szerszámgépipari alkatrészek, kompresszor alkatrészek. A termékek elsősorban a szerszámgépiparban, az élelmiszeri gépiparban, az olaj- és gáziparban, valamint a kompresszor-gyártás területén kerülnek felhasználásra.

A cég egy alkatrész gyártásának, minden folyamatát követi, az általuk gyártott acéltermékeket egészen az öntőforma tervezésétől az alkatrész kiszállításáig végig kísérik, illetve mindent megszerveznek. A profilba nem tartozó munkafolyamatokat, mint például homokszórás, vagy festés, alvállalkozókkal végeztetik el, melyekkel már a kezdetektől együttműködnek. Így könnyítik meg az ügyfelek dolgát.

3. Szakirodalom feldolgozása

3.1. A folyékonyalakítási technológia, az öntés

A legrégebbi technológiák közé tartozik. Az olvadt fémötvözetet egy előre elkészített formába öntik és hagyják megszilárdulni. A forma mérete, felülete nagymértékben befolyásolja a munkadarab pontosságát, felületi minőségét. Szükség szerint a munkadarab méreteit forgácsolással lehet pontosítani. Általában bonyolult alakú darabokat készítenek így, amelyek tömeggyártása forgácsolással nem lenne nyereséges. [3][5]

3.1.1. Különböző öntészeti eljárások

Homoköntés: A homoköntés az egyik legrégebbi és legelterjedtebb öntészeti módszer. Ezzel az eljárással fémeket öntenek ki egy homok formában, amelyet előre elkészítenek az öntendő alkatrész alapján. A homok szilárdsága és könnyen formázhatósága miatt a homoköntés sokféle alkatrész gyártására alkalmas.

Centrifugális öntés során a fémeket a forma közepébe helyezik, majd az formaforgatása miatt centrifugális erő lép fel. Ez a technika főként hengerek és csőalakú alkatrészek gyártására alkalmas.

Nyomóöntés: Ezzel az eljárással fémeket vagy ötvözeteket olvadt állapotban öntenek ki formákba. Ehhez magas nyomású gépeket használnak, amelyek lehetővé teszik a pontos és gyors öntést. Ez a módszer főleg szögek, aluöntvények és más könnyűfém alkatrészek gyártására szolgál. [6]

Öntöttvasöntés: Az öntöttvasöntésben a fémeket olvadék állapotban öntik ki egy előre elkészített homokformába.

Köpenyöntés során az öntöttvasat egy speciális köpenybe öntik, amely magában foglalja a formát és egy vékony védőréteget a fém körül. Ezt az eljárást használják öntöttvas alkatrészek és precíziós alkatrészek gyártásához.

A fentiek csupán néhány példa az öntészeti eljárásokra. Az öntési technológiákat számos helyen alkalmazzák az ipari gyártástól a művészeti alkotásokig egyaránt.



- *3.1.ábra Sorozat öntés [32]*

3.1.2. Az öntőminta

Az öntőminta olyan sablon, amelyet az öntési folyamat során használnak. Az öntőminta a kívánt alkatrész negatív formája, amelybe a folyékony anyagot, például fémeket, műanyagokat vagy más anyagokat öntik ki a formálás és szilárdulás idejére. Az egyszer felhasználható formákat nevezzük elvesző formának. Ilyen pl. a homokforma. [20]

Az öntőminták lehetnek egyszerűek vagy nagyon bonyolultak, attól függően, hogy az elkészítendő alkatrészek milyen formával rendelkeznek. Az öntőminták fontosak az öntési folyamatban, mivel segítik a megfelelő alkatrészek kitöltését és kialakítását, valamint az anyag hatékony felhasználását. [18]

3.1.3. Anyagválasztás szempontjai

Amikor anyagot választunk az öntvényhez, az alábbi szempontokat kell figyelembe venni annak érdekében, hogy a kívánt tulajdonságokat és teljesítményt elérjük:

Először is, fontolóra kell venni a készült öntvény műszaki és funkcionális követelményeit. Milyen terheléseknek lesz kitéve az öntvény? Szükséges-e jó hővezető képesség vagy elektromos vezetőképesség? Milyen környezeti hatásoknak kell ellenállnia? [12] [16]

Az öntvény anyagának megfelelő szilárdsági és merevségi tulajdonságokkal kell rendelkeznie az alkalmazásnak megfelelően. Az anyag szakítószilárdsága, nyúlása és keménysége kritikus lehet. Ha az öntvénynek magas hőmérsékletnek kell ellenállnia, fontos a megfelelő hőállóság

és hőterhelési képesség kiválasztása. Például, motorblokkok és hőcserélők esetében fontos a jó hővezető és hőálló anyag. Ha az öntvény korrózióhatásoknak van kitéve, olyan anyagot kell választani, amely ellenáll a korrózióknak vagy könnyen bevonható korrózióvédelemmel.

Az öntvény anyagának sűrűsége befolyásolja az öntvény tömegét. Az anyagnak jól megmunkálhatónak kell lennie az öntvény kívánt alakjának és méretének eléréséhez. Az öntvények esetében a könnyen megmunkálható anyagok előnyösebbek. Az anyag kiválasztásakor mindig figyeljünk az anyag költségére. Ez jelentősen befolyásolhatja a gyártás költségeit is. Az alkalmazási környezet, például a hőmérséklet, páratartalom és vegyi anyagok jelenléte is befolyásolja az anyag választását. Vegyük figyelembe az ökológiai tényezőket is, és keressünk környezetbarát anyagokat, ha lehetséges. Győződjünk meg arról, hogy az öntvények kiválasztott anyaga megfelel-e az iparági szabványoknak és előírásoknak. [14] [16] Az öntvény anyagának megfelelő kiválasztása kulcsfontosságú a termék vagy alkatrész teljesítménye és tartóssága szempontjából. Előzetes tervezési mérlegelések és anyagvizsgálatok segíthetnek a megfelelő döntés meghozatalában. [30]

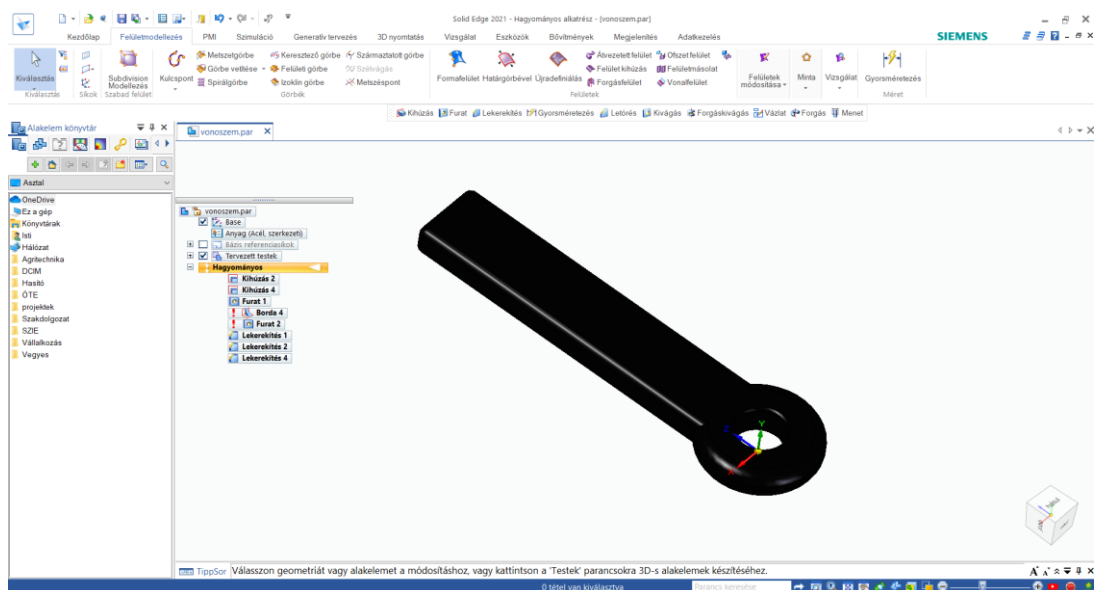
3.1.4. Öntvénytervezés

Alapja a gyártmány alkatrészcsoportja. Ez alapján készül az öntvényrajz, amely már tartalmazza a megmunkálási ráhagyásokat. Az öntvényrajz elkészítésénél ügyelni kell a formázhatóságra, az önthetőségre és el kell dönteni, hogy a kész öntvény hány darabból álljon. Az öntőformák két nagy csoportba sorolhatók elvesző, vagy maradó minták. A kis darabszám miatt nekünk az olcsóbb, elvesző forma használata éri meg. Az öntvénytervezés során az alábbi fontos lépések hozzájárulnak a sikeres termék létrehozásához: [5] [13]

- Tervezési fázis: Az öntvénytervezés az öntendő termék tervezésével kezdődik. Ebben a szakaszban meghatározzák a termék formáját, méretét és funkcionális tulajdonságait.
- Anyagválasztás: Kiválasztják az öntendő anyagot. Az anyag tulajdonságai fontosak, mivel azok meghatározzák az öntvény fizikai és mechanikai jellemzőit.
- Öntési folyamat kiválasztása: Meg kell határozni az alkalmazandó öntési folyamatot. A leggyakoribb öntési módszerek közé tartozik a homoköntés, kokillöntés és vákuumöntés.

- Modell- vagy mintaalkotás: Elkészítik az öntési formát, amely lehetővé teszi az öntendő anyag pontos elrendezését. Ez a forma lehet viaszmodell vagy akár 3D nyomtatott modell.
- Öntési folyamat: Az öntendő anyagot megolvasztják, majd az előkészített formába öntik. Az anyag hűlés után megszilárdul, és a kívánt termék jön létre.
- Utómunkálatok: Az öntött terméken esetleges anyaghibákat, méreteltéréseket vagy felesleges részeket eltávolítják, majd különböző utómunkálatokkal, például megmunkálással, festéssel vagy bevonattal fejezik be.
- Minőségellenőrzés: A létrehozott öntvények minőségét ellenőrzik, hogy biztosítsák a termék specifikációknak való megfelelést.

Az öntvénytervezés komplex folyamat, amely különböző szakértelemmel rendelkező szakemberek közreműködését igényli, például mérnökökét. Az Öntvényiparban gyakran alkalmaznak 3D tervezési szoftvereket és számítógépesített tervezési (CAD) eszközöket a tervezési folyamat támogatására és optimalizálására. Az öntvénytervezés célja az olyan termékek előállítása, amelyek kielégítik a funkcionális és minőségi követelményeket, miközben hatékonyan és gazdaságosan készülnek el.[10] [27] [29]



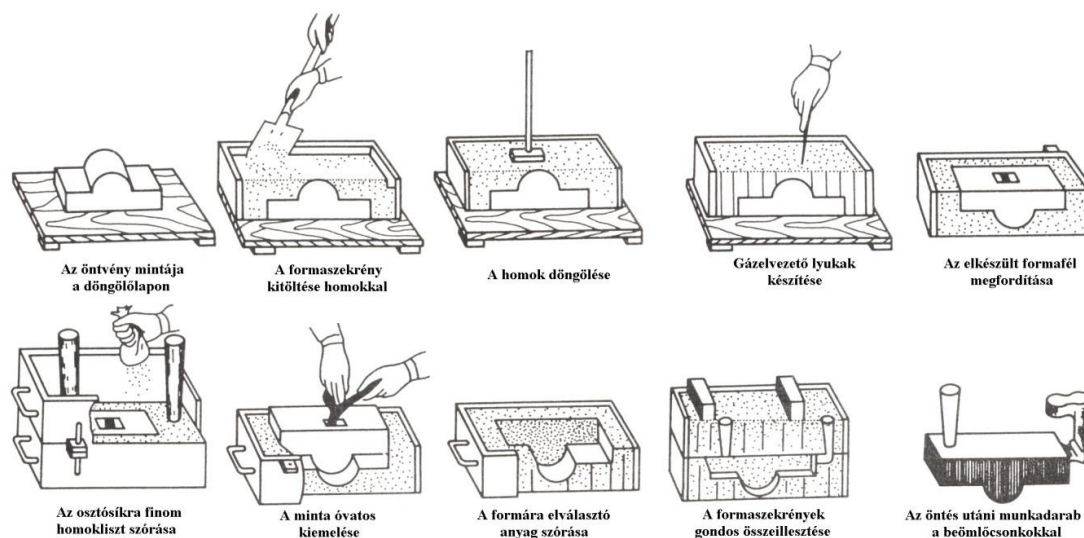
- 3.2. ábra 3D-alaktrész modell (forrás: Saját)

3.1.5. Homokformába öntés

Homokformába öntés egy öntéstechnika, amely során meleg fém, üveg vagy más anyagot öntenek homokformába annak érdekében, hogy egy kívánt alakot vagy részt hozzanak létre. Ez a folyamat hasznos lehet például öntöttvas vagy alumínium alkatrészek előállításához. [9] [17]

Az öntés folyamata általában a következő lépéseket tartalmazza:

- Homokforma előkészítése: Először egy mintadarabot vagy modellt kell elkészíteni az elkészítendő alakról vagy részről. Ezt a mintadarabot elkészítik fából, műanyagból vagy más anyagból. Ezután a mintadarabot ágyazzák be homokkal, hogy egy formázható homokformát hozzanak létre.
- Forma elkészítése: A homokformához speciális formázó homokot használnak, amelyet nedvesítenek, majd a mintadarabot beleszorítják a homokba. Ezt követően a mintadarabot óvatosan eltávolítják, ami a kívánt alakot hagyja a homokban.
- Öntés: Az öntendő fém vagy anyag megolvasztásához és melegítéséhez egy kemencét használnak. Amikor a fém megfelelő hőmérsékletre hevült, akkor azt óvatosan öntik a homokformába a kívánt alak kialakításához.
- Hűtés: A frissen öntött alkatrészt vagy részt hagyni kell hűlni a homokformában. Amikor kihűlt és megkeményedett, a homokot eltávolítják a kész darabról
- Utófeldolgozás: A frissen öntött darabot lehet további mechanikai feldolgozáson esik át, például megmunkáláson, csiszoláson vagy festésen, hogy elérjék a kívánt végeredményt
- A homokformába öntés egy elterjedt öntéstechnika, amely alkalmas számos alkalmazásra, de megfelelő szaktudást és felszerelést igényel a biztonságos és hatékony végrehajtáshoz. [16] [17]

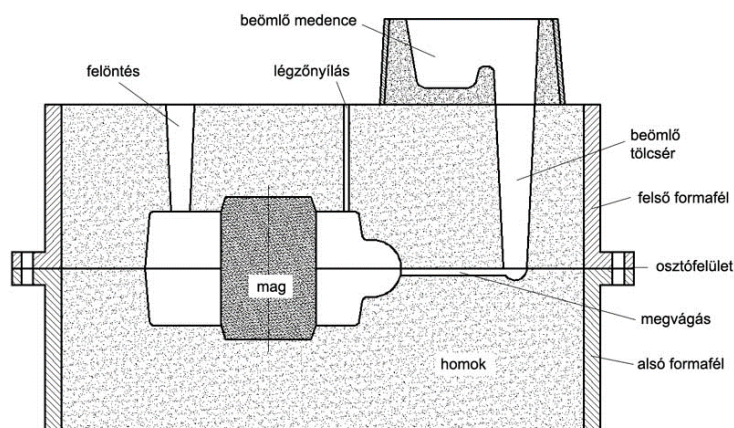


• 3.3.ábra Homokformába öntés [33]

3.1.6. Formaiüreggel szemben támasztott követelmények

Az öntési folyamat során az öntőforma (formaüreg) meghatározó eleme a sikerességnek. Az öntőformának számos követelménynek kell megfelelnie annak érdekében, hogy megfelelő minőségű és pontos alkatrészeket lehessen előállítani. A fontosabb követelmények: Az öntőformának nagy pontosságúnak és méretpontosnak kell lenni, hogy az előállított öntvények megfeleljenek a tervezési követelményeknek. A formának garantálnia kell az alkatrész pontos méreteit és alakját. A formának sima felületűnek és minőséginek kell lennie annak érdekében, hogy az öntött alkatrészek is simák és megfelelő minőségűek legyenek. A sima forma felülete segít elkerülni az öntvényekben a repedéseket és egyéb hibákat. Megfelelően elhelyezett töltőnyílásokat és szűkületeket kell tartalmaznia annak érdekében, hogy az öntőanyag szabályosan és hatékonyan töltse ki a formát. A megfelelő elrendezés és kialakítás segít elkerülni az öntési hibákat, például a léghólyagokat. Az üregnek megfelelő hűtési rendszert kell tartalmaznia az öntési folyamat során. A hűtési rendszer segít a megfelelő hőmérséklet fenntartásában és a gyorsabb megdermedésben. Ezáltal a formának hosszabb élettartamot biztosít. Az öntőforma anyagának ellenállónak kell lennie az öntőanyaggal szemben. A fémöntvényekhez használt öntőformákat például hőálló anyagokból készítik. Bár

az egyszer használatos formákat nem tervezik hosszú élettartamra, a tartós formáknak hosszabb ideig kell ellenállni a magas hőmérsékletnek és nyomásnak. A tartósság növeli a formák élettartamát és csökkenti a gyártási költségeket. Az öntőforma könnyen kezelhetőnek kell lennie az öntési folyamat során. Az egyszer használatos formáknak könnyen elkészíthetőnek és eltávolíthatóknak kell lenniük az öntött alkatrészekről. Az öntőformát a konkrét öntési folyamathoz és az alkatrész tervezéséhez kell igazítani. A forma megfelelő kialakítása és elrendezése fontosszempon a sikeres öntéshez. Az öntvénytervezőknek és mérnököknek gondoskodniuk kell arról, hogy az öntőformák megfeleljenek ezeknek az elvárásoknak annak érdekében, hogy sikeres öntvénygyártást érjenek el. [16] [21] [24]



• 3.4.ábra Homokforma metszete [34]

3.1.7. Az öntés során előforduló felületi hibák

Az öntés során hibák számos okból származhatnak, és a gyártási folyamat számos lépésében bekövetkezhetnek. A hibák elkerülése vagy minimalizálása érdekében fontos az öntvénytervezés során a megfelelő formatervezés és öntési paraméterek kiválasztása, valamint a megfelelő minőségellenőrzési eljárások alkalmazása. A hibák észlelése és javítása rendkívül fontos a végső alkatrész minőségének biztosításához. [24]

Az öntés során előforduló felületi hibák lehetnek:

- Léghólyagok
- Nyomásosztódások
- Nedves foltok
- Felületi egyenetlenségek

A hibák eltávolítása fontos lépés az öntött alkatrészek minőségének javításához. A felületi hibák eltávolítása segít abban, hogy az alkatrész sima, megfelelő felületű és a tervezési követelményeknek megfelelő legyen. Az öntés során előforduló felületi hibák eltávolítása általában munkaigényes és precíz feladat. Az eltávolítási módszer attól függ, hogy milyen típusú hiba lépett fel, valamint az öntvény anyagától és méretétől. Az alkatrész tervezése során a hibák minimalizálása és a megfelelő formatervezés lehetővé teszi, hogy a felületi hibákat minimalizálják. [14] [20] [31]

3.2. Öntöttvasak

A szakirodalomban öntöttvasnak nevezik azokat a vas-szén ötvözeteket, amelyeknek a széntartalma 2,06 - 6,67 % közé esik. Az öntészetben elsősorban az alacsony olvadáspontú, kicsi hőtágulású és a kiváló formakitöltő tulajdonságú változatokat használják. Az öntvények előnye, hogy viszonylag olcsón előállíthatóak és a gyártás során kevés az anyagvesztés. A gépészet legtöbb területén használnak vasöntvényt. A gyakorlatban az eutektikus összetétel közelében esőket, azaz a 3,5 - 4,5% -ig terjedő széntartalmúakat részesítik előnyben. [3] [31]

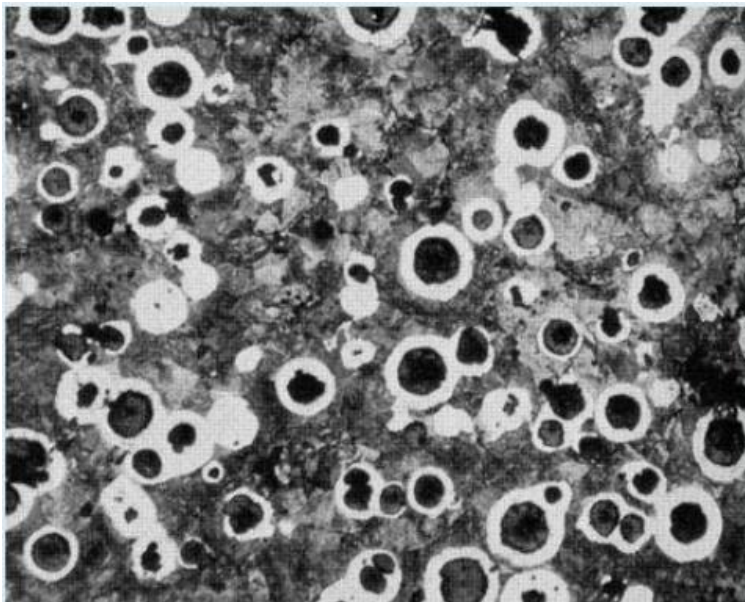
3.2.1. Öntöttvasak tulajdonságai

Az szürke öntöttvas anyagszerkezete hasonlít az acéléhoz, de tartalmaz még perlitet, perlit-ferritet és grafitot. Mivel a grafit szilárdsága alacsony, így csökkenti az öntöttvas szilárdságát, sőt a grafitlemezkek bemetsző hatására az alapszövet-szerkezet rideg lesz. A grafitlemezkek körül úgynevezett feszültségcsúcsok jönnek létre. A grafittartalom miatt az öntöttvasnak számos olyan tulajdonsága van, ami alkalmassá teszi szerkezeti anyagnak. Például: a külső bemetszések nem csökkentik a kifáradást, kiváló a rezgéscsillapító képessége, nagy a nyomószilárdsága, magas a kopásállósága, forgácsolással kiválóan megmunkálható. Ötvözéssel pedig más tulajdonságokkal is ellátható. [13] [23]

A temperöntvények előnye, a gömb alakú grafitot tartalmazó öntöttvas hőkezeléssel előállítható. Alapként fehéröntvényt használnak, mely széntartalma elég magas, szerkezete pedig ledeburitos. [3] [31]

A lemezgrafitos öntvények olyan fémalkatrészek, amelyeket speciális öntési eljárással készítenek. Ezekre a termékekre a lemezgrafitos grafit mikroszerkezete jellemző, ami

különbözik a hagyományos öntvények grafitszemcséitől. A lemezgrafitos grafit gömb alakú szemcsékből áll, míg a hagyományos öntvények grafitszemcséi laposak és lemez alakúak.



- 3.5.ábra Gömbgrafitos öntvénytípus szerkezete [35]

A lemezgrafitos öntvények magasabb szilárdsággal rendelkeznek, ami a mechanikai terhelésekkel szemben előnyös. Emellett jó öntési tulajdonságokkal bírnak, kevesebb hiba keletkezik az öntés során. Ezen öntvények ellenállóbbak a feszültségrepedéseknek és a korróziónak. Rugalmasabbak is, ami bizonyos alkalmazásokban előnyös lehet. Kiváló hővezető képességeik miatt hőkezelésre is alkalmasak. Gömbgrafitos öntvényeket számos iparágban alkalmaznak, például a gépiparban, autóiparban, vasútépítésben, építőiparban és más területeken. Az előállításuk speciális eljárásokat igényel, beleértve a noduláris grafit kialakítását és a megfelelő hőkezelést az öntés során. Az így létrejött öntvények értékesek olyan alkalmazásokban, ahol a magas szilárdság, jó öntési tulajdonságok és ellenállás fontos szempontok. [13] [20] [31]

3.2.2. Öntöttvasak összetétele

A lemezgrafitos öntöttvasat ott alkalmazzák, ahol az öntvények kisebb igénybevételnek vannak kitéve. Az MSz ISO 185 szerinti minőségek a következők: GJL100, GJL150, GJL200, GJL250, GJL300, GJL350, ahol az GJL az öntöttvas típusára utal, a számok pedig a garantált szakítószilárdságot mutatják meg N/mm²-ben.

Az öntöttvas szilárdságának növelésére számos megoldást alkalmaznak. Az egyik megoldás az alapszövet perlit tartalmának emelése vagy a grafit mennyiségének és a szemcsenagyságának a csökkentése. A szívósság növelése azonban csak gömbgrafittal érhető el. Az olvadékból kikristályosodó grafit felületi feszültségének növelése szükséges a gömbgrafit létrejöttéhez. Ez akkor következik be, ha a felületaktív anyagokat (oxigén, kén) a lehető legalacsonyabb szinten tartjuk. A magnézium magas olvadáspontú vegyületeket alkot ezekkel az anyagokkal, ezért a folyékony öntöttvashoz magnéziumot adnak, így a grafit szinte gömb alakban kristályosodik ki. Ez a folyamat csak akkor hajtható végre biztonságosan, ha a magnézium forrását elkerülik, ezért a magnézium telített gőzeinek nyomását csökkentik. Ezután a folyékony öntöttvashoz 0,2-0,4% FeSi-ot adagolnak. A megfelelő szilárdságú gömbgrafitos öntöttvasak 3-4% szenet és hasonló mennyiségű szilíciumot tartalmaznak. [9] [10]

3.3. Gépi forgácsolás

A gépi forgácsolás olyan gyártási folyamat, amely során gépek és eszközök segítségével eltávolítják az anyagból a felesleges anyagot, hogy kialakítsák az alkatrész kívánt méretét, alakját és felületi minőségét. Ez a folyamat az öntés, a préselés vagy más gyártási eljárások során létrehozott nyers alkatrészek megmunkálására szolgál. A gépi forgácsolás olyan sokoldalú folyamat, amely számos anyagnál, például fémeknél, műanyagoknál és faanyagoknál is alkalmazható. A forgácsoláshoz általában egy forgácsoló szerszámot, például egy marót vagy esztergagépet használnak. A folyamat során a munkadarabot forgatják, és a szerszám mozgatja és eltávolítja a forgácsot a munkadarabról. [4]

A gépi forgácsolás rendkívül fontos a gyártási folyamatokban, mivel lehetővé teszi az alkatrészek nagy pontosságú és kívánt méretű elkészítését. A gépi forgácsolás széles körben alkalmazható az ipar számos területén, például gépgyártásban, repülési és űrhajógyártásban, gépjárműgyártásban és még számos területen. A megfelelő gépi forgácsolási eljárás kiválasztása és a megfelelő szerszámok használata kulcsfontosságú a gyártási minőség és hatékonyság szempontjából [5]

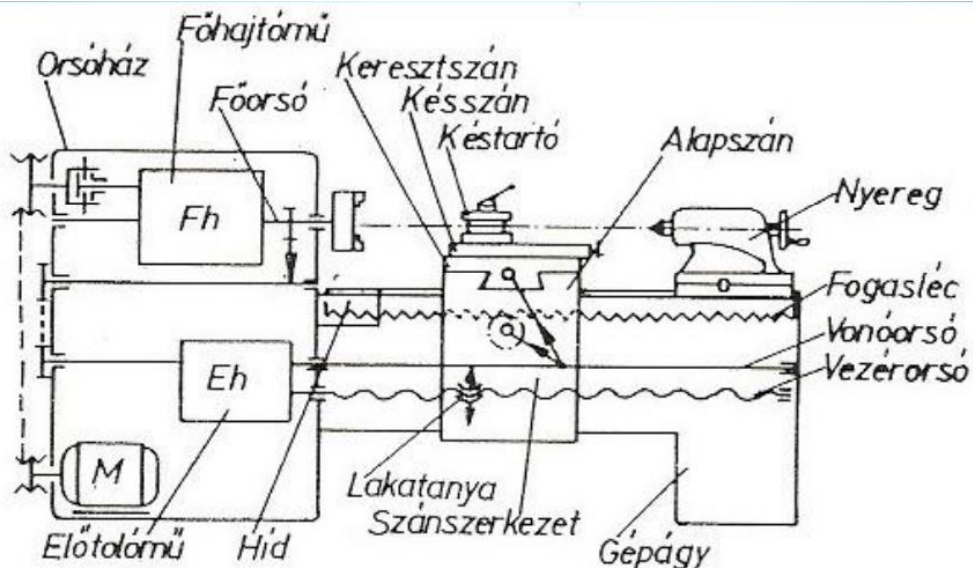
3.3.1. Az esztergálás

Az esztergálás egy olyan gépi forgácsolási eljárás, amely során a munkadarabot egy forgórészre szerelt szerszám mozgatja, és a szerszám által eltávolított forgácsot a munkadarabról távolítják el. Az esztergálás egyik legősibb és legfontosabb műszaki eljárás, és

széles körben alkalmazzák a gépgyártásban, a fémfeldolgozásban és az anyagok megmunkálásában. Fontos megjegyezni, hogy esztergálás során a főmozgást a munkadarab végzi (forgómozgás) a mellékmozgást pedig a szerszám. [7] [17]

Az esztergálási folyamat a következő lépésekből áll:

A munkadarab rögzítése: A munkadarabot egy tartóponton rögzítik egy forgórészre, amelyet esztergának neveznek. A munkadarab forgatható a tartópont körül, és az eszterga mozgatja a szerszámot a munkadarabhoz képest. [15] [30]

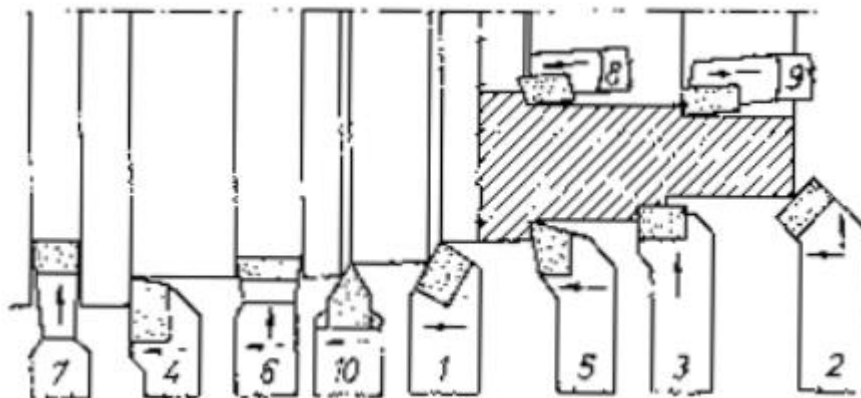


• 3.6. ábra Egyetemes eszterga felépítése [36]

Szerszám mozgatása: Az eszterga szerszáma a munkadarabhoz képest mozog. A szerszámot egy forgórész rögzíti, mozgatja előre vagy hátra a munkadarab felé vagy távolabb tőle, a szükséges műveletek elvégzése érdekében. [7] [18]

Forgácseltávolítás: Amikor a szerszám megfelelően elér a munkadarab felületéhez, elkezd eltávolítani a forgácsot. A forgácsot az eljárás során kialakított formára és méretre alakítják, és a munkadarabról eltávolítják. [12]

Forgácseltávolítás iránya: Az esztergálás során a forgácseltávolítás a szerszám mozgásának irányában történik, és az eszterga és a munkadarab közötti kapcsolat eredményeként a munkadarab felületét formálja és simítja. [17] [26]



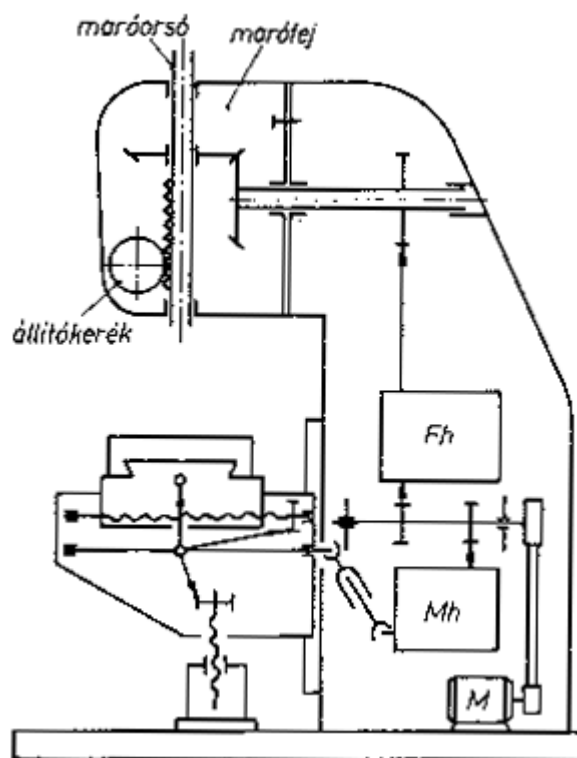
• 3.7. ábra Esztergakés típusok [37]

Az esztergálás során különböző szerszámokat használnak a kívánt munkadarab forma és méret eléréséhez. A szerszámok különböző geometriájúak és anyagúak lehetnek, és különféle műveletek elvégzésére alkalmasak. Az esztergálás alkalmazható egyes műveletekre, például sík felületképzésre, menetvágásra, átmérő csökkentésre, megmunkált rúddá alakításra és sok más műveletre. [5] [21]

Az esztergálás egyik előnye a magas pontosság és felületi minőség, amelyet el lehet érni vele. Ezenkívül nagy munkadarabok megmunkálására is alkalmazható. Az esztergálást gyakran CNC (számítógépvezérelt) esztergák segítségével végzik, amelyek lehetővé teszik a precíz és ismételhető munkavégzést. Az esztergálás egy alapvető és fontos gyártási folyamat a gépgyártás és az alkatrészek gyártása területén [7] [19]

3.3.2. Marás

A marás olyan gépi forgácsolási eljárás, amely során a munkadarabot egy forgórészre szerelt szerszám mozgatja, és a szerszám forgó mozgását kihasználva eltávolítja a felesleges anyagot a munkadarabról. A marás egyike a legelterjedtebb gyártási eljárásoknak a gépgyártásban, és széles körben alkalmazzák fémek, megmunkálására. Az esztergával ellentétben a főmozgást a szerszám végzi, a mellékmozgást, azaz az előtolást a munkadarab adja. [8] [15]



• 3.8. ábra Marógépfelépítése [37]

A marási folyamat a következő lépésekből áll:

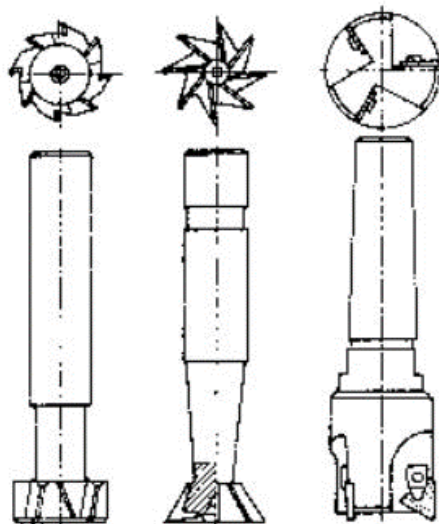
A munkadarab rögzítése: A munkadarabot egy tartóponton rögzítik egy forgórészre, amelyet marógépnek neveznek. A munkadarab rögzített, míg a marógépben lévő szerszám mozog. [6]

Szerszám mozgatása forgómozgás, míg az előtolást az asztal, az az a munkadarab mozgása adja, az asztalhoz rögzítjük a munkadarabot és az mozgatja előlről hátrafelé vagy oldalirányban. [14] [23]

Forgácseltávolítás: Amikor a szerszám megfelelően elér a munkadarab felületéhez, elkezd eltávolítani a forgácsot. A forgácsot a szerszám forgó mozgásával, valamint a szerszám és a munkadarab közötti kapcsolat révén alakítja és választja le a munkadarabról. [3]

Forgácseltávolítás iránya: A marás során a forgácseltávolítás a szerszám mozgásának irányában történik, és az eredményeként a munkadarab felületét formálja és simítja. [12]

A marószerszámok különböző alakúak és méretűek lehetnek, és lehetővé teszik a különféle műveletek elvégzését, például sík felületképzést, bemarások és mélyedések kialakítását, menetvágást, bemarások és bemélyedések kialakítását, átmérő kialakítást és sok más műveletet.

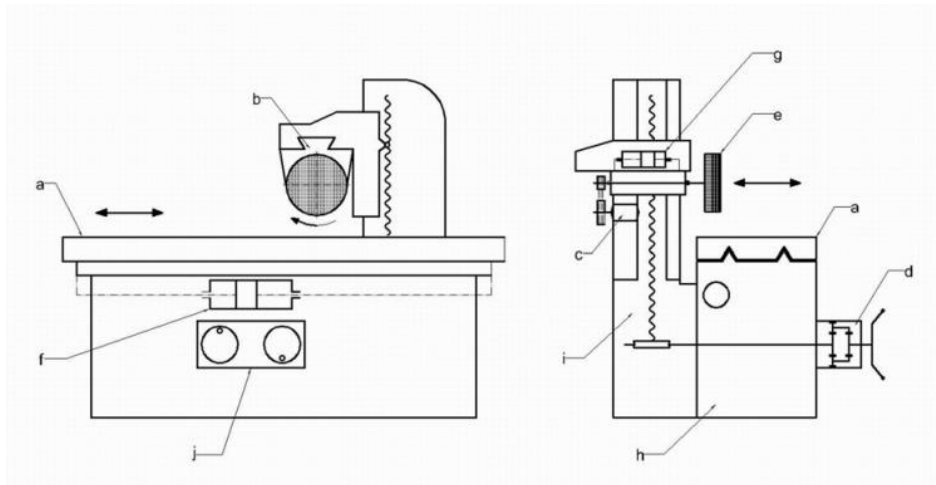


• 3.9. ábra Homlokmarófejek [37]

A marás során a szerszámoknak rendkívül nagy sebességgel forognak, ami lehetővé teszi a hatékony forgácseltávolítást és a precíz megmunkálást. A marás alapvető jellemzője a magas pontosság és a jó felületi minőség, amelyet el lehet érni vele. A CNC (számítógépvezérelt) marógépek egyre inkább elterjedtek a marási folyamat során, mivel lehetővé teszik a magas szintű automatizálást és ismételhetőséget. A marás az alkatrészek és gépek gyártásának fontos része, és sokféle iparágban használják a gépgyártástól az autógyártásig és az általános gépészetig. [6] [11]

3.3.3. Köszörülés

A köszörülés egy mechanikai megmunkálási eljárás, amely során egy csiszolóanyaggal bevont eszközt, köszörűt vagy csiszolókorongot, alkalmaznak egy munkadarab felületének simítására, vagy formázására. Ez a folyamat az anyag eltávolításán alapul, amelyet a munkadarab felületéről a súrlódás hatására hajtanak végre a csiszolóanyagot tartalmazó eszköz segítségével. A köszörülés során a felesleges anyagot eltávolítják a munkadarab felületéről, és egyenletes felületet vagy kívánt forma alakítását érik el.



• 3.10. ábra Sikköszörű vázlatos rajza [38]

A köszörülés folyamata a következő lépésekből áll:

Munkadarab rögzítése: A munkadarabot egy munkapadra vagy egyéb rögzítő eszközre helyezik el, hogy stabil legyen, és ne mozogjon a köszörülés során. [9] [25]

Köszörűszerszám használata: A köszörűszerszám olyan eszköz, amelynek felületén csiszolóanyag található, például csiszolópapír vagy csiszolókorong. A köszörűszerszámot a munkadarab felületéhez érintik, és a súrlódás hatására eltávolítják a felesleges anyagot. [10]

Szerszám mozgatása: A köszörűszerszám mozgatása a munkadarab felületén történik. A mozgás iránya és sebessége a kívánt eredménytől függ.

Csiszolóanyag és felületmegmunkálás: A köszörűszerszám csiszolóanyaga a munkadarab felületén lévő anyagot eltávolítja vagy simítja, létrehozva ezzel a kívánt felületi minőséget és alakot. [22]

A köszörülés széles körben használatos a gépgyártásban, az anyagok megmunkálásában, a fémmegmunkálásban, a fafeldolgozásban és számos más alkalmazási területen. A köszörülés lehetővé teszi a munkadaraboknak a kívánt forma és méret elérését, és alkalmazható különféle anyagokra, például fémekre, műanyagokra, kerámiaanyagokra és még sok másra. [11] [17]

Az automatizált köszörülőgépek és CNC (számítógépvezérelt) gépek is széles körben használatosak a köszörülés során, mivel lehetővé teszik a magas szintű automatizálást és pontos munkavégzést. A köszörülés segít a munkadarabok felületi minőségének javításában, eltávolítja az anyaghibákat és javítja a részletes méretpontosságot.

3.4. Hűtő-kenő folyadékok

Hűtő-kenő folyadékok olyan anyagok, amelyeket különböző gépekben és rendszerekben használnak a hőelvezetés és a kenés céljából. Ezek a folyadékok sokféle alkalmazásban használhatók, például gépjárművek motorjaiban, ipari gépekben, és sok más területen. A hűtő-kenő folyadékoknak (vagy néha nevezik vágófolyadékoknak) fontos szerepük van a gépi forgácsolás során, és többféle funkciót látnak el.[1] [23]

- **Hőelvezetés:** A gépi forgácsolás folyamán a vágószerszámok (például szerszámgépek) súrlódást okoznak, ami hőt generál. A hűtő-kenő folyadékok hűtik le ezeket a szerszámokat és a munkadarabot, így megakadályozzák a túlmelegedést és az anyagdeformációt. [23]
- **Kenés:** A hűtő-kenő folyadékok egyúttal kenőanyagként is szolgálnak, és megakadályozzák a vágószerszám és a munkadarab korai kopását. A vágófolyamat során a folyadékok csökkentik a súrlódást a vágószerszám és a munkadarab között. Ez elősegíti az alkatrészek sima és pontos megmunkálását.
- **Szemcsék és forgácsok eltávolítása:** A vágás során létrejövő forgácsok és apró részecskék eltávolítása a munkadarab és a szerszám között a hűtő-kenő folyadékok segítségével történik. Ez fontos a gépi folyamat hatékonyságának és a végtermék minőségének szempontjából [29]

Az optimális hűtő-kenő folyadék kiválasztása és használata a gépi forgácsolás során kulcsfontosságú a hatékony és pontos megmunkálás, valamint a munkadarabok minőségének biztosításához. A megfelelő folyadék típusa és összetétele attól függ, hogy milyen anyagokkal dolgoznak és milyen gépi paramétereket alkalmaznak a művelet során. Az összetételük változó lehet, de általában tartalmaznak vizet, kenőanyagokat, additívokat és sűrítőanyagokat. A víz a fő hűtőelem, mely lehűti a munkadarabot és a vágószerszámot a folyamat során. Kenőanyagok, mint olajok vagy szintetikus olajszármazékok, szerepelhetnek a folyadékban. Különböző additívokat is tartalmazhatnak, amelyek például a korrózió elleni védelemre, a vágóteljesítmény javítására vagy a baktériumok növekedésének gátlására szolgálnak. A sűrítőanyagok növelhetik a folyadék viszkozitását, hogy hosszabb ideig maradjon a vágózónában. Az összetétel pontos összetétele az alkalmazástól és az igényektől függ. [24] [29]

4. Probléma bemutatása

Egy leggyakrabban olajfúrótornyok üzemeltetéséhez használt dízel üzemű aggregátor fedél gyártástechnológiájának meghatározása a feladat. A gyártáshoz egy műhelyrajz áll rendelkezésre.



- 4.1. ábra Olajfúrótorny az USA-ban [39]

Amerikában számos a képen láthatóhoz hasonló méretű olajfúrótoronnyal találkozhatunk, ezek az egységek legtöbbször a lakott területektől messzebb eső, kietlen, sivatagi területeken kerülnek telepítésre. A torony működtetése nagyrészt elektromosan történik, ezért szükség van áramra az üzemeltetéshez. Kiepített hálózat hiányában nagyméretű, általában teherautóra szerelt dízel üzemű aggregátorokat használnak, melyek a kívánt teljesítménytől függően lehetnek 500-2500 lóerősek. A képen a piros nyíl jelöli a gép elhelyezkedését.

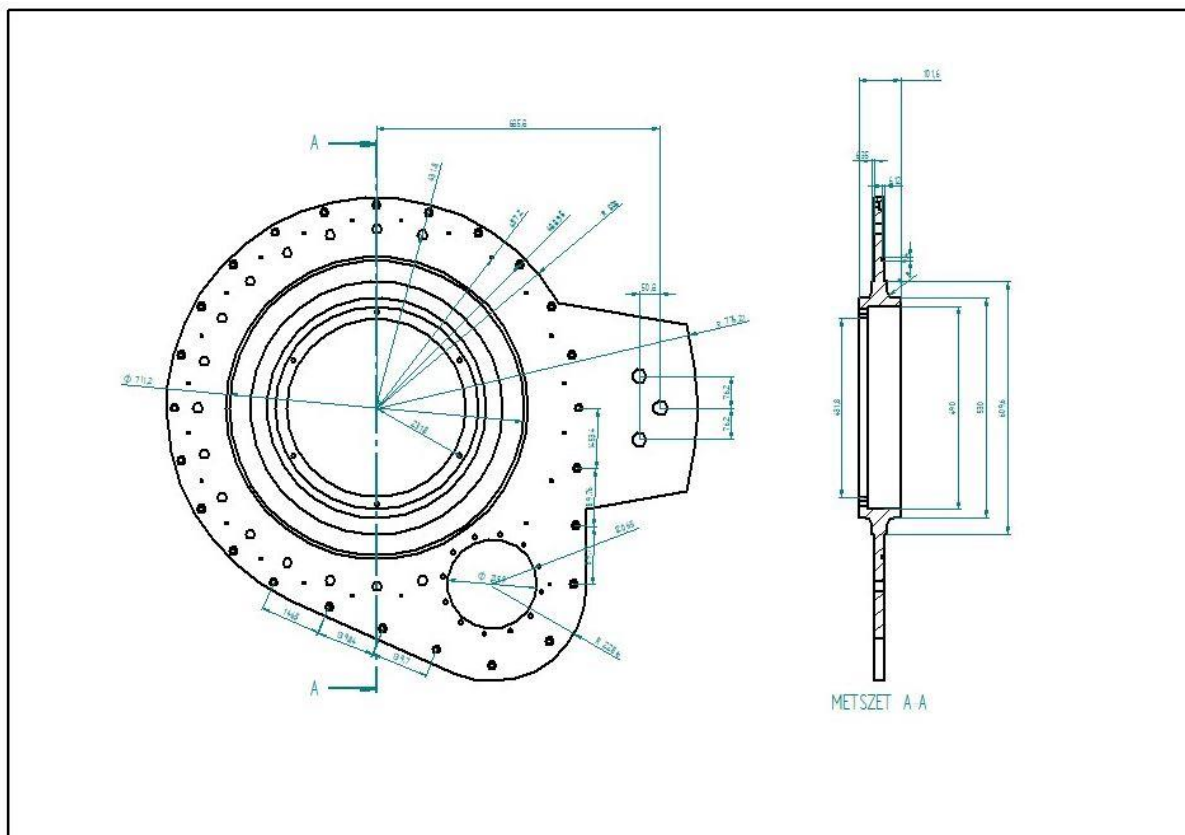


- 4.2. ábra Teherautóra szerelt aggregátor (forrás: Go-Metall Kft)

Az ábrán látható egy teherautóra szerelt változat, A felépítmény két fő egységre bontható. Az egyik a meghajtást adó dízel üzemű belsőégésű motor, a másik pedig az általa hajtott generátor. A dolgozatban tárgyalt fedél egy ilyen áramfejlesztő alkatrésze.



- 4.3. ábra Az alkatrész beépítésének helye (forrás: Go-Metall Kft)



- 4.4. ábra Az alkatrész műhelyrajza (forrás: Saját)

Az rajzról láthatjuk, hogy igencsak termetes munkadarabról beszélünk, a legnagyobb mérete (szélessége) 1285mm. Az alkatrész két nagyobb és több kisebb furattal rendelkezik. A kisebb furatok eltérő méretűek, vannak közöttük menetes furatok is.

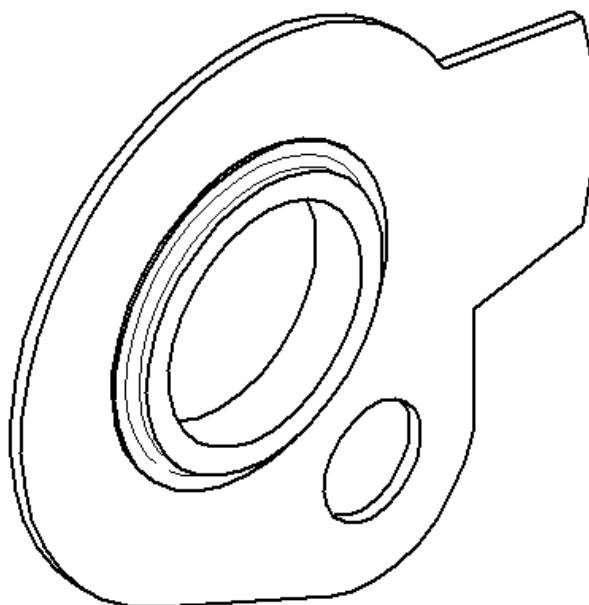
Ebből a nézetből látható, hogy az alkatrész több átmenő furattal is rendelkezik, melyek közül a legnagyobb feltételezhetően egy csapágyfészek lesz, melynek külső átmérője 490mm, tőrése H7-es. A fedél vastagsága 25,4mm. Több helyen találkozunk felületi érdesség megadással is. Az így elkészült munkadarab tömege 190kg a forgácsolás után.

Az eddigiekben ismertetett alkatrészből 5db-ra adtak le megrendelést, a további dokumentációk hiányában, a feladat az alkatrész gyártástechnológiájának megtervezése. Meg kell tervezni az előgyártmányt, a forgácsolás menetét, illetve paramétereit, valamint fűrőkészüléket kell tervezni a furatok elkészítéséhez.

5. Gyártástervezés

5.1. Előgyártmánytervezés

Az 5.1. ábrán láthatjuk az előgyártmány formatervét, az elkészült előgyártmány is hasonlóképp fog kinézni, de még el kell látni a tervezés során különböző ráhagyásokkal, oldalferdeséget kell alkalmazni, illetve megfelelő lekerekítéseket. Ezeknek a meghatározásában a Műszaki táblázatok című könyv lesz segítségünkre, mely részletesen leírja, hogy az adott alkatrész esetén milyen átalakítások szükségesek. [2]



- 5.1. ábra Előgyártmány 3D-s látszatterve (forrás: Saját)

5.1.1. Öntőforma

öntés	súly (kg)	önthető		öntvények méreteinek pontossága (IT)	Öntvények felületének érdessége R_a [μm]														
		minimál is furat (mm)	min. falvastagság (mm)		100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0							
homokformában	0,5-től	20-50	3-8	14 <	x	x	x	x	x	x									
kokillában	0,01–7000	20	2-6	13-15			x	x	x	x	x	x	x	x					
héjformában	100-ig	8	1-5	11-14				x	x	x	x								
precíziós	0,001-500	0,8	0,15	11-13							x	x	x	x	x	x	x		
fröccs	-	-	1,5	9-11							x	x	x	x	x	x	x	x	x

- 5.2. ábra Az öntési technológiákkal elérhető méretpontosság és felületi érdesség (forrás: Gépgyártástechnológia jegyzet) [9]

Az előző fejezetben részletezett előgyártmány öntését, a méretből, és darabszámból adódóan, a 5.2.-es táblázat értelmében, és a kis darabszámból adódóan homokformába végezzük. A forma elkészítéséhez könnyen alakítható anyagból készítünk mintát, esetünkben a minta anyaga polisztirol, hétköznapi nevén hungarocell lesz. A polisztirollapot felforrósított fémhuzallal könnyedén vágthatjuk, és kialakíthatjuk a kívánt alakzatot. A minta segítségével elkészíthető az öntőforma. A formakészítés előtt meg kell határozni az osztósíkot, mely esetünkben nem kíván lépcsőséget, így egyenes osztósíkot alkalmazhatunk.

Meghatározzuk a formázási ferdeség nagyságát, mely a műszaki táblázatok 9.24-es táblázata alapján a IV. osztályba tartozik. [9]

Osztály	Gyártási módszer, a mintakészlet anyaga	
I.	Precíziós öntés	
II.	Héjformázás	
III.	Szokásos homokformázás, fém- és műanyag minta	
IV.	Szokásos homokformázás, faminta	
V.	A mintán vagy magsekreányben szilárdított homokkeverékek (vízüveges, furángyantás kötés, cementformázás stb.)	Fém- és műanyag minta
VI.		Faminta

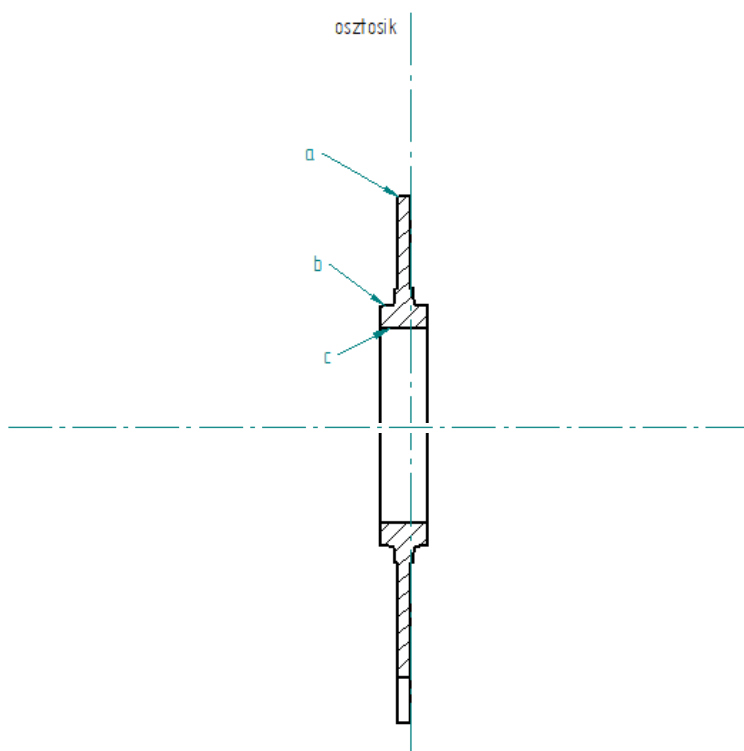
- 5.3. ábra A formázási ferdeség osztályai (forrás: Műszaki táblázatok)

A ferdeségi osztálynak az ismeretében a 9.25-ös táblázatból meghatározzuk a vezető formázási ferdeséget. [9]

Vezető formázási ferdeség: a minta leghosszabb, a kiemelés irányába eső falfelületének ferdesége						
Formázási magasság h, mm	A ferdeség határértékei mm-ben					
	Osztályok					
	I. a	II. a	III. a	IV. a	V. a	VI. a
18-ig	0,10—0,20	0,2—0,4	0,3—0,5	0,4—0,7	0,5—0,9	0,7—1,2
18 felett	0,15—0,25	0,3—0,5	0,4—0,7	0,5—0,7	0,7—1,2	1,0—1,4
30 felett	0,20—0,30	0,4—0,7	0,6—0,8	0,7—1,2	1,0—1,5	1,2—1,9
60 felett	0,25—0,40	0,6—1,0	0,8—1,3	1,0—1,6	1,3—2,0	1,6—2,5
100 felett	0,40—0,60	0,8—1,4	1,0—1,8	1,4—2,3	1,8—2,8	2,3—3,5
200 felett	0,50—0,70	1,0—1,7	1,4—2,2	1,7—2,8	2,2—3,5	2,8—4,5
300 felett		1,3—2,2	1,8—3,0	2,2—3,6	3,0—4,5	3,6—5,0
500 felett		1,7—2,8	2,2—3,7	2,8—4,5	3,7—5,5	4,5—7,0
800 felett		2,0—3,5	2,8—4,5	3,5—5,5	4,5—7,0	5,5—8,5
1200 felett			3,5—5,5	4,0—7,0	5,5—8,5	7,0—10,0
1800 felett			4,0—6,5	5,0—8,0	6,5—10,0	8,0—12,0

- 5.3. ábra A formázási ferdeség értékei (forrás: Műszaki táblázatok)

Az 5.4. ábrán a, b, és c- vel jelöltem azon felületeket, melyekre, a meghatározott ferdeség vonatkozik.



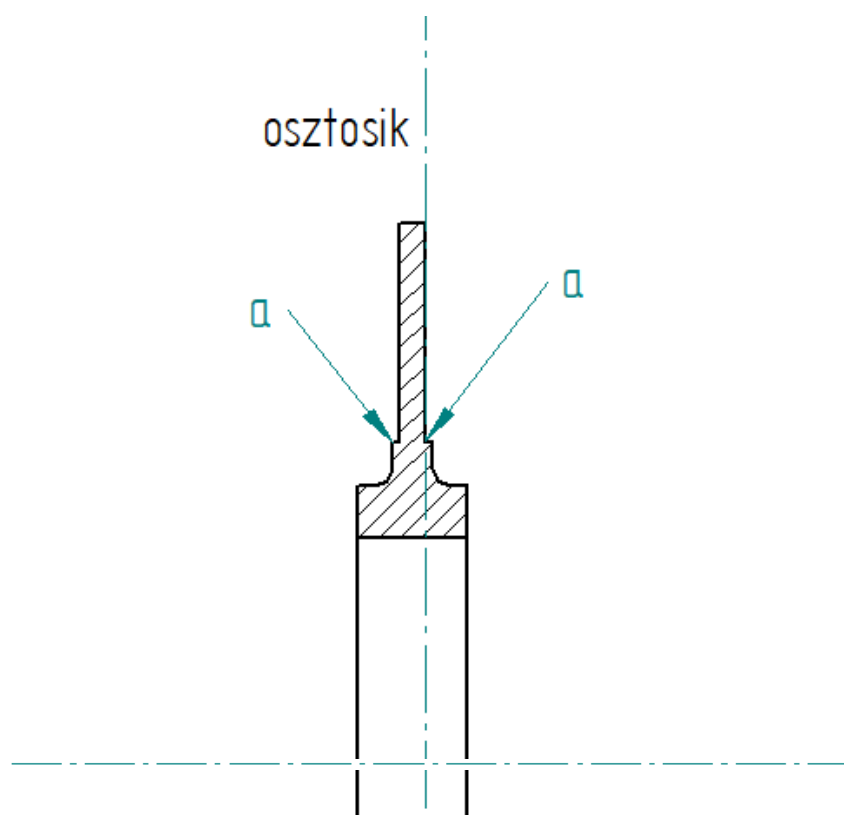
- 5.4. ábra A megállapított ferdeséggel ellátott felületek (forrás: Saját)

A 10mm-nél kisebb formázási magasságú felületek esetében az 5.5-ös ábrán bemutatott 9.26-os táblázatból kapjuk meg a kívánt értékeket. [9]

Állandó formázási ferdeség 10 mm-nél kisebb formázási magasságú felületek	
A formázási magasság h, mm	A ferdeség szöge α , °
2-ig	45°
2 felett 5-ig	30°
5 felett 10-ig	15°

- 5.5. ábra A formázási ferdeség értékei 10mm-nél kisebb magasság esetén
(forrás: Műszaki táblázatok)

Azok a felületek, melyekre ezek a kritériumok vonatkoznak, az alábbi 5.6-os ábrán láthatóak.



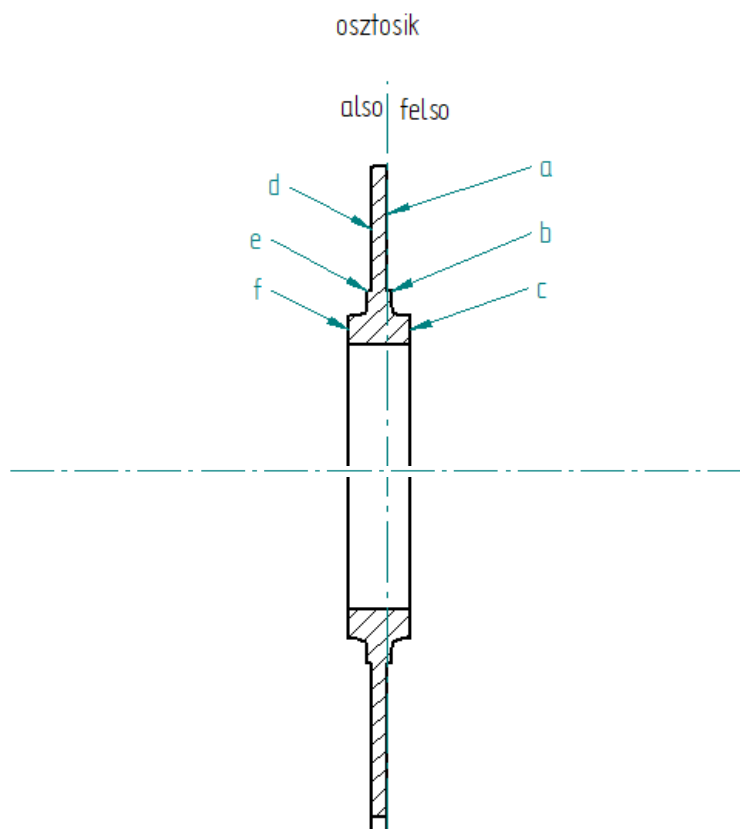
- 5.6. ábra 10mm-nél kisebb magasságú felületek (forrás: saját)

Ezek után meghatározzuk a forgácsolási ráhagyásokat, melyek acélöntvény esetén az 5.7-es ábrán látható 9.30-as táblázatból, felül 10-12mm, alul pedig 5-6mm.

Főméretek		<100	101—200	201—300	301—400	401—500	501—600	601—800	801—1000
<500	f	7—8	7—9	9—10	10	11	—	—	—
	a	3—4,5	3,5—5	4—5	4,5—5	5	—	—	—
500—1250	f	9—11	10—12	10—13	11—13	11—14	11—14	11—14	12—15
	a	4,5—5	5—6	5—6	5—6	5—6	5—7	6—7	7
1250—2800	f	12—14	13—15	13—15	13—10	14—17	15—18	15—19	16—19
	a	5—7	6—8	7—9	7—9	7—9	8—10	8—10	8—10
2800—5000	f	—	—	16—18	17—19	18—20	19—21	20—22	20—22
	a	—	—	9	9—10	10	10—11	11—12	11—13

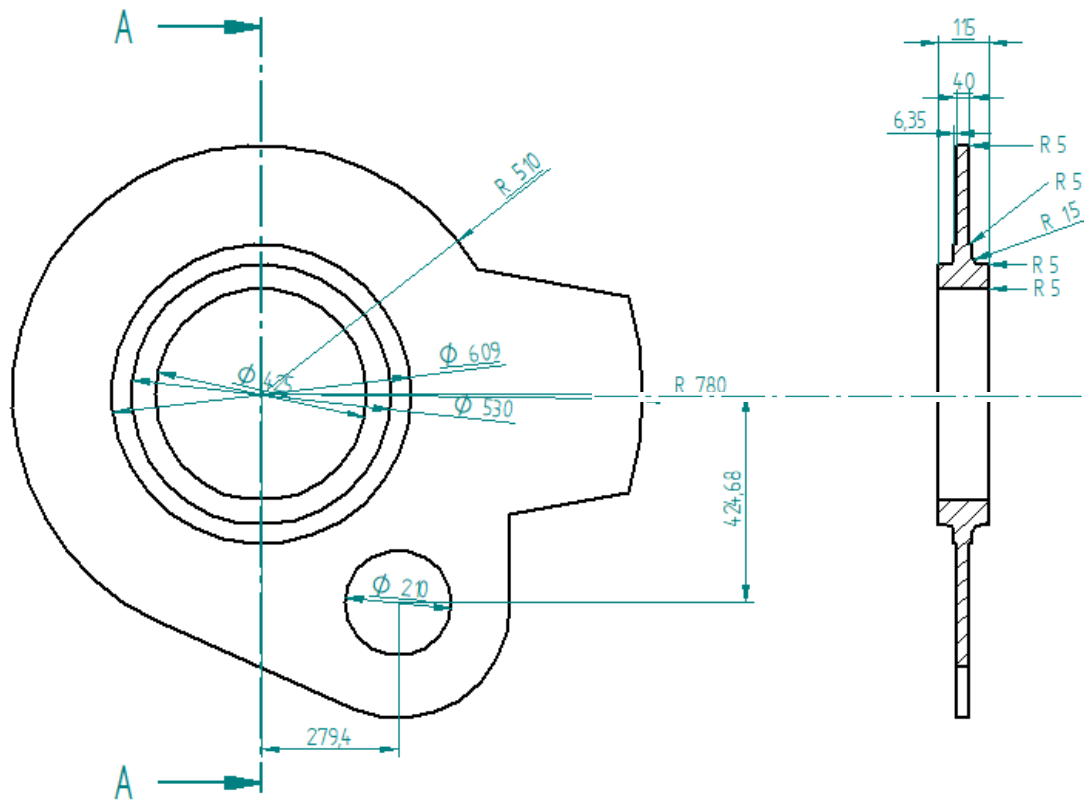
- 5.7. ábra Előgyártmány ráhagyások (forrás: Műszaki táblázatok)

A fent leírtak értelmében az 5.8-as ábrán látható a, b és c felületek 12mm, míg a d, e és f felületek 6mm ráhagyást kapnak.



- 5.8. ábra Alsó-felső ráhagyások (forrás: Saját)

A fentiekben megállapított ferdeségeket és ráhagyásokat figyelembevéve az alaktrész előgyártmányának műhelyrajza az 5.9-es ábrán látható.



• 5.9. ábra Előgyártmány műhelyrajza (forrás: Saját)

Az előgyártmány anyaga EN-GJL250 jelű lemezgrafitos öntöttvas, a felhasznált anyag térfogata $0,028\text{m}^3$, melynek tömege 225kg. Ezen rajz alapján készítik el az öntőforma gyártáshoz szükséges öntőmintát, az irodalomfeldolgozásban ismertetett módon.

5.2. Forgácsolás

Ebben a részben az öntött előgyártmány mérethelyesre forgácsolása a feladat, a forgácsoláshoz készült műveletterv is (1. melléklet)

5.2.1. Esztergálás I.

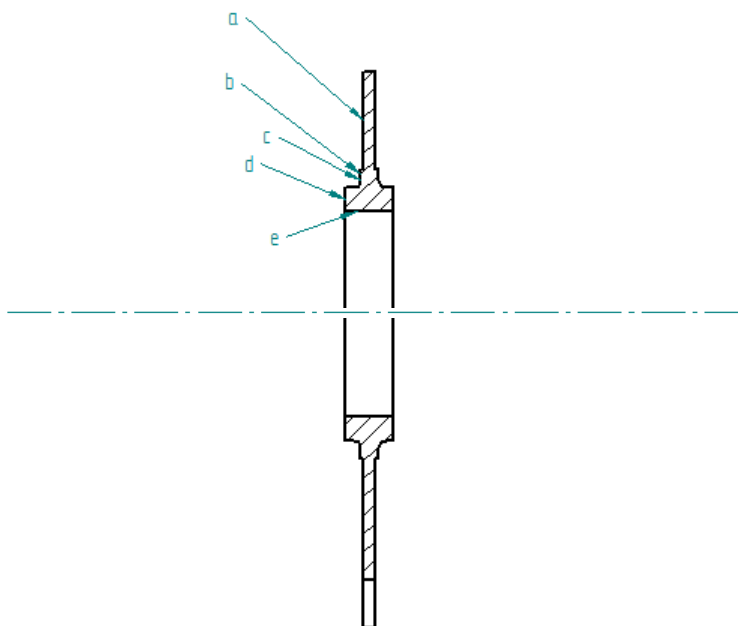
Választott szerszámgép: SC14 Karusszel eszterga

- asztal méret - D1200 mm
- max elforduló átmérő - D1400 mm
- Z irányú (függőleges) elmozdulás - 900mm
- főmotor teljesítmény 34kW
- Gyorsmenet X és Z irány 5 m/min
- Síkasztal fordulatszáma
- tartomány - 2-10 f/min
- tartomány - 6-29
- tartomány - 18-82
- tartomány - 55-244

Befogás: síkasztal

Először az öntés során alsó felét munkáljuk meg, ez lesz a későbbiekben a bázisfelület

Alapanyag: EN-GJL250



- 5.10. ábra Előgyártmány megmunkálendő felületek (forrás: Saját)

Felületnagyság, az 5.10-es ábrán jelölt „a” felület

kiinduló átmérő: $D=1020$ mm

megmunkált átmérő: $d=609,6$ mm

Fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 6$ mm

Fogások száma: $i = 1$

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergákés

P10 20×20 j III MSZ 1904

Az ideális előtolás:

$$f = 1 \frac{mm}{ford} \text{ (nem szabványos)}$$

Az ehhez legközelebb eső szabványos előtolási érték:

A a/f viszony $=6/1=6:1$

Az ideális a/f viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében:

6:1 ([5] 12.22 táblázat.)

tehát a fogást nem kell megosztani: $i=1$

A keletkező forgácsoló erő értéke:

$$F_{cv} = k_{cm} * f * a = 1295 * 1 * 6 = 7770 \text{ N}$$

Alkalmazott forgácsolósebesség:

$$v_c = v_0 * K_\kappa * K_{sz} * K_m * K_h * K_k * K_T = 52,249 \frac{m}{min}$$

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{d * \pi} = \frac{1000 * 52,249}{1020 * \pi} = 16,305 \frac{1}{min}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 16 \frac{1}{min}$

A módosult forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{1020 * \pi * 16}{1000} = 51,27 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cv} * v_{cm}}{60 * 1000} = \frac{7770 * 51,27}{60 * 1000} = 6,639 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény: ($\eta = 0,8$ a gép hatásfoka)

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{6,639}{0,8} = 8,29 kW$$

A választott SC14 Karusszel eszterga kielégíti a teljesítményigényt. Az egyre csökkenő átmérők miatt, a teljesítményigény is csökken, így a többi esetben is megfelelő a gép teljesítménye.

Felületnagylás, az 5.10-es ábrán jelölt „b” felület

kiinduló átmérő: $D=609,6$ mm

megmunkált átmérő: $d=545$ mm

Fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 6$ mm

Fogások száma: $i = 1$

Előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$ (kézi)

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergakés

P10 20×20 j III MSZ 1904

Alkalmazott forgácsolósebesség:

$$v_c = v_0 * K_\kappa * K_{sz} * K_m * K_h * K_k * K_T = 52,249 \frac{m}{min}$$

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{d * \pi} = \frac{1000 * 52,249}{609,6 * \pi} = 27,309 \frac{1}{min}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 29 \frac{1}{min}$

A módosult forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{609,6 * \pi * 29}{1000} = 55,538 \frac{m}{min}$$

Felületnagyolás, az 5.10-es ábrán jelölt „d” felület

kiinduló átmérő: D=530 mm

megmunkált átmérő: d=430mm

Fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 6 \text{ mm}$

Fogások száma: $i = 1$

Előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$ (kézi)

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergakés

P10 20×20 j III MSZ 1904

Alkalmazott forgácsolósebesség:

$$v_c = v_0 * K_\kappa * K_{sz} * K_m * K_h * K_k * K_T = 52,249 \frac{m}{min}$$

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{d * \pi} = \frac{1000 * 52,249}{530 * \pi} = 31,379 \frac{1}{min}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 35 \frac{1}{min}$

A módosult forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{530 * \pi * 35}{1000} = 58,276 \frac{m}{min}$$

5.2.2. Esztergálás II.

Furatesztergálás, az 5.10-es ábrán jelölt „e” felület

kiinduló átmérő: d=430 mm

megmunkált átmérő: D=432mm

Fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 2 \text{ mm}$

Fogások száma: $i = 1$

Előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$ (kézi)

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergakés

P10 20×20 j III MSZ 1904

Alkalmazott forgácsolósebesség:

$$v_c = v_0 * K_\kappa * K_{sz} * K_m * K_h * K_k * K_T = 52,249 \frac{m}{min}$$

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{d * \pi} = \frac{1000 * 52,249}{430 * \pi} = 38,23 \frac{1}{min}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 35 \frac{1}{min}$

A módosult forgácsolósebesség:

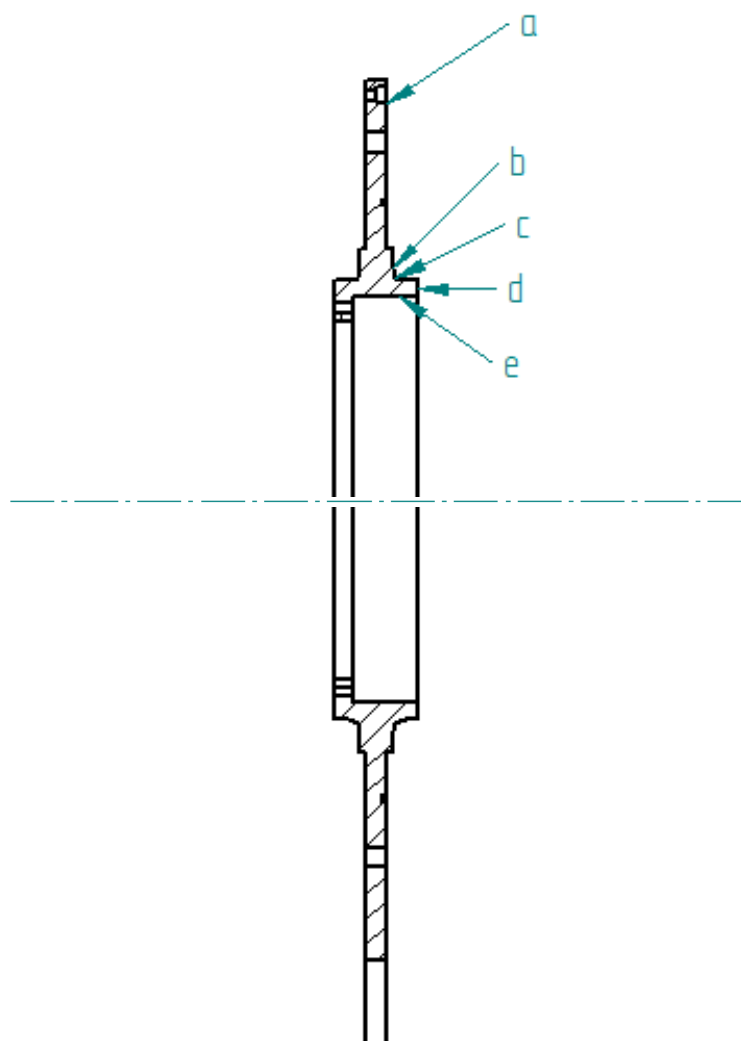
$$v_{cm} = \frac{d * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{430 * \pi * 35}{1000} = 47,83 \frac{m}{min}$$

5.2.3. Esztergálás III.

Befogás: síkasztal

Az előbbi megmunkálások után átfordítjuk a munkadarabot, így felülre kerül, az öntés során is felsőnek tekintett oldala.

Alapanyag: EN-GJL250



- 5.11. ábra Előgyártmány megmunkálendő felületek átfordítás után (forrás: Saját)

Az Esztergálás III. részhez tartozó, az 5.11-es ábrán a,c és d jelű felületek megmunkálása (2. melléklet)

5.2.4. Esztergálás IV

Furatesztergálás, az 5.11-es ábrán jelölt „e” felület

kiinduló átmérő: $d=430$ mm

megmunkált átmérő: $D=490$ mm

Fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 6$ mm

Fogások száma: $i = 15$

Előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$ (kézi)

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergakés

P10 20×20 j III MSZ 1904

Alkalmazott forgácsolósebesség:

$$v_c = v_0 * K_\kappa * K_{sz} * K_m * K_h * K_k * K_T = 52,249 \frac{m}{min}$$

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{d * \pi} = \frac{1000 * 52,249}{430 * \pi} = 38,23 \frac{1}{min}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 35 \frac{1}{min}$

A módosult forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{430 * \pi * 35}{1000} = 47,83 \frac{m}{min}$$

5.2.5. Marás I.

Választott szerszámgép: TOS WHN-90B HORIZONTÁL

x-út: 1250 mm

y-út: 900 mm

z elmozdulás: 1000 mm

B-tengely (asztal): mm

W-tengely (orsó hosszirányban): 550 mm

Sebességtartomány - orsó: 9 - 1120 / 4 lépés fordulat/perc

előtolási sebesség: 18 - 900 mm/perc

Gyorshajtás: 2300 mm/perc.

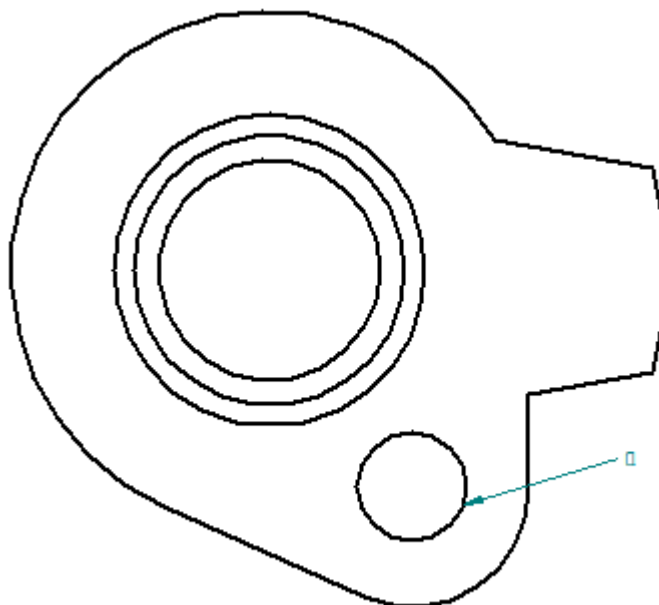
Asztal terhelése: 3,0 t

Asztal mérete: 1000x1120 mm

Az asztal forgása: 360 °

Teljes teljesítmény: 30 kVA

Befogás módja: szorítóvassal és csavarokkal



- 5.12. ábra Előgyártmány megmunkálendő furata (forrás: Saját)

A feladat a 5.12-es ábrán „a”-val jelölt furat megmunkálása.

Alkalmazott szerszám: Furatbővítő esztergálófej

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergakés

P10 10x10 b III MSZ 1904

Alkalmazott forgácsolósebesség:

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{D * \pi} = \frac{1000 * 20}{80 * \pi} = 79,57 \frac{1}{min}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{gépi} 98 = \frac{1}{min}$

A módosult forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{D * \pi * n_{gépi}}{1000} = \frac{80 * \pi * 98}{1000} = 24,63 \frac{m}{min}$$

Az asztal előtolása:

- fogankénti előtolás: $f_z = 0,5 \frac{mm}{fog}$
- $n_{gépi} = 98 \frac{1}{min}$
- szerszám fogszáma: $z = 1$

$$s = f_z * n_{gépi} * 0,5 = 1 * 98 * 1 = 49 \frac{mm}{min}$$

A gépen beállítható asztal előtolás: $s_{gépi} = 45 \frac{mm}{min} = 0,9 \frac{m}{min} = 0,015 \frac{m}{s}$

Az időegység alatt leválasztható forgácsköbtartalom:

- marás szélessége: $B = 2,5 mm = 0,0025 m$
- marás mélysége: $h = 4 mm = 0,004 m$

$$V_t = B * h * s_{gépi} = 0,025 * 0,004 * 0,015 = 1,5 * 10^{-6} \frac{m^3}{s}$$

A marás teljesítményszükséglete:

$$P_v = k_c * V_t = 1,16 * 10^9 \frac{N}{m^2} * 1,5 * 10^{-6} \frac{m^3}{s} = 1740 W$$

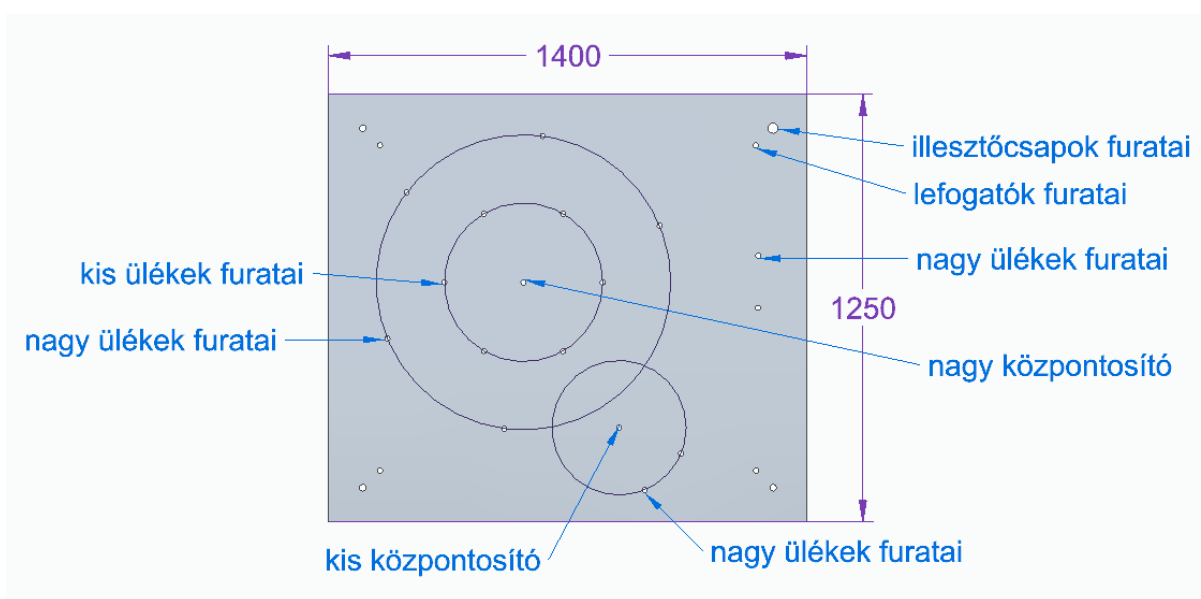
A hajtáshoz szükséges teljesítmény: ($\eta = 0,8$ a gép hatásfoka)

$$P_h = \frac{P_v}{\eta} = \frac{1740}{0,8} = 2175 W$$

A választott marógép a teljesítményigényt kielégíti.

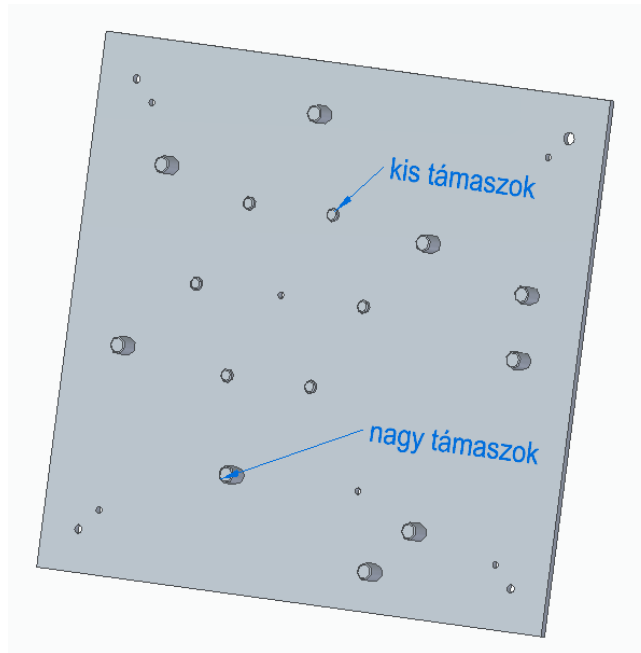
5.3. Fúrókészülék tervezés

A készre forgácsolt munkadarabon még el kell helyezni a rögzítésre szolgáló furatokat. A furatok megfelelő pozicionálásához elengedhetetlen, az alkatrész stabil helyzete. A az alkatrész rögzítése egy egyedileg gyártott fúrókészülékben történik. Az 5.13. ábrán láthatjuk ennek a készüléknek az alaplapját, a rajta elhelyezett furatok magyarázatával együtt. A készülék alaplapjának mérete 1400*1250mm, vastagsága 15mm. A megfelelő tartás és kopásállóság érdekében a készülék anyaga S355 acél. [27]

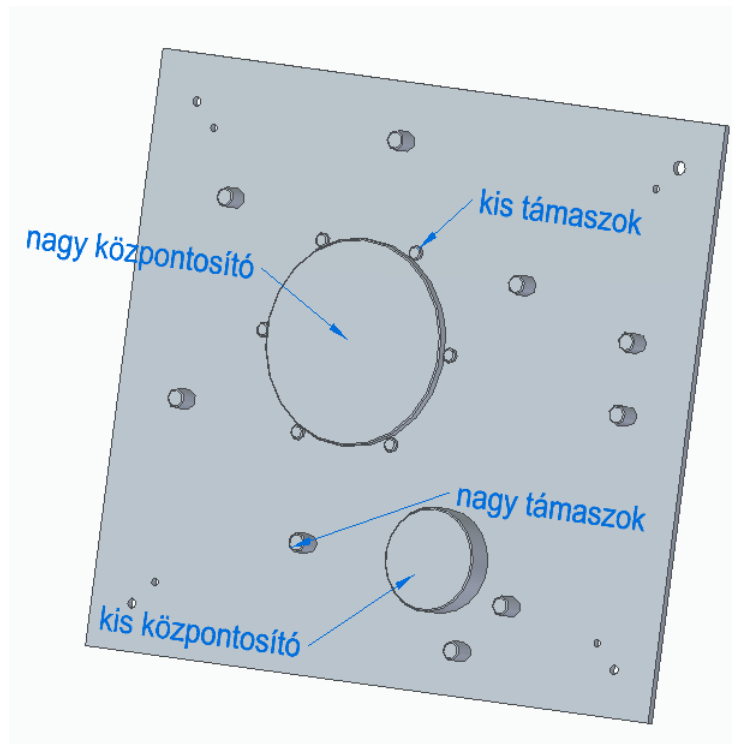


• 5.13. ábra A fúrókészülék alaplapja (forrás: Saját)

A készülékben a munkadarab alátámasztását ülékek biztosítják. Jelen esetben sima csapos üléket használtam mivel megmunkált felületet támasztunk alá, így nem indokolt a pontszerű érintkezés. Az üléket az alaplapon sajtolással rögzítjük, melynek illesztése H7/n6. A munkadarab kialakításából adódóan két különböző méretű üléket kellett gyártanunk. Melyeket az 5.14-es ábrán látható módon helyeztünk el. A készülékben fontos hogy az alkatrész mindig a megfelelő helyre kerüljön, ezt illesztőcsapokkal biztosítjuk. A fedél rendelkezik már két nagyméretű kimunkált furattal, ezeket használjuk a pozicionáláshoz. Az 5.15-ös ábrán látható központosítók anyaga az alaplaphoz hasonlóan S355 acél, csapjai (d=16mm) H7-es illesztése biztosítják a pontos elhelyezést az alaplapon, a külső átmérők pedig átmeneti illesztések (k9) D=431,8mm, d=215,9mm. A két hengeres illesztett felület nem csak a helyzetet biztosítja, hanem elfordulás ellen is megtartja az alkatészt. [28]

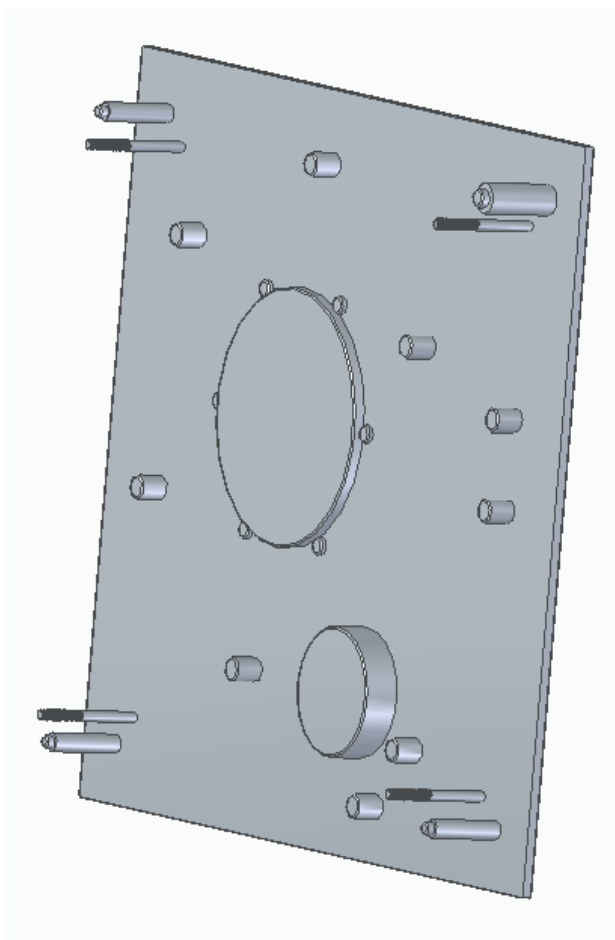


- 5.14. ábra Alaplap a támaszokkal (forrás: Saját)



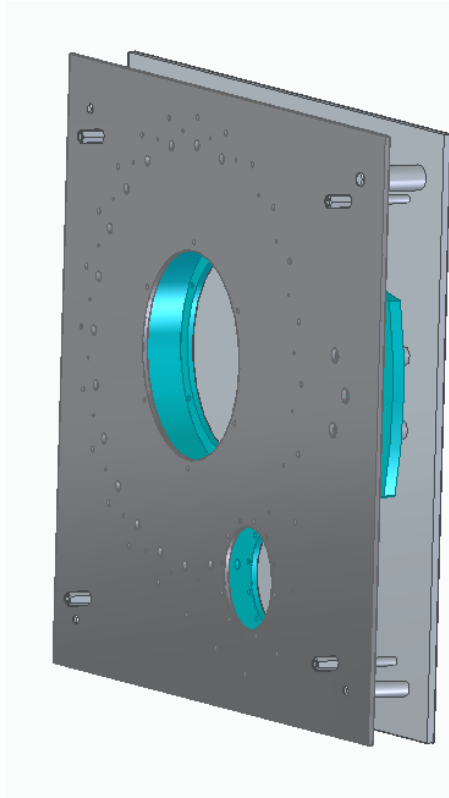
- 5.15. ábra Alaplap központosítókkal és támaszokkal (forrás: Saját)

Nem csak az alkatrész pontos illesztése, hanem a fix helyzetben tartása is fontos, a fúrás teljes időtartama alatt. A munkadarab alátámasztásáról az ülékek gondoskodnak, melyeket így helyeztünk el, hogy a fúrásnál ne jelentsenek további problémát, ugyanakkor a az alkatrészt megfelelő mértékben támasszák alá. A rögzítés érdekében menetes szorítókat alkalmazunk, melyet a 5.16-os ábra szemléltet. A szorító 4 fő elemből épül fel, az M16-os menettel rendelkező rúdból, a hozzá tartozó M16-os anyából, a szorítóelemből. Az említett ábrán a már összeszerelt készülék látható, mely készen áll az alkatrész fogadására.

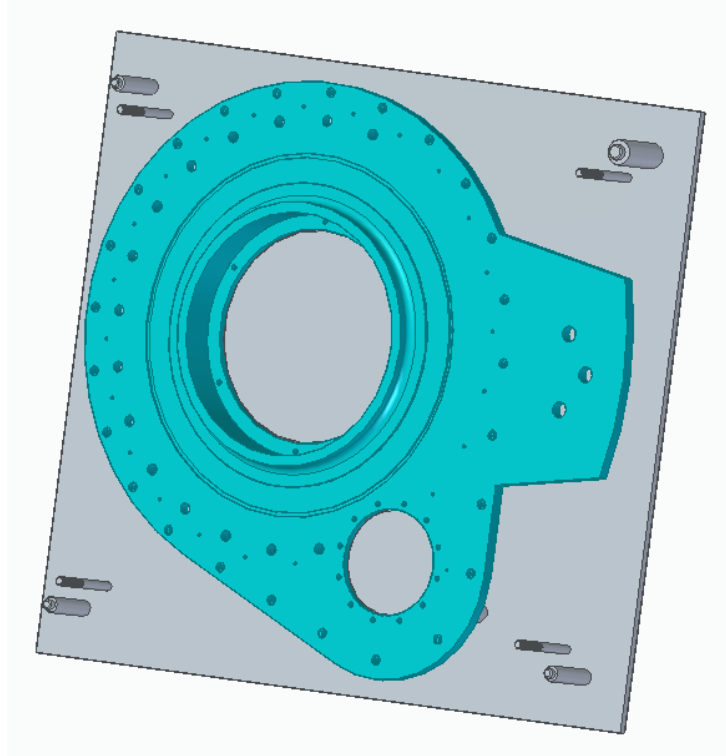


• 5.16. ábra Összeszerelt alaplap (forrás: Saját)

A fent részletezett készülék már készen áll az alkatrész befogadására, mely az 5.17. ábrán látható., valamint a 5.18.-as ábrán a fúrólap nélkül jobban látható az alkatrész illeszkedése.



- 5.17. ábra Kész fúrókészülék a munkadarabbal (forrás: Saját)



- 5.18. ábra Kész fúrókészülék a munkadarabbal fúrólap nélkül (forrás: Saját)

6. Gazdasági számítás

Egy alkatrész gyártása során megkerülhetetlen a kérdés, hogy mennyibe is fog kerülni. Az összeg pontos meghatározásához gazdasági számítások elvégzésére van szükség. A számolás megkezdése előtt sorra vesszük miből is adódnak a gyártás költségei. Esetünkben a felmerülő költségek, a hiányos dokumentáció miatt, a mérnöki tervezés díja, az előgyártmány öntési díja, a gépi forgácsolás költsége, a fúrókészülékhez használt alapanyag ára, valamint a gyártásnál közreműködő lakatos szakemberek órabére. A számítás alapjául vett egységárakat a 6.1. táblázat mutatja.

6.1. táblázat. Egységárak a számításhoz (forrás: Go-Metall Kft)

Megnevezés	Egységár (nettó)	Egység
Mérnöki tervezés	40.000, - Ft	óra
Forgácsolás	20.000, - Ft	óra
EN-GJL-250 öntés	1.350, - Ft	kg
Fúrókészülék anyaga (S355)	1.500, - Ft	kg
Lakatos munka	6.000, - Ft	óra

Az egy munkadarabra eső költségeket a 6.2. táblázat mutatja be.

6.2. táblázat. Egy munkadarabra vonatkozó költségek

Megnevezés	Egységár (nettó)	Egység	Mennyiség	Ár
Mérnöki tervezés	40.000, - Ft	óra	12	480.000, - Ft
Forgácsolás	20.000,- Ft	óra	8	160.000, - Ft
EN-GJL-250 öntés	1.350, - Ft	kg	225	303.750, - Ft
Fúrókészülék anyaga (S355)	1.500, - Ft	kg	250	375.000, - Ft
Lakatos munka	6.000, - Ft	óra	20	120.000, - Ft
Össz:				1.438.750,-Ft+ÁFA

Ahogy a táblázatból is kiolvasható, egy munkadarab elkészítésének a költsége **1.438.750, - Ft + ÁFA.**

Szükségünk van még az 5db gyártásra kerülő alkatrész összköltségére is, de itt a számítások során már figyelembe kell vennünk melyek azok a költségek melyek csak egyszer merülnek fel a sorozatgyártás során. Ezek a költségek a mérnöki tervezés, és a fúrókészülék gyártásának költsége. Az 5db gyártási költségét a 6.3. táblázat mutatja.

6.3. táblázat. Az 5 alkatrésze vonatkozó költségek

Megnevezés	Egységár (nettó)	Egység	Mennyiség	Ár
Mérnöki tervezés	40.000, - Ft	óra	12	480.000, - Ft
Forgácsolás	20.000, - Ft	óra	40	800.000, - Ft
EN-GJL-250 öntés	1.350, - Ft	kg	1125	1.518.750, - Ft
Fúrókészülék anyaga (S355)	1.500, - Ft	kg	250	375.000, - Ft
Lakatos munka	6.000, - Ft	óra	100	600.000, - Ft
Összesen:				3.773.750, - Ft + ÁFA

A táblázatban számítottak alapján a megrendelésben szereplő aggregátorfedél 5 darabból álló széria gyártásának összköltsége: **3.773.750, - Ft + ÁFA**

7. Összefoglalás

Amerikában kisebb olajfúrásokhoz használnak olyan teherautókat, amelyekre aggregátorokat építettek rá. Ahol nincs a közelben áramforrás (pl. sivatagos területek), az olajfúró torony működéséhez szükséges áramot ezek a dízel üzemű aggregátorok termelik. A motorok teljesítménye különböző, léteznek 500LE - 2500LE-ig. A dolgozatban említett alkatrész, egy ilyen 1500LE-s aggregátor fedele.

A feladat egy műhelyrajz alapján ezen fedél gyártási paramétereinek, illetve a gyártáshoz szükséges eszközök megtervezése. A tervezés megkezdése előtt részletesen áttekintettem a műhelyrajzot, és szembesültem vele, hogy az méretek megadása nem mm-ben, hanem col-ban történt, így első lépésként az összes megadott méretet átváltottam metrikus formába. Az újraméretezett műhelyrajz alapján az első tervezési fázis, az előgyártmány kialakítása. A pontos előgyártmánytervezéshez, előbb meg kell határoznunk a létrehozás módját. Az alapanyagként egy lemezgrafitos öntvényanyagot választottunk. Az alkatrészből 5db-ot rendeltek. A kis darabszámból és nagy méretből egyértelműen adódott, hogy homokformába való öntéssel készül majd az előgyártmány. Műszaki táblázatok segítségével megállapítottam, mely felületeken milyen mértékű ferdeségre, mekkora ráhagyásokra, illetve milyen lekerekítésekre van szükség. Az így megállapított méretek alapján készül el az öntőminta, egy könnyen alakítható, mégis mérettartó anyagból, mely esetünkben polisztirol, hétköznapi nevén hungarocell. A minta alapján készítik el a homokformát, melybe megtörténik a fém öntése. Az elkészült előgyártmányt forgácsolással alakítjuk tovább. Első lépésként karuszelesztergával kialakítunk egy bázisfelületet, mely a további megmunkálás alapjául szolgál. Az alkatrészt a bázishoz képest rögzítjük, majd kialakítjuk a szükséges csatlakozófelületeket, palástfelületeket, illetve illesztéseket. Az így formát öltött munkadarabon már csak a jelölt furatokat kell elhelyezni, ehhez fúrókészüléket alkalmazunk, melynek a megtervezése szintén a feladat részét képezi.

Gazdasági számítás elkészítése is szükséges, melyből kiderül mekkora a költsége 1db alkatrész elkészítésének, mely a mérnöki tervezésből, öntési költségből, forgácsolási költségből, felhasznált anyagköltségből, illetve lakatos órabérből tevődik össze. Végezetül meg meghatározzuk az 5db-os széria gyártási költségét is.

8. Summary

In the US, trucks with aggregators mounted on them are used for small oil drilling operations. Where there is no power source nearby (e.g. in desert areas), these diesel-powered aggregators generate the electricity needed to run the rig. The power of the engines varies from 500LE to 2500LE. The component referred to in this paper is the casing of one such 1500LE aggregator.

The task is to design the production parameters of the enclosure and the tools needed to manufacture it, based on a shop drawing. Before starting the design, I went through the shop drawing in detail and found that the dimensions were not in mm but in inches, so the first step was to convert all the dimensions to metric. Based on the rescaled shop drawing, the first design phase is to plan the prefabrication. To design an accurate prefabrication, we first need to determine how to create it. We chose ductile iron castings as the base material. We ordered 5 of the parts. Based on the small number of pieces and the large size, it was clear that the prefabrication would be made by casting in a sand mould. Technical tables were used to determine the amount of chamfering, the amount of weld width and the amount of rounding required on the surfaces. Based on the dimensions thus determined, I made the moulding pattern from an easily mouldable yet dimensionally stable material, in this case polystyrene, commonly known as Styrofoam. Based on the sample, a sand mould is made into which the metal is poured. The finished prefabricated product is further shaped by machining. In a first step, a conical saw is used to form the base surface, which serves as the basis for further machining. The part is clamped to the base and then the necessary mating surfaces, shrouds and joints are formed. The workpiece is then shaped and only the marked holes need to be drilled using a drilling tool also developed as part of the job.

An economic calculation is also required to calculate the cost of producing 1 part, which consists of engineering design, casting cost, machining cost, material cost and hourly rate of a locksmith. Finally, the cost of producing a batch of 5 parts is also determined.

9. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kolozsai István
A Hallgató Neptun kódja: IQP1TD
A dolgozat címe: Egy MATE-s aggregátor fedeleinek gyártástechnológiájának használatos szerelési lépései
A megjelenés éve: 2023
A tanszék neve: Műszaki Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023 év 11. hó 10 nap

Kolozsai István
Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Alulírott Kolozsár István, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, gépészmérnöki szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 11 hó 10 nap

Kolozsár István
Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: Gödöllő 2023. év november hó 11. nap

Dr. Kovács Anikó
Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Koloszár István (név) (hallgató Neptun azonosítója: IQPITD) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Gödöllő 2023. év november hó 11. nap

Dr. Kovács Anikó

Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

10. Irodalomjegyzék

- [1.] A, Kári-Horváth: A forgácsolásnál alkalmazott minimálkenés (MMS) hatásmechanizmusa
- [2.] Adolf F., Günter K., Klaus G., Werner H., Wilhelm D.; 1997; Fémtechnológiai táblázatok; B+V Lap- és Könyvkiadó Kft.; Budapest
- [3.] Bagyinszki Gyula Dr., Borossay Béla, Kári-Horváth Attila Dr., Kovács-Coskun Tünde, Mucsi András, Németh Árpád Dr., Pálinkás István, Szakál Zoltán Dr., Zsidai László Dr.: Anyagtechnológiák, Typotex Kiadó, H.n., 2012
- [4.] Bali J.; 1985; Forgácsolás, Tankönyvkiadó; Budapest
- [5.] Bálint L.; 1958; A forgácsoló megmunkálások tervezése, Műszaki Könyvkiadó; Budapest
- [6.] Dobrzanski (1977) Munkadarab befogó készülékek a gépgyártásban, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [7.] Dudás László – Valánsik Árpád: Forgácsolási technológia I., Műszaki Kiadó, Budapest, 1993
- [8.] F. A, Barbasov: Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979
- [9.] Fenyvessy T., Fuchs R., Plósz A.; 2008; Műszaki táblázatok, Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest
- [10.] Filemon J.; 1979; Gépgyártástechnológia, kézirat; Tankönyvkiadó; Budapest
- [11.] Firstner Stevan, Dr.: Gyártástechnológia, Egyetemi Kiadó, Dunaújváros, 2008
- [12.] Fledrich G., Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Zsidai L.; Gépgyártástechnológia, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2016;
- [13.] Fledrich G., Kári-Horváth A., Pataki T. I., Zsidai L.; Mechanikai technológiák, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017;
- [14.] Hiram E. Grant (1970) Munkadarab-befogó készülékek Példatár, Műszaki könyvkiadó, Budapest.
- [15.] Hornung Andor, Dr.: Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974
- [16.] Jánossy Gy.-Kári-Horváth A.-Keresztes R.- Zsidai L.: Szereléstechológiák, NSZFI, NS 108 0276 06 004-4 Budapest, 2008

-
- [17.] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Dr. Zsidai L.; 2008; Gyártástervezés; Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest
- [18.] Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Zsidai L.; Forgácsoló eljárások tervezése, Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest, 2008
- [19.] Kalotai T. – Kucher J. – Szele T. – Tihanyi J (1969) Szerszámgéptartozékok és készülékek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [20.] Kári-Horváth A., Dr. Pellényi L., Szabó L., Dr. Zsidai L.; 2006; Gépgyártástechnológia példatár és segédlet, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő
- [21.] Kári-Horváth A., Pataki T. I.; Szerszámok és készülékek, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017
- [22.] Kári-Horváth, A ; Dr. Valasek, I :Demand of Energy for Chip Removal, MATERIALS SCIENCE FORUM 659 pp. 489-497., 9 p. (2010)
- [23.] Kári-Horváth, A ; Pataki, T :Analysis of temperature in different cooling methods
- [24.] Kári-Horváth, Attila ; Pataki, Tamás István ; Sarankó, Ádám ; Szilágyi, Nóra :A forgácsolóüzemek emulziókezelési "kaputól-kapuig" technológiájának felülvizsgálata
- [25.] Lechner E.; 1971; Forgácsoló készülékek szerkesztésének elemei; Tankönyvkiadó; Budapest
- [26.] Mikó Balázs, Dr. (2015) Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek. Egyetemi jegyzet. Óbudai Egyetem.
- [27.] Molnár J., Dr. - Szabó S., Dr. : Készüléktervezés, ME Kiadó, Miskolc, 1995.
- [28.] Rábel György: Készülékszerkesztés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968
- [29.] Valasek, I; A, Kári-Horváth :The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency, TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK 58 : 3 pp. 34-47., 14 p. (2011)
- [30.] Walter Bartsch: Esztergálás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972
- [31.] Zsidai, L ; Kakuk, Gy ; Kári-Horváth, A ; Szakál, Z ; Pálinkás, I (szerk.) Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat, Budapest, Magyarország: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet (NSZFI) (2008) , 9 p. ISBN: 9789637469992

- [32.] szegediontode.eu
- [33.] cms.sulinet.hu
- [34.] wikimedia.org
- [35.] sze.hu
- [36.] zeus.nyf.hu
- [37.] uni-miskolc.hu
- [38.] nive.hu
- [39.] boereport.com

11. Mellékletek jegyzéke

1. számú melléklet: Forgácsolási sorrendterv
2. számú melléklet: Esztergálás III. részhez tartozó számítások
3. számú melléklet: Fúrókészülék alaplapjának műhelyrajza
4. számú melléklet: Fúrólap műhelyrajza
5. számú melléklet: Kis ülék műhelyrajza
6. számú melléklet: Nagy ülék műhelyrajza
7. számú melléklet: Kis központosító műhelyrajza
8. számú melléklet: Nagy központosító műhelyrajza
9. számú melléklet: Kis illesztőcsap műhelyrajza
10. számú melléklet: Nagy illesztőcsap műhelyrajza

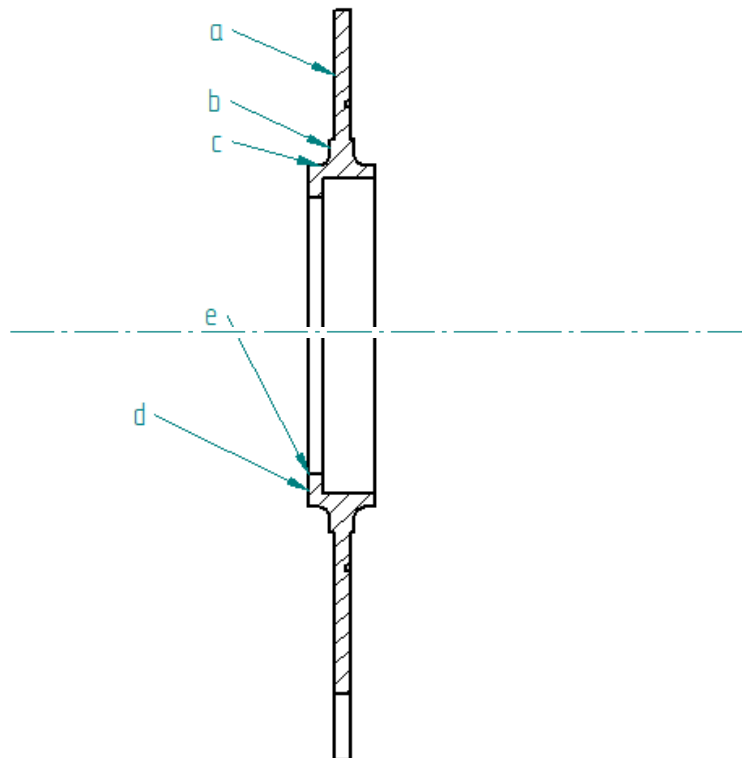
Mellékletek

		Művelet és műveletelőzési sorrend					Induló típus					
Rajzszám:		Munkadarab megnevezése: 1500LE-s aggregátor fedele										
V. k.h.	Anyag kódex				Anyagmegnevezés, méret, minőség			ME.	Bruttó 1000 db	Nettó 1000 db		
					EN-GJL-250							
					Előgyártmány: lemezgrafitos öntvény							
					homokformába öntött előgyártmány							
Műv. sorr.	Lap sz.	Költs hely	Hom. ker	Műv. sz.	12. Művelet megnevezése			Norm. 1000 db perc	Norm. 1000 db Ft			
1.					Esztergálás I.							
2.					Esztergálás II.							
3.					MEO							
4.					Esztergálás III.							
5.					Esztergálás IV.							
6.					MEO							
7.					Fúrás I.							
8.					Végellenőrzés							
Kiállította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt	Főtechnológus	Kelt	Anyagnormás	Kelt	Időelemző		Kelt	
Jel	Javította	Kelt		Ellenőrizte		Kelt	Jel	Javította	Kelt	Ellenőrizte		Kelt

1. Esztergálás I.

a. Síkasztalra rögzítés

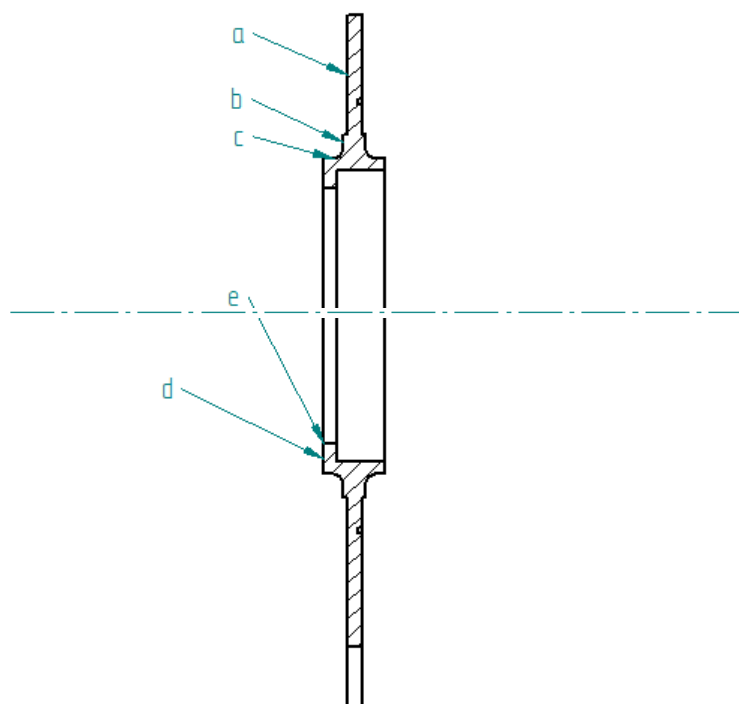
1. 1/1. Nagyolás palást/a/
2. 1/2. Nagyolás váll /b/
3. 1/3. Nagyolás lekerekítés /c/
4. 1/4. Nagyolás palást /d/
5. 1/5. Nagyolás furat /e/



2. Esztergálás II.

a. Síkasztalra rögzítés

1. 2/1. Simítás palást/a/
2. 2/2. Simítás váll /b/
3. 2/3. Simítás lekerekítés /c/
4. 2/4. Simítás palást /d/
5. 2/5. Simítás furat /e/

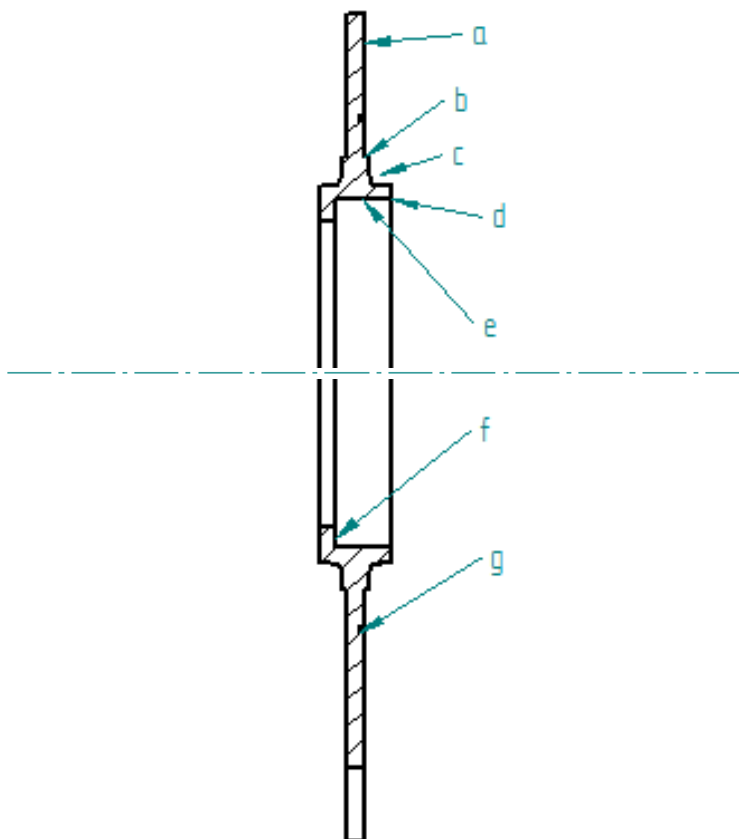


3. MEO

4. Esztergálás III.

a. Munkadarab átfordítása-Síkasztalra rögzítés

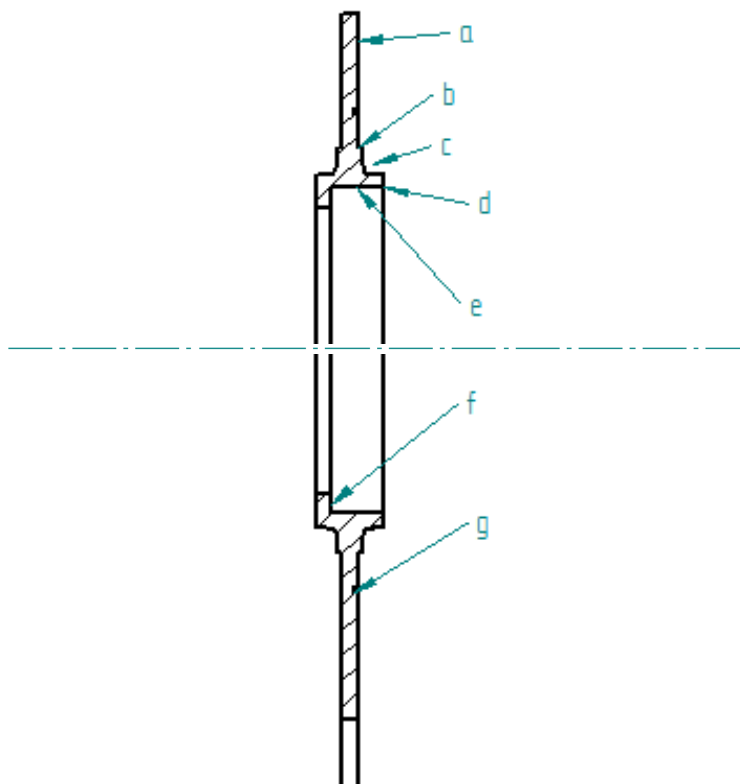
1. 4/1. Nagyolás palást/a/
2. 4/2. Nagyolás váll /b/
3. 4/3. Nagyolás lekerekítés /c/
4. 4/4. Nagyolás palást /d/
5. 4/5. Nagyolás furat /e/



5. Esztergálás III.

a. Munkadarab átfordítása-Síkasztalra rögzítés

1. 4/1. Simítás palást/a/
2. 4/2. Simítás váll /b/
3. 4/3. Simítás lekerekítés /c/
4. 4/4. Simítás palást /d/
5. 4/5. Simítás furat /e/
6. 4/6. Simítás beszúrás /f/
7. 4/7. Simítás beszúrás /g/

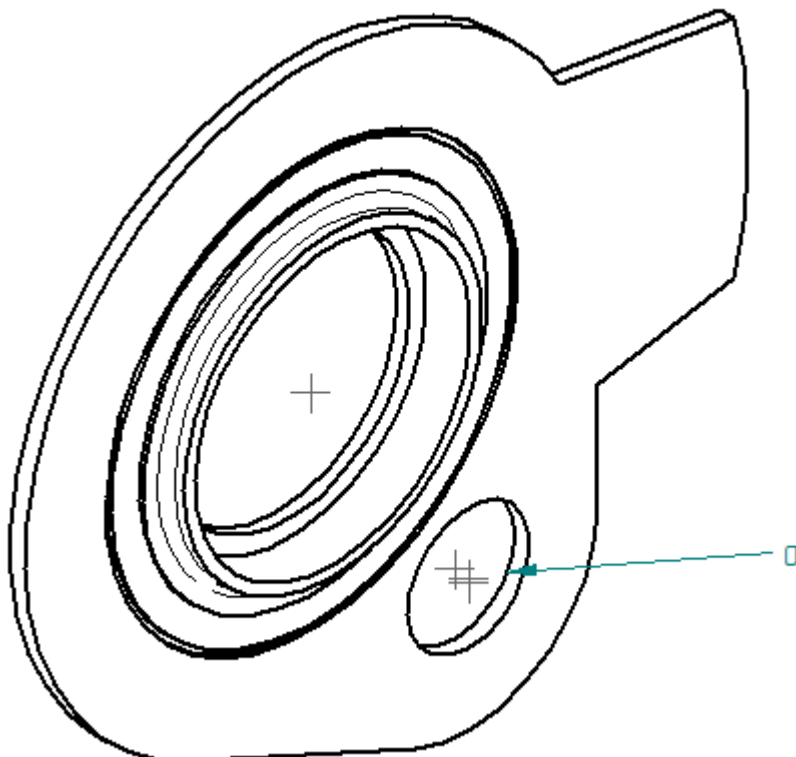


6. MEO

7. Fúrás I.

szorító vassal és csavarokkal

1. 4/1. Méretre fúrás /a/



8. Végellenőrzés

Felületnagylás, az 5.11-es ábrán jelölt „a” felület

kiinduló átmérő: $D=1020$ mm

megmunkált átmérő: $d=609,6$ mm

Fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 6$ mm

Fogások száma: $i = 2$

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergakés

P10 20×20 j III MSZ 1904

Az ideális előtolás:

$$f = 1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$$

A a/f viszony $=6/1=6:1$

Az ideális a/f viszony a szakítószilárdság és a szerszámanyag függvényében:

6:1 ([5] 12.22 táblázat.)

tehát a fogást nem kell megosztani: $i=2$

A keletkező forgácsoló erő értéke:

$$F_{cv} = k_{cm} * f * a = 1295 * 1 * 6 = 7770 \text{ N}$$

Alkalmazott forgácsolósebesség:

$$v_c = v_0 * K_\kappa * K_{sz} * K_m * K_h * K_k * K_T = 52,249 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{d * \pi} = \frac{1000 * 52,249}{1020 * \pi} = 16,305 \frac{1}{\text{min}}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{gépi} = 16 \frac{1}{\text{min}}$

A módosult forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d * \pi * n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{1020 * \pi * 16}{1000} = 51,27 \frac{m}{min}$$

A forgácsolás teljesítményszükséglete:

$$P_c = \frac{F_{cv} * v_{cm}}{60 * 1000} = \frac{7770 * 51,27}{60 * 1000} = 6,639 kW$$

A hajtáshoz szükséges teljesítmény: ($\eta = 0,8$ a gép hatásfoka)

$$P_h = \frac{P_c}{\eta} = \frac{6,639}{0,8} = 8,29 kW$$

A választott SC14 Karusszel eszterga kielégíti a teljesítményigényt. Az egyre csökkenő átmérők miatt, a teljesítményigény is csökken, így a többi esetben is megfelelő a gép teljesítménye.

Felületnagylás, az 5.11-es ábrán jelölt „b” felület

kiinduló átmérő: $D=609,6$ mm

megmunkált átmérő: $d=545$ mm

Fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 6$ mm

Fogások száma: $i = 2$

Előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$ (kézi)

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergakés

P10 20×20 j III MSZ 1904

Alkalmazott forgácsolósebesség:

$$v_c = v_0 * K_\kappa * K_{sz} * K_m * K_h * K_k * K_T = 52,249 \frac{m}{min}$$

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{d * \pi} = \frac{1000 * 52,249}{609,6 * \pi} = 27,309 \frac{1}{min}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{g\acute{e}pi} = 29 \frac{1}{min}$

A módosult forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d * \pi * n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{609,6 * \pi * 29}{1000} = 55,538 \frac{m}{min}$$

Felületnagylás, az 5.11-es ábrán jelölt „d” felület

kiinduló átmérő: D=530 mm

megmunkált átmérő: d=430mm

Fogásmélység a ráhagyás alapján: $a = 6 \text{ mm}$

Fogások száma: $i = 2$

Előtolás: $f = 0,1 \frac{mm}{ford}$ (kézi)

Alkalmazott szerszám: oldalélű esztergakés

P10 20×20 j III MSZ 1904

Alkalmazott forgácsolósebesség:

$$v_c = v_0 * K_\kappa * K_{sz} * K_m * K_h * K_k * K_T = 52,249 \frac{m}{min}$$

Alkalmazott fordulatszám:

$$n = \frac{1000 * v_c}{d * \pi} = \frac{1000 * 52,249}{530 * \pi} = 31,379 \frac{1}{min}$$

A gépen beállítható fordulatszám: $n_{g\acute{e}pi} = 35 \frac{1}{min}$

A módosult forgácsolósebesség:

$$v_{cm} = \frac{d * \pi * n_{g\acute{e}pi}}{1000} = \frac{530 * \pi * 35}{1000} = 58,276 \frac{m}{min}$$

