



Szám János

Furatesztergálás technológiai tervezése,
szerszámok, készülékek megválasztása,
paraméterek meghatározása



A követelménymodul megnevezése:

Általános gépészeti technológiai feladatok II. (forgácsoló)

A követelménymodul száma: 0227-006 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-028-10



FURATESZTERGÁLÁS TECHNOLÓGIAI TERVEZÉSE, SZERSZÁMOK, KÉSZÜLÉKEK MEGVÁLASZTÁSA, PARAMÉTEREK MEGHATÁROZÁSA

Önnek egy gépi forgácsoló-műhelyben kell esztergályozással alkatrészeket gyártania, és még nem rendelkezik elegendő tudással és tapasztalattal a belül üreges alkatrészek gyártásával kapcsolatban. Tapasztalatból tudjuk, hogy az esztergált alkatrészek legnagyobb része valamilyen belső furattal is rendelkezik, ámde ezek a méretük, a méretpontosságuk, a felületi minőségük, az alakjuk szempontjából nagyon különbözőek lehetnek. Ezeket a követelményeket a gyártmány műhelyrajzán írják elő és a szakembereknek ez alapján kell megtervezniük a gyártás műveleteleit, kiválasztani az azokhoz szükséges szerszámokat, egyéb eszközöket. A következő fejezetekben ennek a tervezési folyamatnak lépéseit ismertetjük. A mai gazdasági követelmények igénylik azt, hogy a gyártott alkatrészek minősége minden műszaki előírásnak megfeleljen, ezért áttekintjük azt is, hogy milyen hibákat követhetünk el a műveletek során, és azt is milyen eszközökkel tudjuk ellenőrizni, megmérni az általunk elkészített munkadarabokat.



1. ábra. Furatos alkatrész

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön egy gépműhelyben dolgozik, ahol rendszeresen kap olyan feladatot, hogy az esztergagépen különböző alakú és pontosságú furatot is kell a gyártott alkatrészben kialakítani. Ahhoz, hogy munkáját szakszerűen, gyorsan és pontosan végezze meg kell ismernie a furatok gyártásához kapcsolódó elméleti ismereteket és a gyártáskor használható szerszámokat, és azok alkalmazási területét.

A következő tananyagrészen Ön választ kap az alábbi kérdésekre:

1. Milyen fúrési eljárások ismertek?
2. Mi jellemzi a különböző fúrószerszámokat?
3. Milyen pontosság és felületi érdesség érhető el a különböző szerszámok és eljárások használata során?
4. Milyen a különböző furatesztergálási eljárások helyes műveleti sorrendje?
5. Hogyan lehet meghatározni az egyes műveletekhez szükséges időráfordítást?
6. Milyen hibák fordulnak elő furatmegmunkálás közben, és hogyan lehet azokat kiküszöbölni?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A FURATOK GYÁRTÁSÁNAK ELSŐ MŰVELETE: A TELIBEFÚRÁS

A telibefúrás olyan forgácsolási eljárás, amelyben a forgácsolómozgást és az előtolómozgást végezheti a munkadarab is és a szerszám is. Fúrógépeken mindkét mozgást a szerszám égzí, de esztergályozásnál a forgó főmozgást a munkadarab, míg az előtoló tengelyirányú mozgást a szerszámmal végeztetjük el.

A furatokat technológiai szempontból hosszúságuk (l) és átmérőjük (d) alapján rövid, normál, hosszú és mélyfuratoknak nevezik:

- rövid furat, ha $l/d \leq 0,5$
- normál furat, ha $0,5 < l/d \leq 3$
- hosszú furat, ha $3 < l/d \leq 10$
- mélyfurat, ha $l/d \geq 10$

A mélyfuratok megmunkálásához különleges szerszámok szükségesek, a többi furattípus legjellegzetesebb megmunkáló szerszáma a csigafúró.

1. Fúrás csigafúróval

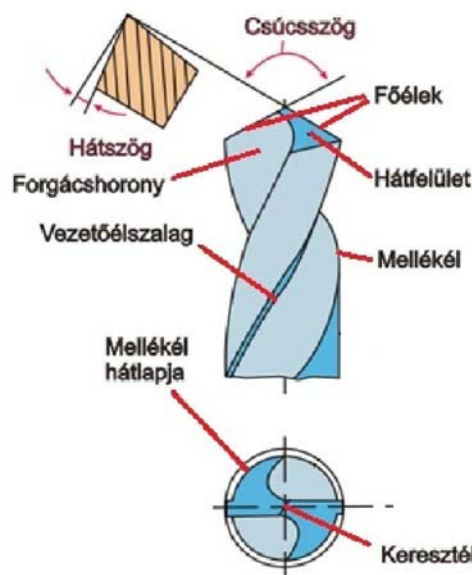
A telibefúrás legelterjedtebb szerszáma a csigafúró. A csigafúrókat a furatok méretéhez igazodóan szabványos méretekkel készítik és legfontosabb részeit a 2. ábrán láthatjuk. A főélek végzik az anyagleválasztást, a metszeten látható élszögek a következők szerint alakulnak ki: a homlokszöget meghatározza a forgácshorony menetemelkedési szöge és ezen nem is tudunk változtatni, azonban a hátlap hátraköszörülésének szöge határozza meg a hátszöget, és ez a fúró élezésekor alakul ki. Minden csigafúró forgácsolástechnikai szempontból nagyon fontos jellemzője a keresztél. A keresztél a főélek hátraköszörülésének találkozási helyén alakul ki. A keresztél nem képes forgácsoló anyagleválasztásra, nagyon kedvezőtlen forgácsolási viszonyok között dolgozik, mert kb. 60°-os negatív homlokszöggel forgácsol, mintegy kaparja az anyagot. Inkább mondhatjuk úgy hogy képlékeny alakítással a leendő furat központjából félresajtolja az anyagot, ahol azután a főélek majd elvégzik az anyagleválasztást. Ezzel magyarázható, hogy csigafúróval végzett fúrásakor az előtoló erő jelentős mértékű. De a telibefúrásra jellemző kedvezőtlen forgácsolási körülmények ezzel még nem érnek véget, ugyanis a főélek számára sem optimálisak a forgácsolási viszonyok ugyanis a főél teljes hosszában változik a vágósebesség, középen majdnem nulla, és innen kezdve a sugárral arányosan folyamatosan nő.

A fúráshoz tartozó fordulatszámot mindig a megengedett legnagyobb vágósebességnek megfelelően kell meghatározni az átmérőnek megfelelően. Ezt a megengedhető legnagyobb fordulatszámot az alábbi képlettel számíthatjuk ki:

$$f_{\max} = \frac{1000 \times v_{\max}}{\pi \times D}$$

- f_{\max} – megengedett legnagyobb fordulatszám [f/perc]
- D – a csigafúró átmérője [mm]
- v_{\max} – megengedett legnagyobb vágósebesség [m/perc]

A forgácshorony szerepe a keletkezett forgács eltávolítása a furatból és persze mint ahogy már említettük menetemelkedése meghatározza a homlokszöget. A mellékelt tengelyirányban csavarvonalként emelkedik a forgácshorony szélén a fúró dolgozó részén, csak a főéllal való találkozása közelében az előtolásnak megfelelő hosszon forgácsol, ezután csak a fúró megevezetése a feladata.



2. ábra Csigaűró legfontosabb részei

A csigaűrók leginkább gyorsacélból készülnek és a különféle anyagfajtákhoz sokféle ötvözéssel, bevonatokkal igyekeznek a szerszámgyártók ezeknek a kedvezőtlennek számító körülményeknek a dacára is nagy forgácsolóteljesítménnyel rendelkező űrókat gyártani. A következő táblázat segít a technológiai adatok meghatározásában néhány gyakran előforduló anyagfajta vonatkozásán:

Figyeljük meg, hogy a fordulatonként előtolás az átmérő növekedésével együtt nő! Vajon miért?

1. Táblázat: Gyorsacél csigaűrók ajánlott vágósebessége és fordulatonkénti előtolása

Anyagtípus	V _{max} m/min	Fordulatonkénti előtolás. f (mm/f)				
		Ø2	Ø5	Ø10	Ø15	Ø25
Ötvöztelen és gyengén ötvözött acélok 200–400 N/mm ²	26–32	0,04–0,06	0,08–0,12	0,20–0,30	0,30–0,40	0,35–0,46
Nemesíthető acélok 400–700 N/mm ²	20–28	0,04–0,06	0,08–0,12	0,20–0,30	0,30–0,40	0,35–0,46
Nemesíthető acélok 700–950 N/mm ²	12–20	0,02–0,03	0,05–0,07	0,12–0,18	0,18–0,24	0,22–0,28
Korrózióálló acél, ferrites 400–640 N/mm ²	14–16	0,02–0,04	0,07–0,09	0,15–0,21	0,20–0,28	0,25–0,33
Korrózióálló acél, martenzites 730–1050 N/mm ²	10–14	0,01–0,03	0,05–0,07	0,12–0,18	0,18–0,24	0,22–0,28
Korrózióálló acél, ausztenites 440–780 N/mm ²	8–12	0,02–0,04	0,07–0,09	0,15–0,21	0,20–0,28	0,25–0,33

Öntöttvas (szürkeöntvény) 100–400 N/mm ²	25–30	0,04–0,06	0,08–0,12	0,20–0,30	0,30–0,40	0,35–0,46
Gömbgrafitos öntöttvas 370–800 N/mm ²	12–16	0,02–0,04	0,05–0,09	0,18–0,21	0,20–0,28	0,25–0,33
Aluminium 140–360 N/mm ²	60–80	0,03–0,05	0,08–0,10	0,18–0,24	0,25–0,32	0,30–0,37
Sárgaréz 300–400 N/mm ²	40–60	0,03–0,05	0,08–0,10	0,18–0,24	0,25–0,32	0,30–0,37

Egyre elterjedtebbek a tömör keményfém szerszámok, az alábbi táblázatból láthatjuk, hogy jóval nagyobb vágósebesség érhető el velük, de azt is figyelembe kell venni, hogy anyaguk törekenyebb, ezért az előtolás értékek kisebbek. Tömeggyártásnál a hosszabb éltartam következményeként ritkább a szerszámcsere és a beállítási idővesztés, ez kárpótolja a felhasználókat a szerszám magasabb beszerzési áráért.

2. Táblázat: Tömör keményfém csigafúrók ajánlott vágósebessége és fordulatonkénti előtolása

Anyagtípus	V _{max} m/min	Fordulatonkénti előtolás. f (mm/f)				
		Ø2–4	Ø4–8	Ø8–12	Ø12–16	Ø>16
Ötvöztelen és gyengén ötvözött acélok 200–400 N/mm ²	60–100	0,01–0,03	0,02–0,05	0,05–0,08	0,08–0,12	0,12–0,16
Nemesíthető acélok 400–700 N/mm ²	60–100	0,01–0,03	0,02–0,04	0,04–0,07	0,07–0,10	0,10–0,14
Nemesíthető acélok 700–950 N/mm ²	60–80	0,01–0,02	0,02–0,03	0,03–0,06	0,06–0,08	0,08–0,12
Korrózióálló acél, ferrites 400–640 N/mm ²	30–60	0,01–0,02	0,02–0,03	0,03–0,06	0,06–0,08	0,08–0,12
Korrózióálló acél, martenzites 730–1050 N/mm ²	30–60	0,01–0,02	0,02–0,03	0,03–0,06	0,06–0,08	0,08–0,12
Korrózióálló acél, ausztenites 440–780 N/mm ²	30–60	0,01–0,02	0,02–0,03	0,03–0,06	0,06–0,08	0,08–0,12
Öntöttvas (szürkeöntvény) 100–400 N/mm ²	40–80	0,01–0,03	0,02–0,05	0,05–0,08	0,08–0,12	0,12–0,16
Gömbgrafitos öntöttvas 370–800 N/mm ²	40–80	0,01–0,03	0,02–0,05	0,05–0,08	0,08–0,12	0,12–0,16
Aluminium 140–360 N/mm ²	100–150	0,03–0,06	0,06–0,08	0,08–0,13	0,13–0,16	0,16–0,20
Sárgaréz 300–400 N/mm ²	60–100	0,03–0,06	0,06–0,10	0,10–0,15	0,015– 0,18	0,18–0,20

A csigafúró egyszerre két éllel forgácsol, így nagyon nagy csavarónyomaték keletkezik, ami a szerszám teljes hosszában feszültséget kelt, ehhez még hozzáadódik az a nyomófeszültség amely a keresztlénél keletkező nyomóerő által keletkezik. Ez annál nagyobb minél nagyobb az előtolás, ezért csak ahogy a szerszám átmérője növekszik lehetséges az előtolás növelése. Egy ilyen karcsú szerszám könnyen eltörhet, ha nem tartjuk be a technológiai adatokat, és még nem is beszéltünk arról hogy mint minden más forgácsoló eljárásnál a súrlódás csökkentése és a keletkezett hő elvezetése érdekében hűtő-kenő folyadékok alkalmazására van szükség.

2. A fúrás megkezdése:

A fúrás megkezdése egy sík (pl. oldalazással előkészített) felületen a keresztél miatt nehézkes művelet, a fúró hegye "eltáncol" és, ha nem vigyázunk könnyen eltörhet. A pontos bekezdést fúrógéppel történő fúrásnál legtöbbször pontozással oldják meg, ez esztergályozásnál nem valósítható meg, ezért a fúrás megkezdése előtt központfúróval egy kezdőfuratot alakítunk ki. Ilyen központfúrókat mutat a 3. ábra, melyekre az a jellemző hogy a kialakításuknál fogva szint nem rendelkeznek keresztéllel, rövid tömzsi kialakításuk miatt nem hajlanak el, így pontosan a forgásközéppontban alakul ki a kezdőfurat. A kezdőfuratot akkorára kell elkészíteni, hogy a kialakuló kúp legnagyobb átmérője legyen 20–50%-kal nagyobb a csigafúró keresztlénél. A központfúróknak csupán azért van mindkét vége forgácsoláshoz kialakítva, hogy a drágaszerszámacél jobban ki legyen használva. Munka közben természetesen csak az egyik végét használjuk. Miután a csigafúró főelei elkezdnek forgácsolni a főforgácsolóerők hossz tengelyre merőleges komponensei kiegyenlítik egymást és folyamatosan gondoskodnak a fúróhegy középpontban tartásáról és az egész fúró megvezetéséről.



3. ábra Közponfúró

3. A fúrás folyamata:

Fúrás közben gondoskodnunk kell a hűtő kenő folyadék megfelelő hozzávezetéséről és a keletkezett forgács eltávolításáról. Minél mélyebbre haladunk előre a fúrással, annál nehezebben jut el a hűtő kenő folyadék a főélekhez, ezt akadályozza a forgács horonyban felgyülemlett forgács is, amely a rátapadó folyadékot ki is hozza a furatból. A megfelelő hűtés és kenés érdekében fúrás közben a fúrót akár többször is ki kell emelni a furatból, megtisztítani a forgács horonyba tapadt forgácstól. Minél mélyebb a furat annál többször kell a fúrót kiemelni, annak ellenére, hogy ez jelentősen megnöveli a gyártási időt.

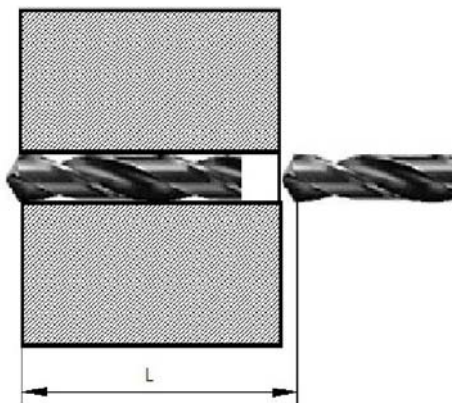
A 30÷35 mm-es átmérőnél nagyobb furatokat két lépésben egy telibefúrással történő előfúrást követően fúrjuk ki a kész átmérőre. A felfúrás során a keresztél már nem dolgozik így sokkal kedvezőbbek a forgácsolási viszonyok. Az előfúró átmérőjét a kész méret átmérőjének 40÷60 %-ára választjuk. A fordulatszám megválasztását itt is a fúró átmérője alapján végezzük.

Összefoglalva a fúrási műveletek helyes sorrendje:

1. Felület előkészítése oldalezással
2. Központfurat elkészítése
3. Fúrás elvégzése

4. A technológiai idők kiszámítása:

A csigafúró hegyének kialakítása azt eredményezi, hogy amíg a fúró hegye nem süllyed bele az anyagba illetve amíg nem jön ki teljesen a furatból, nem gyorsjártban, hanem a gépi főidőben végezzük a műveletelemet. Tehát a gépi főidő számításakor a 4. ábrán látható L hosszt kell figyelembe vennünk. A furat hosszához még hozzá kell adnunk a fúró átmérőnek kb. a negyedét, lágy anyagokhoz (pl. alumínium) használt hegyesebb (csúcsszög=90°) fúrók esetében akár annak felét is.



4. ábra A fúrási hossz

A fúrási műveleti időt az alábbi képlettel számíthatjuk ki:

$$T_{\text{fúrás}} = \frac{L}{f \times e}$$

- $T_{\text{fúrás}}$ – gépi főidő [perc]
- f – fordulatszám [f/perc]
- e – fordulatonkénti előtolás [mm/f]
- L – ráfutási hosszal megnövelt fúrási hossz [mm]

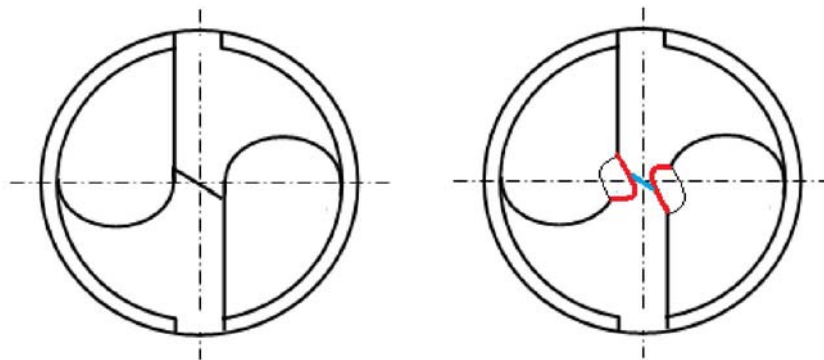
5. A csigafúró csúcsszöge:

A csigafúrók fontos jellemzője a csúcsszög, ennek mérete jelentősen befolyásolja a fúrás technológiai adatait, a keletkező erőket. Minél kisebb a csúcsszög, vagyis minél hegyesebb a fúró annál nagyobb anyagmennyiséget kell a keresztélnek félretolnia a félekhez, hogy azok végre eltávolíthatók legyenek. Ezzel együtt a minél hegyesebb a fúró annál hosszabbak a főélek, tehát annál nagyobb erő ébred amely csavarófeszültséget kelt. Ennek hasznos eredménye hogy nagyobbak lesznek a fúrót központosító erők, a tengelyirányú komponens csökken, így kisebb előtoló erőre van szükség. Tapasztalatok és kísérletek alapján az alábbi csúcsszögeket javasolják a különböző anyagminőségekhez. Mint láthatjuk nincs egyértelmű összefüggés a anyag szilárdságával, mert szerepet játszanak egyéb forgácsolási, képlékenységi tulajdonságok is:

- általános szerkezeti acélhoz: $118 - 120^\circ$
- növelt szilárdságú acélhoz: $130 - 135^\circ$
- öntöttvashoz: 120°
- sárgarézhez: 135°
- alumíniumhoz: 140°
- vörösrézhez: 90°

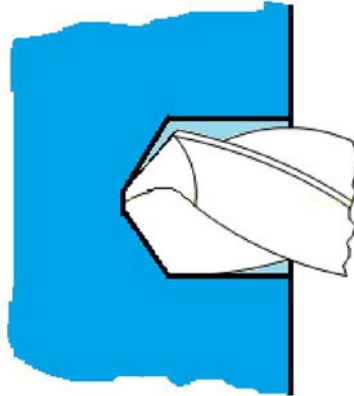
6. A keresztél:

A keresztél forgácsolási - tulajdonképpen képlékeny alakítási - viszonyainak javítása érdekében az 5. ábra jobb oldali képén látható módon kiköszörüléssel le szokták annak hosszát rövidíteni, ezzel csökkenthető az előtoló erő nagysága:



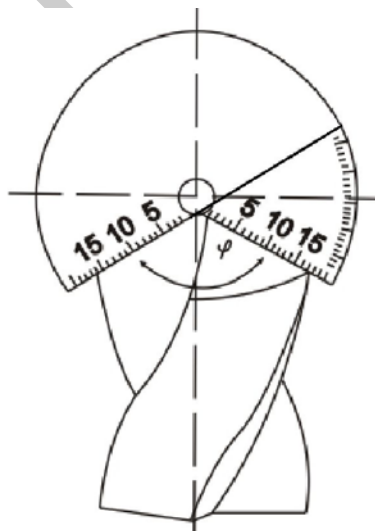
5. ábra A keresztél hosszának csökkentése kiköszörüléssel

A csigafúró csúcának kialakítása jelentősen befolyásolja számunkra a furat méretpontosságát, ugyanis, ha a fúró csúcsa nincs pontosan középen akkor excentrikusan fog a fúró forogni és a 6. ábrán látható módon nagyobb furatot fogunk fúrni, mert az egyik főél hosszabb. előfordul az is, hogy csak az egyik él forgácsol mert a másik él szöge hegyesebb és tulajdonképpen el sem jut az anyagig, mert a másik főél már elforgácsolta előle. Ezt a jelenséget könnyen felismerhetjük arról, hogy csak az egyik forgácshoronyból jön a forgács, vagy az egyikből jelentősen több jön.



6. ábra Aszimmetrikus fúrócsúcs által okozott fúrési hiba

Mivel a csigafúró csúcsszögének a fentiek szerint nagyon fontos szerepe van a hatékony gyártástechnológiában, kifejlesztették a 7. ábrán látható mérőeszközt, mellyel mind a csúcsszög, mind a fúrócsúcs szimmetriája ellenőrizhető:



7. ábra A csigafúró csúcsszögének és szimmetriájának ellenőrzése

7. A csigafúró rögzítése

A csigafúrókat egytetemes esztergákon a szegnyeregben rögzítjük, ugyanis ennek belső kúpos hüvelye egytengelyű a főorsóval.

A 8. ábrán látható módon a csigafúrókat vagy hengeres szárral, vagy kúpos szárral készítik, ennek megfelelően kétféle lehetőséget kellett kilakítani a befogásukhoz is. A hengeresszárú fúrókat hárompofás tokmányba fogjuk be, ezeknek a tokmányoknak van egy kúpos szára amelyet a szegnyeregbe ütünk. A 3 pofa gondoskodik a fúró központosításáról, a pofák szorítóereje súrlódással veszi át a forgatónyomatéket a fúrótól, ha a nyomaték valamilyen okból hirtelen megnő (pl. a fúró megszorul a sok forgácstól, vagy elkopott az éle, esetleg nem kap megfelelő hűtést) a fúrószár képes megcsúszni a tokmányban és a törés ezzel megakadályozható.

A kúposszárú fúrókat (a nagy méretűeket) közvetlenül a szegnyeregbe helyezük el, ha a fúrószár kúpja és a szegnyereg belső kúpja megegyező méretű. Azonban a leggyakoribb eset az, hogy a fúró szárán lévő kúp kisebb, mint a szegnyeregben lévő kúp mérete. Ilyenkor a 9. ábrán látható közvetítő hüvelyt vagy többszörös méretkülönbség esetén több, egyre nagyobb méretű hüvelyt egymásra helyezünk amíg el nem érjük a szegnyeregben lévő méretet. Ezeknek a kúpoknak a mérete szabványosítva van, jellemző tulajdonsága, hogy a kis kúpszög miatt a súrlódás megtartja a szerszámot axiális irányban – ezért ezeket önzáró kúpoknak nevezik. A fúróknál alkalmazott kúpsorozatot MORSE-kúpoknak hívják. A kúp végzi a központosítást, és kisebb átmérőjű lapolással ellátott végén lévő lapos csapréz gondoskodik a forgatónyomaték átadásról szerszám és gép között.



8. ábra. Hengeresszárú és kúposszárú csigafúró



9. ábra. Tokmányok és Morse-hüvely

8. A csigafúróval elérhető méretpontosság

Csigafúróval IT10 ÷ IT12-es méretpontossági osztályba tartozó furatokat készíthetünk, az átlagos felületi érdesség $Ra = 25 \div 100 \mu\text{m}$ (mikrométer = 1/1000 milliméter). Hogy a mi általunk készített furatnak milyen lesz a méretpontossága és a felületi érdessége az a következőktől függ:

A méretpontosságot leginkább a fúró élezésének pontossága befolyásolja, ha ez rendben van akkor túl nagy előtolással még elronthatjuk a pontosságot. A felületi minőséget a túlzott előtolás rontja, továbbá, ha a fúró túl hosszú és lehetősége van a beremegésre. Lágy anyagoknak általában rosszabb a felületi minősége a fúrás után, ezen az előtolás csökkentésével és esetleg (ha nem ég meg ettől a főél külső szélé) a fordulatszám növelésével javíthatunk.

Adott csigafúróval csak egyféle furat készíthető, ezért a csigafúrókat a szabványosan készíthető furatok méretéhez igazodva 0,1 mm-es lépésekkel gyártják, de lehetőleg egész, vagy fél mm-es átmérőket kell választani. általában a csigafúrókat 0.5 vagy 1 mm-es lépésekkel készletekben árusítják, a fúrók dolgozó részének hossza az átmérővel arányosan növekszik. Egy ilyen készletet mutat a 10. ábra:



10. ábra Csigafúró-készlet

Általában elmondható, hogy a felületi minőség fontos költségtényező, ha nincsen szükség különösebb esztétikai megjelenésre, vagy még további megmunkálások következnek, a felületi érdesség lehet nagy, ezzel érhetjük el a költségek legalacsonyabb szintjét.

A csigafúróval történő fúrással elérhető felületi minőség és méretpontosság elegendő ahhoz, hogy olyan furatokat készítsünk, melyeken más alkatrészek érintkezés nélkül mennek keresztül, vagy csavarok, sasszegek, hasított hüvelyek és egyéb kötőelemek számára készülnek. Ha ennél pontosabb és jobb felületi minőségű furatokat kell készítenünk más technológiai megoldásokat kell alkalmaznunk

9. A telibefúrás korszerű, nagy teljesítményű megoldásai

Mint ahogy korábban láttuk léteznek már tömör keményfém csigafúrók, azonban ezek a szerszámok nagyobb átmérők esetében nagyon drágák és még törékenyek is. De ahogy az esztergakésekénél úgy a telibefúróknál is kitalálták már azt, hogy a drága keményfémre csak közvetlenül a forgácsolás helyén van szükség és kell egy szívós, a dinamikus igénybevételt jól elviselő szerszámszár, és ebbe kell a lapkát beforrasztani, vagy beszerezni. Egy ilyen szerelt lapkás telibefúró látható a 11. ábrán:



11. ábra Szerelt lapkás telibefúró

A legkorszerűbb CNC forgácsológépeken a nagyteljesítményű belső hűtéssel rendelkező telibefúrókat alkalmazzák, egy ilyen szerszám látható a 12. ábrán. Ezek a szerszámok cserélhető lapkákkal rendelkeznek, a lapka anyagát, bevonatát a megmunkált anyag tulajdonságainak megfelelően változtathatjuk, az igazi értéket a fúrószár képviseli, melyben hosszában egy furat megy végig a befogástól a lapkáig, ahol egy vagy több fúvókán keresztül a hűtő-kenő folyadék közvetlenül a forgácsolási helyre lövell, nagyon nagy hatékonysággal. A lapkáknál kiáramló hűtő kenő folyadék segít abban is, hogy a nagy mennyiségben keletkező forgácsot kimossa a furatból, így nagyon nagy termelékenység érhető el a nagyon mély furatoknál is ahol a hűtés miatt nem, csak esetleges biztonsági megfontolásokból kell a szerszámot fúrás közben néha kiemelni. Természetesen csak olyan szerszámgepeken alkalmazhatjuk ezt a megoldást amelyeknek a szerszámtartója alkalmas a fúrószár hűtő-kenő folyadékkal való ellátására.



12. ábra Korszerű belső hűtésű telibefúró hegyének kialakítása a jól látható hűtőfuratokkal

Ebben a fejezet részben áttekintettük a furat kialakításának első lépésének tekinthető műveletét a kezdő furat kialakítását és annak szerszámait, de a legtöbb esetben ez csak a legelső mozzanata a kész alkatrész belső alakjának kialakítása szempontjából, mert a pontosság, az alak, a felületi minőség még további műveletek elvégzését teszi szükségessé. Ezt tárgyaljuk a következő részekben.

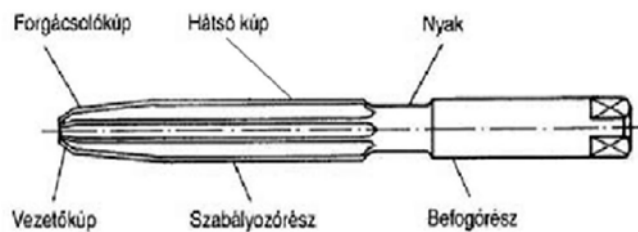
A FURATOK GYÁRTÁSÁNAK MÁSODIK MŰVELETE: A FELFÚRÁS

Ön már elkészítette az alkatrészen az első furatot, de ennek mérete, alakja, felületi minősége még nem felel meg az alkatrészzajzon szereplő követelményeknek, vagy olyan alkatrészt kell tovább forgácsolnia, ami más technológiával (öntés, kovácsolás, sajtolás) már rendelkezik kezdő furattal, de ezt még nem megfelelő. Ezt a műveletet felfúrásnak nevezik. A következőkben megismerkedünk a felfúrás forgácsolási elméletével, legfontosabb szerszámaival, a fúrással elérhető pontossággal és a technológiai adatokkal.

A felfúrás elvégzéséhez mindig valamilyen a végső méretnél kisebb méretű furatból indulunk ki, és annak további megmunkálásával végezzük el a kész méretek kialakítását. A legegyszerűbb esetben a furat átmegegy az egész alkatrészen és csak a méretpontosságát, valamint a felületi minőséget kell javítanunk. Erre a műveletre a legalkalmasabb szerszámok a dörzsárok. A dörzsárok kis anyagmennyiség leválasztására tervezték.

1. Furatok megmunkálása dörzsárral:

Az egyszerűség kedvéért hengeres furat dörzsárazásának legfontosabb tudnivalóit vesszük elsőként figyelembe. A 13. ábrán egy hengeres gépi dörzsárat látunk, vegyük sorra, milyen szerepe van a dörzsár egyes részeinek:



13. ábra. Dörzsár és részei

A vezető kúp a dörzsárnak a furatba való ütközésmentes behatolását biztosítja. Kézi dörzsáraknál a bevezető kúp hosszabb, gépi dörzsáraknál sokkal rövidebb mert itt a központozás és a tengelyirányú szerszámmegvezetés biztosított. Ebből következik hogy a fúrást követően, lehetőleg egy felfogásban kell ezt a műveletet is elvégezni. A forgácsoló kúp a bevezető kúphoz csatlakozó kúpos rész. A szerszámnak ez az a része, amely a nagyoló forgácsleválasztást végzi. A simító rész hengeres kialakítású, a felületet simítja. A hátsó kúp feladata túlméret keletkezését és a furat esetleges sérülését meggátolni, egyben a visszahúzáskor a szerszámvezetésről gondoskodik. A befogórészek szárrészei különbözőek lehetnek, kialakításukat a szabványosan elterjedt szerszámbefogók határozzák meg.

A dörzsárok fogazása páros, vagy páratlan osztású lehet. A páros fogosztás kedvezőtlen, mert a furat felületén a megmunkálás után fénycsík jelentkezik. A fénycsík az alakhúség pontatlanságát jelenti, amely úgy keletkezik, hogy az anyag keménységében mindig meglévő egyenetlenségek a szerszámot a forgástengelyből elnyomják, kitérítik. Az alakhúséget a dörzsárok páratlan számú fogazásával lehet biztosítani. A dörzsárral végzett megmunkálás közben jelentkező problémákat a fogak egyenlőtlen osztásával küszöbölték ki, ami azt jelenti, hogy az egymás után következő fogak osztása különböző értékű, legtöbbször egy számtani sorozatot képez.

A dörzsárok befoghatók akár csak a csigafúrók a szegnyereg hüvelyébe, közvetlenül vagy csökkentő hüvelyekkel, de a legjobb megoldás önbeálló csuklós betétbe, mely javítja a furat esetleges ovalitását is, de a legfontosabb az, hogy beáll a furattengely pontos irányába.

2. A dörzsárazási művelet elvégzésének szabályai:

- a dörzsár nem lehet kopott, az élei sértetlenek, csorbulástól mentesek legyenek
- a furat előmunkálás ne legyen túlságosan durva,
- a ráhagyás a lehető legkisebb, oldalanként $0,1 \div 0,4$ mm legyen (ez átmérőben a duplája!)
- a forgácsolási sebesség $5 \div 12$ m/perc értékű legyen
- az előtolás nagy, $(0,3 \div 3$ mm/f) egyenletes és folyamatos legyen
- jó kenésről kell gondoskodni, hűtésre kevésbé van szükség, az optimális kenőanyag a faggyú vagy az olaj, de ma már elterjedten használják a különféle üregelő spray-eket
- a dörzsárat még a visszahúzás művelete közben is csak előre szabad forgatni, és azt is fontos tudni, hogy forgatni kell!

Amennyiben szakszerűen végezzük a dörzsárazást IT 7 minőségi fokozatnak megfelelő pontosságú és $Ra = 0,8 \div 3,2$ μm átlagos érdesség érhető el. (csak emlékeztetőül: a csigafúró esetében a méretpontosság IT $10 \div 12$, a felületi érdesség $25 \div 100$ μm !)

Összefoglalva, a dörzsárazás elvégzésének helyes műveleti sorrendje a következő:

1. Felület előkészítése oldalazással
2. Központfurat elkészítése
3. Előfúrás csigafúróval
4. Dörzsárazás elvégzése

Az alábbi táblázat irányértékeket tartalmaz a dörzsárazás művelettervezéséhez:

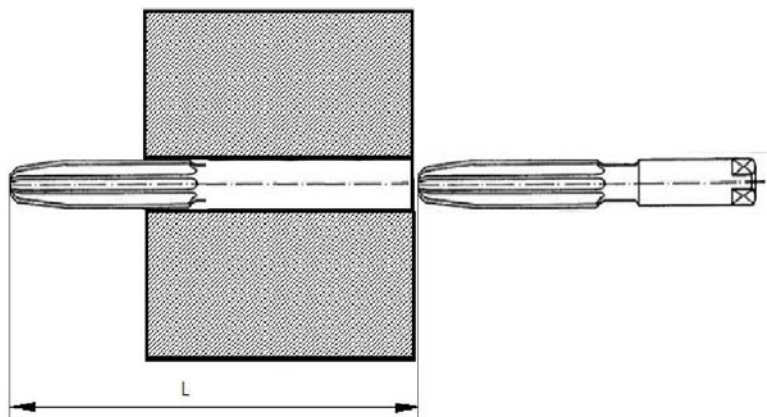
3. Táblázat: Gyorsacél gépi dörzsárazás ajánlott vágósebessége, előtolása és a javasolt kenőanyag

Anyagcsoport	V (m/min)	f (mm/f)				Kenés
		Ø2-10	Ø10-25	Ø25-45	Ø>45	
Ötvöztelen és gyengén ötvözött acélok 200-400 N/mm ²	10-15	0,10-0,15	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40	Emulzió
Nemesíthető acélok 400-700 N/mm ²	8-15	0,10-0,15	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40	Emulzió
Nemesíthető acélok 700-950 N/mm ²	6-8	0,10-0,15	0,15-0,25	0,25-0,35	0,35-0,40	Emulzió
Korrózióálló acél, ferrites 400-640 N/mm ²	4-6	0,08-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	Emulzió
Korrózióálló acél, martenzites 730-1050 N/mm ²	4-6	0,08-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	Emulzió
Korrózióálló acél, ausztenites 440-780 N/mm ²	4-6	0,08-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,40	Emulzió

Öntöttvas (szürkeöntvény) 100–400 N/mm ²	10–15	0,15–0,20	0,20–0,30	0,30–0,35	0,35–0,40	Szárazon
Gömbgrafitos öntöttvas 370–800 N/mm ²	4–6	0,10–0,15	0,15–0,25	0,25–0,30	0,30–0,40	Szárazon
Alumínium 140–360 N/mm ²	30–45	0,15–0,20	0,20–0,30	0,30–0,45	0,45–0,55	Emulzió
Sárgaréz 300–400 N/mm ²	10–20	0,10–0,20	0,20–0,35	0,35–0,45	0,45–0,55	Olaj
Bronz 400–500 N/mm ²	6–12	0,10–0,20	0,20–0,30	0,30–0,45	0,45–0,60	Szárazon

3. A technológiai idők kiszámítása:

A dörzsár kialakítása azt eredményezi, hogy amíg a szabályozó rész nem fut ki teljesen az anyagból és a szerszám visszajáratása közben is gépi főidőben végezzük a műveletet. Tehát a gépi főidő számításakor a 14. ábrán látható L hosszt kell figyelembe vennünk.



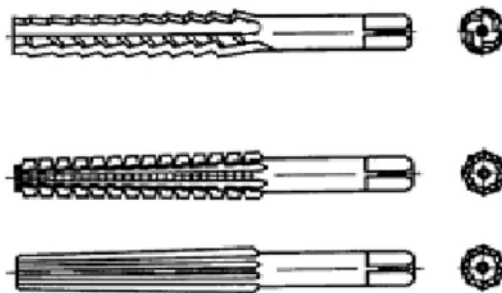
14. ábra. A dörzsárazási hossz

A fúrési műveleti időt az alábbi képlettel számíthatjuk ki:

$$T_{\text{dörzs}} = \frac{L}{f \times e}$$

- $T_{\text{dörzs}}$ – gépi főidő [perc]
- f – fordulatszám [f/perc]
- e – fordulatonkénti előtolás [mm/f]
- L – rá- és kifutási hosszal megnövelt fúrési hossz [mm]

Nagy pontosságú kúpos furatok befejező megmunkálásaként gyakran alkalmaznak kúpos dörzsárakat, melyekkel a furat méretpontossága és a felületi minősége is egyszerre elkészíthető. A dörzsárat hengeresen előfúrt furatba hajtjuk be olyan mélyen, hogy a pontos méretek kialakuljanak. Mivel ennél a műveletnél a dörzsár egész hosszán egyszerre minden élével forgácsol nagyon nagy forgatónyomaték alakul ki, ami szerszámtöréshez is vezethet. Ennek a problémának a megoldására a 15. ábrán látható dörzsár csoportot használják. A felső szerszám lépcsősen kinagyolja a kúpos furatot, az alatta lévő szerszám kialakítja a kúp felületét, a szaggatott élek a forgácsoló erő csökkentésére és a forgácsolásra szolgálnak. A legalsó dörzsár feladata csupán a végső méret és a jó minőségű felület előállítás. Ezeknek a műveleteknek a során különös figyelemmel kell gondoskodni a jó kenésről.



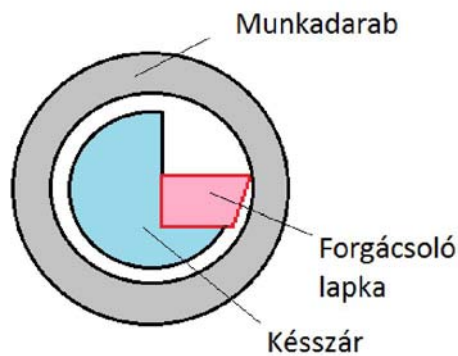
15. ábra. Kúpos dörzsár-sorozat

ALAKOS FURATOK MEGMUNKÁLÁSA:

Az alkatrészekben lévő furatok többnyire nem egyszerű átmenő furatok, hanem lépcsőkkel beszúrásokkal rendelkeznek. Ezeknek a formáknak a kialakítását esztergályozással végezzük, ezeknek a műveleteknek a fő szerszáma a furatkés.

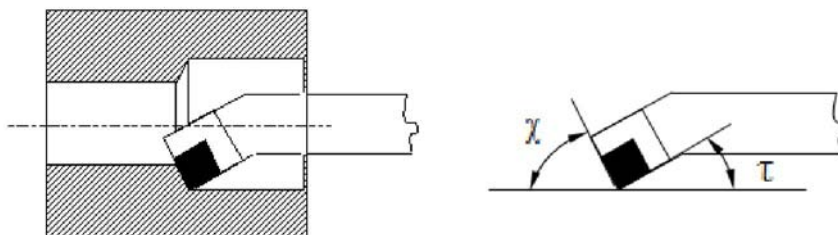
1. Furatesztergálás:

A 16. ábra azt magyarázza, hogy a furatban a késnek el kell férnie és a fővágóél hátszögét nagyobbra kell venni, hogy ne súrlódjon a furat belső felületén. A késszár is olyan kis keresztmetszetű és alakú lehet csak, hogy maradjon mellette, elegendő hely a hűtő-kenő folyadék hozzávezetéséhez és a keletkező forgács eltávolításához. Mély, kis átmérőjű furatok esetén hosszú és a hosszhoz képest vékony késszárakra van szükség, ez csökkenti a forgácsolási teljesítményt. a késszárak lehajlása és beremegése miatt.



16. ábra. A furatkés elhelyezkedése a furatban

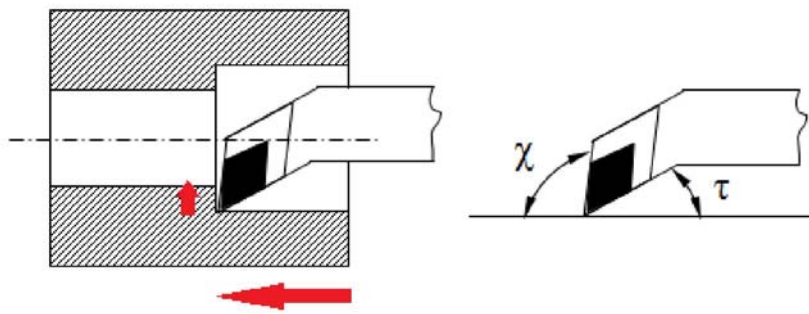
Amennyiben a már meglévő furat átmenő, az átmérő növeléséhez a 17. ábrán látható furatkést célszerű alkalmazni. A kés hátszögét $8\div 15^\circ$ -ra kell köszörülni a furatátmérőjének megfelelően. Az ábra jobb oldalán látható χ elhelyezési szög $70\div 80^\circ$ lehet, ez a rezgés csökkenését eredményezi a τ mellékél elhelyezési szög $10\div 15^\circ$ legyen.



17. ábra. Átmenő furatkés

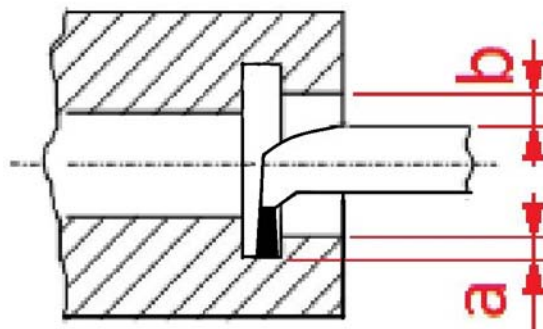
A vágósebességet, a fogásmélységet és az előtolást a hosszan kilógó és ezért lehajlásra, beremegésre hajlamos késszárak esetén az anyagminőségre jellemző értékekhez képest kisebbre kell választani.

Vállal, vállakkal rendelkező furatok kialakításához az úgynevezett fenékfuratkéseket alkalmazzák, ilyen kés kialakítását láthatjuk a 18. ábrán, A χ főlelhelyezési szögnek ahhoz, hogy a váll tengelyre merőleges felülete kialakítható legyen, 90° -nál nagyobbak kell lennie, általában $100\div 105^\circ$, a τ mellékél elhelyezési szög $10\div 15^\circ$ legyen. Az ε csúcshög 60° körüli értékre adódik. A tengelyre merőleges felület kialakítását kis előtolással kell oldalmazni, mert a forgácsolási viszonyok ezen a késelen nagyon kedvezőtlenek.



18. ábra. Fenékfuratkés

A harmadik legjellemzőbb eleme a különféle furatalakoknak a belső beszúrás. A leggyakrabban ezek a beszúrások rögzítőgyűrűk elhelyezésére, vagy menetek kifutására szolgálnak. Ennek megfelelően a külső átmérőjük általában nagyobb a szélességük szigorúbb tűréssel rendelkezik. A beszúrókések élgeometriája olyan, hogy a művelet során csak a tengelyre merőleges irányú előtolással forgácsolunk, ha a beszúrókésnél szélesebb hornyot kell készítenünk, a kést kiemeljük, tengelyirányban elmozdulva fogást veszünk és újból elvégezzük a beszúrást. A 18. ábra ezt mutatja, továbbá felhívja a figyelmet arra, hogy ha "a" mélységű a beszúrás, akkor a késnek a művelet elvégzéséhez $b > a$ helyre van szükség, így kell a beszúró furatkést kiválasztani.



19. ábra. Beszúrókés furatban

2. Furatmegmunkálás hosszú munkadarabokban

Hosszú alkatrészek pontos megvezetéséhez állóbábot kell alkalmazni, mert a csúcscsal történő megtámasztás ilyenkor nem lehetséges, hiszen akkor nem férünk hozzá a furathoz. Az állóbáb csúszó, vagy gördülőfelületét előbb meg kell munkálni, hogy a külső felület és a belső felület egytengelyű legyen, és szabályosan hengeres.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Elsőként a „Szakmai információtartalom” áttanulmányozásával foglalkozzon!
2. Válaszolja meg az „Esetfelvetés–munkahelyzet” részben található kérdéseket! Ha a kérdéseket nem tudja megválaszolni, használja újból a „Szakmai információtartalmat”!
3. Ezután a szakmai ismereteinek ellenőrzéséhez oldja meg az „Önellenőrző feladatok” fejezetben található elméleti feladatsort! Hasonlítsa össze a megoldásait a „Megoldások” fejezetben megadottakkal! Ha szükséges, használja újból a „Szakmai információtartalmat”!
4. A gyakorlati munkahelyén ismerkedjen a szerszámokkal, próbálja őket beazonosítani a „Szakmai információtartalomban” ismertetett szerszámokkal, és határozza meg alkalmazási területüket.
5. Gyakorolja a telibefúrás műveletét a gyakorlatvezető által rendelkezésre bocsájtott anyagokban és szerszámokkal. Külön figyelmet fordítson az alábbi lépések betartására:
 - Válasszon vágósebességet és előtolás értéket a megfelelő táblázatból!
 - Számítsa ki a megfelelő fordulatszámot a vágósebesség és a fúróátmérő alapján!
 - Ellenőrizze szemrevételezéssel és a rendelkezésre álló mérőeszközökkel a csigafúró élgeometriáját! Szükség esetén kérjen másik szerszámot, vagy végeztesse el az élezést!
 - Válassza ki a csigafúró átmérőjének megfelelő központfúrót!
 - Ügyeljen az ismertetett műveleti sorrend pontos betartására!
 - Ellenőrizze az elkészített furat méretét és felületi minőségét!
 - Hasonlítsa össze a mérési eredményeket a csigafúróval elérhető a „Szakmai információtartalomban” ismertetett pontossági osztályok szerint elvárható pontossággal!
 - Keresse meg az okokat, hogy milyen hibákat követett el, ha az elkészített furatok pontossága nem megfelelő!
6. Gyakorolja a dörzsárazás műveletét a gyakorlatvezető által rendelkezésre bocsájtott anyagokban és szerszámokkal. Külön figyelmet fordítson az alábbi lépések betartására:
 - Válasszon vágósebességet és előtolás értéket a megfelelő táblázatból!
 - Számítsa ki a megfelelő fordulatszámot a vágósebesség és a dörzsár átmérője alapján!

- Ellenőrizze szemrevételezéssel és a dörzsár élgeometriáját! Szükség esetén kérjen másik szerszámot!
 - Határozza meg a dörzsár átmérőjének megfelelő előfúrás átmérőjét!
 - Ügyeljen az ismertetett műveleti sorrend pontos betartására!
 - Ellenőrizze az elkészített furat méretét és felületi minőségét!
 - Hasonlítsa össze a mérési eredményeket a dörzsárral elérhető a „Szakmai információtartalomban” ismertetett pontossági osztályok szerint elvárható pontossággal!
 - Keresse meg az okokat, hogy milyen hibákat követett el, ha az elkészített furatok pontossága nem megfelelő!
7. Gyakorolja a furatesztergálás műveletét a gyakorlatvezető által rendelkezésre bocsájtott anyagokban és szerszámokkal. Külön figyelmet fordítson az alábbi lépések betartására:
- Válasszon a feladatnak és a furatátmérőnek megfelelő furatkést!
 - Állítsa be a megfelelő fordulatszámot és az előtolás értékét
 - Ellenőrizze szemrevételezéssel és a dörzsár élgeometriáját! Szükség esetén kérjen másik szerszámot, vagy végezze el az élezést!
 - Határozza meg a furat átmérőjének megfelelő előfúrás átmérőjét, és az azt követő nagyoló és simító fogások nagyságát!
 - Ügyeljen az ismertetett műveleti sorrend pontos betartására!
 - Ellenőrizze az elkészített furat méretét és felületi minőségét!
 - Hasonlítsa össze a mérési eredményeket a furatesztergálással elérhető a „Szakmai információtartalomban” ismertetett pontossági osztályok szerint elvárható pontossággal!
 - Keresse meg az okokat, hogy milyen hibákat követett el, ha az elkészített furatok pontossága nem megfelelő!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Sorolja fel a telibefúrás helyes műveleti sorrendjét!

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

2. feladat

Sorolja fel a dörzsárazás helyes műveleti sorrendjét!

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

3. feladat

Számítsa ki a gépi főidőt az alábbi művelethez!

- Furat átmérője: 25 mm
- Ajánlott vágósebesség: 30 m/perc
- Ajánlott előtolás: 0,4 mm/fordulat
- Furat hossza, ráfutással együtt: 95 mm
- Az esztergagépen beállítható fordulatszámok: 160, 250, 320, 500, 630, 1000 f/perc



4. feladat

Milyen hűtő-kenő anyagot kell dörzsárazásnál használni!

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Sorolja fel a telibefúrás helyes műveleti sorrendjét!

1. Felület előkészítése oldalazással
2. Központfurat elkészítése
3. Fúrás elvégzése

2. feladat

Sorolja fel a dörzsárazás helyes műveleti sorrendjét!

1. Felület előkészítése oldalazással
2. Központfurat elkészítése
3. Előfúrás csigafúróval
4. Dörzsárazás elvégzése

3. feladat

Számítsa ki a gépi főidőt az alábbi művelethez!

- Furat átmérője: 25 mm
- Ajánlott vágósebesség: 30 m/perc
- Ajánlott előtolás: 0,4 mm/fordulat
- Furat hossza, ráfutással együtt: 95 mm
- Az esztergagépen beállítható fordulatszámok: 160, 250, 320, 500, 630, 1000 f/perc

Először az ajánlott vágósebesség alapján a megengedett legnagyobb fordulatszámot számítjuk ki:

$$f_{\max} = \frac{1000 \times v_{\max}}{\pi \times D}$$

- f_{\max} – megengedett legnagyobb fordulatszám [f/perc]
- D – a csigafúró átmérője [mm]: 25 mm
- v_{\max} – megengedett legnagyobb vágósebesség [m/perc]: 30 m/perc

$$f_{\max} = \frac{1000 \times 30}{3,14 \times 25} = 382,17 \text{ f/perc}$$

Mivel ez a megengedhető legnagyobb fordulatszám az ennél kisebbet kell választani:

Választott fordulatszám: 320 f/perc

Ezután meghatározzuk a gépi főidőt:

$$T_{\text{fúrás}} = \frac{L}{f \times e}$$

- $T_{\text{fúrás}}$ – gépi főidő [perc]
- f – fordulatszám [f/perc]: 320 f/perc
- e – fordulatonkénti előtolás [mm/f]: 0,4 mm/f
- L – ráfutási hosszal megnövelt fúrési hossz [mm]: 95 mm

$$T_{\text{fúrás}} = \frac{95}{320 \times 0,4} = 0,79 \text{ perc}$$

Tehát a fúrési művelet gépi főideje: 0,79 perc

4. feladat

Milyen hűtő-kenő anyagot kell dörzsárazásnál használni!

Az optimális kenőanyag a faggyú vagy az olaj, de ma már elterjedten használják a különféle üregelő spray-eket.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Ambrusné dr. Alady Márta–dr. Árva János–dr. Jezsó László–dr. Nagy P. Sándor–dr. Pap András: Gyártási eljárások 59219 Műszaki Könyvkiadó 1998

Balázs Imre – Kádár István – Szilágyi László – Váradi András: Gyártástechnológia I.49930/1 Műszaki könyvkiadó, Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola

Frischerz–Skop Fémtechnológia 1 Alapismeretek 36001 /I B+V Lap- és Könyvkiadó

Dr. Márton Tibor–Plósz Antal–Vincze István: Anyag és Gyártásismeret. Képzőművészeti kiadó. 1998.

AJÁNLOTT IRODALOM

Fenyvessy Tibor–Fuchs Rudolf–Plósz Antal Műszaki táblázatok, Budapest, 2007

Dr. Márton Tibor–Plósz Antal–Vincze István: Anyag és Gyártásismeret. Képzőművészeti kiadó. 1998.

A(z) 0227-006 modul 028-as szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 521 01 0000 00 00	Gépgyártástechnológiai technikus
33 521 08 0000 00 00	Szerszámkészítő
31 521 02 0000 00 00	CNC-forgácsoló
31 521 09 1000 00 00	Gépi forgácsoló
31 521 09 0100 31 01	Esztorgályos
31 521 09 0100 31 02	Fogazó
31 521 09 0100 31 03	Fűrészipari szerszámélező
31 521 09 0100 31 04	Köszörűs
31 521 09 0100 31 05	Marós

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

30 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató