

Menetesztorgálás

(A megfelelő szerszám és a helyes technológia megválasztásával optimalizálni lehet a metesztorgálási műveletet)

A technológusok kevés időt fordítanak a metesztorgálási művelet optimalizálására: úgy tekintenek arra, mint egy „fekete doboz”-ra, amely nem ad lehetőséget további fejlesztésre. Valójában a metesztorgálási technológiát a nagyobb hatékonyság elérése érdekében szükséges fejleszteni. Az első lépés ehhez néhány alapvető metesztorgálási sajátosság megértése: úgy mint a csúcscsugár nagyságának hatása a termelékenységre, teljesprofilú, részleges profilú és egyesített profilú lapkák alkalmazásának sajátosságai, a hátszögkiegénylítés előnyei, továbbá a fejlesztés hatása az egyedi metesztorgálási technológiára.

Manufacturing engineers tend to spend little time for optimizing their threading operations considering the thread machining process as a „black box” that does not lend itself to incremental improvement. In fact, the thread machining process can be engineered for better efficiency. The first step is to understand some basic topics in thread machining as the effort of the nose radius to the efficiency, the application features of partial profile, full profile and the multi-tooth ones, the benefit of the clearance angle compensation as well as the needs of the development of special tools.

Die Technologen nehmen wenig Zeit, um die Gewinde-drehoperation zu optimieren: sie halten es als „eine schwarze Schachtel”, welche zur weiteren Entwicklung keine Möglichkeit bringt. Eigentlich wäre es doch nötig, im Interesse einer besseren Wirksamkeit die Gewindeherstellungstechnologie zu entwickeln. Dazu ist der erste Schritt, einige grundlegende Gewindeherstellungsbesonderheiten, so wie der Einfluss von Spitzenradius auf die Produktivität, die Besonderheiten der Anwendung von Platten mit Voll-, Teil- und Mehrzahnprofil, die Vorteilen der Egalisierung von Rückenwinkel, weiterhin die Wirkung der Entwicklung auf die Technologie der Einzelgewindedrehung zu verstehen.

Bevezetés

A metesztorgálás szerszámainak fejlesztése ugyanazon keménységű minőségeknek és bevonatoknak az alkalmazásán alapul, melyek az esztorgálási művelet általánosan használatos szerszámok fejlesztésének eredményeként adódtak. A metesztorgáló-lapkák fejlesztésénél további cél a forgács megfelelő terelésének megoldása. A technológusok kevés időt fordítanak a metesztorgálási művelet optimalizálására: úgy tekintenek arra, mint egy „fekete doboz”-ra, amely nem ad lehetőséget további fejlesztésre.

A metesztorgálási technológiát valójában a nagyobb hatékonyság elérése érdekében szükséges fejleszteni. Az első lépés ehhez néhány alapvető metesztorgálási sajátosság megértése.

Amiért a metesztorgálás igényes művelet

A metesztorgálás sokkal igényesebb művelet, mint egy egyszerű hosszszerszorgálás. A forgácsolóerő általában nagyobb és

a metesztorgáló-lapka csúcscsugárképzési sugara kisebb, ezért a lapka csúcsa gyengébb.

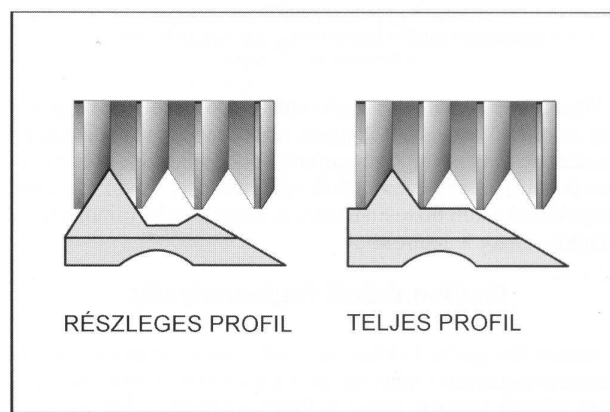
Metesztorgáláskor az előtolás pontosan akkora, mint a menet emelkedése. Például egy 3,175 mm emelkedésű metesztorgálási szerszám előtolása 8 fordulat 25,4 milliméterenként, vagy másképpen fordulatonként 3,175 mm. A hagyományos esztorgálási művelet, amelynek például egy általános előtolási érték fordulatonként kb. 0,3 mm, a metesztorgáláshoz alkalmazott előtolás tízszer nagyobb! A forgácsolóerő pedig 100-szor, 1000-szer nagyobb a lapka csúcsán mérve.

A forgácsolóerőt befolyásoló csúcscsugár értéke általában 0,38 mm, míg egy szokásos lapkánál 0,8 mm. Metesztorgáló-lapkák esetén ugyanis ezt – a menetárok tölekerekítési sugarára vonatkozó – az értéket a metesztorgálások szigorú előírásai tartalmazzák. A forgácsolási művelet szintén korlátozza azt, mivel az anyagleválasztás folyamata nem azonos a hagyományos esztorgáláshoz tapasztaltakkal, mert a menetprofil torzul.

Mind a nagy forgácsolóerő, mind annak egy keskeny felületre történő koncentrálódása azt eredményezi, hogy a metesztorgáló-lapkában sokkal nagyobb feszültség keletkezik, mint egy hagyományos esztorgáló-lapkában.

Részleges profilú lapkák – teljesprofilú lapkák

A részleges profilú lapka, amelyet néha „non-topping” (a metesztorgálási fejszalagját nem megmunkáló) lapkának is neveznek, csak a menetárokot készíti el anélkül, hogy lesimítaná vagy lesorjászná a fejszalagot (1. ábra).



1. ábra. A részleges profilú metesztorgáló-lapka a menet széles választékát képes előállítani, a különböző metesztorgálási mélységek biztosításával.

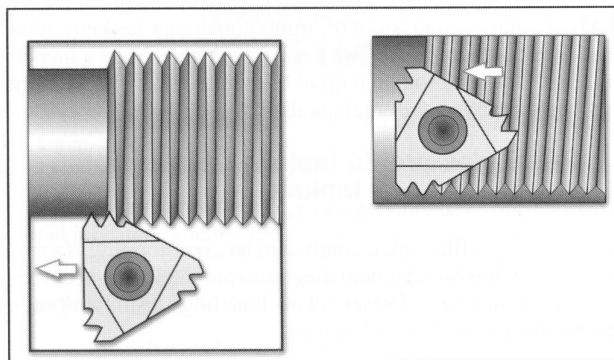
A még előállítható legkisebb menetemelkedést a metesztorgáló-lapka csúcscsugárképzése határozza meg, a legnagyobb menetemelkedés pedig az igen kis csúcscsugárú metesztorgáló-lapka szilárdságának függvénye.

Egyetlen forgácsoló-lapkával egy bizonyos metesztorgálási tartomány megmunkálása lehetséges, de csak olyan kis menetemelkedésig, amikor a menetárok tölekerekítési sugara még éppen azonos a lapka csúcscsugárával. (Újra ki kell emelni: a csúcscsugár a lapka legérzékenyebb része.)

A csúcsgárnak elegendően kicsinynek kell lennie ahhoz, hogy különböző menetemelkedésű menetszelvények is megmunkálhatóak legyenek. Ebből az következik, hogy a lapka csúcslekerekítési sugara alulméretes. Más megközelítésben: a lapkának mélyebben kell behatolnia az anyagba, mint azt a csúcsgár mérete megengedné. Például: egy részleges profilú lapkával, mellyel 3,175 mm emelkedésű menet is készíthető, a megengedhető legnagyobb menetmélység 2,75 mm, míg egy teljesprofilú lapka esetében ez az érték akár 20,5 mm is lehet. Így az is nyilvánvaló, hogy teljesprofilú lapkával erősebb menet készíthető. Sőt, a teljesprofilú lapkával negyedannyi fogásszámmal lehet menetet készíteni.

Egyesített profilú lapkák

Az egyesített profilú lapkák jellemzője, hogy az egy sorban lévő, a menetszelvénnyel egyező alakú fogak kinyúlása az előtolás iránya szerint növekedő, így biztosítva közöttük bizonyos mértékű fogásmegosztást (2. ábra). Egy ilyen lapkával a fogásszám lecsökkenthető az adott menet elkészítéséhez szükséges 80%-ára. Az éltartam jelentősen hosszabb, mint egy egyprofilú lapka esetében, mivel az utolsó fog csupán a fele-harmada anyagmennyiséget távolítja el.



2. ábra. Egyesített profilú menetlapka.
A menetesztergálás hatékonysága növekszik, azonban a forgácsolóerő nagy.

Vékonyfalú alkatrészek megmunkálásakor a fellépő nagyobb forgácsolóerő rezgéskeltő hatású lehet, így ilyen lapkák alkalmazása nem ajánlott. A megmunkálendő alkatrész kialakítására is hatással van ezen lapkák alkalmazása, mivel nagyobb menetkifutást kell biztosítani ahhoz, hogy a lapka minden foga kilyphessen a menetárból.

Fogásonkénti fogásmélység

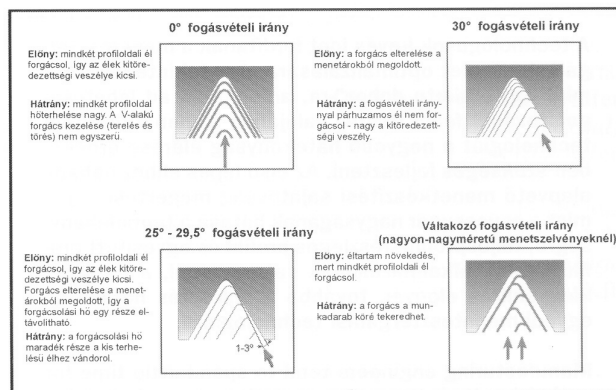
A menetesztergálás kritikus technológiai jellemzője a fogásonkénti fogásvétel mértéke és a fogásvétel iránya. Az egymást követő fogások során a forgácsolólapka élének egyre nagyobb része forgácsol. Ha a fogásmélység minden fogásnál azonos, a leválasztott anyagmennyiség és vele együtt a forgácsolóerő is fogásról fogásra drámaian növekszik, így ez a módszer nem javasolt.

Például a 60° szelvényű menet készítésénél, a fogásonként 0,25 mm állandó fogásmélység azt jelenti, hogy a második fogásnál háromszor nagyobb anyagmennyiség eltávolítása történik, mint az első fogásnál. Sőt, minden egyes további fogás során a leválasztott anyagmennyiség exponenciálisan növekszik.

A növekedés elkerüléséhez és a forgácsolóerő reális értéken tartásához fogásról fogásra szükséges a fogásmélység csökkentése.

Fogásvételi módszerek

Legalább négy fogásvételi módszer ismert (3. ábra). Az alábbiakban ezeknek néhány ismertetőjegye olvasható, amelyek alapvetően meghatározzák a fogásvételi módszerek kiválasztását és így a menetesztergálás műveletének hatékonyságát.



3. ábra. A fogásvétel módszerének megválasztásával növelhető a menetesztergálási művelet hatékonysága

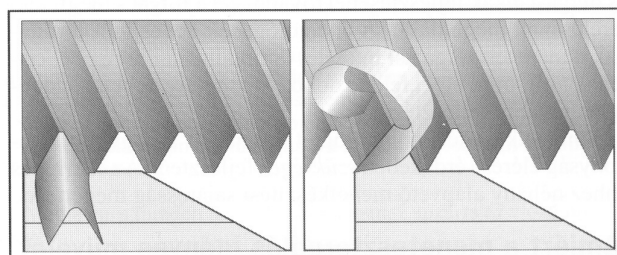
A) Sugárirányú fogásvétel

Valószínűleg ez a leginkább alkalmazott menetesztergálási módszer, ugyanakkor ez a legkevésbé ajánlott. Mivel a fogásvétel sugárirányú (vagyis merőleges a munkadarab tengelyére), a forgácsolólapka a menetárok mindkét oldalát megmunkálja, ami V-alakú forgácsot eredményez. Az ilyen forgács terelése és törése nehézkes. Mivel a menetlapka fogának mindkét oldalát nagy hőhatás és nyomás éri, ezért a szerszám éltartama jelentősen rövidebb, mint a többi módszernél.

B) Menetszelvényirányú fogásvétel

Ebben az esetben a fogásvétel iránya párhuzamos a menetszelvény valamelyik oldalával (ez a legtöbb esetben 30° fogásvételi irányt jelent). A forgács alakja hasonló ahhoz, mint amilyen a hosszesztergálási művelet során keletkezik (4. ábra). Összehasonlítva a sugárirányú fogásvételi módszerrel, ennél a módszernél a forgács a forgácsolóéltől könnyebben elterelhető és így jobb hőelvezetést garantál.

A módszer hátránya, hogy az az él, amelyik párhuzamos a fogásvételi iránnyal, nem forgácsol, csupán a menetszelvény oldalához súrlódik. Ez jelentősen felmelegíti a menetet, amelynek következménye a rossz felületminőség és az esetlegesen fellépő rezgés.



4. ábra. Menetszelvényirányú fogásvételkor a keletkező forgácsalak hasonló a hagyományos esztergálási műveletnél keletkezőhöz

C) Módosított menetszelvényirányú fogásvétel (ajánlott módszer)

Hasonló a menetszelvényirányú fogásvételhez, a fogásvétel iránya azonban valójában kisebb, mint a menetszelvénysszög (vagyis a legtöbb esetben kevesebb, mint 30°). Ez a módszer mindazzal az előnnyel rendelkezik, mint amit menetszelvényirányú fogásvétel ad, de megszünteti a párhuzamos él kedvezőtlen hatását. Általában a $29,5^\circ$ fogásvételi irány adja a legjobb eredményt, de a gyakorlatban a $25\text{--}29,5^\circ$ közötti beállítás is valószínűleg megfelelő.

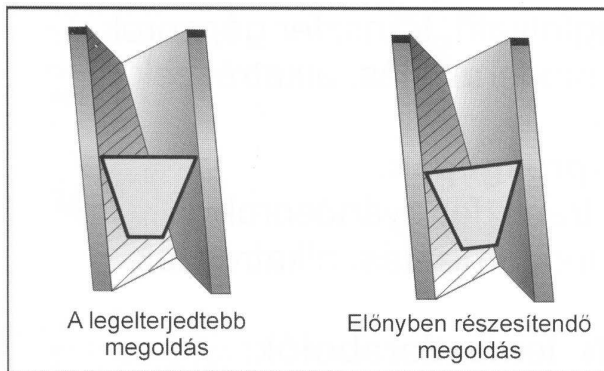
D) Váltakozó fogásvételi irány

Ennél az eljárásnál a fogásvétel váltakozva hol az egyik, hol a másik menetszelvényoldal irányába mutat, ezért a forgácsolólapka mindkét oldala forgácsol. Ezzel a módszerrel nagyobb éltartam érhető el. Hátránya, hogy kedvezőtlen a forgácsterelés, és így a menet forgácsolt felülete rosszabb lehet. Általában a nagyon nagy menetemelkedéseknél alkalmazzák, mint amilyen az ACME és a trapézmenet.

Hátszögkiegyenlítés

Néhány kialakítású esztergalapka és menetkés a forgácsolólapka pontos, menetemelkedési irányú beállítására ad lehetőséget. Így sokkal jobb minőségű menet készíthető, mivel mindkét menetszelvényoldal mentén biztosítható a forgácsolólapka ideális forgácsolóképessége. Az egyenletes forgácslóerő-eloszlás hatására az elérhető éltartam is jobb lesz.

Olyan lapkánál, amelynél nem alkalmaznak hátszögkiegyenlítést – vagyis a lapka párhuzamosan helyezkedik el az alkatrész tengelyével –, a lapka bal és jobb oldali élénél különböző a hátszög (5. ábra).



5. ábra. A forgácsolólapka menetemelkedési szög szerinti beállítása kiegyenlíti a hátszöget a profil két oldala között és egyenletesebb kopást eredményez

Elsősorban nagyobb menetemelkedésű meneteknél ennek az egyenlőtlenségnek eredményeként berágódási nyomok keletkezhetnek a menetszelvényen.

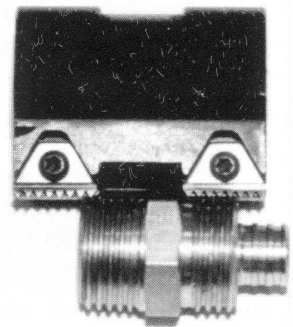
Az állítható szerszámkonstrukciók a lapka megfelelő irányú beállítására adnak lehetőséget, általában alátétlapka alkalmazásával. A pontos beállítás eredményeként a lapka mindkét oldalán a hátszög azonos, az egyenletes kopás így elérhető.

Méretcsökkentés és egyedi kivétel

Anyamenet esztergálása váltólapkás kivitelű szerszámokkal akár $\varnothing 7,5$ mm méretű furatokban is lehetséges. Az ilyen kis-méretű anyamenetek készítésénél sok előnyt nyújt az esztergálási technológia alkalmazása: a menet minősége rendszerint jobb, mivel a lapka kialakítása lehetővé teszi a legmegfelelőbb forgácsterelést, elkerülve a menetszelvény legkisebb sérülését is. A forgácsolólél cserélhetősége pedig alacsony szerzőzási költséget eredményez.

Ilyen megmunkálási körülmények között a lapka anyagminősége kis forgácsolósebesség alkalmazását teszi lehetővé, ugyanis a szerszámgép korlátai más lehetőséget nem adnak a megmunkálásra.

A technológia fejlesztése kibővítette a menetesztorgálás alkalmazási körét és ennek egy példája a kisméretű anyamenetek ezzel történő előállítás. Függetlenül azonban a szabványos szerszámok alkalmazási körének kiterjedtségétől, a gyártóknak folyamatosan számolniuk kell azokkal a különleges megmunkálási körülményekkel, amelyek a szerszám kialakítását módosíthatják (6. ábra). Egyedi kivitelű szerszámok fejlesztése csak a felhasználók és a gyártók együttműködésével lehetséges. Erről nem szabad megfeledkezni akkor, amikor az adott feladathoz a megfelelő menetszerszám fejlesztésébe kezdenek.



6. ábra. Egyedi kialakítású menetesztorga szerszám egy esztergagép hatállású revolverfejének egyik helyzetében munkálja meg egyidőben az alkatrész mindkét felét.

A lapkák valójában marólapkák, de ezzel a készkialakítással esztergálási műveletet végeznek.

Írta:

Stuart Palmer

szakértő

Vargus Ltd., Izrael

Fordította:

Kelecsey Imre

műszaki tanácsadó

TRITÁN-GÜHRING Kft.