

## 17. gyakorlat: Fogazatok megmunkálása

A gépipari alkatrészgyártás sajátos feladata a fogazatok megmunkálása. A jelen összeállítás a legfontosabb alapösszefüggések mellett gyártásuk néhány elterjedtebb forgácsoló technológiáját ismerteti.

A gyakorlat a hengeres és egyenes kúpfogaskerekek forgácsoló megmunkálásáról szolgáltat *hangsúlyozottan bevezető, igen szerény alapismereteket*. A téma iránt mélyebben érdeklődők az összeállítás végén ajánlott szakkönyvekből bővíthetik tudásukat.

**A felkészüléshez, valamint a gyakorlaton történő érdemi részvételhez feltétlenül szükséges a tankönyv 3.5 fejezetének gondos tanulmányozása.**

Fogazatnak tekintjük egy általános hordozófelület olyan, ismétlődő mélyedésekből és kiemelkedésekből álló rendszerét, amelyet egy meghatározott kinematikai törvény szerint hozunk létre. A kiemelkedések a fogak; két, egymást követő fog között az ún. fogűr található.

A fogazatok többnyire két alkatrész közötti mozgás közvetítésére használatosak.

A merev testek legáltalánosabb esetben pillanatszerű csavarmozgást végeznek, azaz egy ún. momentán csavartengely körüli elfordulásukhoz az e csavartengely irányába eső haladó mozgás adódik. Az egyes testekhez tartozó csavartengelyek összessége a testekhez képest állandó helyzetű ún. axoid felületek. A pillanatnyi saját forgástengelyek körül végzett saját csavarmozgások közös tengelye az axoidpár mindkét testhez egyidejűleg tartozó, közös egyenese, a testek relatív mozgásának momentán csavartengelye..

Párhuzamos vagy metsző forgástengelyek esetén az axoidok egyben a testek gördülő felületei. A saját tengelyek körüli forgás során e felületek egymáson legördülnek, közös érintkezésük mértani helye a momentán csavartengely egyenese.

A fogazatok forgácsoló és forgács nélküli megmunkálással hozhatók létre. Mindkét alapvető technológia csoportnál használatosak a **profilozó** ill. az ún. **lefejtő** eljárások. A továbbiakban csupán a forgácsoló megmunkálásokkal foglalkozunk.

### **Profilozó megmunkálások**

Profilozásnál a fogűr szelvényben lévő anyagfelesleget a megfelelő alakú vágóélekkel rendelkező szerszám a fogűr szelvényre merőleges forgácsoló főmozgással távolítja el, az előtolás a fogűr irányával egyezik, a fogásvételi mellékmozgás pedig a főforgácsoló mozgásra merőleges irányú.

A fogásvétel többnyire egy-egy forgácsoló műveletelemet követően, szakaszosan történik. A fogűr alakját a szerszám vágóélének alakja határozza meg. A szerszám egy szelvényben általában a fogűr teljes elkészítéséig dolgozik. A fogűr készre munkálása után a soron következő fogűrre kell a szerszámot állítani, és újra kezdeni a ciklust.

Profilozó megmunkálásánál a szerszámot a konkrét munkadarab fogazatprofilhoz rendeljük; a szerszám egyedi, más geometriájú fogazathoz nem használható.

### **Hengeres fogazatok lefejtő megmunkálása**

Lefejtő megmunkálásnál a forgácsoló fő-és mellékmozgások a szerszám és a munkadarab pontosan meghatározott viszonylagos mozgásrendszerével egészülnek ki.

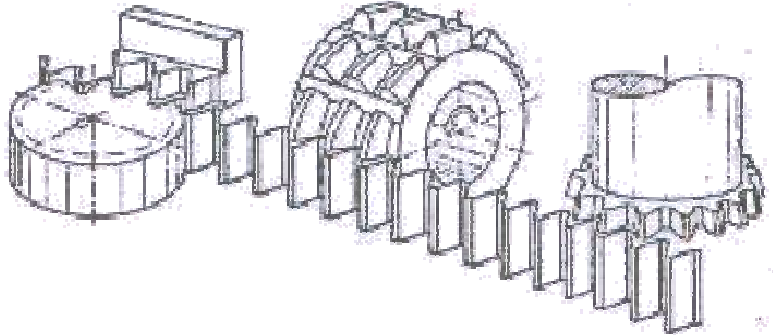
A szerszám és a munkadarab gördülő felületei csúszás nélkül gördülnek egymáson, s közben a szerszám dolgozó fogai a munkadarab fogűrszelvényéből eltávolítják a kapcsolódást akadályozó anyagfelesleget. A szerszám és a munkadarab készülő fogai a folyamat során kapcsolódva egymást kölcsönösen burkolják.

Bármely fogazat **alapléce** az a végtelen nagy átmérőjű fogaskerék (fogasléc), amelynek fogai az adott fogazattal kapcsolódnak, összegördülnek. A fogazat és az aplécc kapcsolódó fogfelületei egymást kölcsönösen burkolják.

Hengeres fogazatok előállítására az adott fogazat alapléce, az alapléccel kapcsolódó, vagy az alaplécből származtatott felületek használatosak.

A leginkább elterjedt hengeres evolvens fogazat gyártásának jellegzetes megoldásait az 1. ábrásor szemlélteti.

Az 1. ábra bal oldali **fésűskés** szerszáma egy megfelelő forgácsoló élgeometriával kiképzett alapléc. A középső **lefejtő maró** az alapléc profil állandó csavarmozgásával létrehozott, megfelelő forgácsoló élgeometriával kiképzett csavarfelület. Az ábra jobb oldalán látható **metszőkerék** a közös alapléccel kapcsolódó, megfelelő forgácsoló élgeometriával kiképzett fogaskerék.



1.ábra

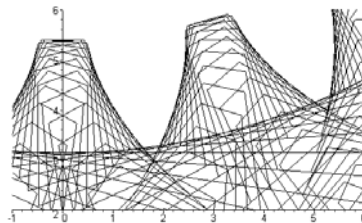
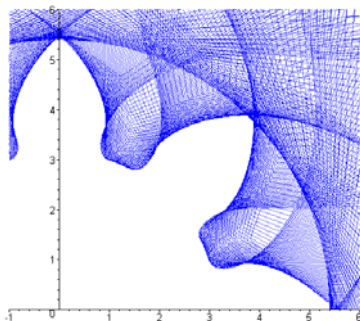
A munkadarab fogazatot lefejtő szerszám fogprofiljai az ún. **visszaburkolási elv** alapján határozhatók meg.

A visszaburkolás egyszerűsített, szemléletes modellje: képzeljünk el egy ideálisan lágy A és egy ideálisan merev, a gyártandó fogaskerékkel azonos alakú B objektumot. A két objektumot a gyártandó fogaskerék és a szerszám mozgástörvényének megfelelő módon összegördítve, a mozgó B fogai a mozgó A felületén kialakítják a fogúrok rendszerét. Az 'A' objektum egy-egy fogúrének határfelületét B egy-egy meghatározott foga hozza létre. Az elemek folyamatos mozgása miatt B bármely fogprofil pontja A felületének egy, a vele éppen kapcsolódó pontját alakítja ki, majd az érintkező felületi pontok eltávolodnak egymástól.

Az 'A' objektumon létrejött fogazatot megfelelően kemény D anyagból elkészítve, majd a D szerszámot az adott módon a C munkadarab lágy anyagával összegördítve, a C-n kialakuló fogazat geometriailag azonos lesz a B objektum fogazatával.

A folyamatot a 2. ábrásor illusztrálja. Az egyenes alkotókkal határolt fogasléc profil csúszásmentesen gördülve a munkadarab osztóköreán kialakítja a gyártandó fogaskerék evolvens profilját, valamint az ún. lábgörbét. Az ábrából kitűnik a lefejtő megmunkálás egy igen lényeges sajátossága: a szerszám és a munkadarab profilok egymástól különbözőek.

A 2 ábra az egyező modulú,  $z = 8$ , ill. a  $z = 23$  fogú fogaskerék megmunkálását szemlélteti. A közös alapléc szerszámmal előállított fogazatprofilok egymástól szembeszökően eltérnek.



2.ábra

### A visszaburkolás matematikai modellje

Legyen adott a lefejtendő profil

$$z(u) = x(u) + I.y(u) \quad (1)$$

az „u” skalár változó komplex függvénye,  $I^2 = -1$ . Az (1) függvényt a

$$k = k(\varphi, z(u)) \quad (2)$$

mozgástörvény alapján, a  $\varphi$  paraméter szerint mozgatva az előállított  $w(u, \varphi)$  alakzat sereg burkoló görbéire érvényes a

$$\tan(\alpha) := \frac{\Im\left(\frac{\partial}{\partial u} w(u, \varphi)\right)}{\Re\left(\frac{\partial}{\partial u} w(u, \varphi)\right)} = \frac{\Im\left(\frac{\partial}{\partial \varphi} w(u, \varphi)\right)}{\Re\left(\frac{\partial}{\partial \varphi} w(u, \varphi)\right)} \quad (3)$$

differenciál egyenlet. (A  $Q$  mennyiség képzetes részét  $\Im(Q)$ , valós részét  $\Re(Q)$  jelöli.)

Amennyiben a (3) egyenletből kifejezhető az

$$u = U(\varphi) \quad (4)$$

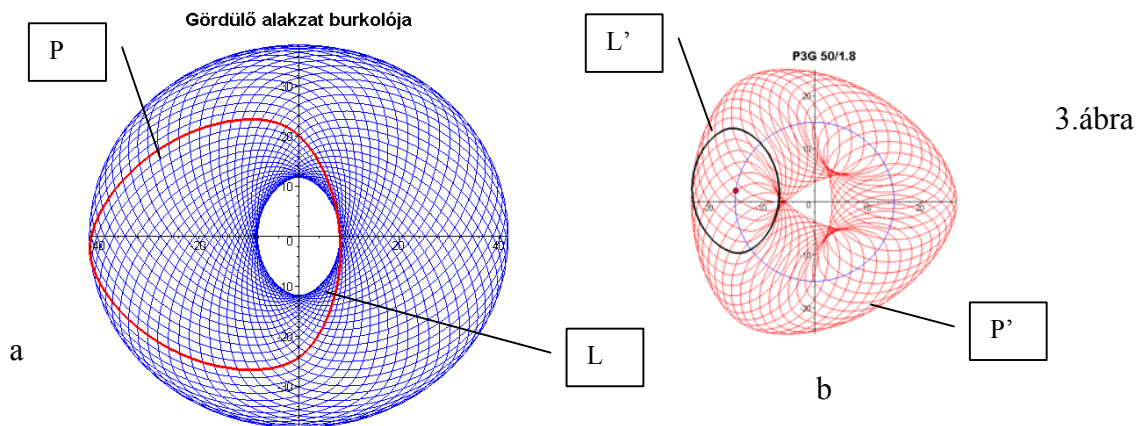
változó, a burkoló görbék csupán a  $\varphi$  paramétertől függő egyenletét a

$$q(\varphi) = w(U(\varphi), \varphi) \quad (5)$$

összefüggés szolgáltatja.

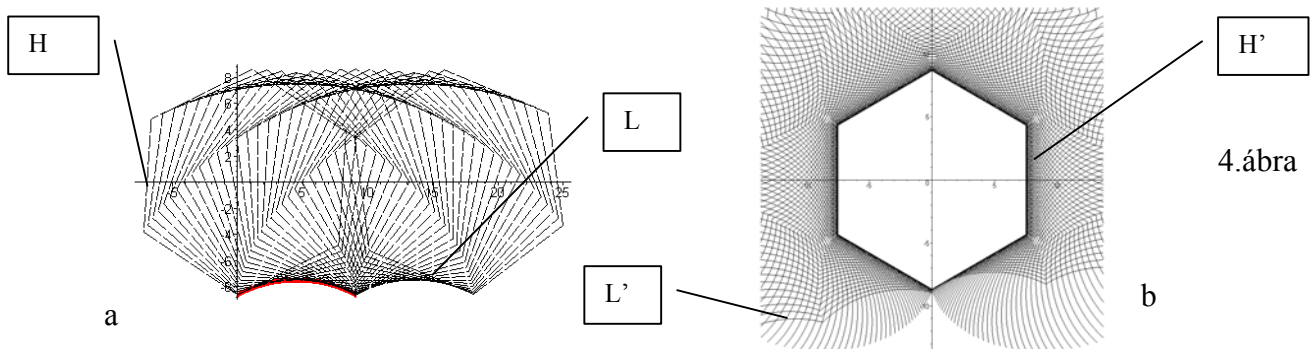
### Példák

1. Végezzen a 3.a ábrán vastag vonallal kiemelt un. P3G Fortuna profil (P) az origó körül keringő mozgást. A profil egymás után helyzeteit rendre felrajzolva, az ábra középső, üres, ovális L tartománya az un. belső burkolási határalakzat.



A 3.b ábrán az  $L'$  szerszám megfelelő keringő mozgása eredményeként előáll a külső határalakzat, az eredeti  $P$ -vel azonos  $P'$  profil.

2. Gördítsünk le egy  $H$  szabályos hatszög középpontjához kötött kört az  $x$  tengellyel párhuzamos egyenesen (4.a ábra). A poligon egymásra következő helyzeteit felrajzolva az ábra alsó részén kialakul a mozgó rendszer egyik burkoló  $L$  határalakzata. Az  $L'=L$  határalakzat alkalmas mozgatásával (4.b ábra) előálló burkolási alakzat az eredeti  $H$  hatszöggel egybevágó  $H'$  objektumot eredményezi.



## A gyakorlat végrehajtása

### 1. Egyenes fogú, hengeres evolvens fogaskerék készítése profilos tárcsamarróval

A megmunkálást az 5. ábra szemlélteti



5. ábra

A  $z$  fogsorszámú,  $m$  modulú,  $\beta = 0$  osztóhengeri fogferdeségi szögű munkadarabot egyetemes marógépen munkáljuk meg.  $\beta \neq 0$  esetben a szerszámot a modulnak és a  $z' = z/\cos^3\beta$  ún. virtuális fogsorszámra megfelelően választjuk. A darabot a  $\beta$  szögben elállított marógép asztal osztófejébe fogjuk. A hosszasztalt a mozgató orsó a szögbeállításnak megfelelő irányban eltolja. Az orsó végére szerelt A, B, C, D fogaskeréklánc egyidejűleg az osztófejet hajtja meg. Az A fogsorszámú kereket a gépasztal orsójának végére, a D fogsorszámú kereket az osztófej behajtó tengelyére szereljük. A B és C fogsorszámúakat a fix helyzetű tengelyek között egy tartományban tetszőlegesen pozícionálható, közös, ún. repülő tengelyre kerülnek.

A munkadarab a szerszámhoz képest csavarmozgást végez. A szerszám tengelye a fogárok osztóhengeri fogirány vonalára merőlegesen áll. A fogásvétel a hosszasztal függőleges elmozdításával történik.

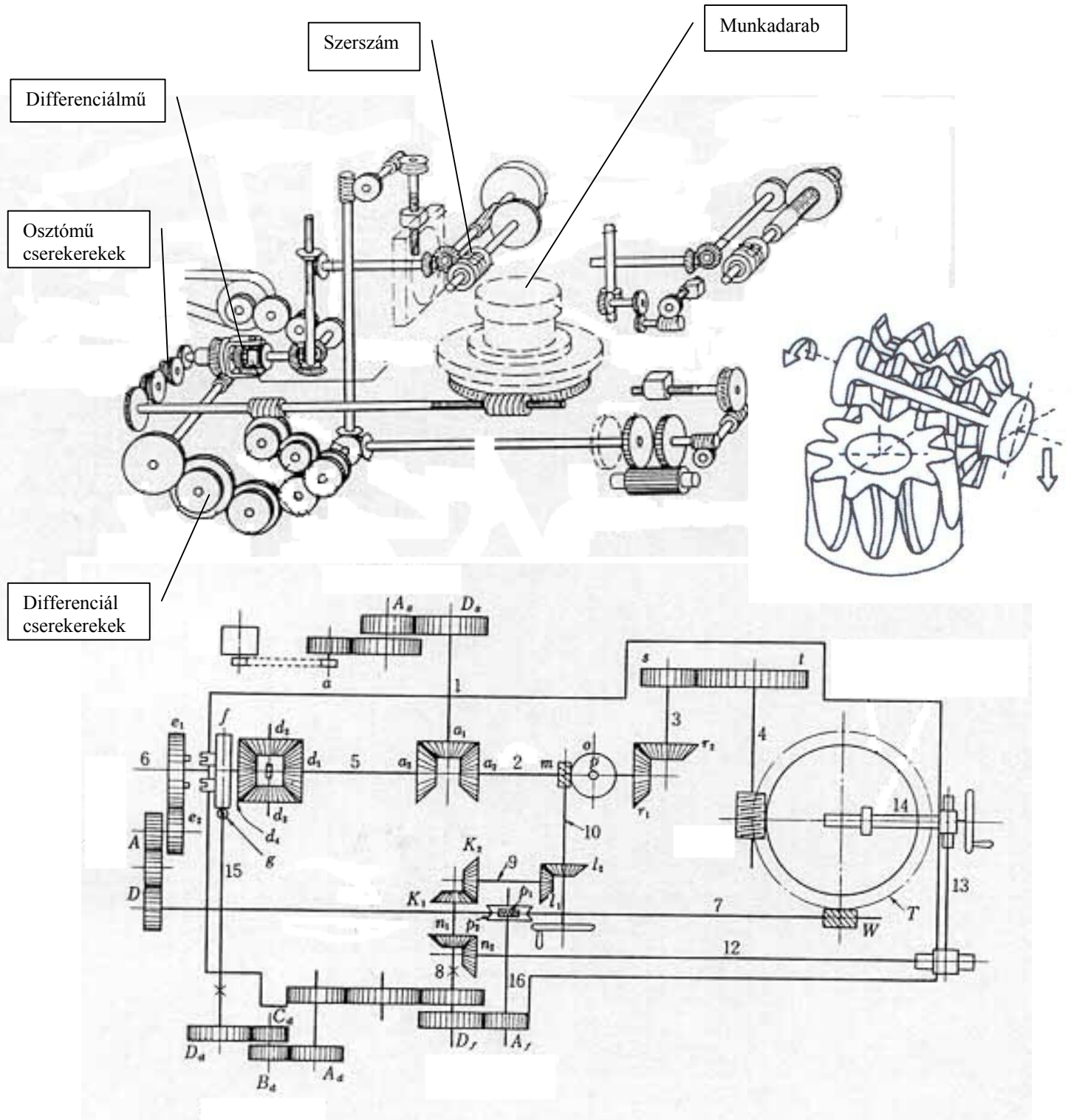
Egy fogárok megmunkálását befejezve az osztófejbe fogott munkadarabot – a hajtáslánc megbontása nélkül, az osztófej lyuktárcsáját használva – a megfelelő  $2\pi / z$  osztásszöggel tovább fordítva a ciklus ismétlődik.

*A hallgatók megismerkedve a beállított géppel, a foglalkozást vezető oktató felügyelete mellett végrehajtják 1 fogárok megmunkálását (osztás, fogásvétel, forgácsolás kézi előtolással).*

**A feladat végrehajtása során különösen ügyelni kell a munkavédelmi előírások pontos betartására.**

## 2. Ferde fogú, hengeres evolvens fogaskerék készítése lefejtő maróval

A megmunkálás elrendezését és egyszerűsített kinematikai vázlatát a 6. ábra szemlélteti



6. ábra

A szerszám a hengeres evolvens fogazatú munkadarab osztóhengerén legördülő, normálmetszetében a munkadarab alaplécét megtestesítő, egy, vagy több bekezdésű, hengeres csavarfelület. A lefejtő maró e csavarfelületét (un. burkoló csigáját) forgácshornokkal

különálló élsorokra bontják, majd a forgácsoló képességet biztosító hátszögeket alakítják ki az egyes fogakon.

A lefejtő marógép asztalán lévő munkadarab, és a gép főorsójába fogott szerszám mozgását az osztómű hangolja össze. Az osztómű megfelelő A, B, C, D fogszámú cserekerékei a

$$\frac{K_1 z_1}{z_2} = \frac{A C}{B D} \text{ áttételi viszonyt állítják elő. (} K_1 \text{ a gépre jellemző osztóállandó, } z_1 \text{ a maró}$$

bekezdésszáma,  $z_2$  a gyártandó munkadarab fogszáma.) Egyenes fogazat esetén a szerszám a munkadarab tengelyével párhuzamos, folyamatos eltolást végez; a fogásvétel a munkadarab tengelyére merőlegesen történik.

Ferde fogazat készítésekor a munkadarab az osztóhengeri  $\beta$  fogferdeségi szögnek megfelelő járulékos forgó mozgást végez. Ezt a mozgást a gép differenciálműve biztosítja. A

differenciálmű  $A_d, B_d, C_d, D_d$  fogszámú cserekerékei a 
$$\frac{K_2 \sin(\beta)}{m z_1} = \frac{A_d C_d}{B_d D_d} \text{ áttételt állítják}$$

elő, ahol  $K_2$  a gép differenciál állandója,  $m$  a fogaskerék normál modulja.

A szerszámot a  $\beta$  munkadarab fogferdeségi ill. a  $\gamma$  szerszám emelkedési szögének megfelelően úgy kell bedönteni, hogy a szerszám osztóhengeri csavarvonal érintő vektora a darab osztóhengeri fogirányának érintője legyen.

Megjegyzendő, hogy az univerzális lefejtő marógép még számos további megmunkálási és mozgáslehetőséget biztosít.

***A hallgatók megismerkedve az előre beállított géppel, a foglalkozást vezető oktató felügyelete mellett végrehajtják egy fogaskerék megmunkálását.***

### 3. Egyenes fogú, hengeres evolvens fogaskerék készítése metszőkerékkel

A gépet a 7. ábra szemlélteti

A  $z_1$  fogszámú,  $m$  modulú,  $\beta = 0$  osztóhengeri fogferdeségi szögű (egyenes fogazatú) munkadarabot lefejtő fogvéső gépen munkáljuk meg. A  $z_2$  fogszámú szerszámot a modulnak megfelelően választjuk. A darabot a gépasztal középpontjában fogjuk fel, az alternáló (véső) forgácsoló főmozgást a szerszám<sup>1</sup> végzi. A szerszámnak a munkadarab középpontja felé haladó, sugár irányú fogásvételi mozgását bütöktárcsás fogásvételi mechanizmus vezérli. A munkadarab osztóhengere és a szerszám gördülő hengere (axoidja) a megmunkálás során egymáson csúszás nélkül gördülnek. A munkadarab szögsebességét  $\omega_1$ -el, a szerszám szögsebességét  $\omega_2$ -vel jelölve, a gördítés kinematikai áttétele  $i = \omega_1 / \omega_2 = z_2 / z_1$ . A szükséges

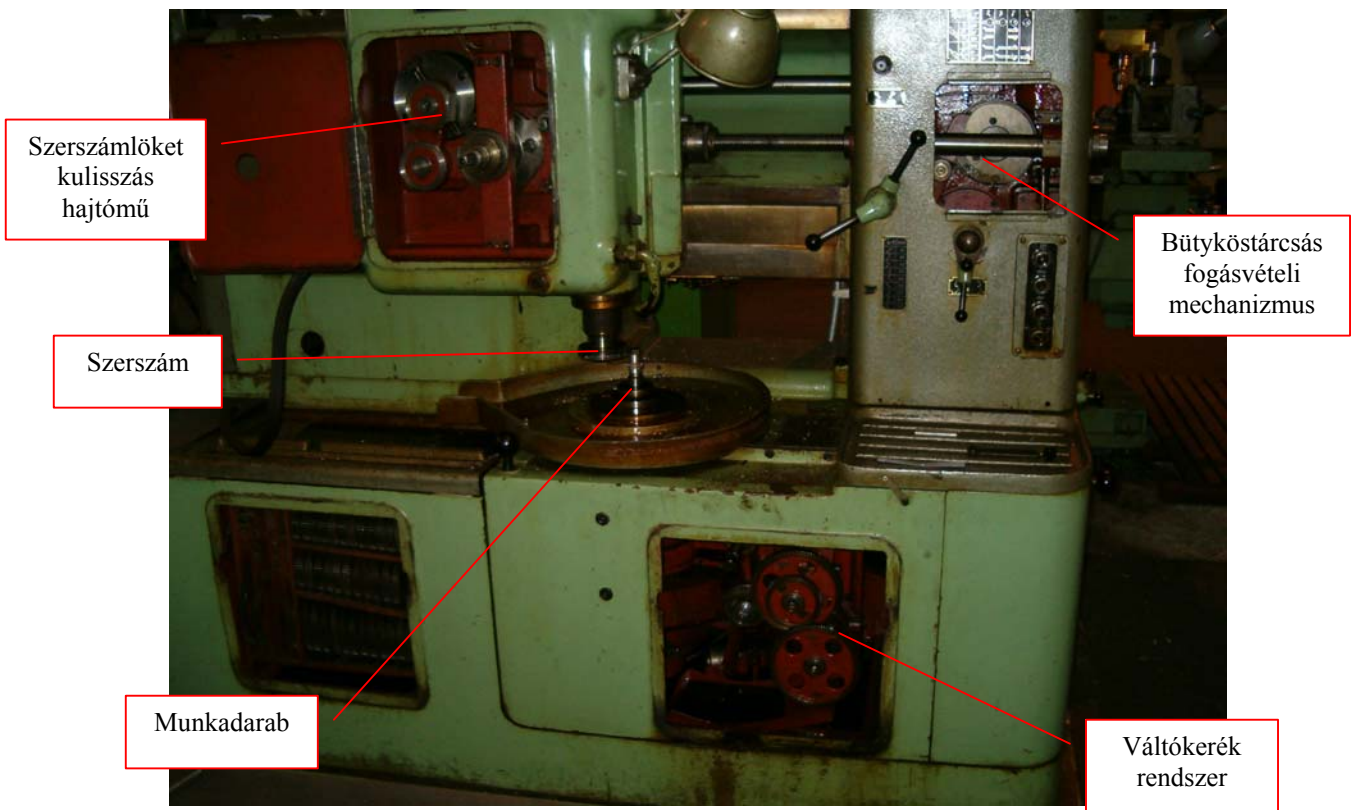
áttételt az adott gépre jellemző  $K_1$  gépállandóval az 
$$\frac{K_1 z_1}{z_2} = \frac{a c}{b d} \text{ osztókerék egyenlet alapján,}$$

az egyenletet kielégítő, a gép készletében meglévő és szerelhető A, B, C, D fogszámú váltó fogaskerékek biztosítják.

Egy-egy forgácsoló löket végén, a szerszámút alsó holthelyzetében az un. kiemelő bütökös mechanizmus – a szerszám hátfelületi kopásának csökkentése érdekében – a munkadarabot a visszafelé induló szerszám elől eltolja. A szerszámút visszajáró, felső holthelyzetében a kiemelő mechanizmus a darabot eredeti helyzetébe állítja vissza.

A szerszám és a darab forgásirányainak alkalmas változtatásával a gép belső fogazatok előállítására is használható. A ferde fogazatú szerszámot alkalmas csavarvezetékben mozgatva ferde fogazatok is gyárthatók.

<sup>1</sup> Az un. metszőkerék szerszám homlok, palást és fogfelületein alkalmas élszögekkel kiképzett, különleges fogaskerék..



7.ábra

*A hallgatók a beállított géppel megismerkedve, a foglalkozást vezető oktató felügyelete mellett végrehajtják egy munkadarab teljes megmunkálását.*

#### 4. Egyenes fogú, kúpos evolvens fogaskerék készítése kétkéses eljárással

A kétkéses kúpfogazó gépet ill. a megmunkálás elvét a 9. ábra szemlélteti.

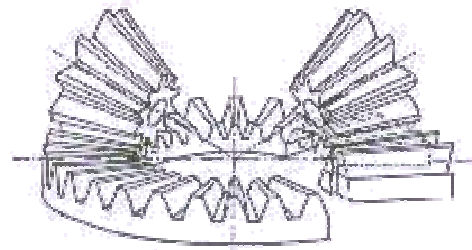
A fogazat előállítása az ún. közelítő síkkerék alapján történik, lásd 8. ábra. A közelítő síkkerék axoidja a fogazat lábkúpjával tiszta gördülésben lévő sík egyenes sugársora.

Az egyenes élű  $K_1$  és  $K_2$  kések a fogaskerék egy fogának két oldalán, egymással ellentétesen, előre-hátra mozognak. Az egyik kés előre haladó, véső mozgása közben a másik visszafelé jön.

A kések haladásának irányvonalai a közelítő síkkerék T fogosztás szögét zárják be, hegyeik a fogúrók lábszalagjait alakítják ki. A lefejtő mozgást a fogaskerék 'A' jelű, valamint a szerszámokat hordozó ún. bölcső 'B' jelű hajtóműveinek összehangolt forgása biztosítja. A munkadarab és a bölcső effajta gördülése közben a kések burkoló vágásokkal kialakítják az éppen megmunkálásban lévő fog mindkét oldali evolvens profiljait.

A bölcső egy-egy fog két oldalának megmunkálása során folyamatosan mozog; majd a lefejtési ciklus végén kiindulási helyzetébe visszaáll. Ezután a munkadarab egy fogosztásnyit továbbfordul, és újra indul a fogaskerék ill. a bölcső legördülése, valamint a kések forgácsoló mozgása.

A munkadarab általában nem készíthető el egy menetben. Az első fogás műveletét valamennyi fogárokban elvégezve a munkadarab axiális irányú eltolása biztosítja a következő munkaciklus fogásvételét.



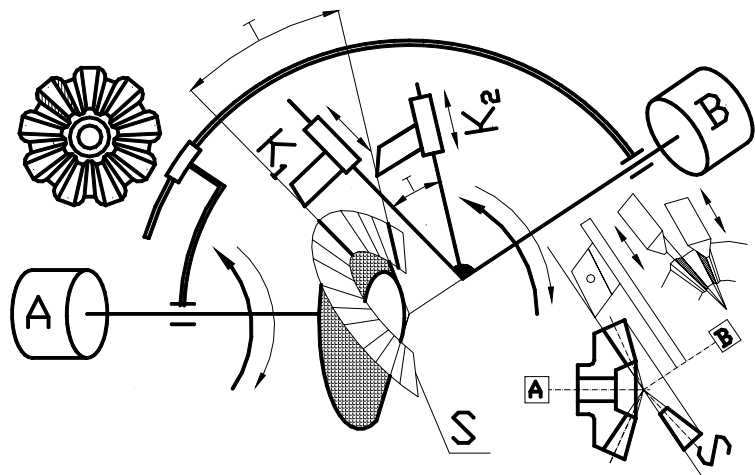
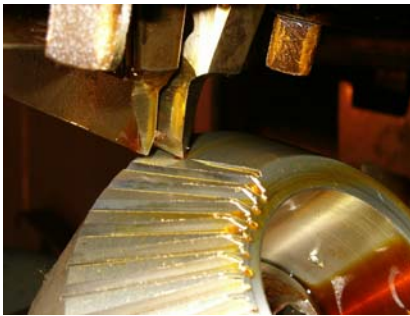
8. ábra

A gép mozgásainak beállítása a korábban megismertekhez hasonló váltókerék rendszerekkel ill. villamos véghelyzet kapcsolókkal történik.

*A hallgatók a beállított géppel megismerkedve, a foglalkozást vezető oktató felügyelete mellett végrehajtják egy munkadarab egy fogának megmunkálását.*



9. ábra



Néhány, a fogazatokkal kapcsolatos – tervezésük, gyártásuk különleges kérdéseit is alaposan taglaló, mindmáig jól használható - magyar nyelvű szakkönyv:

1. Vörös I.: Gépelemek III. Tankönyvkiadó, Bp. 1973.
2. Litvin, F.L.: A fogaskerék kapcsolás elmélete, Műszaki Kiadó, Bp. 1971.
3. Erney Gy.: Fogaskerekek, Műszaki Kiadó, Bp. 1990.
4. Erney Gy.: Fogaskerekek mérése és gyártásellenőrzése, Műszaki Kiadó, Bp. 1967.
5. Rohonyi V.: Fogaskerék hajtások, Műszaki Kiadó, Bp. 1980.

Váltókerék táblázat részlet a „Pfauter Wechselräder Tabellen” (Buchverl. F.Becher, Ludwigsburg, BRD, 1971) kézikönyvből

$\frac{a*c}{b*d}$	a	b	c	d	$\frac{a*c}{b*d}$	a	b	c	d	$\frac{a*c}{b*d}$	a	b	c	d
0,510379	22	42	38	39	0,511765	30	50	29	34	0,513285	51	46	25	54
	417	49	48	30	806	22	45	67	64	333	28	36	33	50
	442	31	30	41	853	23	53	46	39	364	25	52	63	59
	490	20	44	73	876	50	66	50	74	393	35	32	23	49
	504	45	68	54	905	43	42	30	6p	431	29	63	58	52
	540	31	44	50	950	46	63	61	87	469	34	35	37	70
	587	23	48	65	983	47	51	40	72	514	38	--	--	74
	638	24	--	--	0,512000	40	50	32	5p	539	44	68	50	63
	662	26	33	35	042	4b	61	55	81	580	20	27	52	75
	691	46	76	54	077	20	45	53	46	627	49	53	40	72
	719	30	52	54	121	26	44	26	30	648	69	62	30	65
	753	50	60	38	169	44	54	44	7p	699	25	36	54	73
	798	34	60	64	195	35	41	30	50	740	20	31	43	54
	823	30	45	59	225	46	51	46	81	775	69	68	40	79
	870	47	46	30	266	40	72	71	77	822	30	52	57	64
	893	67	51	28	329	34	50	55	73	847	56	74	55	B1
	923	29	66	50	399	45	52	45	76	889	37	--	--	72
	940	49	75	61	418	42	45	28	51	920	27	55	67	64
	989	30	35	31	482	53	72	55	79	960	41	39	22	45
0,511019	53	55	35	66	500	45	72	41	50	986	27	39	49	66
	034	40	41	22	545	26	36	44	62	0,514031	26	28	31	56
	071	27	50	53	573	20	44	53	47	069	57	44	25	63
	111	23	--	--	623	37	56	45	58	096	20	36	62	67
	139	38	39	32	658	45	50	45	79	124	42	36	26	59
	191	37	47	50	695	35	32	30	64	156	35	48	55	78
	209	43	46	35	747	49	72	55	73	184	29	36	30	47
	256	22	27	32	784	38	44	38	64	226	61	65	40	73
	278	34	38	40	821	20	--	--	39	242	55	63	43	73
	297	23	49	61	868	31	40	45	68	286	36	--	--	70
	338	55	63	41	911	38	24	23	71	329	31	34	22	39
	364	45	44	30	942	25	48	65	66	365	30	52	74	83
	416	52	39	28	972	29	48	45	53	403	50	54	40	72
	4b4	40	72	58	0,513000	27	40	38	50	449	79	63	32	78
	509	25	46	64	032	34	27	22	54	493	71	69	30	60
	543	79	48	23	055	20	37	56	59	535	59	43	30	80
	585	23	26	48	120	22	21	24	49	553	30	52	66	74
	610	25	33	52	136	25	29	25	42	583	38	48	52	80
	628	22	--	--	186	40	69	54	61	620	44	38	20	45
	680	23	29	40	234	34	62	73	78	659	52	63	53	85
	719	55	69	52	254	25	52	79	74	685	40	65	46	55

$\frac{a*c}{b*d}$	a	b	c	d	$\frac{a*c}{b*d}$	a	b	c	d	$\frac{a*c}{b*d}$	a	b	c	d
0,514706	35	--	--	68	0,516000	30	50	43	50	0,517483	37	52	40	55
719	29	35	41	66	049	38	36	22	45	504	40	72	68	73
763	25	33	53	78	066	53	52	40	79	544	59	57	30	60
793	29	39	36	52	093	31	34	30	53	606	42	40	35	71
832	32	51	32	39	129	32	--	--	62	647	44	50	40	68
856	23	39	55	63	148	67	75	26	45	677	41	44	40	72
905	38	41	40	72	194	34	52	30	38	695	34	45	37	54
925	60	40	23	67	218	22	21	34	69	730	73	47	20	60
950	25	35	31	43	250	21	30	59	80	751	25	26	28	52
0,515012	41	48	41	68	304	38	46	50	80	792	46	51	31	54
050	22	46	42	39	340	79	45	20	68	824	69	41	20	65
072	32	51	55	67	393	30	60	63	61	857	29	--	--	56
110	75	56	25	65	432	40	72	66	71	871	31	39	43	66
152	34	--	--	66	484	40	70	47	52	891	55	59	40	72
206	45	65	32	43	517	32	37	43	72	943	56	53	25	51
251	43	34	22	54	546	32	42	40	59	0,518000	37	50	42	60
281	29	21	25	67	569	53	57	40	72	039	56	47	30	69
298	64	69	40	72	619	32	39	34	54	050	34	54	65	79
334	25	51	41	39	642	26	33	40	61	072	43	--	--	83
351	30	36	47	76	667	31	--	--	60	116	26	23	22	48
385	67	65	30	60	706	38	39	35	66	142	51	53	35	65
395	40	72	77	83	746	54	55	40	76	182	57	55	30	60
450	32	39	49	78	796	50	45	20	43	194	29	54	55	57
480	36	38	37	68	827	40	64	43	52	219	32	38	40	65
517	46	40	26	58	878	30	36	49	79	261	31	54	65	72
556	29	45	40	50	923	35	50	48	65	307	31	63	79	75
575	32	38	30	49	949	61	59	30	60	353	55	48	19	42
600	25	31	39	61	975	20	36	67	72	400	36	50	54	75
625	33	--	--	64	0,517007	38	49	40	60	433	30	31	30	56
641	31	53	67	76	024	30	61	41	39	451	57	52	35	74
679	32	41	37	56	045	26	32	21	33	478	47	49	40	74
694	31	54	53	59	094	22	39	55	60	519	28	--	--	54
723	40	60	41	53	121	20	27	37	53	542	25	43	66	74
751	32	42	44	65	147	26	27	29	54	591	50	70	53	73
789	28	50	70	76	192	65	69	28	51	617	30	32	26	47
837	20	34	57	65	241	30	--	--	58	662	26	37	31	42
873	20	32	52	63	296	21	36	47	53	707	61	49	25	60
920	34	60	61	67	319	25	39	46	57	742	25	36	62	83
947	20	41	55	52	369	28	41	50	66	775	25	44	42	46
971	35	37	30	55	413	40	60	52	67	797	23	38	30	35

## 17. gyakorlat : Fogazatok megmunkálása

Hallgató neve:.....Dátum:.....

Határozza meg az alábbi adatokkal jellemzett evolvens fogaskerék lefejtő marógépen megmunkálásához szükséges beállítási adatokat. A differenciálmű áttételének számításához használja a rendelkezésre bocsátott váltókerék táblázatot. Az osztómű váltó fogaskerekeit a [18...80], valamennyi közbülső értéket tartalmazó készletből válassza. Készítse el a megmunkálás elrendezési vázlatát.

Munkadarab:  $z_2 = \dots\dots\dots$  Szerszám:  $z_1 = 2$   
 $m = 3$   $\gamma = 5^\circ 12' 47''$

$\beta = \dots\dots\dots[^\circ] \dots\dots\dots['] \dots\dots\dots[']$

Lefejtő marógép állandók: osztómű  $K_1 = 24$   
differenciálmű  $K_2 = 525/88$

### A gép beállítási adatai:

Osztómű  $A = \dots\dots\dots$   $B = \dots\dots\dots$   $C = \dots\dots\dots$   $D = \dots\dots\dots$   
Differenciálmű  $A_d = \dots\dots\dots$   $B_d = \dots\dots\dots$   $C_d = \dots\dots\dots$   $D_d = \dots\dots\dots$

Ellenőrzés:

$$\beta_{real} := \arcsin\left(\frac{A_d C_d m z_1}{B_d D_d K_2}\right)$$

A megvalósult fogferdeség:  $\beta_{real} = \dots\dots\dots[^\circ] \dots\dots\dots['] \dots\dots\dots[']$

Eltérés:  $|\beta - \beta_{real}| = \dots\dots\dots[^\circ] \dots\dots\dots['] \dots\dots\dots[']$

### A megmunkálás vázlata: