

A SZERSZÁMGÉP ÁLLVÁNYÁNAK KOORDINÁTARENDSZERÉBEN EGYENESVONALÚ EGYENLETES MOZGÁST VÉGZŐ, EGYENESÉLŰ SZERSZÁMMAL ESZTERCÁLHATÓ FELÜLETEK *

HIDAS KÁROLY**

[Beérkezett: 1970. május 14-én]

Egyenes élű szerszámmal, a gép állványának koordinátarendszerében egyenletes egyenes irányú előtolással forgácsolható felületek metrikája az él és az előtolás sebességvektora által meghatározott síknak, valamint e síkban az élnek a helyzetétől függ. Tizenkétféle felület-típus állítható elő e feltételek mellett. A felületek jellemző paramétere a kinematikus viszonyokból levezethető. Kimutatható, hogy sík, forgáskúp és forgási torzhiperboloid esztergálása esetén a közöséges csavarfelülettől eltérő, a műszaki gyakorlatban kevésbé ismert „forgácsolt” felületek jönnek létre, amelyek különböző (csigák, menetek stb.) munkadarakon mint „megmunkált” felületrészek fordulnak elő. A torzfelületek alkotómenti normálisainak különleges tulajdonságát felhasználva a működő homlokuszög értékére olyan összefüggést sikerült megállapítani, amely minden olyan megmunkálásra érvényes, amikor a szerszámmal egyenes és a homloklap sík.

Jelölések

t	a munkadarab, ill. a forgó tér tengelye;
$\vec{\omega}$	a munkadarab, ill. a forgó tér szögsebesség vektora;
f	a végtelenített egyenes szerszámmal;
$\vec{f}_0$	a szerszámmal egyenesének egységvektora;
$\vec{v}$	a szerszám (-él) mozgásának (előtolásának) sebességvektora az álló koordinátarendszerben;
$\vec{v}_0$	a munkadarab, ill. a forgó tér pontjainak sebességvektora az álló koordinátarendszerben;
$[f; \vec{v}]$	a szerszámmal és előtolásirány által meghatározott sík (vagy szerszámmal és mozgásának sebességvektora által meghatározott sík) az álló koordinátarendszerben;
$\vec{v}_f$	a $\vec{v}$ f irányú komponense;
$\vec{v}_n$	a $\vec{v}$ f -re merőleges komponense az $[f; \vec{v}]$ síkban;
T	az f és t normáltranszverzálisának f -en lévő talppontja;
$\vec{v}_m$	a T mozgásának sebességvektora az álló koordinátarendszerben;
h	az $[f; \vec{v}]$ sík és a t -re merőleges $[x; y]$ alapsík metszészvonala;
$\vec{v}_h$	a $\vec{v}$ f és h irányú felbontásából származó h irányú összetevője;
H	forgáshenger (a felületek gördítéses származtatása esetén, az axoidpár egyik tagja);
S	sík (a felületek gördítéses származtatása esetén, az axoidpár másik tagja);
r_a	a hengeraxoid sugara;
λ_s	szerszám terelőszög;
α	szerszám elhelyezési szög;
φ	az élesmenetű kúpos csavarfelület vektoregyenletében szereplő szögparaméter, amely az f (szerszámmal, de itt felületi alkotó) T pontjához kötött;
λ	az f alkotómenti futókoordináta (második felületi paraméter);
β	az f és a t által bezárt szög pótszöge;

* Kivonat a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karához benyújtott, és elfogadott egyetemi doktori értekezésből.

** Dr. HIDAS KÁROLY okl. gépészmérnök, adjunktus; Nehézipari Műszaki Egyetem Ábrázoló Geometriai Tanszéke, Miskolc-Egyetemváros.

c_t	T -nek a t -től vett távolságának (sugárirányú) növekményének mértéke;
c_s	T -nek a t -re merőleges alapsíktól vett távolságának (tengelyirányú) növekményének mértéke;
m_r	a T egy fordulatra eső sugárirányú menetemelkedése;
m_t	a T egy fordulatra eső tengelyirányú menetemelkedése;
v_r	a $T \vec{v}_m$ sebességvektorának sugárirányú komponensének abszolút értéke az álló koordinátarendszerben;
v_t	a $T \vec{v}_m$ sebességvektorának tengelyirányú komponensének abszolút értéke az álló koordinátarendszerben;
S_t	strikiós pont;
λ_{St}	a T és S_t távolsága az f szerszámél mentén;
D	a „drall” értéke;
ν	az alkotómenti normálisok által alkotott egyenlőoldalú hiperbolikus paraboloid egy tetszőleges és a csúcscsújtója által bezárt szög;
$\vec{n}_{St}$	a strikiós pontbeli „forgácsolt” felület normálisa;
$\vec{n}_\gamma$	a szerszám-homloklap normálisa;
$\vec{n}'$	a „forgácsolt” felület egy tetszőleges normálisa;
γ_e	működő homlokszög.

I. Bevezetés

Egy kész munkadarab felülete rendszerint különböző fajtájú felületek egymáshoz csatlakozó véges részeiből összetett (pl. síklapok, hengeres-, kúpos-, csavar-, kifejtethető, torz vagy egyéb „felület-szalagok”, részek). E felületrészek kombinációjából elvileg számtalan sokféle „munkadarab” felület állítható elő. Előljáróban megjegyezzük, hogy nem az analitikus felületrészekből összetett „munkadarab” felületek vizsgálata és rendszerezése a célunk, hanem az, hogy a címben megadott feltételek között milyen analitikus felületek (felületrészek) jöhetnek létre, ezek milyen geometriai tulajdonságokkal rendelkeznek és hol lehet ezeket felhasználni.

Mindenekelőtt a forgácsolási művelet közben és eredményéül létrejövő felületek vizsgálatához szükséges alapvető fogalmak geometriai definícióját adjuk meg:

a) „Álló koordinátarendszer” a gép állványához — a rezgésektől eltekintve mondhatjuk — a Földhöz kötött koordinátarendszer;

b) „munkadarab koordinátarendszere” a munkadarabhoz kötött koordinátarendszer (esztergálás esetén a munkadarab forgástengelyét célszerű egyik koordinátatengelynek választani, amely tengely körül a koordinátarendszer a munkadarabbal együtt forog);

c) a „szerszám” és a „munkadarab” sík és görbelapokkal határolt összefüggő térbeli tartomány;

d) „forgácsolt” felület a forgácsolási művelet közben, a munkadarab koordinátarendszerében, a szerszámél (él = vonal) azon része által leírt felület, amelyik a forgácsolási művelet adott időpontjában a szerszám által az adott időpontig súrolt térrészen kívül és a munkadarabnak a forgácsolási művelet előtti térrészen belül van;

e) „megmunkált” felület a munkadarab koordinátarendszerében a szerszámél (többélű szerszám esetén élek) által leírt felületnek (felületeknek) az

a része, amely a szerszám által az egész művelet alatt súrolt térrészen kívül és a munkadarabnak a művelet előtti térrészén belül helyezkedik el;

f) „eszmei megmunkált” felület az — a munkadarab leendő funkciójának megfelelő — előre megtervezett felület, amelyet a „megmunkált” felülettel közelítünk meg.

Összevetve a 4. és 5. definíciókat, kitűnik, hogy a megmunkált felület vagy a forgácsolt felülettel, vagy pedig a forgácsolt felületnek (több élű szerszám esetén: a forgácsolt felületeknek) a forgácsolási művelet után a munkadarabon maradt részével egyenlő. Természetesen nem érdektelen, hogy e résznek (részeknek) hol van a határa, hiszen a *felületi érdekesség* legszámottevőbb összetevője, az *elsőrendű egyenletlenség* éppen e határoktól függ. Mindezekből egyértelműen következik, hogy a forgácsolt és a megmunkált felületek vizsgálati alapjául a munkadarab koordinátarendszerében a szerszámél által leírt felületek szolgálnak.

1. A szerszámél által leírt felületről általában

Egy szerszámél geometriailag folytonos vonalدارabként definiálható. Ez a vonalдарab rendszerint különböző egymáshoz csatlakozó egyenes, vagy egyenes és görbe, vagy csak görbe szakaszokból áll. Ezek a szakaszok az analitikusan jól definiálható görbék (egyenes, kör, ruletták, analitikus felületek síkmetszetei, csavarvonalak, egyéb térgörbék, felületek áthatási vonalai) bizonyos intervallumaival egyenlők. Így a szerszámél által leírt felület is egymástól jól elkülöníthető tulajdonságú analitikus felületrészekből összetett. Ha az él által leírt felületet — mint egységes egészet — akarjuk vizsgálni, a következő módon járhatunk el:

a) megállapítjuk a szerszámél egymástól elkülöníthető szakaszait, azok határpontjait;

b) a görbeszakaszokat „teljes” analitikus görbévé kiegészítve (egyenes szakasz helyett végtelen hosszú egyenest, körív helyett teljes kört, csavarvonal szakasz helyett végtelen hosszú csavarvonalat stb. gondolva) külön-külön meghatározzuk a „teljes” görbék mozgás által leképzett felületeit;

c) egy-egy ilyen „teljes” felületen elvégezzük a geometriai vizsgálatokat; (hányféle előállítási módja létezik, milyen jellemző vonalsereget találunk rajta, melyek a felületre jellemző konstansok, paraméterek, milyen differenciálgeometriai tulajdonságokkal rendelkezik? stb.);

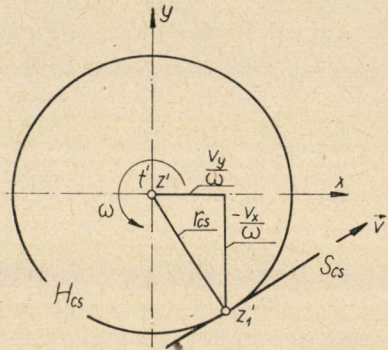
d) a szerszámélen levő szakaszhatárpontok által leírt görbék segítségével a „teljes” felületekből lehatároljuk az él által leképzett felületrészeket;

e) és végül az így kapott felületrészekből összetett, szerszámél által leírt felületről — a „teljes” felületek ismeretében — megállapítjuk, hogy a rajta húzódó határok között milyen tulajdonságok érvényesülnek.

II. Az álló koordináta-rendszerben egyenesvonalú egyenletes mozgást végző, egyenes szerszámél által a munkadarab koordináta-rendszerében leírt felületek származtatása és rendszerezése

1. A szerszám mozgása a munkadarab koordináta-rendszerében

A szán terének pontjai — pl. együttes hossz- és keresztirányú előtolás esetén, a munkadarab tengelyével általános szöget bezáró irányban mozognak, a munkadarab terének pontjai tengely körüli forgó mozgást végeznek az álló koordináta-rendszerben. Az álló és forgó derékszögű koordináta-rendszer z tengelyét a t -be helyezve, a két tér pontjainak sebessége az álló rendszerben:



1. ábra. Az egyenletesen haladó és az egyenletesen forgó tér relatív mozgásának axoidpárja tengelyirányú vetületben

$$\vec{v} = \{v_x; v_y; v_z\} \quad \text{és} \quad \vec{v}_\omega = \{-\omega y; \omega x; 0\}.$$

Az x -, y -, és z -vel (álló rendszerbeli koordináták) jellemzett pontok relatív sebessége a forgó rendszerben:

$$\vec{v}_{\text{rel}} = \vec{v} - \vec{v}_\omega = \{v_x + \omega y; v_y - \omega x; v_z\}.$$

Bevezetve az $x = x_1 + x_0$ és $y = y_1 + y_0$ transzformációt, ahol $x_0 = v_y/\omega$ és $y_0 = -v_x/\omega$, a $\vec{v}_{\text{rel}}$ az $x_1 y_1 z_1$ koordináta-rendszerben a következő:

$$\vec{v}_{\text{rel},1} = \{\omega y_1; -\omega x_1; v_z\}.$$

E sebességtér egy z_1 tengelyű, $p = v_z/\omega$ paraméterű csavarmozgás tere. A z_1 tengely párhuzamos z -vel, és az $x y z$ rendszerbeli koordinátái x_0 és y_0 . z_1 a relatív mozgás *momentán csavartengelye*, mely a forgó térben

$$r_{cs} = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$$

sugarú, t tengelyű forgáshengert, a $\vec{v}$ sebességgel haladó térben pedig egy síkot ír le. A H_{cs} henger és az S_{cs} sík a relatív mozgás axoidpárja, amelyet az 1. ábra szemléltet t irányú vetületben. Az axoidpár segítségével a mozgás

a következőképpen valósítható meg: S_{cs} -t legördítve a H_{cs} -n, miközben az érintkezési alkotó irányában S_{cs} elcsúszik, az S_{cs} -hez mereven kapcsolt tér pontjai leírják mozgáspályáikat. E mozgáspályák forgási hiperboloidra írt „csavarvonalak”, ill. az S_{cs} t felőli oldalán, r_{cs} távolságra levő pontok által leírt görbék — mint különleges esetek — kúpra írt „csavarvonalak” lesznek [1].

A szerszám által súrolt térrész e hipoidcsavarvonal-tér része. A térrész behatárolása aránylag könnyű. Ugyanis a szerszám fő- és mellék hátszögeinek biztosítaniok kell, hogy a munkadarab megmunkálás előtti térrészen belül, a szerszám minden pontjának mozgáspályája a homloklap pontjai által súrolt térrészen belül essen (mindez a munkadarab koordinátarendszerében értendő). A homloklap határa a szerszámél, az általa leírt felület, pedig a szerszám által súrolt térrész határa lesz.

Meg kell említenünk, hogy amennyiben a szerszám előtolásiránya párhuzamos a t -vel, a mozgás állandó, t tengelyű csavarmozgássá ($v_x = v_y = 0$), és ha az előtolásirány merőleges a t -re, sík mozgássá (ahol a szerszám pontjai körevolvenseket írnak le a munkadarab koordinátarendszerében) redukálódik.

2. Az egyenes szerszámél által leírt felületek

Az I. fejezet 1. pontjában lerögzített elv szerint, a végtelenített egyenes által leírt felületeket fogjuk vizsgálni.

Egy térgörbe mozgásával súrolt felület nem változik, ha mozgásához olyan másodlagos mozgást tudunk szuperponálni, amely a görbét önmagába viszi át. Ennek a lehetősége minden térgörbe közül, a csavarvonal, a kör és az egyenes esetében áll fenn.

Jelen esetben az él egyenese — ezentúl f — által leírt felület nem változik, ha f $\vec{v}$ sebességéhez egy tetszőleges nagyságú, de f irányú $\vec{v}_f^*$ sebességet adunk hozzá. A II. fejezet 1. pontjában megállapítottuk, hogy haladó tér mozgása forgó térben állandó tengelyű csavarmozgást eredményez, ha $\vec{v}$ párhuzamos t -vel. A fenti lehetőség, azonos felület súrolás mellett, ennél többet enged meg. A

$$\vec{v}^* = \vec{v} + \vec{v}_f^*$$

sebesség komponenseit x_0 és y_0 képletébe helyettesítve az

$$x_0 = \frac{v_y + v_{fy}^*}{\omega} = 0 \quad \text{és} \quad y_0 = -\frac{v_x + v_{fx}^*}{\omega} = 0$$

egyenletekből következik, hogy — bár az általános irányú $\vec{v}$ mellett az egyenes pontjai hipoidcsavarvonalat írnak le, ha az $[f; \vec{v}]$ sík párhuzamos t -vel, az egyenes által leírt felület t tengelyű és

$$p = \frac{v_z + v_{fz}^*}{\omega}$$

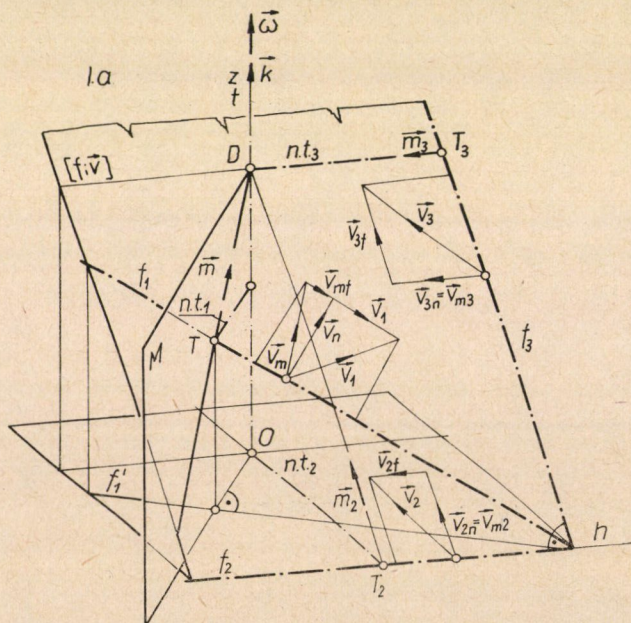
paraméterű csavarfelület.

Így az f által leírható felületeket az $[f; \vec{v}]$ síknak a t -hez viszonyított helyzete alapján a következők szerint rendezhetjük:

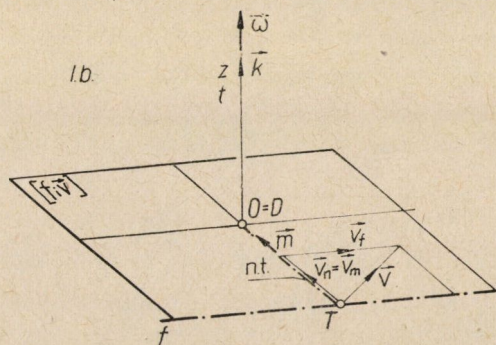
- I. a. Az $[f; \vec{v}]$ sík és a t általános szöget zárnak be és metszéspontjuk a végesben van;
- b. az $[f; \vec{v}]$ sík és a t derékszöget zárnak be és metszéspontjuk a végesben van.
- II. a. Az $[f; \vec{v}]$ sík és a t metszéspontja a végtelenben van, tehát $[f; \vec{v}]$ párhuzamos t -vel;
- b. az $[f; \vec{v}]$ sík és a t illeszkednek egymásra, tehát t benne van $[f; \vec{v}]$ -ben.

Az f által súrolt felületek között eltérő tulajdonságaik miatt, még a következő megkülönböztetést tehetjük: a t -re merőleges $[x, y]$ sík és az álló koordinátarendszerbeli $[f; \vec{v}]$ sík h metszésvonalához képest az f helyzete: 1. általános, 2. párhuzamos, 3. merőleges.

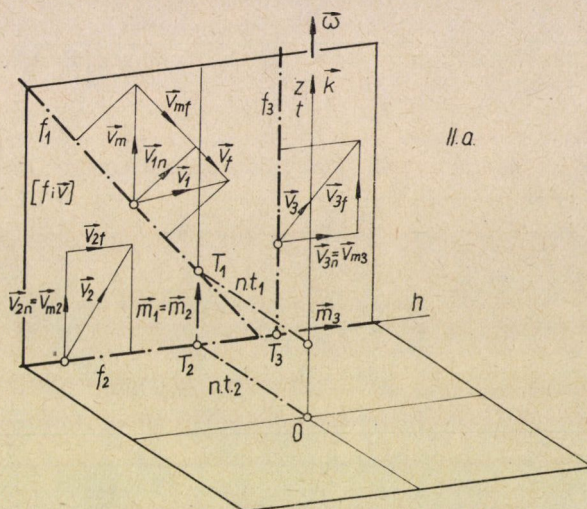
Az I. a., b. és II. a., b. eseteket az $[f; \vec{v}]$ síkban levő 1, 2 és 3 helyzetű f alkotóval, annak az álló rendszerbeli sebességével, ill. különböző irányú komponenseivel a 2., 3., 4., és 5. ábra szemlélteti.



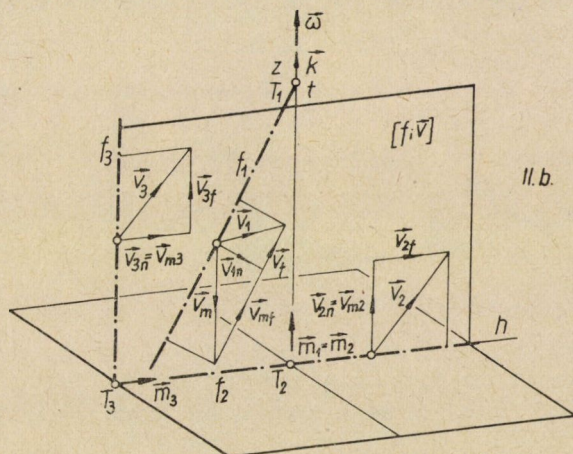
2. ábra. A szerszámél és az előtolás-sebesség által, az álló koordinátarendszerben meghatározott sík általános esetben



3. ábra. A szerszámél és az előtolás-sebesség által, az álló koordináta-rendszerben meghatározott sík tengelyre merőleges esetben



4 ábra. A szerszámél és az előtolás-sebesség által, az álló koordinátarendszerben meghatározott sík tengellyel párhuzamos esetben



5. ábra. A szerszámél és az előtolás-sebesség által, az álló koordináta-rendszerben meghatározott sík tengelyre illeszkedő esetben

Mivel a $\vec{v}f$ irányú összetevője a leírt felület szempontjából közömbös, az $[f; \vec{v}]$ síkban levő f -re merőleges $\vec{v}_n$ komponenstől függ a felület metrikája:

$$\vec{v}_n = \vec{v} - (\vec{v} \cdot \vec{f}_0) \vec{f}_0. \quad (1)$$

Az f által leírt felületek jellegzetes görbéje — mely a felület vektor-egyenletének fölrírásában szerepet játszik — az f és t normáltranszverzálisának f -en levő T talppontja által a munkadarab koordinátarendszerében leírt görbe. A T 2., 3., 4. és 5. ábrán bejelölt álló rendszerbeli $\vec{m}$ irányú $\vec{v}_m$ sebessége:

$$\vec{v}_m = \frac{\vec{v}_n^2}{\vec{v}_n \cdot \vec{m}_0} \cdot \vec{m}_0, \quad (2)$$

ahol $\vec{m}_0 = \frac{\vec{m}}{|\vec{m}|}$, $\vec{m} = \vec{v}_n - (\vec{k} \cdot \vec{f}_0) \cdot \vec{h}$ és $\vec{h} = \vec{k} \times (\vec{v} \times \vec{f}_0)$.

Minden értéket célszerű a $\vec{k}$ (a munkadarab tengelyével egybeesik) az $\vec{f}_0$ (a szerszámél egyenesének egységvektora) és a $\vec{v}$ (az előtolás sebessége) függvényében kiszámítani. Ezen vektorok függvényében a

$$|\vec{v}_m| = \frac{\vec{v}_n^2}{\vec{v}_n \cdot \vec{m}_0} = \left| \vec{v} + \frac{f_{0z} \cdot v_z - (\vec{v} \cdot \vec{f}_0)}{1 - f_{0z}^2} \cdot \vec{f}_0 \right|.$$

Az a tény, hogy az f által leírt felületek megváltoztatása nélkül $\vec{v}$ helyett egy olyan $\vec{v}^*$ sebességet rendelhetünk, melyre fennáll a $\vec{v}^* \times \vec{f}_0 = \vec{v} \times \vec{f}_0 = \vec{v}_n \times \vec{f}_0$ egyenlőség, lehetővé teszi, hogy a felületet létrehozó elemi csavar-mozgásokból álló mozgást, elemi forgásokból álló mozgássá alakítsuk át. Legyen ez a $\vec{v}^* \vec{h}$ irányú, és nevezzük $\vec{v}_h$ -nak. Értéke $\vec{v}_n$ függvényében:

$$\vec{v}_h = \frac{\vec{v}_n^2}{\vec{v}_n \cdot \vec{h}_0} \cdot \vec{h}_0. \quad (3)$$

A $|\vec{v}_h|$ nagyságát is célszerű $\vec{k}$, $\vec{f}_0$ és $\vec{v}$ függvényében meghatározni:

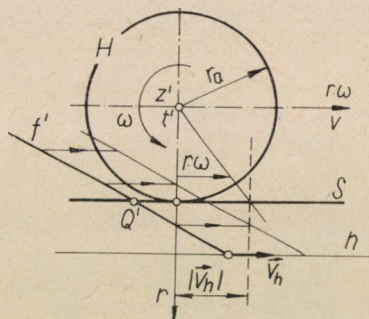
$$|\vec{v}_h| = \frac{\vec{v}_n^2}{\vec{v}_n \cdot \vec{h}_0} = \frac{|f_{0z} \cdot \vec{v} - v_z \cdot \vec{f}_0|}{f_{0z}}.$$

Mivel $\vec{v}_h$ merőleges t -re, ill. $\vec{\omega}$ -ra, a relatív mozgás elemi forgásokból áll. A momentán forgástengelyek mértani helye a forgó rendszerben egy t tengelyű, $r_a = |\vec{v}_h|/\omega$ sugarú H forgáshenger, a haladó rendszerben pedig

a henger $\vec{v}_h$ -val párhuzamos S érintősíkjai közül az, amelyik érintő síkban az $\vec{\omega} \times \vec{r}$ a $\vec{v}_h$ irányába mutat.

Az axoidpár szerkesztését tengelyirányú vetületben a 6. ábráról olvashatjuk le. Az S és H segítségével a következőképpen valósítható meg a mozgás: S -et H -n legördítve, az S -hez mereven hozzákötött f leírja a felületet.

Ezzel a származtatással elvileg a *I. a. 1.*—*II. b. 3.*, tehát minden esetben előállíthatók a felületek, azonban találhatók köztük elfajult axoidpárokkal megvalósítható mozgások is. E különleges eseteket az $r_a = 0$ és $r_a = \infty$ értékei szolgáltatják. Mivel $\omega = 0$ -nál nem beszélhetünk esztergályozásról, és $\omega = \infty$ a valóságban nem valósítható meg, r_a különleges értékei csak az $|\vec{v}_h|$ -ból következhetnek.

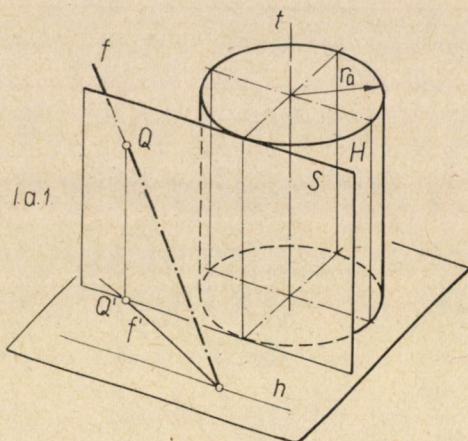


6. ábra. A momentán-forgástengelyekből álló, átalakított axoidpár szerkesztése tengelyirányú vetületben

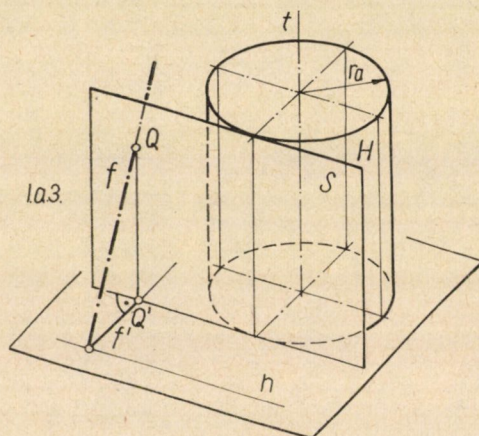
A vizsgálatokból egyértelműen kiderül, hogy ha $f_z \neq 0$ és $\vec{v}_n = \vec{0}$, akkor az S egy $r_a = 0$ sugarú hengeren „gördül le”, vagyis forgást végez, és a hozzákapsolt f forgáshengert, forgáskúpot vagy forgási torzhiperbolidot ír le. Ha az $f_{0z} = 0$, de $v_z \neq 0$, akkor az $r_a = \infty$. Ez a laposmenetű felületekre jellemző. Ebben az esetben a t -re merőleges f által leírt felületek (*I. a. 2.*, *II. a. 2.*, *II. b. 2.* alatt besorolt alakzatok) véges sugarú H segítségével nem állíthatók elő, de az $r_a = \infty$ értékkel beletartoznak a rendszerbe. Ha az $f_{0z} = 0$ és a $v_z = 0$ feltétel áll fenn, úgy f a forgó térben t -re merőleges síkot ír le, és ez a sík tetszőleges r_a értékkel létrehozható.

Az axoidpárt, a hozzá viszonyított különböző helyzetben levő f -et — az $r_a = 0$ és $r_a = \infty$ szélső eseteket kivéve — a 7., 8., 9., 10., 11., 12. és 13. ábra tünteti fel. Az S -ben benne levő f helyzetek az *I. b.*, *II. a. 1.* és *II. a. 3.* helyzetek különleges esetei, ezért nincsenek külön ábrán föltüntetve.

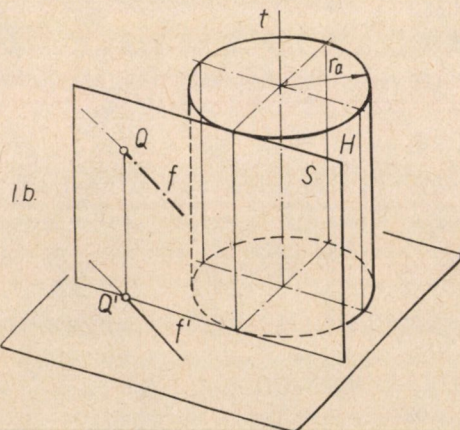
A rendszerezésből következik, hogy a tér minden egyenesre képviselve van a felsorolásban. Így megállapítható, hogy az r_a sugarú H forgáshengeren legördítve az S síkot, a hozzá kapsolt tér egyenesei az eddig tárgyalt felületeket írják le, amennyiben az $r_a = 0$ és $r_a = \infty$ eseteket is közéjük számítjuk.



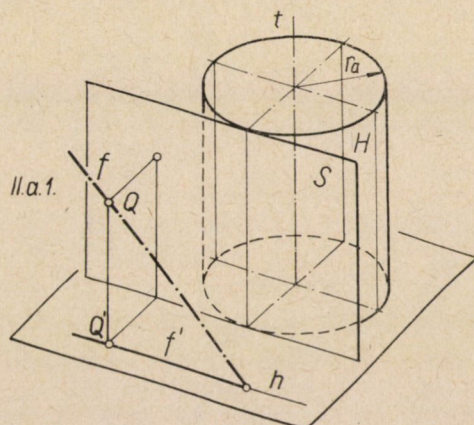
7. ábra. Az élesmenetű kúpos csavarfelület tiszta gördítéses származtatásának axoidpárja



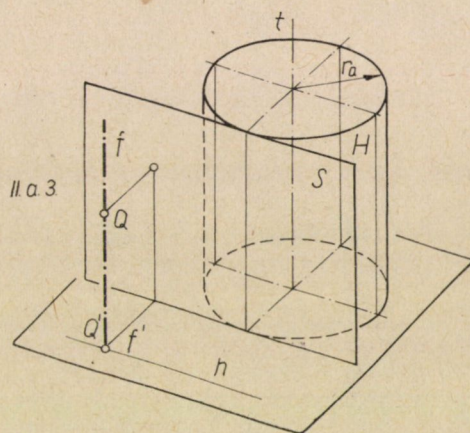
8. ábra. A kúpos evolvensfelület tiszta gördítéses származtatásának axoidpárja



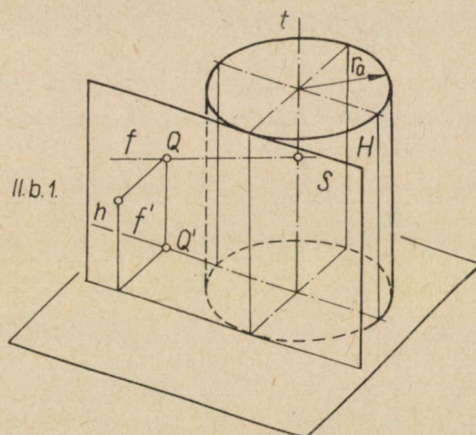
9. ábra. A sík tiszta gördítéses származtatásának axoidpárja



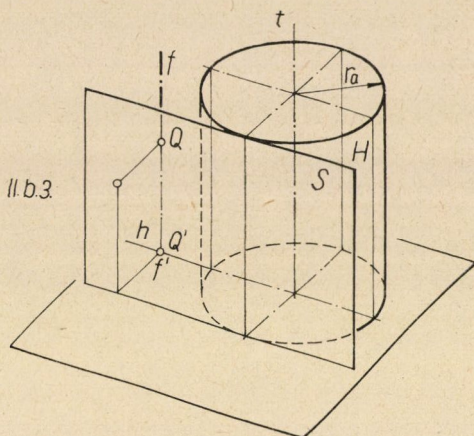
10. ábra. A nyitott élesmenetű csavarfelület tiszta gördítéssel származtatásának axoidpárja



11. ábra. Az evolvens alapgörbéjű egyenes henger tiszta gördítéssel származtatásának axoid párja



12. ábra. A zárt élesmenetű csavarfelület tiszta gördítéssel származtatásának axoidpárja



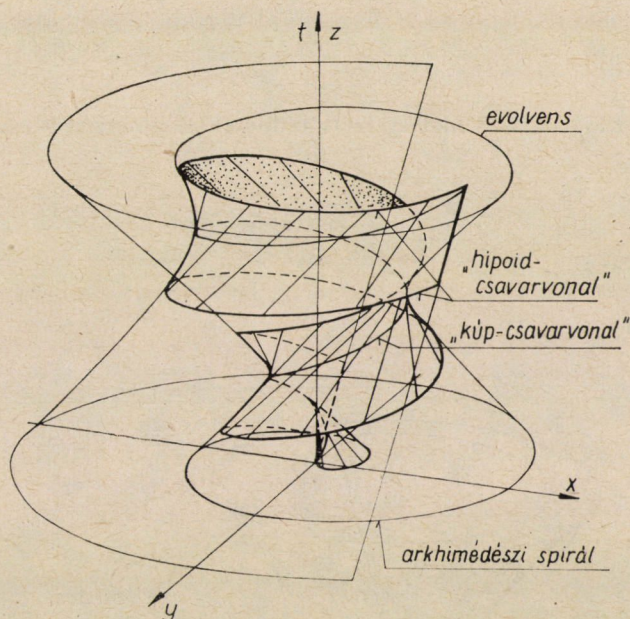
13. ábra. Az archimedesi spirál alapgörbájű egyenes henger tiszta gördítékes származtatásának axoidpárja

Az álló koordinátarendszerben különböző helyzetet elfoglaló f által a forgó rendszerben leírt felületek megnevezése:

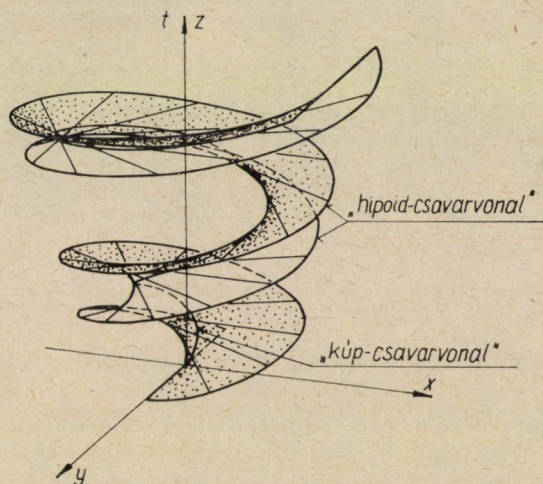
- I. a. 1.* Élesmenetű kúpos csavarfelület,
- I. a. 2.* laposmenetű kúpos csavarfelület,
- I. a. 3.* kúpos evolvensfelület,
- I. b.* sík.
- II. a. 1.* Nyitott élesmenetű csavarfelület (különleges esetben, ha f benne van S -ben: kifejtethető csavarfelület),
- II. a. 2.* nyitott laposmenetű csavarfelület,
- II. a. 3.* evolvens (nyújtott, csúcsos, hurkolt) alapgörbájű egyenes henger;
- II. b. 1.* zárt élesmenetű csavarfelület,
- II. b. 2.* zárt laposmenetű csavarfelület,
- II. b. 3.* archimedesi spirál-alapgörbájű egyenes henger.
- III.* $\vec{v}_n = \vec{0}$ esetén
 - 1.* forgási torzhiperboloid,
 - 2.* forgáskúp,
 - 3.* forgáshenger,
 - 4.* sík.

A kevésbé ismert *I. a./1—2—3.* alatt jelzett felületeket a 14., 15. és 16. ábrán szemléltetjük.

Ez a felsorolás teljes. Vagyis, ha a gép álló koordinátarendszerében az egyenesélű szerszám egyenletes haladó mozgást végez (akár egyidejű hossz-



14. ábra. Az élesmenetű kúpos csavarfelület egy lehatárolt „szalag”-jának szemléletes képe

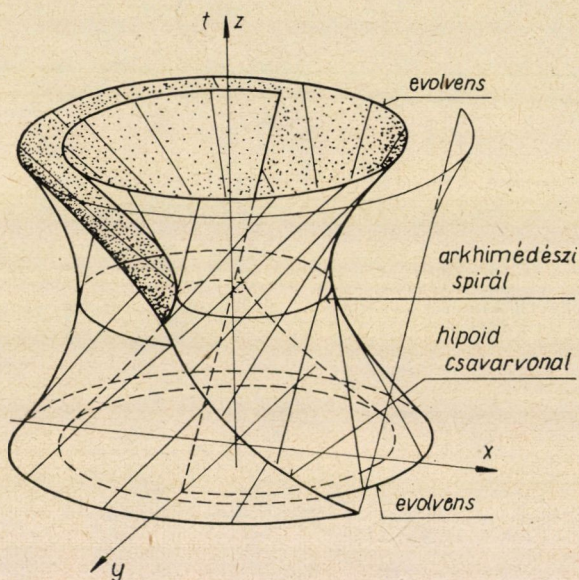


15. ábra. A laposmenetű kúpos csavarfelület egy lehatárolt „szalag”-jának szemléletes képe

és keresztirányú előtolással, vagy egyenes másolóléccel történő megmunkálás esetében is) és a munkadarab egyenletesen forog, a szerszámél egyenese *ennyi és csakis ennyi féle* felületet írhat le a munkadarab koordinátarendszerében.

III. Az I.a./1—2—3 alatt jelzett felületek geometriai vizsgálata

Az élesmenetű kúpos csavarfelület, mivel egyenes mozgatásával jön létre, ún. vonalfelület. Paraméteres vektoregyenletét a 17. ábra alapján, T pontjának segítségével határozhatjuk meg:



16. ábra. A kúpos evolvens felület egy lehatárolt „szalag”-jának szemléletes képe

$$\vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \lambda \vec{f}_0 = \rho(\varphi) + \lambda \cdot \vec{f}_0(\varphi),$$

$$\vec{r} = \{c_1 \varphi \cos \varphi - \lambda \cos \beta \sin \varphi; c_1 \varphi \sin \varphi + \lambda \cos \beta \cos \varphi; c_2 \varphi + \lambda \sin \beta\}. \quad (4)$$

Az egyenlethez előforduló c_1 és c_2 konstansok értékeit a (2)-ből kapjuk:

$$v_r = |\vec{v}_m \times \vec{k}|, \quad v_t = \vec{v}_m \cdot \vec{k};$$

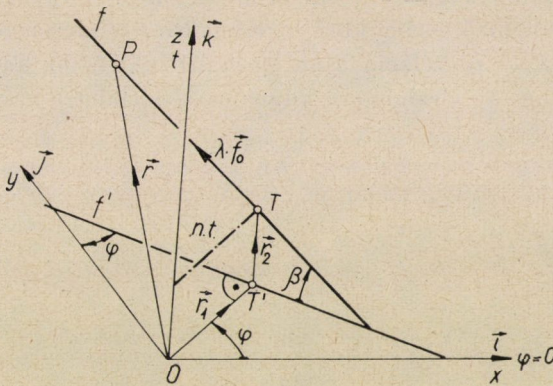
$$c_1 = \frac{v_r}{\omega}, \quad c_2 = \frac{v_t}{\omega};$$

$$m_r = c_1 \cdot 2\pi, \quad m_t = c_2 \cdot 2\pi.$$

A vektoregyenletben szereplő β értékét a $\sin \beta = \vec{f}_0 \cdot \vec{k}$ alapján számíthatjuk. Amennyiben $\beta = 0$, a laposmenetű kúpos csavarfelület, valamint ha $c_2 = 0$, a kúpos evolvensfelület vektoregyenletét kapjuk (4)-ből. Így a (4) alapján mindhárom felületet együtt tárgyalhatjuk.

1. A felületek jellegzetes vonalai

A vonalfelületen levő görbének vektoregyenletét megkapjuk, ha az $\vec{r}(\varphi; \lambda)$ egyenletben a $\lambda = \lambda(\varphi)$ helyettesítést elvégezzük. A legegyszerűbben képezhető felületi görbék a II. fejezet 1. pontjában tárgyalt forgáskúpra vagy



17. ábra. A tárgyalt felületek paraméteres vektoregyenletének alapábrája

forgási torzhiperboloidra írt csavarvonalak. (A szerszámél egy megjelölt pontja is ilyen görbét ír le a munkadarab koordinátarendszerében.)

E görbék egyenletét a $\lambda = \lambda_0 + c_3\varphi$ ($\lambda_0 = \text{állandó}$)-nak a (4)-be való behelyettesítésével nyerjük. Amennyiben $\lambda_0 \neq 0$ és $c_3 \neq 0$, úgy a görbékre fektethető koaxiális forgási torzhiperboloidok z tengelyű hengerkoordinátás egyenlete a következő:

$$\frac{r^2}{a^2} - \frac{(z-v)^2}{b^2} = 1, \quad (5)$$

$$\text{ahol } r^2 = x^2 + y^2, \quad a^2 = \frac{c_1^2 \cdot \lambda_0^2 \cdot \cos^2 \beta}{c_1^2 + c_3^2 \cdot \cos^2 \beta},$$

$$b^2 = \frac{c_1^2 \cdot \lambda_0^2 \cdot \cos^2 \beta (c_2 + c_3 \sin \beta)^2}{(c_1^2 + c_3^2 \cdot \cos^2 \beta)^2}$$

és

$$v = \frac{c_1^2 \cdot \lambda_0 \cdot \sin \beta - c_2 \cdot c_3 \cdot \lambda_0 \cdot \cos^2 \beta}{c_1^2 + c_3^2 \cdot \cos^2 \beta}.$$

Ha $\lambda_0 = 0$, akkor a görbékre fektethető forgáskúpok egyenletét kapjuk:

$$z = \pm r \frac{c_2 + c_3 \cdot \sin \beta}{\sqrt{c_1^2 + c_3^2 \cdot \cos^2 \beta}}.$$

E kúpok között találjuk a T pályáján átfektethető kúpot is ($\lambda_0 = 0$, $c_3 = 0$).

A $\lambda = \lambda_0$, ill. a $\varphi =$ állandó értékek behelyettesítésével nyerjük a felület paramétervonalainak egyenletét. A $\lambda = \lambda_0$ ($c_3 = 0$) esetén forgási torzhiperbolidokra írt csavarvonalak, a $\varphi = \text{const.}$ esetében pedig a felületi alkotók lesznek a paramétervonalak. Megjegyzés: a kúpos evolvensfelületnél a T pályagörbéje az $[x; y]$ síkban levő archimedesi spirál, és a $\lambda = \lambda_0$ -val jellemzett paramétervonalak a $z = \lambda_0 \cdot \sin \beta$ síkban levő körevolvensek lesznek.

A felületek jellemző görbéi közé tartoznak a t -re merőleges síkmetszetek is, melyek a $\lambda = \lambda_0 + c\varphi$ reláció azon speciális esetei, amikor a (4)-ben a z komponens constans. Az élesmenetű kúpos csavarfelületre vonatkoztatva:

$$c_2 \cdot \varphi + \lambda \cdot \sin \beta = z_0.$$

Ebből λ -t kifejezve:

$$\lambda = \frac{z_0}{\sin \beta} - \frac{c_2}{\sin \beta} \varphi.$$

A λ -t a (4.) x és y komponenseibe behelyettesítve:

$$x = c_1 \cdot \varphi \cdot \cos \varphi - z_0 \cdot \cot \beta \cdot \sin \varphi + c_2 \cdot \varphi \cdot \cot \beta \cdot \sin \varphi;$$

$$y = c_1 \cdot \varphi \cdot \sin \varphi + z_0 \cot \beta \cdot \cos \varphi - c_2 \cdot \varphi \cdot \cot \beta \cdot \cos \varphi.$$

Kétszeres transzformációval az egyenletek a következő alakra hozhatók:

$$x_* = r_a \cdot \cos \varphi_* + r_a \cdot \varphi_* \cdot \sin \varphi_* + l_* \cdot \cos \varphi_*;$$

$$y_* = r_a \cdot \sin \varphi_* - r_a \cdot \varphi_* \cdot \cos \varphi_* + l_* \cdot \sin \varphi_*,$$

ahol

$$r_a = \sqrt{c_1^2 + c_2^2 \cdot \cot^2 \beta} \quad \text{és} \quad l_* = \frac{c_1 \cdot z_0 \cdot \cot \beta - r_a^2}{r_a}.$$

Az x_* és y_* paraméteres egyenlete egy r_a sugarú alapkörű evolvenssereget ír le z_0 függvényében. Az evolvenssereg néhány tagját, az alapkört, a rajta gördülő S-et a hozzákapcsolt f' -vel, a koordináta és paraméter transzformációt meghatározó értékeket a 18. ábra tünteti fel.

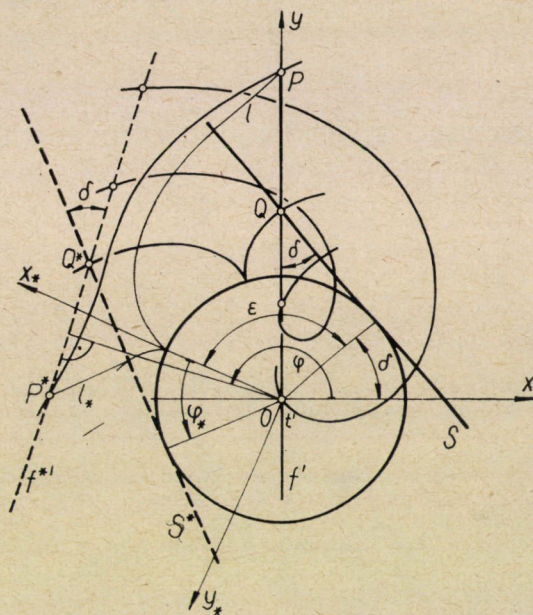
Az ábrán bejelölt szögek értéke a

$$\tan \delta = \frac{c_1}{c_2} \cdot \tan \beta \quad \text{és} \quad \varepsilon = \frac{z_0 \cdot c_2}{c_1^2 \cdot \tan^2 \beta + c_2^2}$$

összefüggésekből számíthatók. Vegyük észre, hogy az evolvenssereg tagjai $\varepsilon(z_0)$ függvény szerinti fáziseltolásban vannak. A felület $[x; y]$ síkkal való metszete ($z_0 = 0$) archimedesi spirál (hurkolt evolvens).

A kinematikus viszonyokból, a 6., ill. 7. ábrák alapján következik és bizonyítható, hogy az itt kapott r_a , tulajdonképpen a H henger sugarával egyenlő, vagyis

$$\sqrt{c_1^2 + c_2^2 \cdot \cot^2 \beta} = \frac{|\vec{v}_h|}{\omega}.$$



18. ábra. Az élesmenetű kúpos csavarfelület tengelyre merőleges metszetei

Végül megjegyezzük, hogy a laposmenetű kúpos csavarfelületnél a felületi alkotók, a kúpos evolvensfelületnél ($c_2 = 0$) pedig a $\lambda = \lambda_0$ paramétervonalak — amelyek egy fáziseltolás nélküli evolvenssereget alkotnak — lesznek a t -re merőleges síkmetszetek.

2. A felületi normálisok

Az egyenes mozgása közben leírt felületet vonalfelületnek nevezzük. A vonalfelületet általában két csoportra osztjuk: kifejthető és torz változatra. A kifejthető felület síkbateríthető, egy pontbeli érintősíkj a felületet alkotója mentén végig érinti, az alkotómenti normálisai párhuzamosak, a felületi pontok parabolikus típusúak.

A torzfelület érintősíkjai csak egy pontban érintenek, az alkotómenti normálisai egyenlő oldalú hiperbolikus paraboloidot alkotnak [5], a felületi pontok hiperbolikus típusúak. Az alkotómenti normálisok alkotta hiperbolikus paraboloid nyeregponja az alkotó közép, ill. strikciós pontjával esik egybe. A hiperbolikus paraboloid egymásra merőleges két csúcsalkotója az f torzfelületi alkotó és az f -en levő strikciós pontbeli $\vec{n}_{St}$ felületi normális lesz. Az egyenlőoldalú hiperbolikus paraboloidot meghatározó főmetszeti paraboláinak paramétere a torzfelület alkotómenti „drall”-jával egyenlő.

Egyelőre föltételezve, hogy a szóbanforgó felületek torzak, meghatározzuk a hiperbolikus paraboloid adatait a φ függvényében. Ha a torzfelület egyenletét

$$\vec{r}(\varphi; \lambda) = \vec{\rho}(\varphi) + \lambda \cdot \vec{f}_0(\varphi)$$

alakban írjuk fel, akkor a strikciós pont alkotómenti paramétere:

$$\lambda_{St} = - \frac{\dot{\vec{\rho}} \cdot \dot{\vec{f}}_0}{\dot{\vec{f}}_0^2},$$

ahol a $\cdot \varphi$ szerinti deriválást jelent. A λ_{St} -t $\vec{r}$ -be helyettesítve megkapjuk a felületen húzódó strikciós vonal egyenletét.

A (4) alapján a $\lambda_{St} = c_1 / \cos \beta$, ezt visszahelyettesítve (4)-be nyerjük az élesmenetű kúpos csavarfelület strikciós vonalának egyenletét:

$$\vec{r} = \{c_1 \cdot \varphi \cdot \cos \varphi - c_1 \cdot \sin \varphi; c_1 \cdot \varphi \cdot \sin \varphi + c_1 \cdot \cos \varphi; c_2 \varphi + c_1 \cdot \tan \beta\}. \quad (6)$$

A strikciós vonal is „hipoidcsavarvonal”. A ráfektethető forgási torz-hiperboloid egyenletét a $c_3 = 0$ és $\lambda_0 = \lambda_{St}$ figyelembevételével az (5)-ből kaphatjuk:

$$\frac{r^2}{c_1^2} - \frac{(z - c_1 \cdot \tan \beta)^2}{c_2^2} = 1.$$

A strikciós pontbeli torzfelületi normális egységvektora:

$$\vec{n}_{St} = \frac{\dot{\vec{f}}_0}{\sqrt{\dot{\vec{f}}_0^2}} = \{-\cos \varphi; -\sin \varphi; 0\}. \quad (7)$$

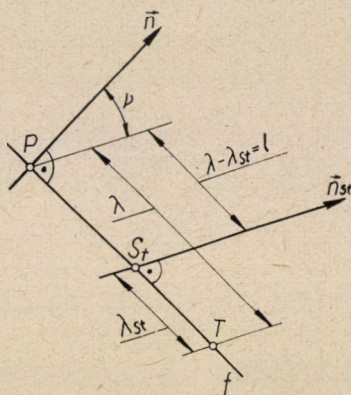
Megjegyzés: A kúpos evolvensfelület strikciós vonala a $z = c_1 \cdot \tan \beta$ síkban levő csúcsos körevolvens; mivel továbbá — mindhárom felület esetén — a strikciós pontban az érintő sík párhuzamos t -vel, a felületek t irányú kontúrgörbéje megegyezik a strikciós vonallal. A strikciós vonal $[x, y]$ síkra vetett merőleges vetülete csúcsos körevolvens, melynek alapkör-sugara c_1 .

Jelöljük az

$$\vec{r} = \vec{\rho}(\varphi) + \lambda \cdot \vec{f}_0(\varphi)$$

vonalfelület φ_1 és φ_2 paraméterű alkotóinak hajlásszögét α -val és normál-transzverzálisuk hosszát d -vel. Az α és a d is φ függvénye. Képezzük a d és α hányadosának határértékét, midőn $\varphi_1, \varphi_2 \rightarrow \varphi$. Az így kapott erős határérték az ún. „drall”. Gyenge alakját a $\varphi_2 \rightarrow \varphi_1$ relációban kapjuk. Szimbólikusan:

$$D = \lim_{\varphi_2 \rightarrow \varphi_1} \frac{d}{\alpha} = \lim_{\varphi_2 \rightarrow \varphi_1} \frac{d}{\sin \alpha} = \lim_{\Delta \varphi \rightarrow 0} \frac{d(\varphi; \Delta \varphi)}{\alpha(\varphi; \Delta \varphi)}$$



19. ábra. A torzfelület strikciós pontjabeli és egy általános normálisának egymáshoz viszonyított helyzete egy alkotó mentén

Az $\vec{r}(\varphi; \lambda)$ függvényre képezve a határértéket, majd a (4)-ből konkrétan kiszámolva, a „drall”-ra a következő értéket kapjuk:

$$D = \frac{(\vec{f}_0 \times \dot{\vec{f}}_0) \cdot \dot{\vec{\rho}}}{\dot{\vec{f}}_0^2} = c_2 - c_1 \cdot \varphi \cdot \tan \beta = \frac{m_t}{2\pi} - \frac{m_r}{2\pi} \cdot \varphi \cdot \tan \beta. \quad (8)$$

A (8)-ből kapott érték pozitív (negatív) volta azt jelenti, hogy a felületi pontot az alkotó mentén egy irányba mozgatva, haladás közben a ponthoz tartozó felületi normálisok az óramutató járásával ellentétes (megegyező) értelemben forognak.

A torzfelület alkotója menti normálisok alkotta egyenlőoldalú hiperbolikus paraboloidnak van egy jól felhasználható tulajdonsága: egy tetszőleges normálisnak a strikciós pontbeli normálissal bezárt ν szögének tangense egyenesen arányos a normális és a strikciós pont távolságával és fordítva a „drall”-al. Kissé átalakítva (lásd a 19. ábrát):

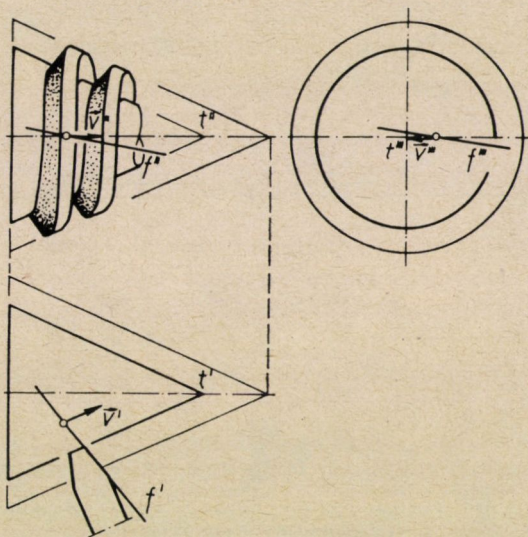
$$l = \lambda - \lambda_{st} = D \cdot \tan \nu. \quad (9)$$

a) A dolgozatban szereplő felületek „drall”-ját az 1. táblázatban közöljük. Ha minden φ értéknél 0 vagy ∞ a D , az a felület sík vagy síkba teríthető.

I. táblázat

A felület		
megnevezése	különleges tulajdonsága	„drall”-jának értéke
I. a. 1. Élesmenetű kúpos csavarfelület	—	$D = -\frac{m_r}{2\pi} \varphi \tan \beta + \frac{m_t}{2\pi}$
I. a. 2. Laposmenetű kúpos csavarfelület	$\beta = 0,$ $\tan \beta = 0$	$D = \frac{m_t}{2\pi}$
I. a. 3. Kúpos evolvens felület	$c_2 = \frac{m_t}{2\pi} = 0$	$D = -\frac{m_r}{2\pi} \varphi \tan \beta$
I. b. 1. Sík	$\beta = 0, \operatorname{tg} \beta = 0,$ $c_2 = \frac{m_t}{2\pi} = 0$	$D = 0$
II. a. 1. Nyitott, élesmenetű csavarfelület	$c_1 \varphi \approx R = \text{const.}$ (R a torok-csavarvonal hengerének a sugara)	$D = -R \tan \beta + \frac{m}{2\pi}$ ($m = m_t$)
II. a. 2. Nyitott, laposmenetű csavarfelület	$\beta = 0,$ $\tan \beta = 0$	$D = \frac{m}{2\pi}$
II. a. 3. Evolvens alapgörbájű, egyenes henger	$\beta = 90^\circ$ $\tan \beta = \infty$	$D = \infty$
II. b. 1. Zárt, élesmenetű csavarfelület	$c_1 \varphi \approx R = 0$	$D = \frac{m}{2\pi}$
II. b. 2. Zárt, laposmenetű csavarfelület	$c_1 \varphi \approx R = 0,$ $\beta = 0, \tan \beta = 0$	$D = \frac{m}{2\pi}$
II. b. 3. Archimedesi spirál alapgörbájű egyenes henger	$\beta = 90^\circ$ $\tan \beta = \infty$	$D = \infty$
III. 1. $\vec{v}_n = \vec{0}$ Forgási torzhiperboloid	$c_1 \varphi \approx R_t$ (R_t = torokkörösugár) $c_2 = \frac{m_t}{2\pi} = 0$	$D = -R_t \cdot \tan \beta$
III. 2. Forgáskúp	$c_1 = 0,$ $c_2 = 0$	$D = 0$
III. 3. Forgáshenger	$\beta = 90^\circ$ $\tan \beta = \infty$ $c_2 = 0$	$D = \infty$
III. 4. Sík	Már egyszer szerepelt	$D = 0$

Ilyenek az *I. b. 1.*, *II. a. 3.*, *II. b. 3.*, *III. 2.*, *III. 3.* és *III. 4.* jelzésű felületek. Csak torz alakban fordulnak elő — és nincs egy alkotójuk sem, amely mentén az érintősík végig érintene, de a *D* minden alkotóhelyzetben ugyanannyi az *I. a. 2.*, *II. a. 2.*, *II. b. 1.*, *II. b. 2.* és *III. 1.* felületek esetében. Az *I. a. 1.* és *I. a. 3.* felületek torzfelületek és „drall”-juk a φ függvényében változik, de az előbbinél a $\varphi = c_2/c_1 \tan \beta = m_t/m_r \tan \beta$ és a $\varphi = \infty$ -nel, az utóbbinál a $\varphi = 0$ és $\varphi = \infty$ -nel jellemzett helyen az érintősík végig érint az alkotó



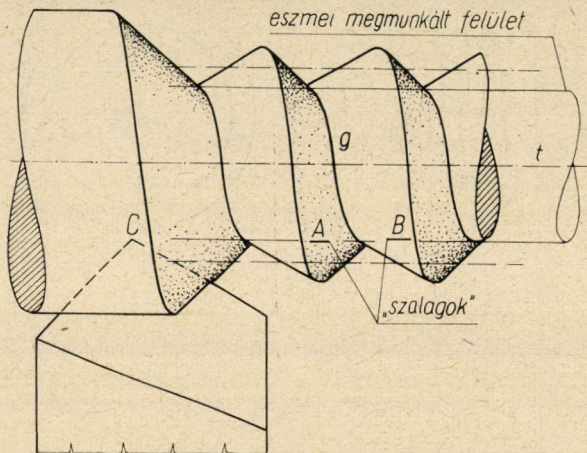
20. ábra. Egy kúpos csiga élesmenetű kúpos csavarfelületű hernyója

mentén. A *II. a. 1.* felület az egyetlen, amelyik torz és az $R \cdot \tan \beta = m/2\pi$ esetén síkba teríthető alakban is előfordul.

IV. A címben megadott feltételek mellett esztergálható felületek

Amint a bevezetésben írtuk, nem a munkadarab felületének, hanem annak minőségileg elkülöníthető felület részeinek, ill. a forgácsolás közben létrejövő, de a szerszám által súrolt térrészben megszűnő felületek vizsgálata a célunk. Abban az esetben, ha az „eszmei megmunkált” felület — eltekintve a szerszámél és gépmozgás hibáitól — egybeesik a „megmunkált” felülettel, a szerszámél egyenesese által leírt — az előző fejezetekben tárgyalt — analitikus felületek részei alkotják a munkadarab felületét. Ez fordul elő különböző menetek, csigák, tokmányspirál stb. esztergálásánál, amikor az utolsó művelet során a szerszámél által leírt felület egy része marad vissza a munkadarabon. Így például szolgáljon a 20. ábrán feltüntetett kúpos csiga élesmenetű kúpos csavarfelület „szalag”-ja.

Azonban az esztergált munkadarabok zömében az „eszmei megmunkált” és a „megmunkált” felület nem esik egybe. Ebben az esetben a „megmunkált” felületek a szerint rendezhetők, hogy a szerszámsúcs (csúcssugár = 0) az álló koordinátarendszerben milyen egyenes mentén mozog. Ez az egyenes a munkadarab t tengelyéhez képest: 1. párhuzamos, 2. metsző, 3. kitérő lehet. Ezen egyenest t körül megforgatva: 1. hengert, 2. kúpot, 3. torzhiperbolidot — a 2. és 3. határesetben — 4. síkot kapunk „eszmei megmunkált” felületként. A C szerszámsúcs: 1. hengerre, 2. kúpra, 3. forgási torzhiperbolidra



21. ábra. A „megmunkált” és az „eszmei megmunkált” felület szemléltetése hengeresztergálás esetén torzított arányok mellett

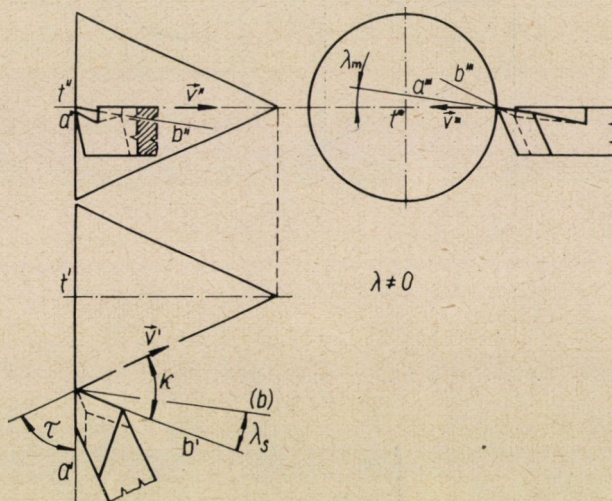
írt csavarvonalat [1] — a 2. és 3. határesetében — a t -re merőleges síkban levő körevolvenseket ír le a munkadarab koordinátarendszerében. A „megmunkált” felület elvileg:

1. Henger- (hossz-) esztergálás esetén a II. a. 1., II. a. 2., II. b. 1. és II. b. 2. felületek;
2. kúp-esztergálás esetén a I. a. 1., I. a. 2., I. a. 3., II. b. 1., II. b. 2. és II. b. 3. felületek;
3. hiperboloid-esztergálás esetén a I. a. 1., I. a. 2., I. a. 3., II. a. 1., II. a. 2. és II. a. 3. felületek;
4. sík (kereszt-) esztergálás esetén a I. a. 1., I. a. 3., I. b., II. a. 1., II. a. 3., II. b. 1., II. b. 3. felületek

részeiből, ill. „szalag”-jaiból állhat. E „szalagok” egyik határvonala a C szerszámsúcs által leírt g görbe, a másik pedig rendszerint a fő- és mellékál által leírt felületek g -hez legközelebb eső áthatási vonala.

Az elmondottakat a 21. ábra szemlélteti hosszesztergálás esetén torzított arányok mellett. Az A és a B szalag együttesen adja a „megmunkált” felületet.

Azt, hogy egy konkrét forgácsolás esetében milyen felületet fog leírni a szerszámél egyenese, a II. fejezet 2. pontjában leírt rendszerezés alapján eldönthetjük. A szerszámélek helyzete az álló koordinátarendszerben a csúcs helyétől, a α fő-, ill. τ mellékél elhelyezési szögétől, a λ_s terelőszögtől, ill. a mellékélnek a fősíkkal [3] bezárt λ_m szögétől függ. Az él f egyenese és a $\vec{v}$ előtolás vektor meghatározza az $[f; \vec{v}]$ síkot, melyet elmettszve a t -re merőleges



22. ábra. Zárt éles- és laposmenetű csavarfelület, mint „forgácsolt” felület keletkezése kúpsztergálás esetén

síkkal megkapjuk h -t. Az $[f; \vec{v}]$ sík t -hez és f -nek h -hoz viszonyított helyzete eldönti az él által leírt felület milyenségét.

A 22. ábrán bemutatott kúpsztergálás esetén az a mellékél laposmenetű-, a b főél élesmenetű zárt csavarfelületet; a 23. ábrán az a mellékél lapos-, a b főél élesmenetű kúpos csavarfelületet ír le (C süllyesztésével vagy emelésével forgási torzhiperbolidot sztergálhatunk).

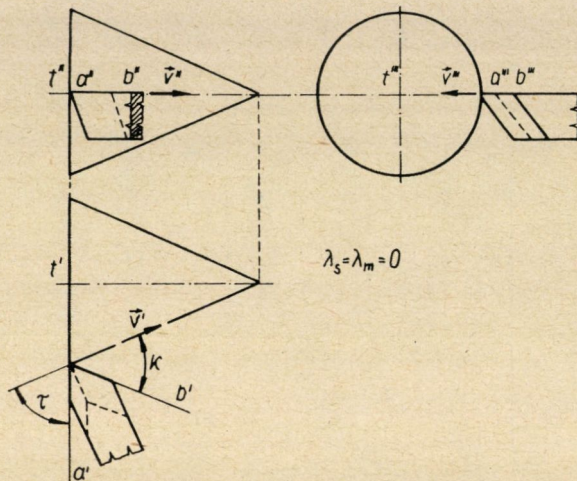
1. A „forgácsolt” felület és a működő homlokszög

A forgácsoló él egy pontjában a γ_e működő homlokszöget a homloklap és a „forgácsolt” felület, ill. ezek normálisai által bezárt szög pótszögével definiáljuk. A forgácsoló él a „forgácsolt” felület alkotója, így a torz felület alkotótómenti normálisait felhasználva a 24. ábra alapján fennáll a $90^\circ - \gamma_e = \nu - \nu_0$ egyenlőség. Ebből γ_e -t kifejezve:

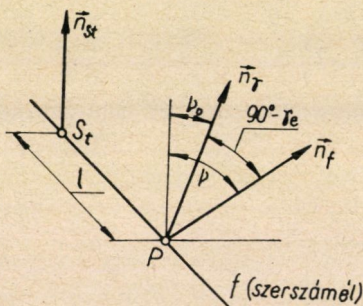
ahol

$$\gamma_e = 90^\circ - \nu + \nu_0,$$

$$\cos \nu_0 = \frac{\vec{n}_{St} \cdot \vec{n}_\gamma}{|\vec{n}_{St}| \cdot |\vec{n}_\gamma|}.$$



23. ábra. Éles- és laposmenetű kúpos csavarfelület, mint „forgácsolt” felület keletkezése kúpsztergálás esetén



24. ábra. A „forgácsolt” felület és a szerszám homloklapjának normálisai a szerszámél egy pontjában

A (9)-et felhasználva:

$$\gamma_e = 90^\circ - \arctan \frac{l}{D} + \nu_0 \quad (10)$$

vagy trigonometrikus alakban:

$$\tan \gamma_e = \frac{1}{D} \cdot \frac{D^2 + l \cdot l_0}{l - l_0},$$

ahol $l_0 = D \cdot \tan \nu_0$.

A munkadarab méretei és a technológiai adatok az esetek nagy részében az $l \gg D$ egyenlőtlenséget állítják elő. Ilyenkor a $(90^\circ - \arctan l/D) \approx 0$, vagyis $\gamma_e = \nu_0$ jól közelíti a tényleges működő homlokszöget.

A (10) nemcsak esztergálásra, hanem *minden olyan megmunkálásra érvényes, amikor a szerszámél egyenes és a homloklap sík*. Természetesen ilyenkor a γ_e képletében szereplő D , l és $\vec{n}_S$ értékét a konkrét torzfelületre kell megállapítani a φ és λ függvényében. A $\gamma_e(\varphi; \lambda)$ függvény érvényességi határait a „forgácsolt” felület határaitól kell megállapítani.

IRODALOM

1. DRAHOS, I.: Evolvens és ciklois csavarvonalak. *NME Magyar Nyelvű Közleményei* 5 (1960)
2. DRAHOS, I.: Die Grundlagen der Geometrie von Hypoidkegelzahnradern. *NME Idegen Nyelvű Közleményei* 22 (1962).
3. FAZEKAS, B.—HORNYIK, L.: A forgácsolás elmélete (egyetemi jegyzet). Tankönyvkiadó, Budapest 1965.
4. FAZEKAS, B.: Forgácsolás és forgácsoló szerszámok alapfogalmai, jelölései és azok közti összefüggések (témabeszámoló). NME Szerszámgépek Tanszéke, Miskolc 1965.
5. HOHENBERG, F.: Über die Zusammensetzung zweier gleichförmigen Schraubungen. *Monatshefte Mathematik (Graz)* 54, H. 3.
6. KRUPPA, E.: Analytische und Konstruktive Differentialgeometrie. Springer-Verlag, Wien 1957.
7. PACHNÉ-FREY: Vektor- és tenzoranalízis. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1960.
8. ROMSAUER, L.: Ábrázoló Geometria, II. kötet. Franklin, Budapest 1929.
9. SÁLYI, I.: Műszaki mechanika, I. kötet. Tankönyvkiadó, Budapest 1964.
10. SZENICZEI L.: Csigahajtóművek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1957.
11. TERPLÁN Z.—LÉVAI I.: Gépelemek, IV. fogaskerek (egyetemi jegyzet). Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest 1958.
12. HIDÁSI K.: Kúpesztergálás dobrevolveresztergán másoló eljárással (német nyelven). *Acta Techn. Hung.* 58 (1967).
13. HIDÁSI K.: A forgácsoló szerszámok működő élszögeinek koordinátarendszere. *NME Magyar Nyelvű Közleményei* 17 (sajtó alatt).

Surfaces which can be Turned with a Straight-Edge Tool Uniformly Moving with Respect to the Co-ordinate System Connected to the Frame of the Machine-Tool. The matrices of surfaces which can be machined with a tool having a straight cutting edge and moving with a uniformly straight feed in a co-ordinate system attached to the frame of the machine depend on the plane determined by the edge and the velocity vector of the feed and on the position occupied by the tool in this plane. Under these conditions twelve types of surfaces can be generated. The parameter characterizing the surfaces can be deduced from the kinematic conditions. It can be proved that while turning planes, rotational cones and distorted rotational hyper-boloids, „machined” surfaces different from the ordinary helicoidal surface are generated which are less known in engineering practice and which occur on different workpieces as parts of „machined” surfaces. Using the special properties of the normal to the generatrix of the distorted surfaces, an equation for the efficient rake angle was derived, which is valid for every machining where the cutting edge of the tool is straight and the rake-face is a plane.

Die durch im Koordinatensystem des Werkzeugmaschinengestells eine geradlinige gleichmäßige Bewegung verrichtenden geradschneidigen Werkzeuge drehbaren Flächen. Die Metrik der mit Hilfe eines geradschneidigen Werkzeuges im Koordinatensystem des Maschinengestells durch geradlinigen Vorschub spannabhebend formbaren Flächen hängt von der Lage der durch die Schneide und den Geschwindigkeitsvektor des Vorschubes bestimmten Ebene sowie von der durch die Schneide in dieser Ebene eingenommenen Lage ab. Unter

obigen Bedingungen können zwölferlei verschiedene Flächen hergestellt werden. Die kennzeichnende Einflussgröße der Flächen kann aus den kinematischen Verhältnissen abgeleitet werden. Es lässt sich nachweisen, dass beim Drehen von Ebenen, Drehkegeln und eines einschaligen Drehhyperboloids von den üblichen Schraubenflächen abweichende und in der technischen Praxis wenig bekannte Spannungsflächen zustande kommen, die an verschiedenen Werkstücken (wie Schnecken, Gewinde usw.) als bearbeitete Flächenteile vorkommen. Unter Nutzbarmachung der Sondereigenschaften der Normalen entlang der Erzeugenden dieser windschiefen Flächen gelang es für den Wert des Wirk-Spannwinkels eine für all jene Bearbeitungen gültige Beziehung zu bestimmen, bei welchen das Werkzeug über eine gerade Schneide verfügt und die Spannfläche eine Ebene ist.