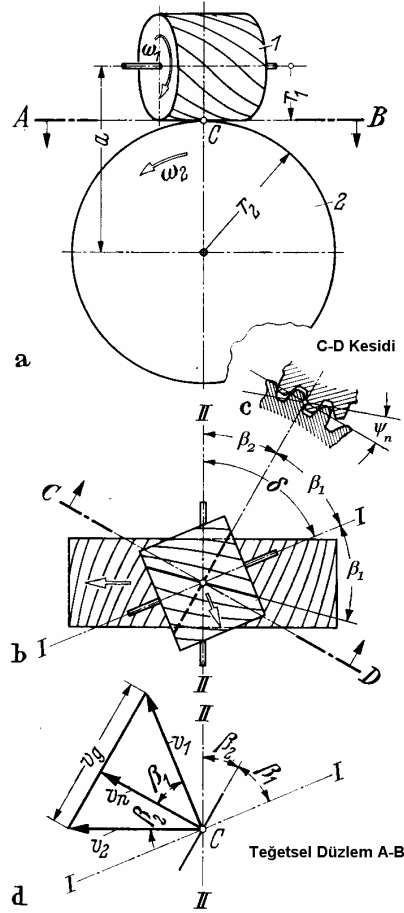


SPİRAL ÇARK MEKANİZMALARI

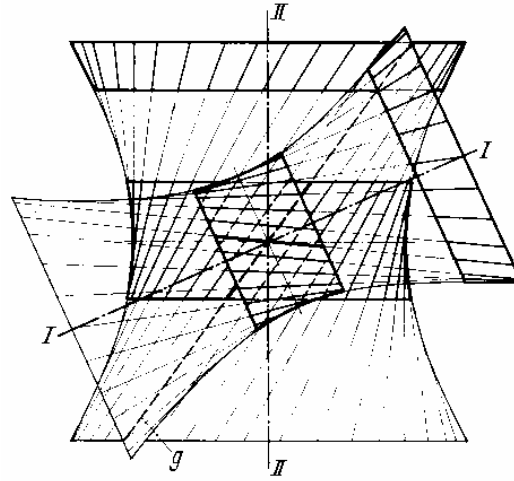
Yuvarlanma mekanizmalarından farklı olarak Spiral Çark Mekanizmalarında aykırı eksenli mekanizmalar bahis konusudur. Kullanılan elemanlar yuvarlanma elemanı değildir. Temas noktalarında büyüklüğü ve yönü birbirinden farklı çevresel hızlar mevcuttur.(Şekil 26d) Bu durum profil doğrultusunda izafi kayma hızına ve genelde bir vida hareketine sebep olur.



Şekil 26 Spiral Alın Dişli Çark Mekanizması

a) Önden Görünüş b) Üstten Görünüş c) Normal Kesit d) Hızlar

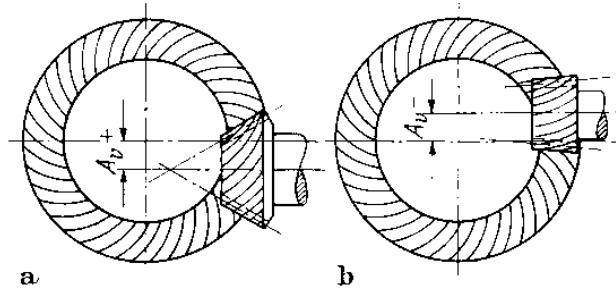
Spiral çark mekanizmalarının temelinde dönme eksenleri aykırı olan iki Hiperboloid yüzey bulunur. Şekil 27'de şematik olarak eş çalışan Hiperboloid yüzeyler ve temas eden profil doğrultusunu gösteren (g) temas çizgisi görülmektedir. Pratikte bu hiperboloid'in ortası silindirik spiral dişli çarklar olarak, dış bölgeler ise konik spiral (Hipoid) dişli çarklar olarak ortaya çıkar.



Şekil 27 Hiperboloid Çifti

Spiral dişli çark olarak normal helisel alın dişli çarklar kullanılır. Bu durumda profil doğrultuları vida doğrultuları olacaktır ve noktasal temas mevcuttur.

Spiral konik dişli çark mekanizmaları genelde 90° 'lik açı ve profili spiral formda imal edilirler. Misal olarak Şekil 28'de Klingelnberg dişli (AVAU) mekanizması gösterilmiştir.



Şekil 28 Spiral Konik Dişli Çark Mekanizması (AVAU)
a) (Spiral Yönünde) Pozitif Eksen Kaydırmalı b) Negatif Eksen Kaydırmalı

Avantajları : Millerin iki taraftan yataklanması mümkün olur. Bunun yanında sessiz çalışma uygun yağ kullanıldığında iyi bir yağ filmi meydana gelmesi sayılabilir.

SPİRAL DİŞLİ ÇARK MEKANİZMALARI İÇİN GEOMETRİK ESASLAR

Helisel alın dişli çarkların spiral dişli çark mekanizması olarak kullanılmasında en çok görülen δ açısının β_2 (tahrik edilen çarkın helis açısı)'den büyük olması sebebiyle iki sağ veya iki sol helis dişli çarkın eşleşmesidir.

Şekil 26b'de görüldüğü gibi δ Helis açılarının toplamına eşittir.

$$\delta = \beta_1 + \beta_2 \quad (1)$$

Şekil 26'de iki sağ helis çark , dönüş yönlerine (ω_1, ω_2) göre gösterilmiştir.

Normal kesitte (C-D) çarklar, aynı taksimata $t_n = m_n \pi$ ve aynı kavrama açısına ψ_n sahiptirler.

Helisel Dişli Çarklarda olduğu gibi,

$$m_{s1} = m_n / \cos \beta_1 \quad \text{ve}$$

$$m_{s2} = m_n / \cos \beta_2 \quad (2)$$

$$r_1 = \frac{m_{s1}}{2} Z_1 = \frac{m_n}{2} \frac{Z_1}{\cos \beta_1}$$

$$r_2 = \frac{m_{s2}}{2} Z_2 = \frac{m_n}{2} \frac{Z_2}{\cos \beta_2} \quad (3)$$

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{2r_2}{m_{s2}} \frac{m_{s1}}{2r_1} = \frac{r_2}{r_1} \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \quad (4)$$

Profil doğrultularının temas noktası C, taksimat silindirleri arasındaki A-B teğet düzleminde bulunur. Şekil 26'de teğet düzlemindeki hız oranları görülmektedir.

1 profili nokta olarak C noktasının $v_1 = r_1 \omega_1$ çevresel hızına sahiptir (I eksenine dik).

2 profili ise $v_2 = r_2 \omega_2$ (II eksenine dik) çevresel hızına sahiptir.

Normal bileşenleri v_n eşit olmak mecburiyetindedir.

Hız üçgeninden :

$$v_n = v_1 \cos \beta_1 = v_2 \cos \beta_2 \quad \text{veya} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \quad (5)$$

(4) ifadesinden ayrıca,

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{v_1 / r_1}{v_2 / r_2} = \frac{r_2}{r_1} \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2}{r_1} \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1}.$$

Çevrim oranı sadece dişli çaplarına bağlı olmayıp helis açılarına da bağlıdır. Bu yüzden herhangi iki çap değeri seçilip (Aynı zamanda $r_{o1} + r_{o2} = a$ uzunluğu) istenen bir çevrim oranını sağlayan helis açıları tespit edebilir.

En çok rastlanan özel durum olan birbirini dik kesen dişli eksenlerinde

$$(\delta=90^\circ, \beta_2=90^\circ-\beta_1)$$

$$i = \frac{r_2}{r_1} \tan \beta_1 \quad (4a)$$

$$a = \frac{m_n}{2} \left(\frac{Z_1}{\cos \beta_1} + \frac{Z_2}{\cos \beta_2} \right) \quad (6)$$

benzer olarak bulunur.

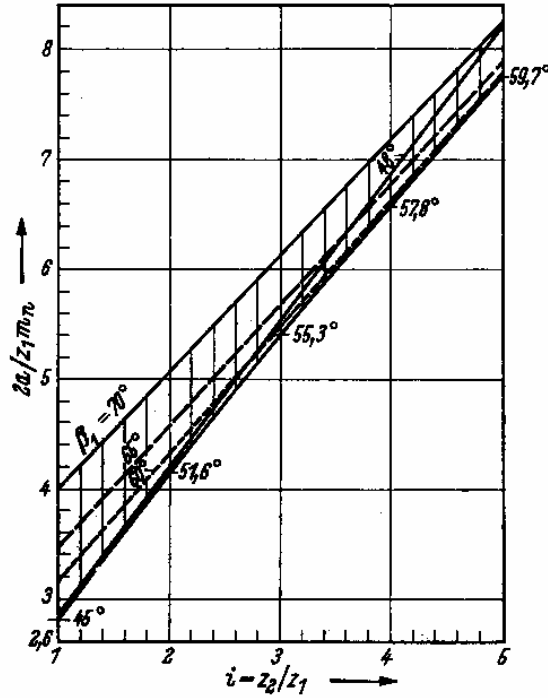
$$\frac{2a}{Z_1 \cdot m_n} = \frac{1}{\cos \beta_1} + \frac{i}{\sin \beta_1} \quad (6a)$$

Verilen i , a , Z_1 ve m_n değerlerine bağlı olarak, Lichtwitz tarafından verilen (6a) denkleminde göre, β_{o1} değerinin yaklaşık çözümü yapılabilir. Kesin çözümler için ise dişli çark hesaplarına ait fonksiyon tabloları kullanılabilir.

η verim incelendiğinde tahrik eden dişlinin helis açısı (β_1)' in (β_2) ' den daha büyük olması gerektiği ortaya çıkar.

Verim η ' nın maksimum değeri $\beta_1 = (\delta + \rho)/2$ 'ye karşılık gelir. Bunun manası $\delta = 90^\circ$ ve $\rho \approx 6^\circ$ için $\beta_1 = 48^\circ$ olmasıdır.

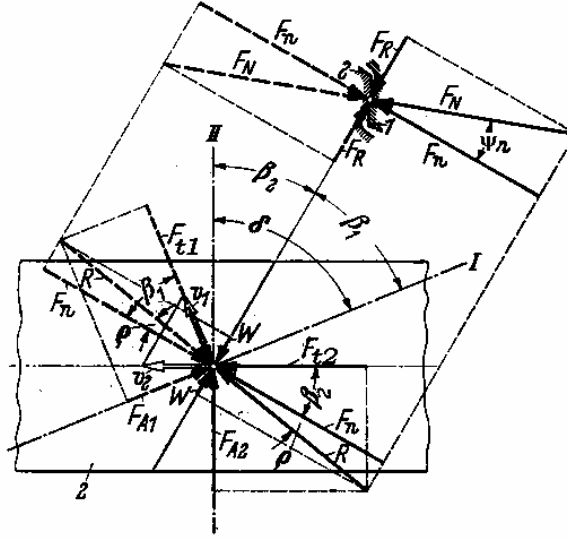
Maksimum verim eğrisi, β_1 'in 60° - 70° ye kadar alınması ile elde edilir. Diyagramda $\frac{2a}{Z_1 \cdot m_m}$ değeri i değerine bağlı olarak verilmiştir. $\tan \beta_1 = \sqrt[3]{i}$ ile belirlenen alt sınır değerinin altında kalan değerlerin hesabı mümkün değildir. (Şekil 29).



Şekil 29 $\delta = 90^\circ$ için Çevrim Oranı ve $\frac{2a}{Z_1 \cdot m_m}$ değerleri

KUVVETLER VE VERİM

Şekil30 'da 2 numaralı tahrik edilen çarka gelen kuvvetler gösterilmiştir ; tahrik eden çarka (1 numaralı) gelen kuvvetler ise kesik çizgilerle gösterilmiştir.



Şekil 30 Spiral Alın Dişli Çarklarda Kuvvetler

Bunların anlamları :

F_N : Normal kesitte, kavrama doğrusu boyunca gelen kuvvet

F_R : Dönme eksenine radyal olan kuvvet

F_n : F_N kuvvetinin, F_R kuvvetine dik bileşeni

W : Profil doğrultusunda etkiyen sürtünme kuvveti

R : F_n ve W 'nin bileşkesi

F_{t1}, F_{t2} : Çevresel kuvvetler (dönme eksenine dik))

F_{A1}, F_{A2} : Eksenel kuvvetler (dönme eksen yönünde)

Kuvvet üçgenlerinden

$$F_n = R \cos \rho ; F_R = F_n \tan \psi_n = R \tan \psi_n \cos \rho$$

$$F_{t1} = R \cos(\beta_1 - \rho) ; F_{A1} = R \sin(\beta_1 - \rho)$$

$$F_{t2} = R \cos(\beta_2 + \rho) ; F_{A2} = R \sin(\beta_2 + \rho)$$

$$\frac{F_R}{F_{t1}} = \frac{\tan \psi_n \cos \rho}{\cos(\beta_1 - \rho)} ; \frac{F_{A1}}{F_{t1}} = \tan(\beta_1 - \rho)$$

(8a, b, c, d)

$$\frac{F_{t2}}{F_{t1}} = \frac{\cos(\beta_2 + \rho)}{\cos(\beta_1 - \rho)} ; \frac{F_{A2}}{F_{t1}} = \frac{\sin(\beta_2 + \rho)}{\cos(\beta_1 - \rho)}$$

$$\delta = 90^\circ \text{ de } F_{t2} = F_{A1} = F_{t1} \tan(\beta_1 - \rho) \text{ ve } F_{A2} = F_{t1}$$

Verim η tahrik edilen çarkın işinin $F_{t2} v_2$, tahrik eden çarkın işine $F_{t1} v_1$, oranıdır. (8c)

ve (5) ifadesinden ve $\tan \rho = \mu$ kullanılarak

$$\eta = \frac{F_{t2}v_2}{F_{t1}v_1} = \frac{\cos(\beta_2 + \rho) \cos \beta_1}{\cos(\beta_1 - \rho) \cos \beta_2} = \frac{1 - \mu \tan \beta_2}{1 + \mu \tan \beta_1} \quad (9)$$

Kendi kendine kilitlememeye: $\eta > 0$

$$1 - \mu \tan \beta_2 \geq 0$$

$$\tan \beta_2 \leq \frac{1}{\tan \rho} = \cot \rho$$

$$\tan \beta_2 = \tan(90 - \rho)$$

$$\beta_2 \leq 90 - \rho$$

$$\delta = 90^\circ \text{ ise}$$

$$\eta = \frac{\tan(\beta_1 - \rho)}{\tan \beta_1} = \frac{\tan \beta_2}{\tan(\beta_2 + \rho)} \quad (9a)$$

$$\beta_1 \geq \rho; 90 - \beta_2 \geq \rho; \beta_2 \leq (90 - \rho)$$

$\rho = 6^\circ$, ($\mu \approx 0,1$) için 9a ifadesinden aşağıdaki η değerleri elde edilir.

β_1	10°	20°	30°	40°	45°	48°	50°	60°	70°	80°
β_2	80°	70°	60°	50°	45°	42°	40°	30°	20°	10°
η [%]	39,7	68,5	77,1	80,4	81,0	81,1	81,0	79,5	74,6	61,5

Maksimum verim $\beta_1 = 48^\circ$ 'dedir. $\beta_1 = 30^\circ$, $\beta_2 = 60^\circ$ ' de verim $\beta_1 = 60^\circ$, $\beta_2 = 30^\circ$ 'den daha düşüktür. Bu sebeple (β_1) değeri 48° 'den daha büyük veya eşit alınmalıdır.

Boyutların Hesaplanması

Yüksek kayma hızlarının sebep olduğu adezyon aşınması boyutlandırmada önem kazanır.

Genel olarak spiral dişlilerin hesabı C karakteristik sabiti kullanılarak gerçekleştirilir.

$$F_{t1} = C b t_n = C b m_n \pi. \quad (10)$$

Bu ifade b dişli genişliğidir. Bu değer $b \approx 10 m_n$ olarak alınması tavsiye edilir.

C değerleri aşağıdaki tablodan malzeme çifti ve kayma hızına bağlı olarak tespit edilir.

MALZEME ÇİFTİ	KAYMA HIZI C:kg/mm ²							
	1	2	3	4	5	6	8	10
Sert çelik / sert çelik	0,60	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,17
Sert çelik / bronz	0,34	0,27	0,22	0,19	0,16	0,14	0,11	0,10
Çelik / bronz	0,25	0,20	0,16	0,14	0,12	0,10	0,08	-
D.D / D.D veya çelik	0,18	0,15	0,12	0,08	-	-	-	-

(10) ifadesine $F_{t1} = \frac{M_{d1}}{r_1}$ veya (3) ifadesine $F_{t1} = \frac{2M_{d1} \cos \beta_1}{m_n Z_1}$ yerleştirilirse normal

modül :

$$m_n = \sqrt[3]{\frac{2M_{t1} \cos \beta_1}{\pi \frac{b}{m_n} C_{em} Z_1}} \quad (10a)$$

İlk boyutlandırma için $b = 10 m_n$; $\beta_1 \approx 50^\circ$ olarak alınırsa :

$$m_n \approx 0,35 \sqrt[3]{\frac{M_{d1}}{C_{em} Z_1}} \quad (10b)$$

En küçük diş sayısı $Z_1 \geq 12$ ve C_{em} önce seçilir daha sonra ise kontrol edilir.