بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين أنعمت عليهم غير المغضوب عليهم ولا الضالين

دانشگاه آزاد اسلامی واحد

گروه مهندسی مکانیک

عنوان:

معرفی چرخ دنده ها

پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی در رشتهٔ مهندسی مکانیک خودرو

(ترم چهار سال۹۳)

عنوان.....صفحه
مقدمه ۱
فصل ۱ : چرخدنده..... ۲
۱-۱ : چرخدنده..... ٤
۱-۲ : محاسن چرخدنده ها..... ٥
فصل ۲ : انواع چرخدنده ها..... ۸
۲-۱: چرخدنده ساده..... ۹
۲-۲ : چرخ دنده های مارپیچ موازی..... ۱۰
۲-۳ : چرخ دنده های مارپیچی متقاطع..... ۱٤
۲-٤ : چرخدنده تک مارپیچ..... ۱٦
۲-٥ : چرخدنده های دومارپیچ..... ۱۷
۲-٦ : چرخدنده های شانه ای..... ۱۸
۲-۷ : جفت چرخ دنده حلزونی..... ۱۹
۲-۸ : جفت چرخ دنده حلزونی دوپوش..... ۲۲
۲-۹ : موارد کاربرد چرخ دنده های حلزونی..... ۲۳
۲-۱۰ : چرخ دنده مخروطی..... ۲۳
۲-۱۱ : انواع چرخدنده های مخروطی..... ۲٤
۲-۱۲ : چرخدنده مخروطی نوع دندانه مارپیچ ۲٤
۲-۱۳ : کاربرد چرخدنده های مخروطی..... ۲٥
۲-۱٤ : معایب و مزایای چرخدنده های مخروطی..... ۲٦
۲-۱٥ : چرخدنده های هیپوییدی..... ۲۷
۲-۱٦ : کاربرد چرخدنده های هیپوییدی..... ۲۸
۲-۱۷ : جعبه دنده ها (چرخ دنده های خورشیدی)..... ۲۸
۲-۱۸ : نوع چرخ دنده های بکار رفته در جعبه دنده خورشیدی..... ۳۱
۲-۱۹ : طرز کار مجموعه دنده سیاره ای..... ۳۲
۲-۲۰ : سیستم های دنده سیاره ای کمپوند..... ۳٦
۲-۲۱ : طرز کار گیربکس اتوماتیک..... ۳۷
۲-۲۲ : محل قرار گرفتن گیربکس اتوماتیک..... ۳۷
۲-۲۳ : مجموعه دنده های سیاره ای و نسبت انتقال دور..... ۳۹

۲-۲٤ : اجزای مجموعه دنده های سیاره ای..... ٤۲
۲-۲۵: دنده های گیربکس اتوماتیک..... ٤٤
فصل ۳: روشهای ساخت چرخ دنده..... ٤۸
۳-۱ : تکامل دندانه های چرخ دنده..... ٤۹
۳-۲ : عملیات چرخدنده تراشی..... ۵۰
۳-۳ : تراشکاری چرخدنده های ساده..... ۵۱
۳-٤ : اندازه گیری..... ۵۲
۳-۵ : تراش کاری چرخدنده های مخروطی..... ۵۲
۳-٦ : چرخ دنده های مخروطی زیرول..... ۵۳
۳-۷ : چرخ دنده های مخروطی حلزونی..... ۵۳
۳-۸ : چرخدنده های هیپویید..... ۵٤
۳-۹ : تراشکاری چرخدنده های مارپیچ..... ۵۵
۳-۱۰ : تراشکاری چرخدنده ی شانه ای..... ۵٦
۳-۱۱ : تراشکاری دندانه های حلزون و چرخ حلزون..... ۵۷
۳-۱۲ : متداول ترین روش های استفاده شده در صنعت برای ساخت چرخدنده..... ۵۸
۳-۱۲-۱ : روش هابینگ..... ۵۹
۳-۱۲-۲ : توسط ماشین صفحه تراش..... ٦۱
۳-۱۲-۳ : توسط ماشین کله زنی..... ٦۳
۳-۱۲-٤ : روش ریخته گری..... ٦۳
۳-۱۲-۵ : توسط قالب..... ٦٤
۳-۱۲-٦ : روش متالورژی پودر..... ٦۵
۳-۱۲-۷ : توسط دستگاه اسپارک..... ٦٦
فصل ٤: روغنکاری چرخ دنده ها..... ٦۷
٤-۱ : انواع روغن ها..... ٦۸
٤-۲ : ترکیبات رسوبی یا پَسمان..... ٦۹
٤-۳ : ترکیبات ویژه..... ۷۰
٤-٤ : روشهای کاربرد..... ۷۰
٤-۵ : روغن افشانی مکانیکی نوبه‌ای..... ۷۱
٤-٦ روغنکاری تحت فشار پیوسته..... ۷۱
٤-۷ روغنکاری با قلم‌مو، قلم چوبی یا با دست..... ۷۱

فصل ۵ : معرفی استانداردها و نمایش..... ٦٧
فهرست منابع.....۸۲

فهرست شکلها

شکل ۱-۱ : یک نمونه چرخ دنده کشتی بخار..... ۳
شکل ۱-۲ : نمایش جهت حرکت چرخ دنده..... ۵
شکل ۱-۳ : نمایش جهت حرکت چرخ دنده..... ۵
شکل ۲-۱ : نمایش درگیری دو چرخ دنده ساده..... ۹
شکل ۲-۲ : چرخ دنده های مارپیچی موازی..... ۱۰
شکل ۲-۳ : درگیری چرخ دنده های مارپیچ موازی..... ۱۱
شکل ۲-٤ : سطح برخورد چرخ دنده های مارپیچ موازی..... ۱۲
شکل ۲-۵ : شکل دندانه هاب چرخ دنده های مارپیچ موازی..... ۱۳
شکل ۲-٦ : سطح تماس چرخ دنده های مارپیچ موازی..... ۱۳
شکل ۲-۷ : نمایی بالای چرخ دنده های مارپیچ موازی..... ۱٤
شکل ۲-۸ : نحوه انتقال چرخ دنده های مارپیچ موازی..... ۱٤
شکل ۲-۹ : چرخ دنده های مارپیچی متقاطع..... ۱۵
شکل ۲-۱۰ : نمای شماتیک چرخ دنده های مارپیچی متقاطع..... ۱۵
شکل ۲-۱۱ : چرخ دنده های مارپیچی متقاطع..... ۱٦
شکل ۲-۱۲ : درگیری دو چرخدنده تک مارپیچ..... ۱٦
شکل ۲-۱۳ : چرخدنده تک مارپیچ..... ۱۷
شکل ۲-۱٤ : محل استفاده چرخ دنده دومارپیچ..... ۱۸
شکل ۲-۱۵ : حالت قرار گیری چرخ دنده شانه ای..... ۱۸
شکل ۲-۱٦ : محل استفاده چرخ دنده شانه ای..... ۱۹
شکل ۲-۱۷ : جفت چرخنده هیپویید..... ۲۰
شکل ۲-۱۸ : نوع قرار گیری زوج چرخ دنده حلزونی..... ۲۱
شکل ۲-۱۹ : نوع قرار گیری چرخ دنده حلزونی..... ۲۲
شکل ۲-۲۰ : نوع قرار گیری چرخ دنده حلزونی..... ۲۳
شکل ۲-۲۱ : نوع قرار گیری چرخ دنده حلزونی..... ۲۳
شکل ۲-۲۲ : چرخدنده مخروطی نوع دندانه مارپیچ ۲۵
شکل ۲-۲۳ : استفاده از چرخ دنده مخروطی برای تولید گشتاور..... ۲٦
شکل ۲-۲٤ : چرخ دنده هیپویید..... ۲۷
شکل ۲-۲۵ : شکل قرار گیری چرخ دنده هیپویید..... ۲۸
شکل ۲-۲۵ : چرخ دنده های خورشیدی..... ۲۹
شکل ۲-۲٦ : جعبه دندهای خورشیدی ساده..... ۲۹

فهرست شکلها

شکل ۲-۲۷ : چرخ دنده گیربکس..... ۳۰
شکل ۲-۲۸ : گیربکس اتوماتیک خودروی مرسدس بنز Clk..... ۳۰
شکل ۲-۲۹: چرخ دنده های رینگی یا طوقه..... ۳۱
شکل ۲-۳۰ : ۱-دنده رینگی ورودی-۲-دنده خورشیدی ثابت-۳-کریر خروجی..... ۳۲
شکل ۲-۳۱ : ۱-دنده خورشیدی ورودی-۲-دنده رینگی ثابت-۳-کریر خروجی..... ۳۲
شکل ۲-۳۲ : ۱- کریر ورودی-۲-دنده رینگی ثابت-۳- دنده خورشیدی خروجی..... ۳۳
شکل ۲-۳۳ : ۱- کریر ورودی-۲- دنده خورشیدی ثابت-۳- دنده رینگی خروجی..... ۳۳
شکل ۲-۳٤ : ۱- کریر ثابت-۲- دنده رینگی ورودی-۳- دنده خورشیدی خروجی..... ۳٤
شکل ۲-۳۵ : ۱- دنده خورشیدی ورودی-۲- کریر ثابت-۳- دنده رینگی خروجی..... ۳٤
شکل ۲-۳٦ : ۱- دنده خورشیدی و رینگی ورودی-۲-کریر خروجی..... ۳۵
شکل ۲-۳۷ : ۱-دنده خورشیدی و کریر ورودی-۲-دنده رینگی خروجی..... ۳۵
شکل ۲-۳۸ : ۱- دنده رینگی و کریر ورودی-۲- دنده خورشیدی خروجی..... ۳۵
شکل ۲-۳۹ : حالت خلاص..... ۳٦
شکل ۲-٤۰ : سیستم های دنده سیاره ای کمپوند..... ۳۷
شکل ۲-٤۱ : محل قرار گرفتن گیربکس اتوماتیک..... ۳۸
شکل ۲-٤۲: ٤۰
شکل ۲-٤۳ : سیاره ای در حامل سیاره ای خورشیدی..... ٤۳
شکل ۲-٤٤ : نمای درونی حامل سیاره ای..... ٤۳
شکل ۳-۱ : روش ایجاد سیکلوئید برای دندانه چرخ دنده..... ۵۱
شکل ۳-۲ : دستگاه فرز چرخ دندخ..... ۵۱
شکل ۳-۳ : کولیس چرخ دنده..... ۵۲
شکل ۳-٤ : تست چرخ دنده مخروطی..... ۵۳
شکل ۳-۵ : پرداخت چرخ دنده مخروطی حلزونی..... ۵٤
شکل ۳-٦ : مقایسه چرخ دنده هیپوئید و حلزونی..... ۵٤
شکل ۳-۷ : آزمایش قدرت چرخ دنده حلزونی..... ۵۵
شکل ۳-۸ : روش تنظیم ماشین برای تراشکاری دندانه های چرخ دنده شانه حلزونی..... ۵۷
شکل ۳-۹ : نمونه ای از حلزون وچرخ حلزون..... ۵۷
شکل ۳-۱۰ : روش شیار اندازی دندانه ها در چرخ حلزون..... ۵۸
شکل ۳-۱۱ : ابزار برش روش هابینگ..... ۵۹
شکل ۳-۱۲ : روش براده برداری..... ٦۰

فهرست شکلها

شکل ۳-۱۳ : ابزار براده برداری..... ٦١
شکل ۳-١٤ : دنده زنی توسط ماشین صفحه تراش..... ٦٢
شکل ۳-١٥ : توسط ماشین کله زنی..... ٦٣
شکل ۳-١٦ : دنده سازی توسط ریخته گری..... ٦٤
شکل ۳-١٧ : قالب ساخت دنده..... ٦٥
شکل ۳-١٨ : تصاویری از روش اسپارک..... ٦٦
شکل ٥-١ : فاکتور توزیع بار..... ٧٣
شکل ٥-٢ : عامل جه اومتری..... ٧٤
شکل ٥-٣ : عامل دینامیکی..... ٧٥
شکل ٥-٤ : عامل دینامیکی..... ٧٦
شکل ٥-٥ : عامل عمر استحکام گسستگی..... ٧٧

مقدمه:

چرخدنده ها یکی از پرکاربردترین قطعات در صنعت می باشد .البته با این وجود همیشه نقشی ناپیدا را در زندگی بشر امروز ایفا کرده است .در واقع کمتر کسی است که اطلاعات مختصری در مورد چرخدنده ها داشته باشد حتی مهندسان که در صنعت فعالیت می کنند اطلاعات کمی در مورد چرخدنده ها داشته و بجز کلیات چیزی نمی دانند.

با توجه به پیشرفت صنعت و نقش انکار ناپذیر چرخدنده ها در قسمتهای مختلف صنعت لازم است که با توجه به رشد صنعتی کشور دانشجویان مکانیک آشنایی بیشتری با چرخدنده پیدا کرده و با انواع مختلف و نحوه عملکرد و نحوه تراشیدن آنها آشنا شوند. البته در این زمینه مطالب بسیاری در منابع مختلف موجود می باشد که با مراجعه با آنها می توان اطلاعات افی در این زمینه بدست آورد.

در این تحقیق سعی شده است تا مطالب کلی در مورد انواع و مزایا و معایب و مشخصات فنی آنها ارائه شده است تا منبعی منسجم و مختصر در اختیار دانشجویان قرار گیرد.

.

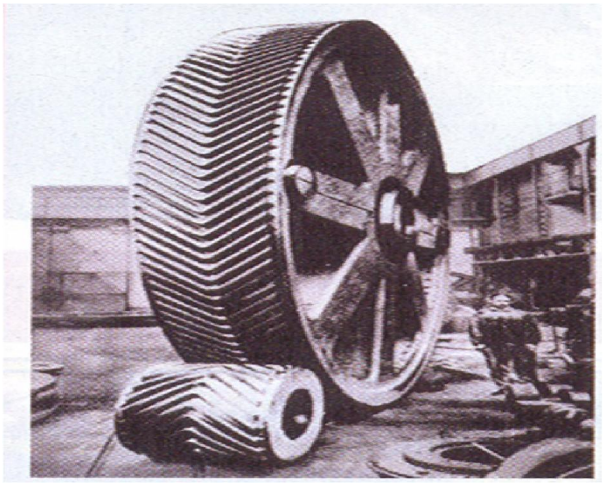
فصل اول

چرخدنده

تاریخچه چرخدنده ها:

از زمان دقیق استفاده چرخدنده ها آگاهی نداریم ولی از حدود سه هزار سال پیش انسانها از چرخدنده های چوبی استفاده می کردند.بنظر می رسد نخستین چرخدنده ها از چوب ساخته شده اند.تمدنهای قدیم از چرخدنده ها استفاده های مختلفی می نمودند به عنوان مثال رومیان از چرخدنده های چوبی در آسیباب ها برای انتقال نیرو استفاده می کردند و یا یونانیان برای ادوات نجومی خود چرخدنده های کوچکی از جنس فلزات می ساختند.

در زمان قرون وسطی نیز از چرخدنده ها در آسیاب های آبی استفاده می شد و با اخترع ساعت انواع چرخدنده ها از انواع کوچک و بزرگ در ساعت های مختلف اسفاده می شد.



شکل ۱-۱ یک نمونه چرخ دنده کشتی بخار

در قرن نوزدهم با وجود آمدن کشتیهای بخار و ماشینهای ابزار و...چرخدنده ها کابرد گستردی پیدا کردند و با آغاز قرن بیستم با به عرصه آمدن خودرو و هواپیما دریچه نوینی به

روی چرخدنده سازی گشوده شد و این صنعت همراه با پیشرفت صنایع دیگر به جلو می رفت و توسعه می یافت.

۱-۱ چرخدنده :

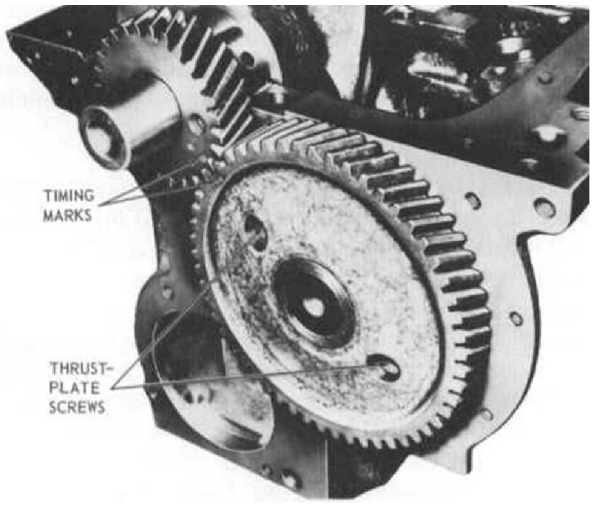
چرخدنده جزئی از اجزای ماشین است که برای انتقال حرکت و توان از محور خود به چرخدنده ای دیگر و در نتیجه به محور آن از طریق دندانه هایش بکار می رود.

بوسلیقه چرخدنده ها می توان حرکت دورانی و گشتاور گردشی را بدون لغزش از محوری به محور دیگر (در فاصله محور های کم)منتقل نمود.همچنین به کمک چرخدنده ها می توان نسبت انتقال و جهت گردش مورد لزوم را بدست آورد.

شرط معمول اینست که حرکت انتقال یافته یکنواخت باشد. ازمیان دوچرخ دنده درگیرآنکه کوچکتر است که معمولا گرداننده هم هست ***پینیون*** و چرخ دنده دیگر ***چرخ دنده*** نامیده می شود.

چرخ‌دنده وسیله‌ای است برای انتقال گشتاور که به کمک آن می‌توان مقدار گشتاور و یا سرعت دورانی را کاهش یا افزایش داد. همچنین به کمک چرخ دنده ها می‌توان جهت حرکت را تغییر داد.

شکل ۱-۲ نمایش جهت حرکت چرخ دنده



شکل ۱-۲ نمایش جهت حرکت چرخ دنده

۱-۲ محاسن چرخدنده ها:

۱)انتقال نیروی بیشتر:

اگر دو دستگاه ماشین تراش را یکی با چرخدنده و دیگری با چرخ تسمه است را مقایسه کنیم خواهیم دید کدامیک بهتر می باشد.بطوریکه ملاحظه می شود در ماشین تراش چرخ تسمه ای به محض بارگذاری زیاد تسمه ها سرخورده و ماشین از حرکت باز می ایستد ولی چنانچه ماشین با چرخدنده مجهز نماییم می توانیم در ماشین سرعتهای زیادتری ایجاد نماییم و همچنین می توانیم بوسلیه دستگاه جعبه دنده نیروی بیشتری را انتقال داد. بطور کلی دوام چرخدنده ها به مراتب بیشتر از چرخ تسمه ها می باشد.

۲)انتقال نیرو روی محورهای مختلف:

از چرخدنده ها می توان برای انتقال نیرو در محورهای موازی و متنافر و متقاطع استفاده نمود.

۳)تبدیل حرکت دورانی به خطی و بالعکس:

به طور مثال به کمک چرخ و شانه می توان حرکت دورانی را به مستقیم و یا بالعکس تبدیل نمود.

معایب چرخدنده ها:

۱)حرارت ایجاد شده بین دو چرخدنده ها:

اغلب اوقات دو چرخدنده که با هم درگیر بوده و عمل انتقال نیرو انجام می دهند در اثر ردش و تماس با یکدیگر و تاثیر نیروهای متقابل بین آنها حرارت ایجاد شده و در اندک مدتی احتمال شکستن و یا خراب شدن آنها خواهد بود برا جلوگیری از این عمل سعی نمود:

در محل قرار گرفتن چرخدنده ها روغن وجود داشته باشد و باید بین دو چرخدنده لقی وجود داشته باشد تا از گرم شدن و خسارت ناگهانی جلوگیری شود.

۲)صداهای ناهنجار:

معمولا در چرخدنده های ساده بیشتر است.

۳)شکستن و خرد شدن

شرایط فیزیکی لازم در چرخدنده ها :

۱)مقطع حقیقی دندانه ها با مقطع تئوری یکی باشد.

۲)فاصله دندانه ها بایستی یکسان و درست باشد.

۳)دایره گام حقیقی بر دایره گام تئوری منطبق و با محور چرخش چرخدنده هم مرکز باشد و همچنین نقطه تماس دو چرخدنده درگیر در دایره گام (قطر متوسط چرخدنده)باشد.

٤)سطح پیشانی و دامنه دندانه ها باید صاف و دارای سختی کافی برای مقاومت در مقابل سایش و جلوگیری از ایجاد صدا در هنگام چرخش باشند.

۵)محورهای مرکزی و یاتاقانها دارای استحکام کافی باشند تا در اثر بارهای وارده در هنگام کار بتوانند فاصله مرکز تا مرکز مطلوب را حفظ کنند.

فصل ۲

انواع چرخدنده ها

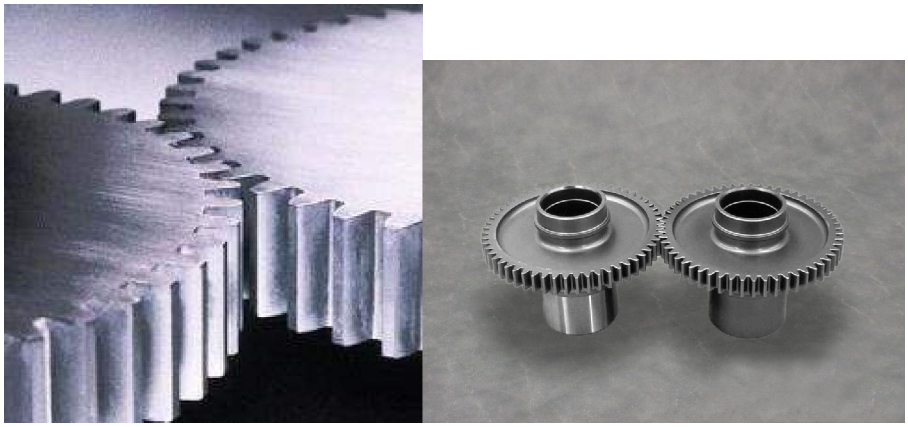
انواع چرخدنده ها:

چرخدنده ها را می توان به چند صورت تقسیم بندی کرد ممکن است بر حسب شکل ظاهری و نوع کاربرد و روش ساخت آنها طبقه بندی کرد اما در اکثر مواقع چزخدنده ها بر حسب شکل ظاهری طبقه بندی می شوند:

۲-۱ چرخدنده ساده :

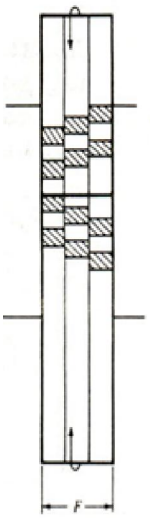
ساده ترین نوع چرخدنده ها هستندکه دارای دندانه های موازی با محور چرخش هستند و برای انتقال حرکت بین دو شافت موازی بکار می رود.

دندانه های این چرخ دنده ها به موازات محور دورانشان تراشیده می شوند. این چرخ دنده ها از نظر طراحی و ساخت درمقایسه با انواع دیگرچرخ دنده ساده تر هستند وبرای انتقال قدرت بین دو شفت موازی مورد استفاده قرار می گیرند



شکل ۲-۱ نمایش درگیری دو چرخ دنده ساده

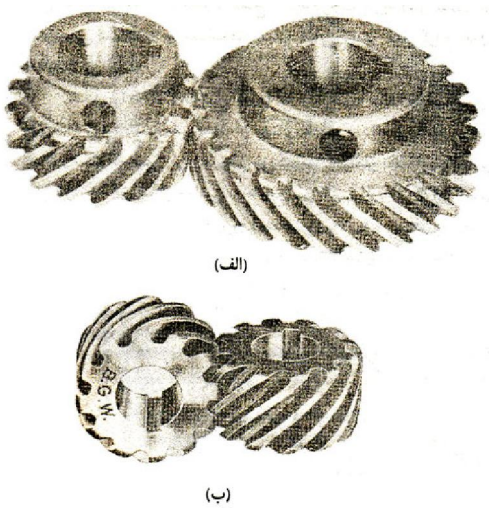
۲-۲ چرخ دنده های مارپیچ موازی



شکل ۲-۲ چرخ دنده های مارپیچی موازی

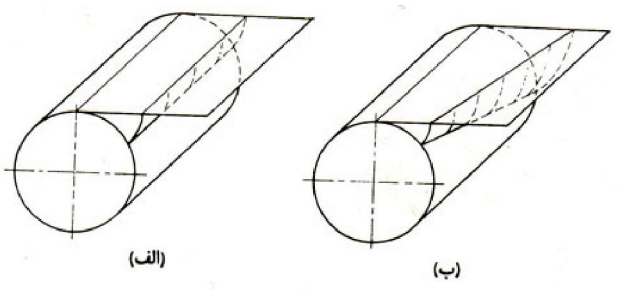
یک چرخدنده مطبق یا مرحله ای به طوری که درشکل (۲-۲) نشان داده شده متشکل از دو چرخدنده ساده و یا بیشتر بوده که به یکدیگر بسته شده اند. هر یک از آنها نسبت به چرخدنده مجاور خود به مقدار حاصل تقسیم گام قوسی بر تعداد چرخ دنده ها جلوتر قرار دارد . در یک جفت چرخ دنده معمولی ساده نیرو به سطح دنده و در تمام عرض وارد می شود. چرخ دنده های مطبق نیرو ابتدا به قسمتی در عرض سطح ، کمی بعد به قسمت و یا مرحله بعدی و به همین ترتیب به مرحله های بعدی وارد می گردد. در نتیجه دندانه ها با ضربه کمتری با یکدیگر تماس پیدا خواهد کرد. به همین جهت چرخ دنده های مرحله ای نسبت به چرخ دنده های ساده به مراتب آرامتر و نرمتر کار می کنند.

اگر تعداد مراحل و یا طبقات به بینهایت میل کند، نتیجه یک چرخ دنده مارپیچ خواهد بود. چرخدنده های مارپیچ به کار رفته در انتقال قدرت بین دو شفت موازی شکل (۲-۳ الف) به چرخ دنده های مارپیچ موازی موسوم بوده و چرخدنده های مارپیچ به کار رفته در انتقال قدرت بین دو شفت غیر موازی (۲-۳ ب) به چرخدنده های مارپیچ متقاطع موسوم می باشند.



شکل ۲-۳ درگیری چرخ دنده های مارپیچ موازی

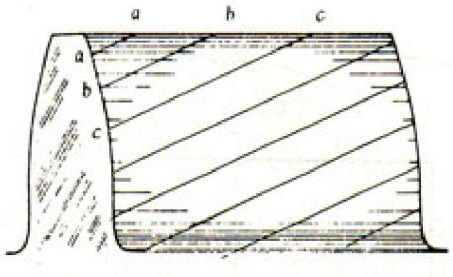
اگر یک صفحه مطابق شکل (۲-٤ الف) بر روی استوانه پایه غلت بخورد ، خطی به موازات محور استوانه و واقع در صحفه سطح اینولوت دندانه چرخدنده ساده را ایجاد خواهد کرد. بنابراین موقعی که یک جفت چرخدنده ساده درگیر می باشند تماس بین دندانه ها در امتداد خطی به موازات چرخدنده ها می باشد.اما اگرخط درصفحه مطابق شکل (۲-٤ب) نسبت به محور استوانه مایل باشد، سطح دندانه یک چرخ مارپیچ را تولید خواهد کرد.



شکل ۲-٤ سطح برخورد چرخ دنده های مارپیچ موازی

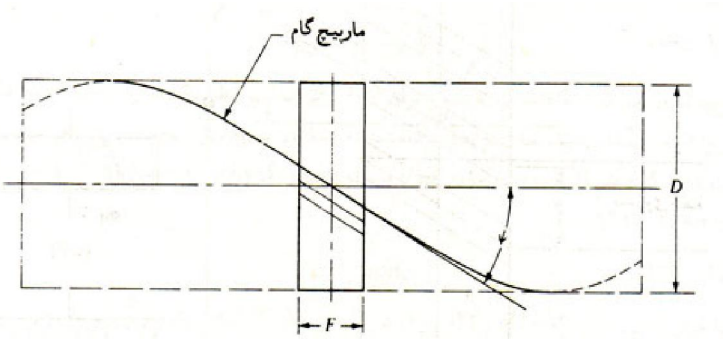
این سطح به یک اینولوت مارپیچی موسوم بوده و به طوری که نشان داده شد دارای اجزای متشکل از خط مستقیم می باشد. وقتی که یک جفت چرخ دنده مارپیچ موازی با هم درگیر می باشند، تماس بین دندانه های خطی درامتداد این اجزا می باشد. موقعی که دو چرخدنده ساده با یکدیگر مماس می شوند. تماس در کل عرض سطح صورت گفته حال آنکه در مورد چرخ دنده های مارپیچ تماس در یک انتها شروع و تدریجاً در امتداد دنده پیشروی می کند.

این مطلب در شکل (۲-۵) که درآن خطوط مستقیم a-a ، b-b ، c-c وغیره خطوط تماس متوالی را مشخص می کنند، نشان داده شده است.این تماس تدریجی درامتداد سطح دندانه موجب ضربه کمتر شده و بنابراین چرخ دنده های مارپیچی نسبت به چرخ دنده های ساده خیلی آرامتر عمل کرده، طول عمر بیشتر داشته و مقاومتر می باشد.



شکل ۲-۵ شکل دندانه هاب چرخ دنده های مارپیچ موازی

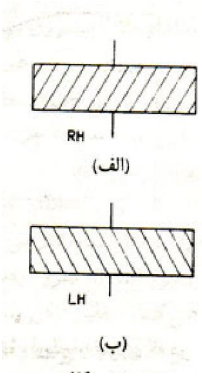
شکل (۲-٦) مارپیچ گام را که از برخورد دنده مارپیچی واستوانه گام به قطر D حاصل شده نشان می دهد. F پهنای سطح دندانه می باشد.یک صفحه افقی را که از محور استوانه عبور کرده در نظر می گیریم. آنگاه از نقطه ای که مارپیچ صفحه را سوراخ می کند، مطابق شکل مماسی بر مارپیچ می کشیم. زاویه ای که این مماس با صفحه افقی فوق می سازد به زاویه مارپیچ موسوم است.



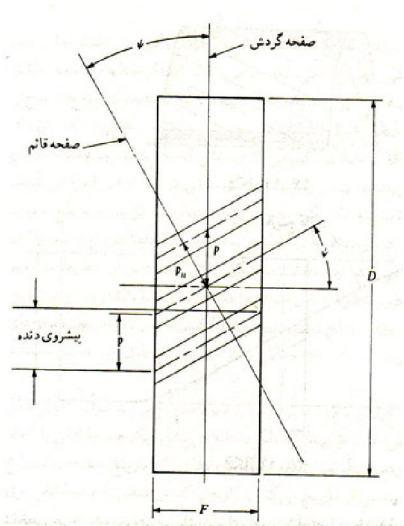
شکل ۲-٦ سطح تماس چرخ دنده های مارپیچ موازی

امتدادی که شیب دندانه های چرخدنده مارپیچ در راستای آن قرار می گیرند به شاخص چرخدنده معروف می باشد. برای تعیین شاخص چرخدنده مارپیچ به طوری که در شکل (۲-۷) نشان داده شده آن را بر روی میز یا زمین قرار دهید . اگر صعود شیب به طرف راست

باشد، شاخص آن راستگرد و اگر صعود شیب به طرف چپ باشد شاخص آن چپگرد است . چرخ دنده های مارپیچی که دو شفت موازی را به یکدیگر مربوط می کنند، دارای شاخصهای مخالف هم می باشند.

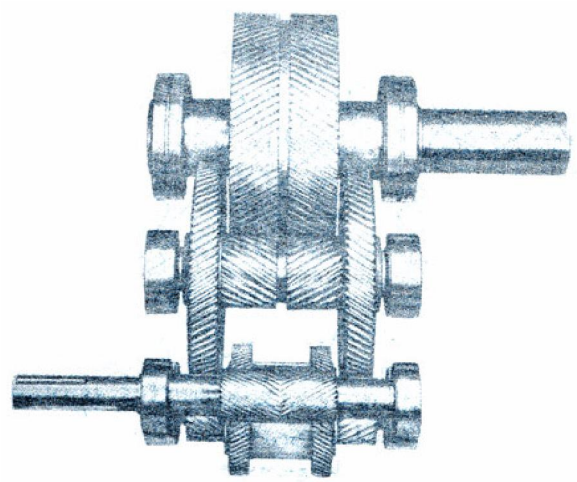


شکل ۲-۷ نمایی بالای چرخ دنده های مارپیچ موازی



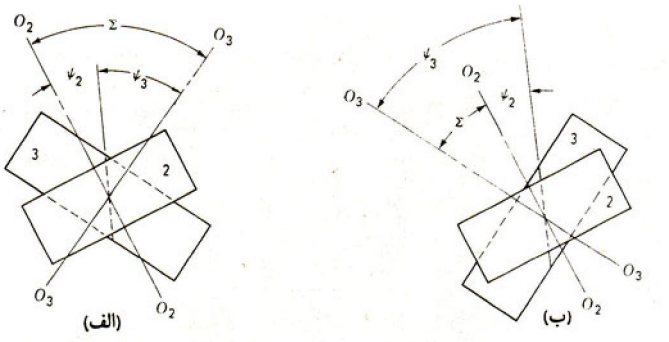
شکل ۲-۸ نحوه انتقال چرخ دنده های مارپیچ موازی

۲-۳ چرخ دنده های مارپیچی متقاطع



شکل ۲-۹ چرخ دنده های مارپیچی متقاطع

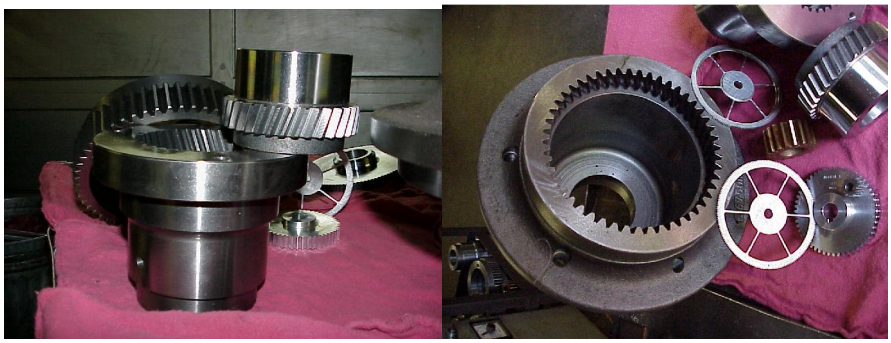
چرخ دنده های مارپیچی که برای انتقال قدرت بین دو شفت غیرموازی و غیر متقاطع مورد استفاده قرار می گیرند، به چرخدنده های مارپیچی متقاطع موسوم بوده و می توانند مطابق شکل (۲-۱۰) دارای شاخص هم جهت یا مخالف هم باشند. خط چین نشان دهنده یک دنده در پشت چرخدنده ۲ و یک دندانه در جلوی چرخ دنده ۳ میباشد.



شکل ۲-۱۰ نمای شماتیک چرخ دنده های مارپیچی متقاطع

سیلندرهای گام و دندانه های یک جفت چرخدنده موازی که دارای شاخص مخالف هم می باشند، دارای تماس خطی بوده و در امتداد اجزای دندانه هیچ لغزشی وجود ندارد. چرخدنده های یک جفت مارپیچ متقاطع به تنهایی همانند چرخدنده های مارپیچ موازی می

باشند. موقعی که چرخدنده های مارپیچ بر روی شفتهای غیر موازی درگیر شدند عملکرد دندانه ها مختلف خواهد بود. سیلندرهای گام و دندانه ها دارای تماس نقطه ای بوده ودر امتداد اجزای دندانه لغزش وجود خواهد داشت.



شکل ۲-۱۱ چرخ دنده های مارپیچی متقاطع

۲-٤ چرخدنده تک مارپیچ

از این چرخ دنده ها جهت انتقال حرکت در محورهای موازی و یا متنافر استفاده می شود .

راستای محور و دنده ها متفاوت است.

در این نوع چرخ دنده سر و صدای کمتری ایجاد می شود .

شکل ۲-۱۲ درگیری دو چرخدنده تک مارپیچ

به دلیل مایل بودن دنده ها در هنگام تماس نیروی زیـادی ایجـاد شـده در نتیجـه بایـد بلبرینگی انتخاب کرد که بتواند این نیرو را تحمل کند .

زاویه های مارپیچ برای مارپیچ انتقالی ۷/۵ ، ۱۵ ، ۲۳ ، ۳۰

وبرای چرخدنده های متنافر ٤٥

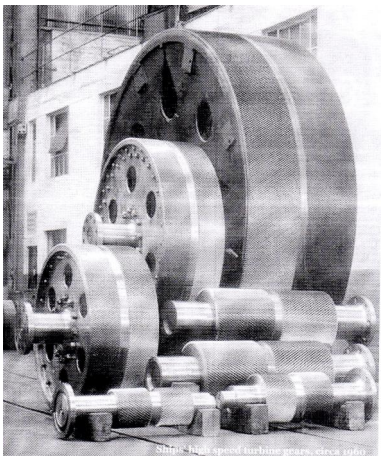
شکل ۲-۱۳ چرخدنده تک مارپیچ

۲-۵ چرخدنده های دومارپیچ

از دو مارپیچ پهلو به پهلـو تشـکیل شـده و جهـت راسـتگرد و چپگـرد آن دو مخـالف یکدیگر است .

کاربرد آنها در دستگاههای نورد غلتکی فولاد و چرخدنده تلمبه های دنـده ای و نیـز در دستگاههایی است که نتوانند رانش محوری را تحمل کنند .

معمولترین زاویه ۳۰ درجه و مشخصه گام آنها در جهت انتقالی است .



شکل ۲-۱٤ محل استفاده چرخ دنده دومارپیچ

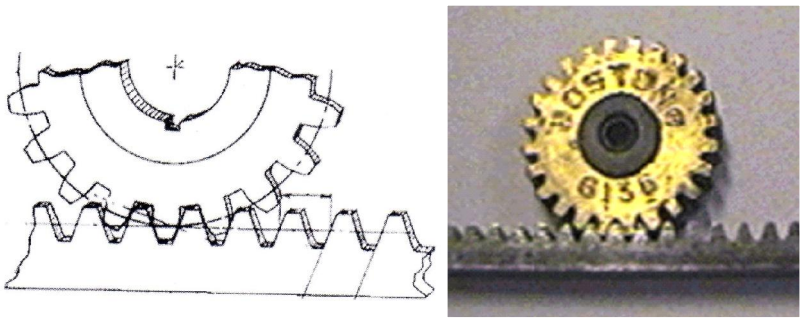
۲-٦ چرخدنده های شانه ای

از یک چرخدنده ساده و یک شانه تشکیل شده است .

بیشتر از نوع ساده هستند ولی می توانند مارپیچ یا دو مارپیچ هم باشند .

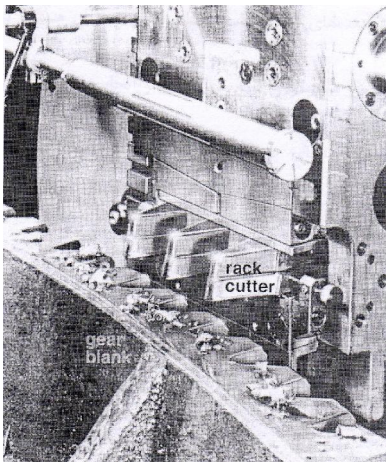
نوع تخت آنها در تبدیل حرکت دورانی به حرکت رفت و برگشتی بـه کـار مـی رود .

مانند دستگاه تراش.



شکل ۲-۱۵ حالت قرار گیری چرخ دنده شانه ای

کاربرد دیگر این چرخدنده ها در ابزار چرخدنـده تراشـی بـرای چرخدنـده هـای سـاده مارپیچ و دو مارپیچ است .



شکل ۲-۱۶ محل استفاده چرخ دنده شانه ای

۲-۷ جفت چرخ دنده حلزونی

در این جفت ، عضو گرداننـده (حلـزون) دارای پیکربنـدی رزوه پـیچ اسـت . محـور حلزون همواره نسبت بهمحور چرخ حلزون ۹۰ درجه قرار می گیرد .

جفت چرخ دنده حلزونی اگر خوب طراحی و ساخته شود عملکردی نرم و مشکل ارائه می دهد و می توان دامنه گسترده ای از نسبتهای چرخدنده را هم بـرای آن انتخـاب کـرد ولـی ملاحظاتی هست که باید آنها را برای عمر بهینه چرخدنده در نظر گرفت . برای مثال ،با زاویـه پیشروی زیاد مثلاً (۳۰ درجه) چرخدنده باید یطور مماسی هابکاری شود زیـرا بـا پیشـروی قائم هاب بخشی از رخساره فعال دندانه ها براده برداری می شود همچنین بهتـر اسـت کـه بـه زاویه های پیشروی بزرگتر زاویه های فشار بزرگتری اختصاص داده شود.

شکل ۲-۱۷ جفت چرخنده هیپویید

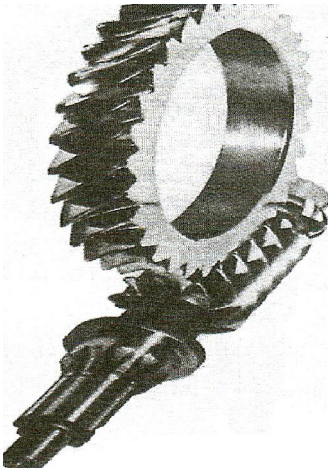
برای زاویه های پیشروی بزرگتر از ۳۰ درجه زاویه فشار ۲۵ درجه تا ۳۰ درجه و به همین ترتیب انتخاب موارد نیز بسیار اهمیت دارد . برنز اس.ای.ای ٦٥ با حدود ۱ درصد نیکل برای چرخ حلزون خوب است ، و در صورتیکه پیکربندی چرخ دنده باید ریخته گری چایشی یا ریخته گری گریز از مرکز شود .خود حلزون باید از فولاد ساخته و سخت (آبداده) شود و دندانه های آن سنگ بخورد .

چرخ حلزون باید به طور جانبی به گونه ای تنظیم شود که اثر تماس تکیه گاهی بر روی دندانه های آن با در نظر گرفتن جهت گردش حلزون به طرف « در حال خروج » دندانه ها بیرون از مرکز باشد.

دست آخر اینکه برای دستیابی به نتایج بهتر باید جفت چرخ دنده حلزونی را پس از مونتاژ در آغاز بدون بار و سپس به تدریج با افزایش بار تا پیدا شدن سطوح صیقل خورده بر روی دندانه ها آب بندی کرد .این کار در صورتیکه سطح اثر تکیه گاهی اولیه دندانه ها

رضایت بخش باشد ممکن است لازم نباشد ولی اگر کمتر از حدود ۵۰ درصد پهنای دندانه ها باشد می توان بدون آب بندی مشکلاتی پیش آید .

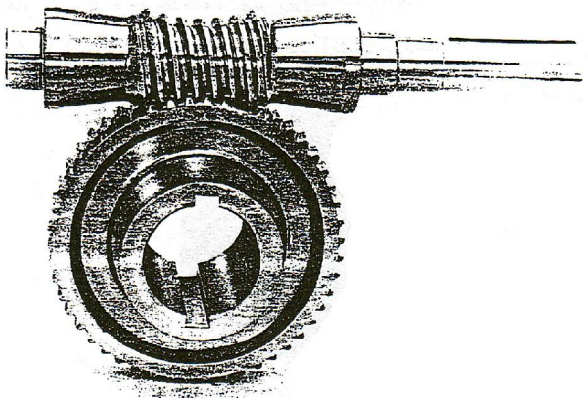
ظرفیت تحمل بار جفت جرخ دنده حلزونی را می توان با طراحی آن بر اساس معیارهای هندسی کنش پشتکردی افزایش داد .بهتر شدن خواص جفت چرخ دنده حلزونی ناشی از بزرگتر شدن بخش پشتکردی (صیقل زننده) طول مسیر تماس رزوه ودندانه است . این کار در جفت چرخ دنده های حلزونی بر خلاف تصوری که ممکن است بدواً از بحث اصلاح در موردچرخ دنده های ساده و مارپیچ به ذهن خطور کند با هابکاری کوچکتر از اندازه جرخ حلزون انجام می شود نه با بزرگتر ساختن حلزون گرداننده (یعنی افزایش قطر آن) .دلیل آن این است که رزوه های حلزون گرداننده صرف نظر از اندازه قطر آن دارای شکل دندانه چرخ دنده شانه ای هستند و بنابراین با افزایش قطر حلزون تنها زاویه پیشروی تغییر می کند ، نه کنش رزوه و دندانه بر روی هم.



شکل ۲-۱۸ نوع قرار گیری زوج چرخ دنده حلزونی

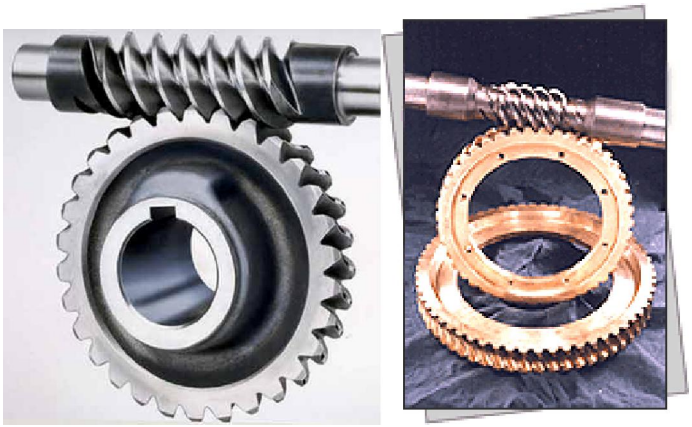
۲-۸ جفت چرخ دنده حلزونی دوپوش

در جفت چرخ دنده حلزونی دوپوش حلزون به صورت حباب ساعت شنی شکل داده می شود و به همین دلیل نسبت به حلزونهای معمولی با تعداد دندانه بیشتری از جرخ حلزون در تماس خواهد بود . این نوع جفت نسبت به جفت چرخ دنده حلزونی معمولی با اندازه های یکسان توان را انتقال می دهد ولی در سرعت های بالا گرمای بیشتری تولید می کند و به علاوه زمان مونتاژش هم طولانی تر است ، زیرا تنظیم محوری و جانبی حلزون دوپوش دشوارتر از حلزون های معمولی است.



شکل ۲-۱۹ نوع قرار گیری چرخ دنده حلزونی

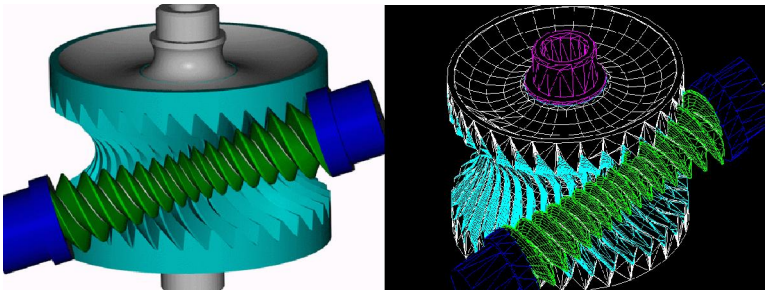
چرخ دنده های حلزونی زمانی مورد استفاده قرار می گیرند که نیاز به دنده کاهشی بزرگی باشد.



شکل ۲-۲۰ نوع قرار گیری چرخ دنده حلزونی

۲-۹ موارد کاربرد چرخ دنده های حلزونی

- دیفرانسل توربین
- نقاله مکانیکی
- پمپ های چرخ دنده حلزونی
- بتونیر مخازن دوار



شکل ۲-۲۱ نوع قرار گیری چرخ دنده حلزونی

۲-۱۰ چرخ دنده مخروطی:

همانطور که از اسم این چرخدنده پیداست دندانه ها در این چرخدنده ها بـر روی یـک مخروط ناقص قرار می گیرند که اگر ادامه یابند در رأس مخروط یکدیگر را قطع می کنند.

این نوع چرخدنده در تقسیم بندی انواع چرخدنده ، در دسته محور متقاطع ها می باشند . زاویه در گیری در این نوع چرخدنده ها معمولاً ۹۰ در جه می باشد ، ولـی بـرای هـر زاویـه دیگری نیز می تواند طراحی شوند .

۲-۱۱ انواع چرخدنده های مخروطی :

۱- با دندانه های مستقیم

۲- با دندانه های مارپیچ

۳- چرخدنده مخروطی نوع دندانه مستقیم

چرخدنده نوع مخروطی دندانه مستقیم برای انتقال حرکت میان دو محور متقـاطع بکـار می رود که زاویه معمول بین دو شفت نود درجه می باشد .

دندانه ها در این نوع چرخ دنده مستقیم اند و موازی یال پدید آورنده محورنـد کـه اگـر ادامه یابند در رأس مخروط یکدیگر را قطع مـی کننـد و دو نیـروی محـوری و شـعاعی را بـه باتاقان وارد می کنند .

این نوع چرخدنده مخروطی همان مشکلات چرخدنده ساده را دارند .

۲-۱۲ چرخدنده مخروطی نوع دندانه مارپیچ

شکل ۲-۲۲ چرخدنده مخروطی نوع دندانه مارپیچ

چرخدنده های مخروطی مارپیچی نیز همانند چرخ دنده های مخروطی دندانه مستقیم برای انتقال حرکت از دو محور متقاطع که زاویه بین آنها ۹۰ درجه است بکار می روند .

دندانه ها در این جا به صورت منحنی هستند و نسبت به یال پدید آورنده مخروط زاویه دارند .

در جایی که نیاز به انتقال گشتاور بالا در سرعتهای بالاتر از چرخدنده های مخروطی که دندانه های آن به صورت مارپیچ هستند ، می توان از این نوع چرخدنده استفاده کرد ،زیرا دندانه ها کاملاً در هم درگیر شده که در نتیجه می توانند قدرت و سرعت بیشتری را تحمل نمایند .

۲-۱۳ کاربرد چرخدنده های مخروطی :

در جایی که نیاز به تعویض جهت انتقال قدرت و گشتاور (مانند دیفرانسیل اتومبیل) استفاده می شود .

یکی از کاربردهایی که می توان اشاره کرد در دلرهای دستی می باشد .توسط این چرخدنده در این دلرها ،قدرت تولیدی (گشتاور) ، در جهت مورد نظر انتقال داده می شود.

شکل ۲-۲۳ استفاده از چرخ دنده مخروطی برای تولید گشتاور

۲-۱٤ معایب و مزایای چرخدنده های مخروطی :

مزایای آن:

- برای عوض کردن جهت دلخواه حرکت از چرخ دنده می توان استفاده کرد .

معایب آن:

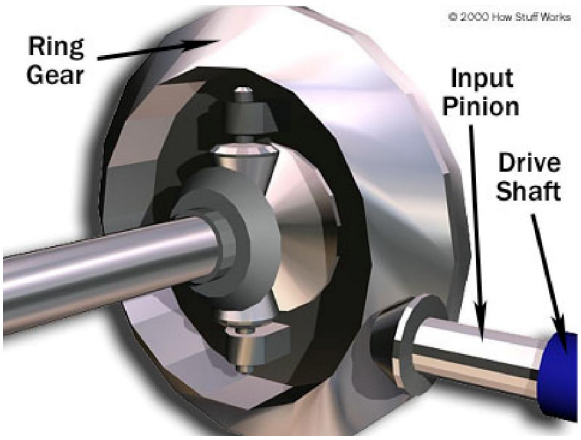
۱- مونتاژ آنها کار نسبتاً سختی است .

۲- در حالت جفت طراحی می شوند ، یعنی اینکه فقط با جفت خود کار می کنند .

۳- در حالت شفتهای موازی نمی توان از آنها استفاده کرد .

٤- در نوع دندانه مستقیم ، همانند چرخدنده های ساده ، در سرعتهای بالا سر و صدای زیادی تولید می کنند .

۲-۱۵ چرخدنده های هیپوییدی



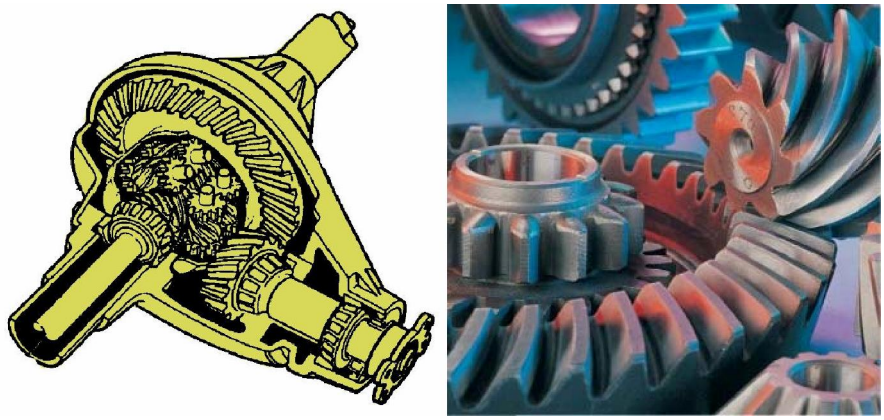
شکل ۲-۲٤ چرخ دنده هیپویید

همانطور که از شکل معلوم می باشد ، همانند چرخدنده های مخروطی می باشد ، با این تفاوت که محور های این چرخدنده ها متنافر می باشند .

۲-۱۶ کاربرد چرخدنده های هیپوییدی

کاربرد بارز این چرخدنده ها در دیفرانسیل ماشینها می باشد .

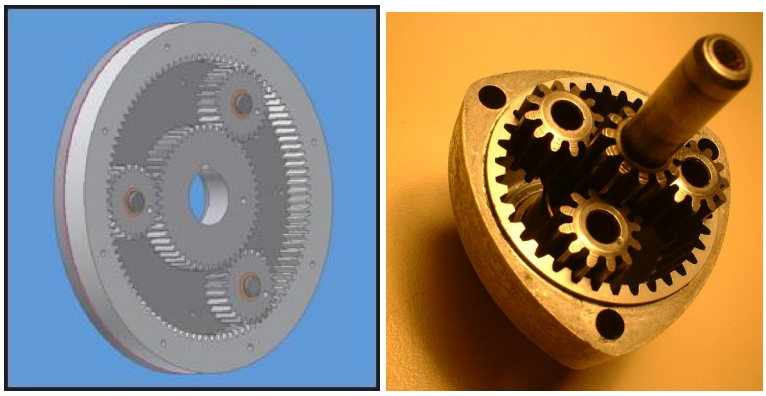
همانطور که دیده می شود شفت ورودی پایین تر از محور چرخدنده می باشد که این باعث می شود که فضای بیشتری به سرنشینان اتومبیل اختصاص یابد.



شکل ۲-۲۵ شکل قرار گیری چرخ دنده هیپویید

۲-۱۷ جعبه دنده ها (چرخ دنده های خورشیدی)

معمولترین این نوع چرخدنده ها در جعبه دنده های موازی- محوری سیاره ای و دیفرانسیل های چرخ دنده شیبدار مورد استفاده قرار میگیرد. نمونه ای از کاربرد این جعبه دنده ها را در شکل میبینید.



شکل ۲-۲۵ چرخ دنده های خورشیدی

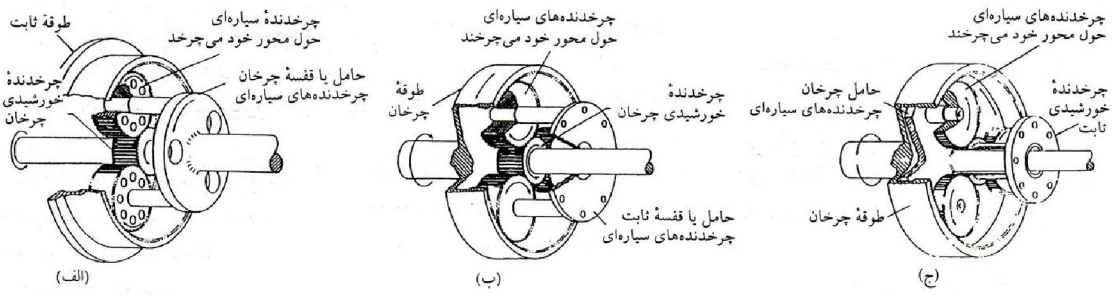
یک سیستم دنده سیارهای مشتمل بر سه عضو اصلی میباشد:

۱- دنده خورشیدی

۲- دنده رینگ داخلی

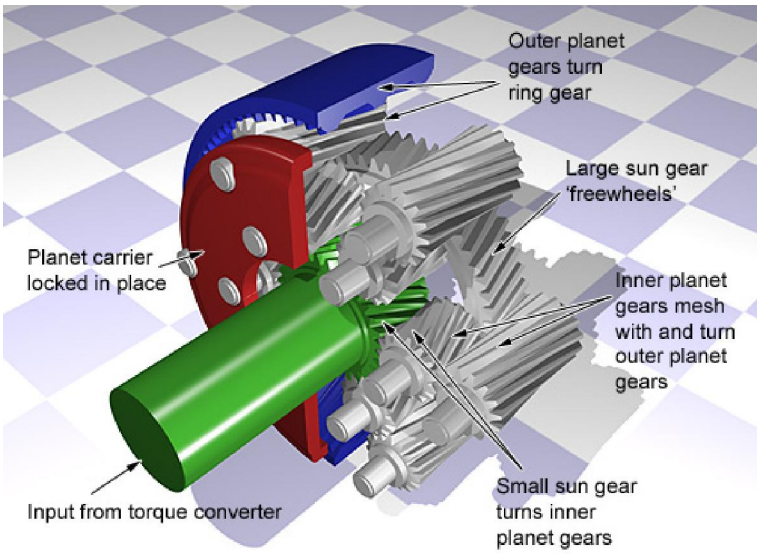
۳-مجموعه حمل کننده دنده سیاره ای یا کریر

جعبه دنده های محور موازی سیاره ای متشکل از یک چرخ دنده خورشیدی در وسط و دو یا چند چرخ دنده سیاره ای دیگر و طوقه یا قفسه است که با یکدیگر درگیر می باشند.

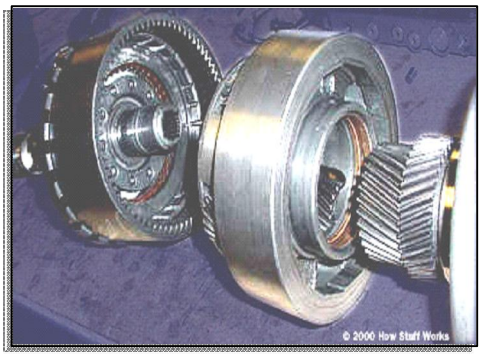


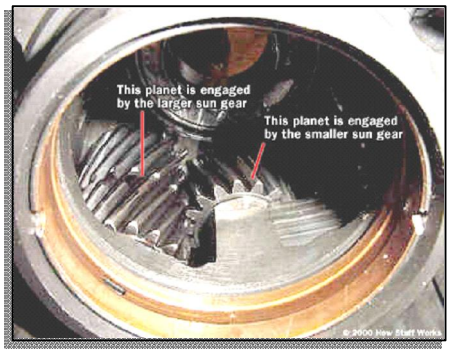
شکل ۲-۲۶ جعبه دندهای خورشیدی ساده

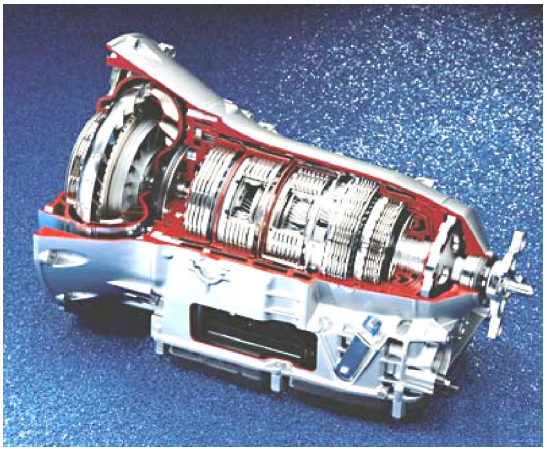
الف)چرخ دنده سیاره ای ب)چرخ دنده ستاره ای ج) چرخ دنده خورشیدی



شکل ۲-۲۷ این نوع چرخ دنده ها در گیربکس های خودکار خودروها و دستگاه رانشگر پروانه هواپیما و رانشگر های دیگر از این قبیل کاربرد دارد.







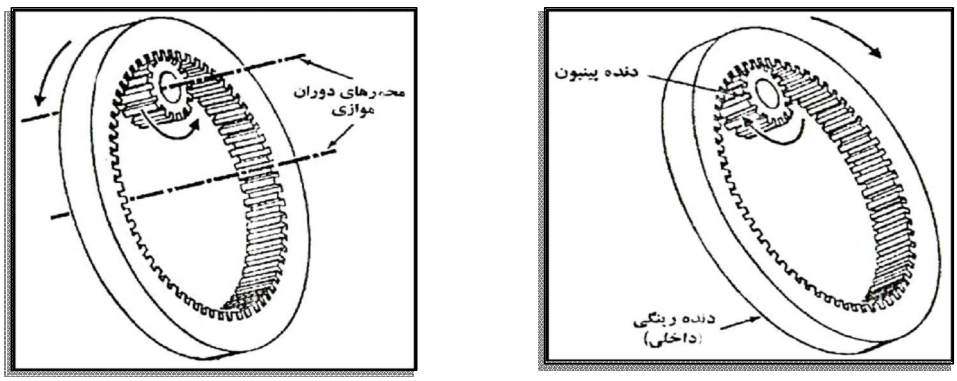
شکل ۲-۲۸ گیربکس اتوماتیک خودروی مرسدس بنز Clk

۲-۱۸ نوع چرخ دنده های بکار رفته در جعبه دنده خورشیدی

۱- دنده های مستقیم و مورب خارجی چرخ دنده خورشیدی و سیارهای

طرح دنده های مستقیم طوری است که در لحظه فقط یک جفت دندانه با هم درگیر می شوند. دندانه ها یکی پس از دیگری با هم تماس داشته و طول تماس دندانه ها در هر لحظه با عرض دندانه ها برابر است. این عوامل ظرفیت حمل بار دنده های مستقیم را کاهش میدهـد و در حین کار موجب تولید صدای اضافی میشود. ام در طرح دندانه های مورب برش دندانه هـا دارای زاویه با محور دنده است که این امر امکان تماس یک دنده و نیم را در هر لحظه فـراهم می کند و در نتیجه در گیری تدریجا صورت می گیرد. و دنده های مورب از دنده های مستقیم تر مقاوم تر است.

۲- دنده های مستقیم و مورب داخل در چرخ دنده های رینگی یا طوقه

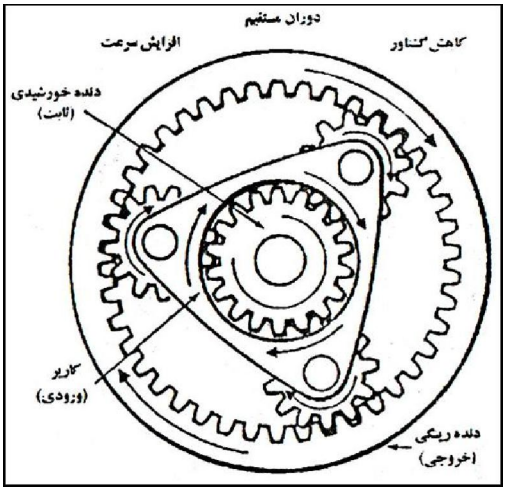


شکل ۲-۲۹ چرخ دنده های رینگی یا طوقه

۲-۱۹ طرز کار مجموعه دنده سیاره ای

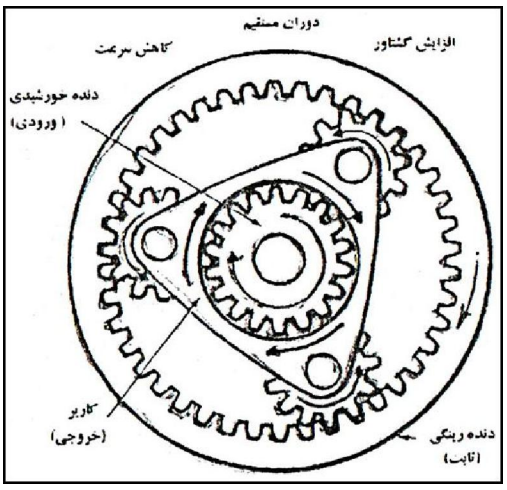
(دنده کاهش سرعت)

روش اول:



شکل ۲-۳۰ ۱-دنده رینگی ورودی-۲-دنده خورشیدی ثابت-۳-کریر خروجی

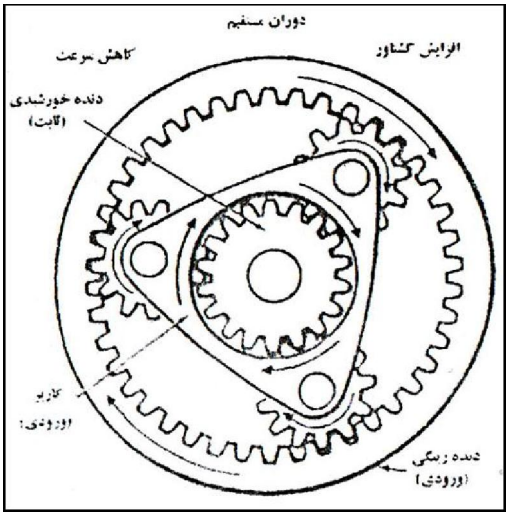
روش دوم:



شکل ۲-۳۱ ۱-دنده خورشیدی ورودی-۲-دنده رینگی ثابت-۳-کریر خروجی

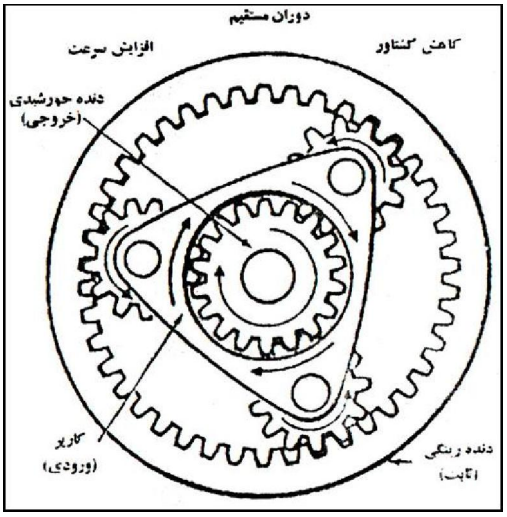
(اوردرایو)

روش اول:



شکل ۲-۳۲ ۱- کریر ورودی-۲-دنده رینگی ثابت-۳- دنده خورشیدی خروجی

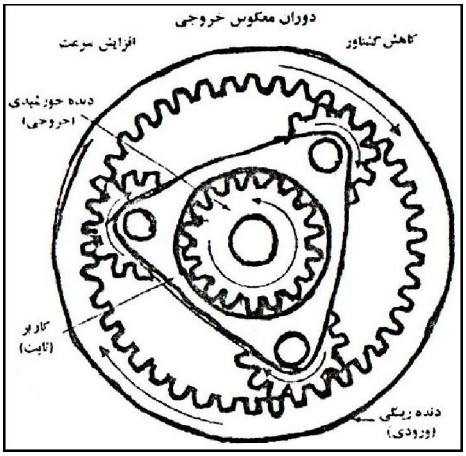
روش دوم:



شکل ۲-۳۳ ۱- کریر ورودی-۲- دنده خورشیدی ثابت-۳- دنده رینگی خروجی

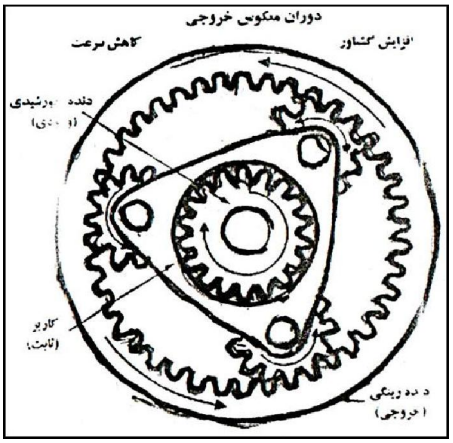
(حالت معکوس)

روش اول:



شکل ۲-۳٤ ۱- کریر ثابت-۲- دنده رینگی ورودی-۳- دنده خورشیدی خروجی

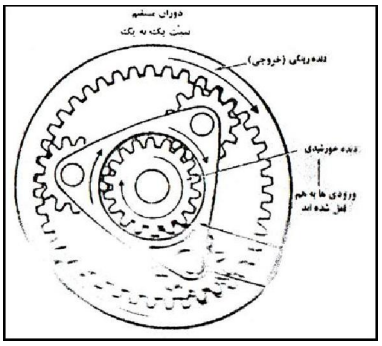
روش دوم:



شکل ۲-۳۵ ۱- دنده خورشیدی ورودی-۲- کریر ثابت-۳- دنده رینگی خروجی

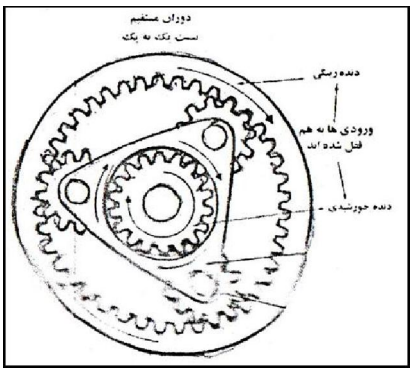
(حرکت مستقیم)

روش اول:



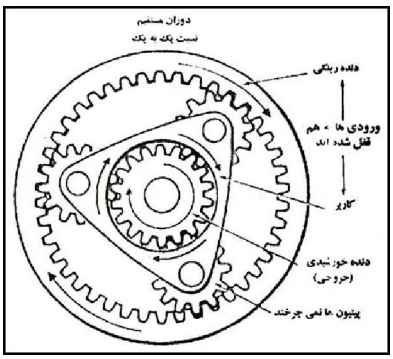
شکل ۲-۳۶ ۱- دنده خورشیدی و رینگی ورودی-۲-کریر خروجی

روش دوم:



شکل ۲-۳۷ ۱-دنده خورشیدی و کریر ورودی-۲-دنده رینگی خروجی

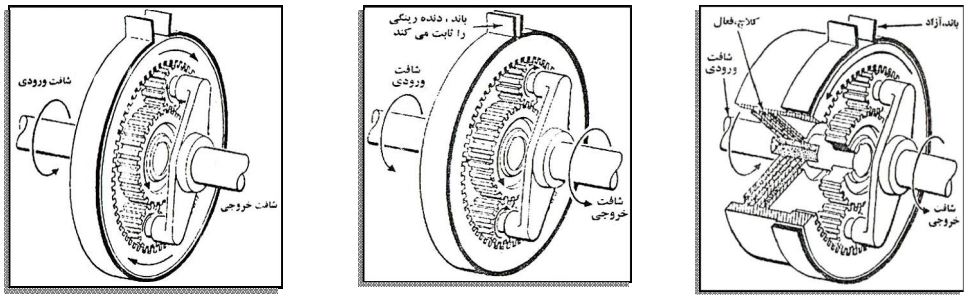
روش سوم:



شکل ۲-۳۸ ۱- دنده رینگی و کریر ورودی-۲- دنده خورشیدی خروجی

(حالت خلاص)

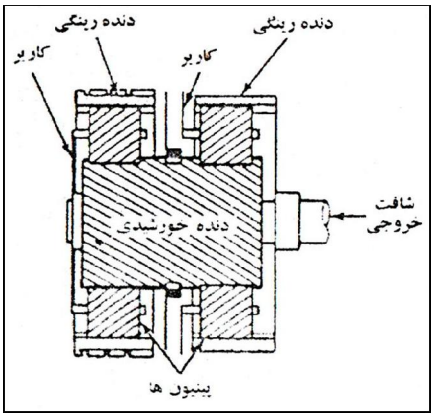
اگر هر کدام از عضو های مجموعه سیاره ای بچرخد اما هیچکـدام از آنهـا نگـه داشـته شود خروجی وجود نخواهد داشت. با استفاده از یک مجموعه دنده سیاره ای یک باند ترمـز و یک کلاچ در واقع یک گیربکس اتوماتیک با حالتهای خلاص- سنگین و سبک طراحـی کـرده ایم.



شکل ۲-۳۹ حالت خلاص

۲-۲۰ سیستم های دنده سیاره ای کمپوند

این سیستم مجموعه ای از چندین گیـربکس سـیاره ای اسـت کـه بـرای فـراهم کـردن ترکیبهای گوناگون و اضافی کاهش دور- حرکت مستقیم – افزایش دور و حرکت معکوس در کنار هم قرار گرفته اند. رایج ترین سیستم دنده سیاره ای کمپوند مجموعه سیمپسون است. این سیستم شامل دو مجموعه دنده سیاره ای است که یک دنده خورشیدی مشترک دارند.



شکل ۲-۴۰ سیستم های دنده سیاره ای کمپوند

۲-۲۱ طرز کار گیربکس اتوماتیک

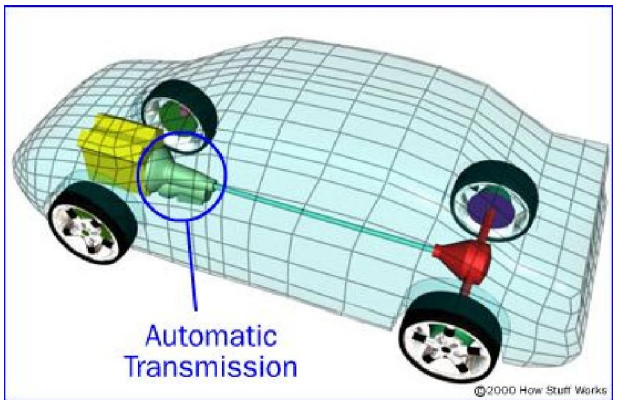
اگر شما یک ماشین با گیربکس اتوماتیک رانده باشید ، بنابراین شما دو تفاوت بـزرگ بین گیربکس های اتوماتیک و گیربکس های دستی را می شناسید :

خودرو های دارای گیربکس اتوماتیک پدال گاز ندارند .

خودرو های دارای گیربکس اتوماتیک مکانیسم تعویض دنده(دسته دنده) ندارند . یک بار شما جعبه دنده را در حالت drive قرار می دهید ، همه چیز ها دیگـر خودکـار عمـل مـی کند.

هر دو ، گیربکس اتوماتیک (بعلاوه تورک کنورتور) و گیـربکس دسـتی (بـا کـلاچ) دقیقاً مانند هم عمل می کنند ، اما از راه های کاملاً متفاوت . نتیجه آن که راه های که گیربکس اتوماتیک برای تعویض دنده انجام می دهد کاملاً شگفت انگیز است .

۲-۲۲ محل قرار گرفتن گیربکس اتوماتیک



شکل ۲-۴۱ محل قرار گرفتن گیربکس اتوماتیک

ما در این قسمت طرز کار گیربکس اتوماتیک را خواهیم گفت . ابتدا با اساس کلی سیستم شروع می کنیم.

بنابراین ما چگونگی درگیر کردن گیربکس (دنده ها) خواهیم دید ، و چگونگی کنترل کار آنرا خواهیم آموخت و در مورد ریزه کاریهای پیچده مربوط به کنترل گیربکس بحث خواهیم کرد.

درست مثل جعبه دنده های دستی ، کار اولیه گیربکس های اتوماتیک این است که به موتور(که دارای دامنه محدود سرعت است) اجازه می دهد که سرعت خروجی آن دامنه وسیعی داشته باشند .

خودرو ها بدون گیربکس محدود به یک نسبت انتقال دور می باشند ، این نسبت که قابل انتخاب است و به خودرو اجازه می دهد که با حداکثر سرعت مطلوب طی مسیر کند . اگر حداکثر سرعت ۸۰ مایل می خواهید ، پس باید انتقال دور شما شبیه دنده سه گیربکس های دستی خودرو ها باشد .

شما احتمالاً در حین رانندگی با خودرو های دارای جعبه دنده دستی فقط از دنده سه استفاده نمی کنید و اگر هم این کار را بکنید شتاب مورد نظرتان را در هنگام شذروع حرکت نخواهید داشت . و در سرعت های بالا نیز ، موتور زوزه ای طولانی خواهد داشت (اگر عقربه نشان دهنده دور موتور نزدیک خط قرمز شود) در این حالت موتور خودرو به زودی فرسوده می شود و تقریباً غیر قابل رانندن است.

بنابراین دنده های گیربکس تاثیر بیشتر یر گشتاور موتور دارد و موتور کار خود را با سرعت مناسبی ادامه می دهد .

تفاوت اساسی بین گیربکس های اتوماتیک و دستی این است که گیربکس دستی با درگیر و آزاد کردن مجموعه دنده های مختلف به شفت خروجی نسبت انتقال دور های متفاوتی می دهد. در حالی که در گیربکس اتوماتیک با همان مجموعه از دنده ها همه نسبت انتقال دور های متفاوت را می دهد . مجموعه دنده های سیاره ای وسیله ای است که این کار ها را در گیربکس اتوماتیک مقدور می کند .

اکنون چگونگی کار مجموعه دنده های سیاره ای را خواهیم دید .

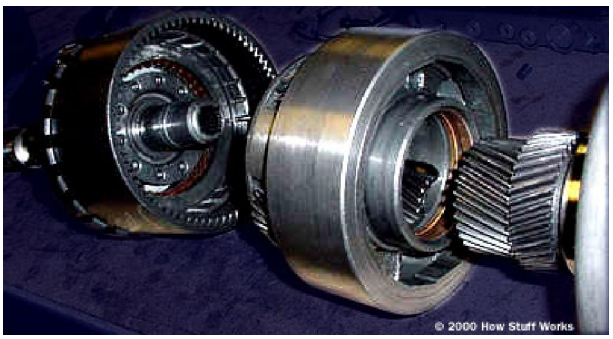
۲-۲۳ مجموعه دنده های سیاره ای و نسبت انتقال دور

وقتی جعبه دنده اتوماتیک را باز کرده و به داخل آن نگاه می کنیم . مجموعه ای عظیم از اجزای مختلف را در فضای نسبتاً کوچکی می بینیم . از جمله چیزهای دیگرکه شما می‌بینید:

- مجموعه مبتکرانه دنده های سیاره ای

- جموعه ای از باند ها که اجزای مختلف مجموعه دنده ها را قفل می کند
- مجموعه ای متشکل از سه صفحه کلاچ تر که قسمت های دیگر از مجموعه دنـد ها را قفل می کند .
- یک سیستم هیدرولیک شگفت انگیز که کلاچ ها و باندها را کنترل می کند
- یک پمپ دنده ای بزرگ که روغن را در اطراف گیربکس به حرکت در می آورد .

مجموعه دنده های سیاره ای مرکز توجه (قلب) گیربکس هـای اتوماتیـک اسـت . کـه اندازه ی آن به مانند یک طالبی است . این یک قسمت ، همه نسبت های انتقـال دور را کـه در یک گیربکس اتوماتیک قابل تولید است به وجود می آورد . همه قسمت های دیگر که در آنجا هستند به مجموعه دنده های سیاره ای کمک می کنند که این کار ها را انجام بدهد .



شکل ۲-۴۲ از چپ به راست : دنده رینگی(کرانویل) ، حامل سیار ه ای و دو مجموعه دنده خورشیدی

هر مجموعه دنده های سیاره ای متشکل از سه قسمت اصلی است :

- دنده خورشیدی
- دنده های سیاره ای و حامل دنده های سیاره ای
- دنده رینگی

هر یک از این سه قسمت می توانند ورودی ، خروجی یا می توانند ثابت نگه داشته شوند . انتخاب هر قطعه نقشی را بازی می کند که نسبت انتقال دور برای مجموعه دنده ها را تعیین می کند . اجازه دهید به یک مجموعه دنده های سیاره ای نگاه کنیم .

یکی از مجموعه دنده های سیاره ای گیربکس ما یک دنده رینگی با ۷۲ دندانه و یک دنده خورشیدی با ۳۰ دندانه دارد . ما می توانیم نسبت های انتقال دور خیلی متفاوتی را از این مجموعه دنده ها داشته باشیم .

جدول ۲-۱ :نسبت های تبدیل دور

Input	**Output**	**Stationary**	**Calculation**	**Gear Ratio**
Sun (**S**)	Planet Carrier (**C**)	Ring (**R**)	1 + R/S	3.4:1
Planet Carrier (**C**)	Ring (**R**)	Sun (**S**)	1 / (1 + S/R)	0.71:1
Sun (**S**)	Ring (**R**)	Planet Carrier (**C**)	-R/S	-2.4:1

هم چنین با قفل شدن دو قسمت از سه قسمت (دنده خورشیدی ، دنده رینگی و حامل سیاره ای) در یک دیگر ، تمام قسمت ها با کاهش دنده ای ۱:۱ قفل خواهد شد .

توجه کنید که اولین نسبت انتقال دور که در بالا لیست شده یک نسبت انتقال دور کاهشی است . یعنی سرعت شفت خروجی نسبت به سرعت شفت ورودی آرام تر است . دومی اوردرایو است یعنی سرعت شفت خروجی سریعتر از سرعت شفت ورودی است . آخری هم نسبت انتقال دور کاهشی است اما جهت شفت خروجی معکوس شده است . چندین نسبت دور دیگری نیز می تواند در این مجموعه دنده های سیاره ای تولید شود . نسبت انتقال دور های دیگری نیز وجود دارد که برای گیربکس اتوماتیک ما مناسب است .

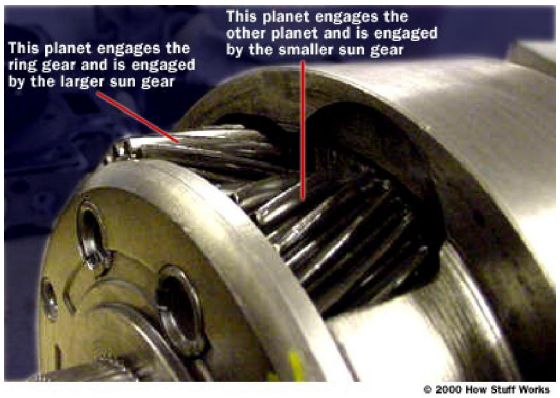
بنابراین یک مجموعه می تواند همه این نسبت های انتقال دور را تولید کند بدون این که از هر دنده دیگر ، درگیر یا خلاص شود . با دو عدد از این مجموعه دنده ها در یک راستا ،ما می توانیم چهار دنده جلو و یک دنده عقب (معکوس) از گیربکس مان را داشته باشیم . ما در قسمت بعدی دو مجموعه دنده را باهم درگیر می کنیم .

۲-۲٤ اجزای مجموعه دنده های سیاره ای

این گیربکس اتوماتیک از مجموعه دنده هایی استفاده می کند که ترکیب ترکیب مجموعه دنده های سیاره ای نامیده می شود، آن شبیه یک مجموعه دنده سیاره ای منفرد است اما مانند دو مجموعه سیاره ای ترکیب شده(متحد) عمل می کند . آن یک دنده رینگی دارد که همیشه خروجی گیربکس است . اما آن دو دنده خورشیدی و دو مجموعه دنده سیاره ای دارد.

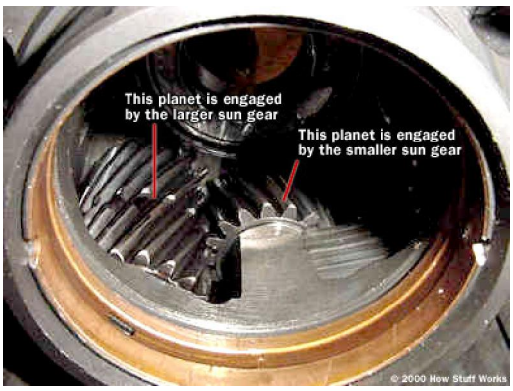
شکل زیر نشان دهنده سیاره ای در حامل سیاره ای است . توجه کنید که سیاره ای سمت راست پایین تر از سیاره ای سمت چپ جای داده شده . سیاره ای سمت راست با دنده

رینگی درگیر نیست ، آن با سیاره ای های دیگر درگیر است . تنها سیاره ای سمت چپ با دنده رینگی درگیر است .



شکل ۲-۴۳ سیاره ای در حامل سیاره ای خورشیدی

در شکل بعدی شما داخل حامل سیاره ای را می توانید ببینید . دنده های کوچکتر ، تنها با دنده خورشیدی کوچکتر درگیر شده اند . سیاره ای های بزرگتر با دنده خورشیدی بزرگتر و سیاره ای کوچکتر درگیر شده است.



شکل ۲-۴۴ نمای درونی حامل سیاره ای

۲-۲۵ دنده های گیربکس اتوماتیک

دنده یک

در دنده یک ، دنده خورشیدی کوچک در جهت عقربه های ساعت توسط توربین تورک کونورتور چرخانده می شود. حامل سیاره ای سعی می کند در خلاف جهت عقربه های ساعت بچرخد ، اما آن توسط کلاچ یک طرفه(که تنها مجاز است در جهت عقربه های ساعت بچرخد) نگه داشته می شود و دنده رینگی شفت خروجی را می چرخاند . دنده کوچک ۳۰ دندانه دارد و دنده رینگی ۷۲ دندانه دارد، بنابراین نسبت انتقال دو زیر را داریم :

Ratio = -R/S = - 72/30 = -2.4:1

بنابراین نسبت انتقال دور 2.4:1 یک انتقال دور منفی است ، یعنی این که جهت خروجی بر خلاف جهت ورودی است . اما در حقیقت جهت خروجی همان جهت ورودی است . مجموعه سیاره ای اول با مجموعه سیاره ای دوم درگیر می شوند و مجموعه دوم دنده رینگی را می چرخاند ؛این ترکیب جهت را عوض (معکوس) می کند . شما می توانید ببینید که هم چنین آن موجب چرخش دنده خورشیدی بزرگ می شود ؛ اما موجب آزاد شدن کلاچ می شود ، دنده خورشیدی بزرگ در خلاف جهت توربین آزادانه می چرخد (در خلاف جهت عقربه های ساعت)

دنده دو

این گیربکس بعضی قسمت ها را هماهنگ می کند تا این که نسبت مورد نیاز برای دنده دو را بدست بیاورد . آن شبیه دومجموعه دنده سیاره ای اند عمل می کنـد کـه بـا یـک حامـل سیاره ای مشترک به همدیگر وصل شده اند .

در مرحله اول حامل سیاره ای ، دنده خورشیدی بزرگ را به عنوان دنده رینگی بـه کـار می گیرد . بنابراین مرحله اول شامل خورشیدی (دنده خورشیدی کوچکتر) حامـل سـیاره ای و دنده رینگی (دنده خورشیدی بزرگتر).

دنده خورشیدی کوچکتر ورودی ، دنده رینگی(دنده خورشیدی بزرگتر) ثابت (توسـط باندها نگه داشته شده) و حامل سیاره ای خروجی است . در این مرحله دنـده خورشـیدی بـه عنوان ورودی ، حامل سیاره ای به عنوان خروجی و دنده رینگی ثابت ، این فرمول آن است :

1 + R/S = 1 + 36/30 = 2.2:1

برای هردور چرخش دنده خورشیدی کوچک ، حامل سیاره ای 2.2 بار مـی چرخـد . در مرحله دوم حامل سیاره ای به عنوان ورودی برای مجموعه سیاره ای دوم عمـل مـی کنـد . دنده خورشیدی بزرگ (که ثابت نگه داشته شده) به عنوان خورشیدی عمل می کنـد و دنـده رینگی به عنوانخروجی عمل می کند ، بنابراین نسبت دور زیر به وجود می آید :

1 / (1 + S/R) = 1 / (1 + 36/72) = 0.67:1

برای کاهش دور دنده دوم ، ما مرحله اول را در مرحله دوم ضـرب مـی کنـیم 2.2 x 0.67 تا به نسبت دور کاهشی 1.47:1 برسیم . آن ممکن اسـت صـدای ناراحـت کننـده ای (مضحک) ایجاد کند ،در حالی که کار می کند .

دنده سه

بیشتر گیربکس های اتوماتیک در دنده سه نسبت انتقال دور ۱:۱ دارند . شما از بخش های قبلی به یاد دارید برای ایجاد نسبت دور خروجی ۱:۱ باید دو قسمت از سه قسمت مجموعه دنده های سیاره ای قفل شوند . این ترتیب قرار گرفتن دنده ها ساده تر است . با درگیرشدن کلاچ دنده خورشیدی با توربین قفل می شود .

اگر هر دو دنده خورشیدی در یک جهت بچرجند ،حامل سیار ه ای قفل می شود . زیرا آنها می توانند تنها در جهت مخالف بچرخند . این دنده رینگی را با سیاره ای قفل می کند و موجب می شود مانند یک چیز واحد بچرخد و نسبت ۱:۱ تولید کند .

اوردرایو

با این تعریف ، اور درایو یعنی شفت خروجی سریع تر از شفت ورودی می چرخد . این یک افزایش سرعت است. در این گیر بکس به کاربردن اوردرایو دو چیز را در یک زمان انجام می دهد. اگر مقاله تورک کنورتور را خوانده باشید ، نحوه قفل شدن آن می آموزید . به منظور افزایش بازده ، بعضی خودرو ها مکانیزم قفل تورک کنورتور دارند برای این که خروجی موتور مستقیماً وارد گیربکس شود .

در این گیربکس موقعی که از اوردرایو استفاده می کنیم ، شفتی که به پوسته تورک کنورتور (که به فلایویل موتور پیچ شده) متصل شده ، به وسیله کلاچ به حامل سیاره ای وصل می شود . دنده خورشیدی کوچک آزادانه می چرخد (خلاص می چرخد) ، دنده خورشیدی بزرگ توسط باند های اوردرایو نگه داشته می شود . چیزی به توربین متصل نیست

، تنها ورودی از پوسته کنورتور است . دوباره به جدول قبلی بر می گردیم . این بار حامل سیاره ای ورودی ، دنده خورشیدی ثابت و دنده رینگی خروجی است .

Ratio = 1 / (1 + S/R) = 1 / (1 + 36/72) = 0.67:1

بنابراین شفت خروجی گیربکس برای هر دو سوم چرخش میل لنگ ، یک دور می چرخد . اگر موتور ۲۰۰۰ دور در دقیقه بچرخد ، خروجی گیربکس با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه می چرخد . این به راننده خودرو اجازه می دهد که با سرعت بزرگ راه (زیاد) حرکت کند در حالیکه موتور با دور آرام تری کار می کند .

دنده عقب

دنده عقب خیلی شبیه به دنده یک است ، با این تفاوت که به جای دنده خورشیدی کوچک که توسط توربین تورک کنورتور رانده می شود ، دنده خورشیدی بزرگ رانده می شود و دنده خورشیدی کوچک در جهت مخالف ، خلاص می چرخد . حامل سیاره ای توسط باند های دنده عقب نگه داشته می شود . بنابراین طبق تساوی ، ما از صفحه قبل داریم :

Ratio = -R/S = 72/36 = 2.0:1

بنابراین نسبت انتقال دور در دنده عقب اندکی کمتر از حالت دنده یک در این گیربکس است .

فصل ۳

روشهای ساخت چرخ دنده

چرخ دنده ها وچرخ دنده تراشی:

در میان چرخ دنده ها ساده ترین و پرکاربرد ترین نوع چرخ دنده ی ساده است که دندانه های آن راست هستند و به موازات محور دوران تراشیده می شوند. همه گونه های دیگرچرخ دنده، مخروطی، مارپیچ ، پیچ ها و دنده های حلزونی شکل تغییر یافته و اصلاح شده ی چرخ دنده ساده هستند . اصول اساسی یا اصولی که دندانه های چرخ دنده بر اساس آنها شکل داده می شوند عملا در همه گونه های چرخدنده یکسان است.

۳-۱ تکامل دندانه های چرخ دنده:

ساختار منحنی به کار رفته برای رخساره ی دندانه باید به گونه ای باشد که هنگام درگیر شدن دو چرخ دنده نسبت سرعت یکنواختی به دست آید.

شکل دندانه ی چرخ دنده ها بر اساس نظامی که برای تولید آنها به کار می رود تغییر میکند.دو نظامی که معمولا به کار می رود عبا رتند از : ۱)اینولوت و ۲) سیکلوییید.

منحنی اینولوت تقریبا منحصرا برای رخسا ره دندانه ی چرخدنده به کار می رود. شکل منحنی اینولوت به قطر دایره ی مبنا که مولد منحنی به شمار می آید بستگی دارد. این منحنی مکان هندسی نقطه ای از ریسمان راست و کشیده ای است که از روی پیرا مون دایره ای ـ دایره ی مبنای اینولوت ـ باز شود.اگر دو منحنی اینولوت روی خطی که مرکزهای آنها را بهم

وصل کند با هم برخورد کنند یک نقطه ی گام پدید می آید واین نقطه اندازه ی قطر دایره گـام را تعیین می کند .

در گذشته تقریبا تنها از نظام سیکلو ییدد استفاده مـی شـد.در نظـام تولیـد چرخدنـده بـا دندانه های سیکلوید رخساره ی دندانه از یک منحنی دو بخشی تشکیل می شود:

۱) جبهه ی اپی سیکلیک ۲) دامنه ی هیپوسیکلیک.

این منحنی دو بخشی از غلتش دو دایره بر روی دایره ی گام پدید می آید . بخـش اپـی سیکلیک منحنی از راه غلتش دایره بیرونی و بخـش هیپوسـیکلیک از راه غلـتش دایـره درونـی شکل میگیرد.

برای آنکه دندانه های ایجاد شده درناحیه بن دندانه ضعیف نباشند قطرهای دایره غلتـان باید از شعاع گام کوچک تر باشند و علاوه برآن اندازه قطر آنها نباید کوچکتر از نصف شـعاع دایره گام باشد(شکل۵-۱)

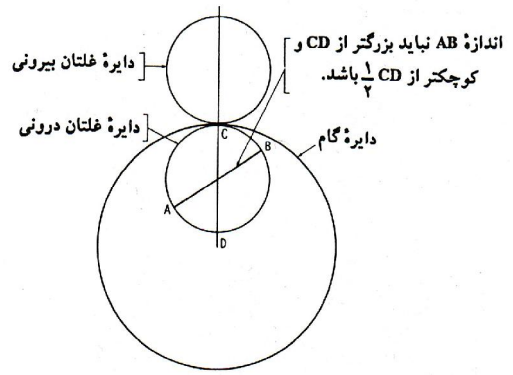
منحنی سیکلوییدازغلتش دایره مولد درامتداد خط راست پدید می آید.

منحنی اپی سیکلوییدازغلتش دایره مولد(دایره غلتان بیرونی)برروی پیرامون دایـره پدیـد می آید.

منحنی هیپوسیکلوییدازغلتش دایره مولد(دایره غلتان درونی)دردرون دایره پدید می آید.

۳-۲ عملیات چرخدنده تراشی:

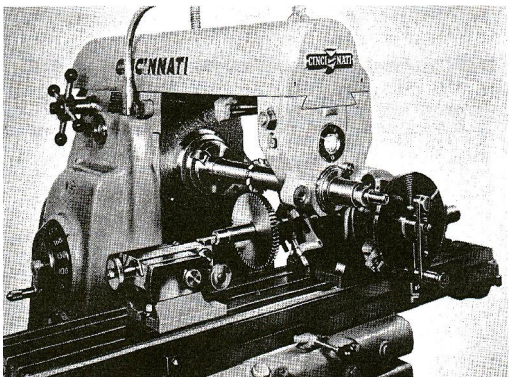
بیشتر همه چرخ دنده ها با ماشین فرز تراشیده می شدند سپس ماشین های فرز به ویژه درتولید انبوه جای خود را به ماشین های خود کار چرخ دنده تراشی دادند.



شکل ۳-۱ روش ایجاد سیکلوییید برای دندانه چرخ دنده

۳-۳ تراشکاری چرخدنده های ساده:

چرخ دنده ساده دندانه هایی راست دارد که امتداد آنها با محور دوران چرخ دنده موازی است .معمولا برای تراشیدن چرخدنده های ساده از تیغچه های میل مرغکی اینولوت استاندارد استفاده می شود.



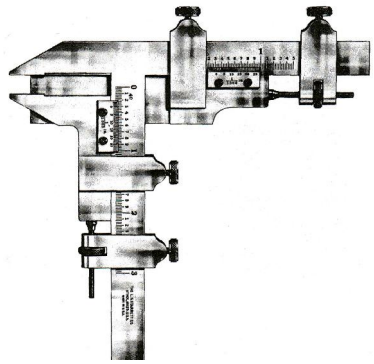
شکل ۳-۲ دستگاه فرز چرخ دندخ

برای انتخاب تیغچه مناسب باید تعداد دندانه ها و مدول یا گام دایره ای چرخ دنده مشخص باشد .

تنظیم ـ قطعه کار خام بر روی شاه میله جا زده و شاه میله میان مرغکهای کلگی جعبه تقسیم که روی میز ماشین فرز جای دارند قرار داده می شود (شکل ۵ـ۲).

۳-٤ اندازه گیری:

معمولا قاعده این است که ابتدا در دو طرف یک دندانه تراشهای آزمایشی ایجاد شود تا شکل کامل دندانه به اندازه ی مناسب برای فرزکاری به دست آید و سپس ماشین متوقف و پهنای دندانه با استفاده از کولیس چرخ دنده (شکل ۳ـ۳) اندازه گیری می شود.

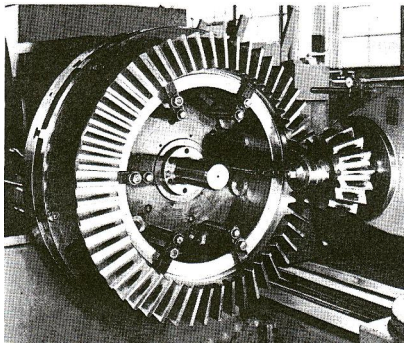


شکل ۳-۳ کولیس چرخ دنده

۳-۵ تراش کاری چرخدنده های مخروطی:

چرخدنده های مخروطی چرخ دنده های پخداری (به شکل مخروط ناقص) هستند که برای درگیر کردن محورهای متقاطع به کار می روند .چرخدندهای هیپویید ازنظر شکل

کلی شبیه چرخدنده های مخروطی هستند ولی روی محورهایی بـا جابجـایی شـعاعی عمل میکنند. بیشتر چرخ دنده های مخروطی را میتوان به گونه های راست دندانه وخمان



شکل ۳-٤ تست چرخ دنده مخروطی

دندانه دسته بندی کرد .مخروط های حلزونی، مخروط های زیـرول و چرخدنـده هـای هیپوییید (پینیون) همه در زمره چرخ دنده های خمان دندانه جای می گیرند .

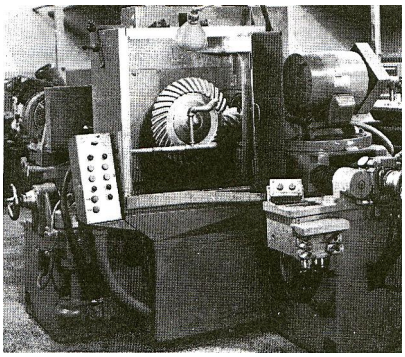
چرخ دنده های مخروطی راست دندانه از همـه گونـه هـای دیگـر چـرخ دنـده هـای مخروطی پرکاربردترند. دندانه های این چرخ دنده ها راست ولی پهلوهای آنها شیبدار اسـت. دندانه های چرخدنده ی مخروطی راست دندانه را می توان برای درگیری و تمـاس کامـل یـا برای تماس ودرگیری موضعی تولید کرد.

۳-٦ چرخ دنده های مخروطی زیرول:

دندانه هایی خمان شکل دارند که البته همچون دندانه های چرخدنده ی مخروطـی راست دندانه امتداد کلی آنها یکسان است.

۳-۷ چرخ دنده های مخروطی حلزونی:

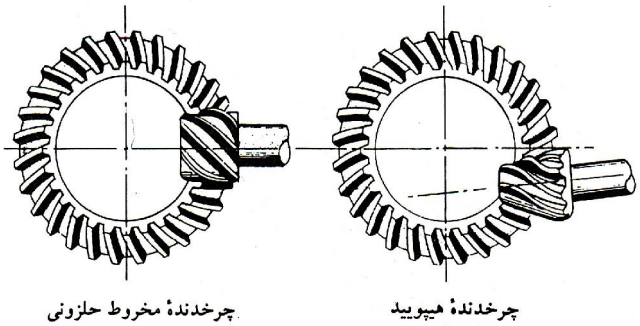
دارای دندانه های خمان شیبداری هستند که درهنگام درگیری تماس درآنها بـه آرامـی شروع میشودوبه نرمی تاپایان ادامه می یابد. دندانه های این نوع چرخ دنده همچون دندانه های چرخ دندانه های مخروطی راست دندانه با تماس غلتشی با هـم درگیـر مـی شـوند. (شکل ۵-۷).



شکل ۳-۵ پرداخت چرخ دنده مخروطی حلزونی

۳-۸ چرخدنده های هیپویید :

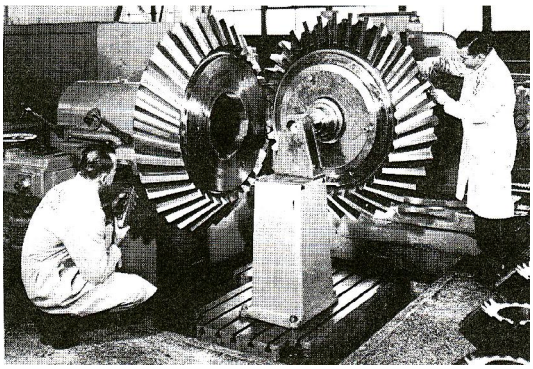
در کل از نظر ظاهر مانند چرخ دنده های مخـروط حلزونـی هسـتند تنهـا بـا ایـن تفاوت که محور پینیون نسبت به محور چرخ دنده با جابجایی شعاعی قرار می گیرد.



شکل ۳-٦ مقایسه چرخ دنده هیپویید و حلزونی

اگر هردوچرخ دنده مخروطی به یک اندازه باشندکه دراین صورت معمولا به آنها **چرخ دنده های فارسی بر** گویند.ازیک تیغچه جهت تراشکاری هردوی آنها استفاده می شود.

شکل روش آزمایش دو چرخ دنده فارسی بر حلزونی بزرگ را نشان می دهد.



شکل ۳-۷ آزمایش قدرت چرخ دنده حلزونی

۳-۹ تراشکاری چرخدنده های مارپیچ:

چرخ دنده های مارپیچ، چرخ دنده هایی هستند که دندانه های انها در امتداد سطح مارپیچ تراشیده شده باشند و معمولا با استفاده از تیغچه های اینولوت استاندارد از نوع میل مرغکی و در ماشین های فرز جامع زانو ـ ستونی تراشیده می شوند. در این نوع ماشین های فرزگردش میز به اندازه ی زاویه ی دلخواه امکان پذیر است و قطعه کار را می توان میان مرغکهای جعبه تقسیم و مرغک فرعی محکم بست .

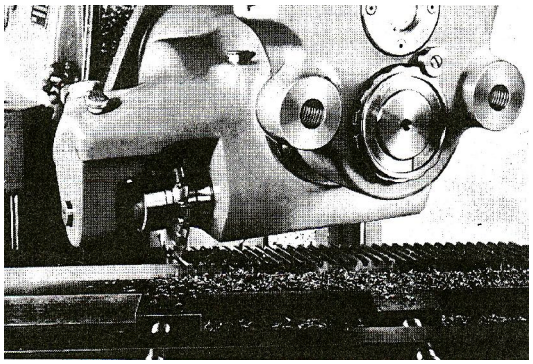
این عملیات را میتوان با ماشین فرز ساده ی زانو ـ ستونی هم که به ملحقات فرزکاری وجعبه تقسیم عمومی مجهز شده باشد انجام داد. با استفاده از ملحقات عمومی فرزکاری می توان تیغچه را به اندازه زاویه چرخش دلخواه گرداند.

۳-۱۰ تراشکاری چرخدنده ی شانه ای:

ازآنجایی که خط گام در چرخ دنده ی شانه ای خط راست است پس دایره ی مبنا هم یک خط راست خواهد بود . منحنی اینولوت دایره ی مبنا خطی راست عمود بر خط کار یا نسبت به آن شیبدار است . بنابر این کناره ی دندانه های اینولوت چرخدنده های شانه ای از ته دندانه تا خط گام خط راست است .

تنظیم :

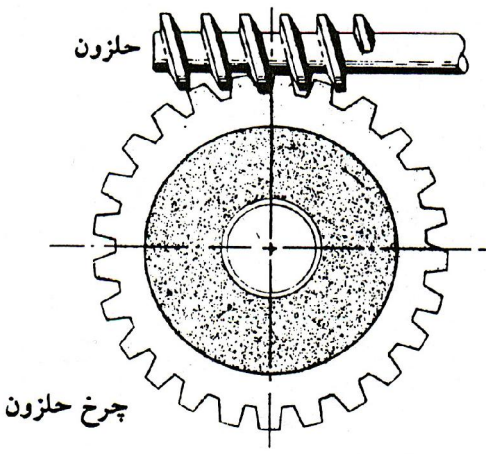
دندانه های چرخ دنده ی شانه ای را خواه نسبت به قطعه کار خام راست باشند یا شیبدار می توان روی ماشین فرز و به وسیله ی ملحقات کمکی شانه تراشی و تقسیم شانه تراشید . چرخ دنده ی شانه ای با دندانه های شیبدار به نام چرخ دنده ی شانه ای حلزونی شناخته می شود و ان را تنها با ماشین فرز عمومی می توان ساخت زیرا میز این ماشین (شکل ۵ـ۲۰) را می توان به اندازه ی زاویه ی دلخواه گرداند.



شکل ۳-۸ روش تنظیم ماشین برای تراشکاری دندانه های چرخ دنده شانه حلزونی

۳-۱۱ تراشکاری دندانه های حلزون و چرخ حلزون:

برای تراش کاری دندانه های چرخ حلزون در ماشین های فرز می توان از تیغچه فرزهای دنده تراش و هابها استفاده کرد . این شکل از در گیری چرخ دنده ایی در ساز و کارهای گرداننده و به منظور دستیابی به کاهش نسبت سرعت میان حلزون و چرخ حلزون به کار می رود.



شکل ۳-۹ نمونه ای از حلزون وچرخ حلزون

حلزون را میتوان به یاری تیغچه فرز دندانه تراش با ماشین فرز تراشید . روشهای دیگر ماشین کاری دندانه های حلزون عبارتند از :

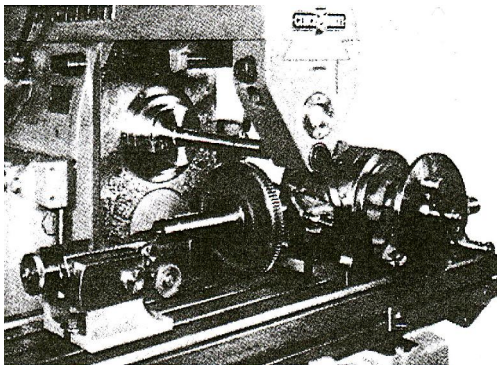
فرزکاری با تیغچه ی صفحه ای ، تراش کاری روی ماشین تراش

اگر پیشروی حلزون زیاده بزرگ نباشد هابکاری درماشین معمولی هابکاری چرخ دنده ، تولید انبوه در ماشین تولیدی دندانه ی حلزون و سنگ زدن تا اندازه ی دقیق نهایی پس از فرزکاری و سخت کاری حلزون. روش آخر درمواردی که حلزون سخت و آب داده مورد نیاز باشد برتری دارد.

برای تراشکاری دندانه روی چرخ حلزون دو کار باید انجام داد :

۱. شیارانداختن دندانه ها (شکل ۵-۲۳)

۲. هابکاری دندانه ها تا رسیدن به شکل و اندازه نهایی (شکل ۵-۲٤)



شکل ۳-۱۰ روش شیار اندازی دندانه ها در چرخ حلزون

۳-۱۲ متداول ترین روش های استفاده شده در صنعت برای ساخت چرخدنده عبارتند از:

۱. روش هابینگ

۲. توسط دستگاه صفحه تراشی

۳. توسط دستگاه کله زنی

٤. به روش ریخته گری

۵ . توسط قالب

٦. روش متالورژی پودر

۷. توسط دستگاه اسپارک

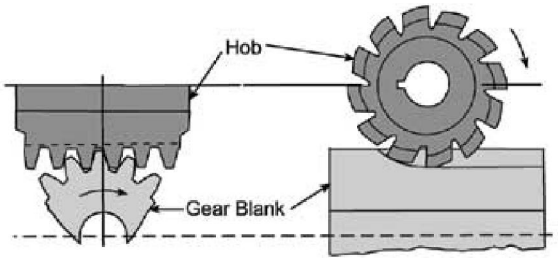
۳-۱۲-۱ روش هابینگ:

این روش برای تولید انبوه انواع چرخدنده برپایه براده برداری مورد استفاده قرار می گیرد.

ابزار برشی در این روش به شکل حلزونی ازفولاد تندبر ساخته میشود

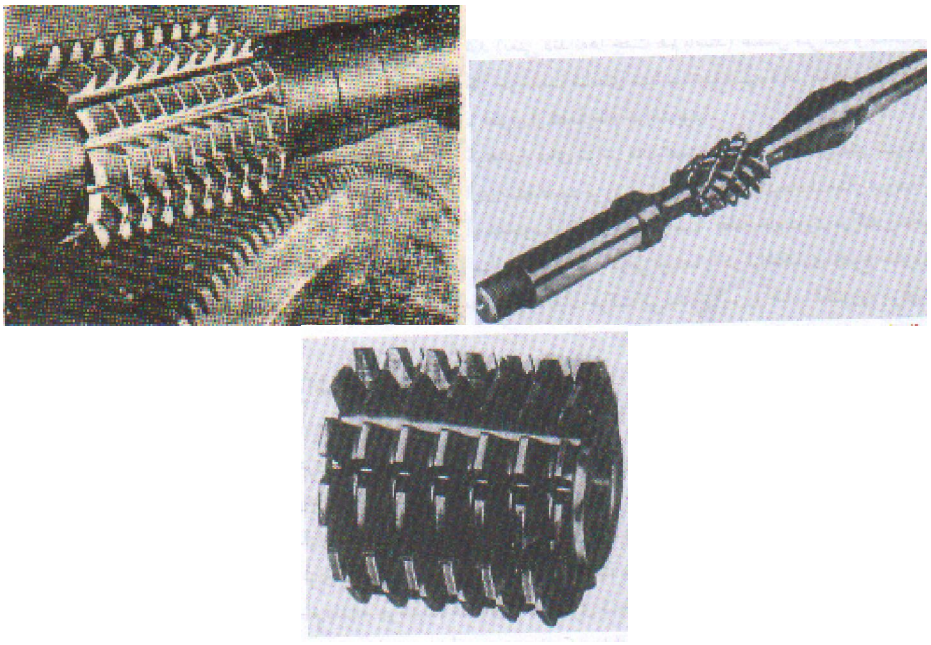
شکل ۳-۱۱ ابزار برش روش هابینگ

نحوه براده برداری در این روش:



شکل ۳-۱۲ روش براده برداری

در این روش برای ساختن چرخ دنده آن را روی یک محور (درن) کـه دوسـر آن متـه مرغک زده شده است سوار می شود و سپس در اثر گـردش یـک تیـغ فـرز غلطکـی حلزونـی شکل فرم دنده ی لازم بدست می آید. در این صورت تیغ فرز درست شبیه یـک پـیچ ذوزنقـه شکل می باشد که این فرم ذوزنقه باعث ایجاد شیارهائی روی محیط چرخ دنده می شود. البتـه باید سعی نمود تیغ فرز را به ا ندازه زوایای مارپیچ تیغ فرز مایل قرار داده شود در ایـن هنگـام در اثر گردش تیغ فرز باعث می شود که چرخ دنده هم بگردش درآیـد و از آن بـراده بـرداری شود بعد از اتمام یک دوره کامل مجدداً بچرخ دنده به طور عمودی بار داده مـی شـود و عمـل تکرار می گردد تا به عمق لازم تراشیده شود.



شکل ۳-۱۳ ابزار براده برداری

محاسن این روش :

۱- سطح دندانه پا کاملاً دقیق تراشیده می شود و مساوی

۲- بوسیله یک تیغ فرز می توان چرخ دنده پای زیادی که دارای یک گام می باشند تولید کرد.

۳- در این روش فرز کاری سریعتر صورت می گیرد.

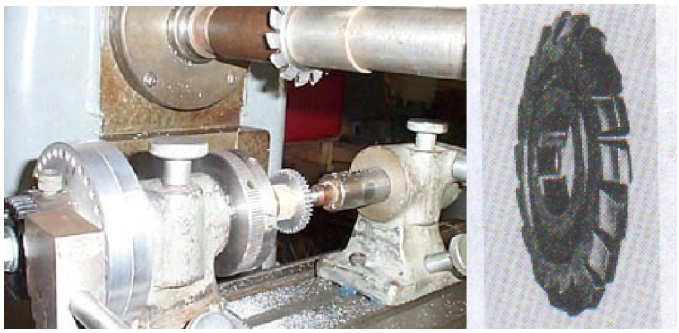
٤- از این طریق نه تنها می توان چرخدنده پای معمولی و کج را تراشیده بلکه می توان چرخدنده پای حلزونی راتراشید. از این روش بیشتر در سری سازی استفاده می شود.

۳-۱۲-۲ توسط ماشین صفحه تراش:

در این روش برای انجام عملیات براده برداری از قلم های تیز شده به فرم دنده استفاده می شود

برای تراشیدن می توان از صفحه تراش استفاده نمود بدین طریق که ابتدا محاسبات لازم را انجام داد سپس با ماشین تراش قطر چرخ دنده مورد نظر را با ماشین تراش تراشیده و آنگاه دستگاه تقسیم را روی میز ماشین صفحه تراش قرار می دهیم و تنظیم می کنیم. طوری که طول کورس ماشین صفحه تراش را بر مبنای پهنای چرخ دنده تنظیم نموده و بار عمقی را با دستگاه بار عمودی ماشین صفحه تراش انجام می دهیم وقتی که یک دندانه تمام شد برای تراشیدن دندانه دوم دسته حلزون دستگاه تقسیم را با اندازه محاسبه شده می گردانیم و عمل را تکرار می کنیم.

از این روش زیاد استفاده نمی شود مگر زمانیکه دنده مورد نظر استاندارد نبوده و شیارهایی آن بر حسب سیستم مدولی یا اینچی نباشد و احتیاج به تیز کردن دنده باشد. یا درجایی که از ماشین فرز نتوان استفاده کرد.



شکل ۳-۱٤ دنده زنی توسط ماشین صفحه تراش

۳-۱۲-۳ توسط ماشین کله زنی:

در این روش ابزار برش حرکت عمودی دارد

این روش بیشتربرای ساخت چرخدنده های داخلی استفاده میشود

ساخت چرخ دنده توسط این روش آسان تر از روش صفحه تراش است. زیرا در این ماشین قلم به جایی که افقی حرکت کند عمودی حرکت می کند و تنها موقعی که از بالا به پائین می آید عمل براده برداری را انجام می دهد. میز این ماشین قادر به حرکت دورانی، عرضی و طولی می باشد و مجهز به دستگاه تقسیم نیز می باشد. از این ماشین بیشتر برای تراشیدن چرخ دنده پای داخلی استفاده می کنند در این ماشین کار را روی میز دوار در مرکز میز ماشین بسته و باز هم مثل ماشین صفحه تراش از قلم های تیز شده بفرم دنده استفاده می شود.

شکل ۳-۱۵ توسط ماشین کله زنی

۳-۱۲-٤ روش ریخته گری:

این روش هنگامی برای ساخت چرخدنده ها استفاده می شود

که دقت بالایی مدنظر نباشد

برای ساخت چرخدنده های بزرگ از این روش استفاده میشود

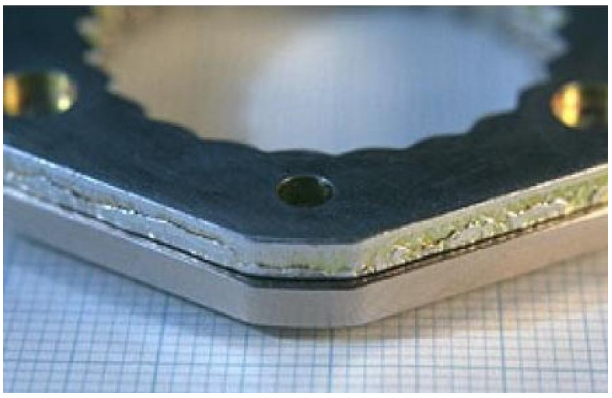
این روش از دیگر روشها مقرون به صرفه تر است

در این روش برای ساخت چرخ دنده های که دقت زیادی ندارند ابتدا مدل چرخ دنده مذکور را از چوب یا فلز ساخته و سپس همان مدل ساخته شده استفاده نموده و آن را قالب گیری کرده و مواد ذوب شده را در داخل قالب های ساخته شده می ریزند و سپس پس از سرد شدن چرخ دنده خواسته شده بدست می آید از این روش هنگامی استفاده می شود که اولاً دقت زیادی نداشته باشد ثانیاً چرخ دنده بزرگ بوده و از نظر قیمت هم از سایر روشها ارزانتر خواهد بود. ازا ین چرخ دنده ها در ماشین های کشاورزی استفاده می کنند. اگر بخواهند استحکام چرخدنده را افزایش دهند در چرخ دنده های مخروطی در پشت طوق چرخ دنده چدنی نامبرده شیارهای دم چلچله ای شکل ایجاد می کنند در اینجاست دنده های فولادی در شیارهای ایجاد شده قرار می گیرند.

شکل ۳-۱۶ دنده سازی توسط ریخته گری

۳-۱۲-۵ توسط قالب:

این قالبها نیاز به پرسهای مخصوص ومتفاوت با دیگر پرسها دارند



شکل ۳-۱۷ قالب ساخت دنده

۳-۱۲-٦ روش متالورژی پودر:

فرآیند متالورژی پودر روشی خاص برای تولید قطعات پیچیده دقیق و قابل اطمینان آهنی و غیر آهنی است

در این روش بیش از ۹۷ درصد مواد خام به قطعه نهایی تبدیل میشود

سرعت تولید در این روش از چند صد تا چندین هزار قطعه در ساعت است

شامل سه مرحله اصلی است

- تولید پودر
- فشردن پودر در قالب
- تف جوشی (زینترکردن) در کوره های مختلف

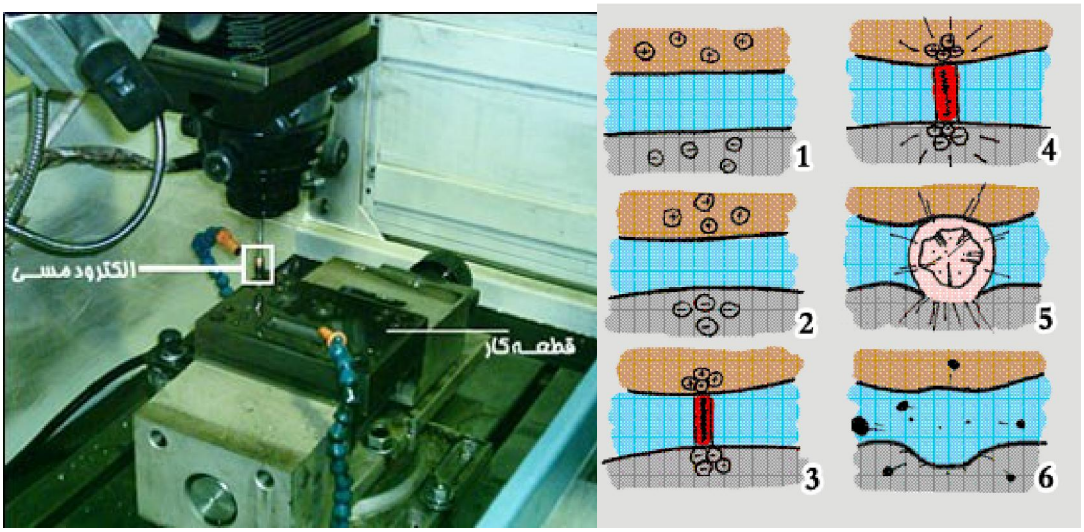
مزایای روش متالورژی پودر:

- حذف ضایعات ماشینکاری
- حفظ تلرانس ابعادی مناسب

۳-۱۲-۷ توسط دستگاه اسپارک:

این روش جز روشهای غیر سنتی ماشینکاری است چرا که تماس ابزار با قطعه کار وجود ندارد.

برای براده برداری نیروی فیزیکی اعمال نمی شود.



شکل ۳-۱۷ تصاویری از روش اسپارک

فصل ۴

روغنکاری چرخ دنده ها

روغنکاری :

چرخدنده‌هایی که درست روغنکاری نمی‌شوند چندان دوام نمی‌آورند. این مطلب البته درمورد هر قطعهٔ ماشین که در معرض اصطکاک قرار گیرد صادق است.

این فصل به طبقه بندی روغنها و ارائه رهنمودهایی در زمینهٔ کاربرد و نحوهٔ مصرف آنها برای چرخدنده‌های صنعتی بر اساس مشخصات و ارزیابی استانداردهای **AGMA** می‌پردازد.

این رهنمودها برای جفت چرخدنده‌های باز، که یاتاقانهای آنها جداگانه روغنکاری می‌شوند، و نیز برای جعبه‌دنده‌هایی که یاتاقانها و چرخدنده هایشان به طور مشترک روغنکاری می‌شود کاربرد دارد.

جفت چرخ دنده‌ها و جعبه دنده های مشمول موضوع این فصل عبارتند از:

مارپیچ

جناغی (با دنده‌های پیوسته)

دومارپیچ

ساده

شیبدار، راست دندانه یا چمان دندانه

حلزونی (فقط برای نوع جعبه‌دنده‌ای)

٤-١ انواع روغن ها :

عبارتند از: ANSI/AGMA 9005-094 انواع روغن های مشمول استاندارد

روغنهای بازدارندهٔ زنگاربندی و اُکسایش چرخدنده‌ها (روغنهای چرخدنده):

این روغنهای بر پایهٔ نفتی و حاوی افزودنیهای شیمیایی برای افزایش مقاومت در برابر زنگاربندی و اُکسایش هستند.

روغنهای ترکیبی چرخدنده:

این روغنها ترکیبی از مایعات پایهٔ نفتی با ۳٪ تا ۱۰٪ چربی با روغنهای چرب مصنوعی هستند. از این روغنها معمولاً در جعبه‌دنده‌های حلزونی استفاده می‌شود.

روغنهای فشار بالا (روغنهای EP):

این روغنها مایعات پایهٔ نفتی با افزودنی‌های شیمیایی برای ایجاد قشر محافظ و فراهم آوردن خواص ضد خراش هستند.

روغنهای مصنوعی چرخ دنده:

این روغن ها با روش های شیمیایی برای ایجاد خواص ویژه و افزایش کارایی روغن یا افزایش سازگاری آن با شرایط سخت کاری تولید می‌شوند. این روغنها دارای مزایایی همچون سازگاری با دیگر سامانه‌های روغنکاری و عملکرد درست در محیط های مرطوب هستند.

٤-٢ ترکیبات رسوبی یا پَسمان:

این ترکیبات روغنهای معدنی با درجات سنگینتر هستند. معمولاً برای آسان کردن مصرف با رقیق کننده‌های فرار مخلوط می‌شوند. مادهٔ روغنی سنگینتر پس از تبخیر مادهٔ رقیق کننده برجای می‌ماند.

٤-٣ ترکیبات ویژه:

این ترکیبات و بعضی از گریسها با این عنوان به بازار عرضه می‌شوند. برای سفارش، گرانروی روغن پایه و مقدار مادهٔ روغنی جامد آن، مانند گرافیت، باید مشخص شود.

روغنهای مخصوص چرخ دنده‌های پلاستیکی :

این روغنها اغلب در فرایند قالب‌ریزی به پلاستیک افزوده می‌شوند. چرخدنده‌ها بیش از این نیاز به روغنکاری ندارند.

رهنمود شماره‌های روغن در جدول‌های ۱۵-۲ تا ۱۵-۷ آمده است.

٤-٤ روشهای کاربرد :

روشهای متعددی برای کاربرد روغنها وجود دارد. معمولترین این روشها عبارتند از:

روغن آلایی که ساده‌ترن روش به کار بردن روغن برای چرخدنده‌های نسبتاً کم سرعت است. در این روش چرخدنده، یا یک چرخدندهٔ هرزگرد درگیر با چرخدنده در روغن فرو می‌رود. روغنهای به کار رفته در این روش در جدول ۱۵-۵ نشان داده شده‌اند.

روغن های ثقلی یا روغن چکانی اجباری روشی است که با به کار گرفتن یک یا چند روغندان یا یک تشتک امکان چکاندن روغن در ناحیهٔ درگیری چرخ دنده‌ها را با نرخ از پیش تنظیم شده فراهم می‌سازد. این روش هم برای چرخدنده‌های کم سرعت به کار می‌رود. روغنهای پیشنهادی برای این روش و نیز نرخ های کاربرد نظیر به نظیر هر یک از آنها در جدول (۱۵-٦) نشان داده شده است.

٤-٥ روغن افشانی مکانیکی نوبه‌ای:

در این روش روغن سنگین به کار می‌رود. روغن سنگین طی چندین دور گردش چرخ دنده بر روی دندانه‌های آن باقی می‌ماند. دستگاه روغن افشان به طور خودکار در فواصل زمانی معین، و معمولاً یک بار به ازای هر دورِ چرخدنده، تحریک می‌شود. جدول ١٥-٦ را ببینید.

٤-٦ روغنکاری تحت فشار پیوسته:

دراین روش ازمدارگردش روغن با یک پمپ که وظیفه‌اش روغن افشانی پیوسته برروی دنده‌های چرخ دنده است استفاده می‌شود. جدول (١٥-٥) را ببینید.

٤-٧ روغنکاری با قلم‌مو، قلم چوبی یا با دست:

این روش برای کاربرد روغنهای درجهٔ سنگینتر و بر روی چرخدنده‌های گام درشت و بسیار کم سرعت به کار می‌رود. یکی از نمونه‌های این گونه چرخدنده‌ها همان چرخدندهٔ گرداننده نهایی آنتن است که در فصل چهارم دربارهٔ آن سخن گفتیم.

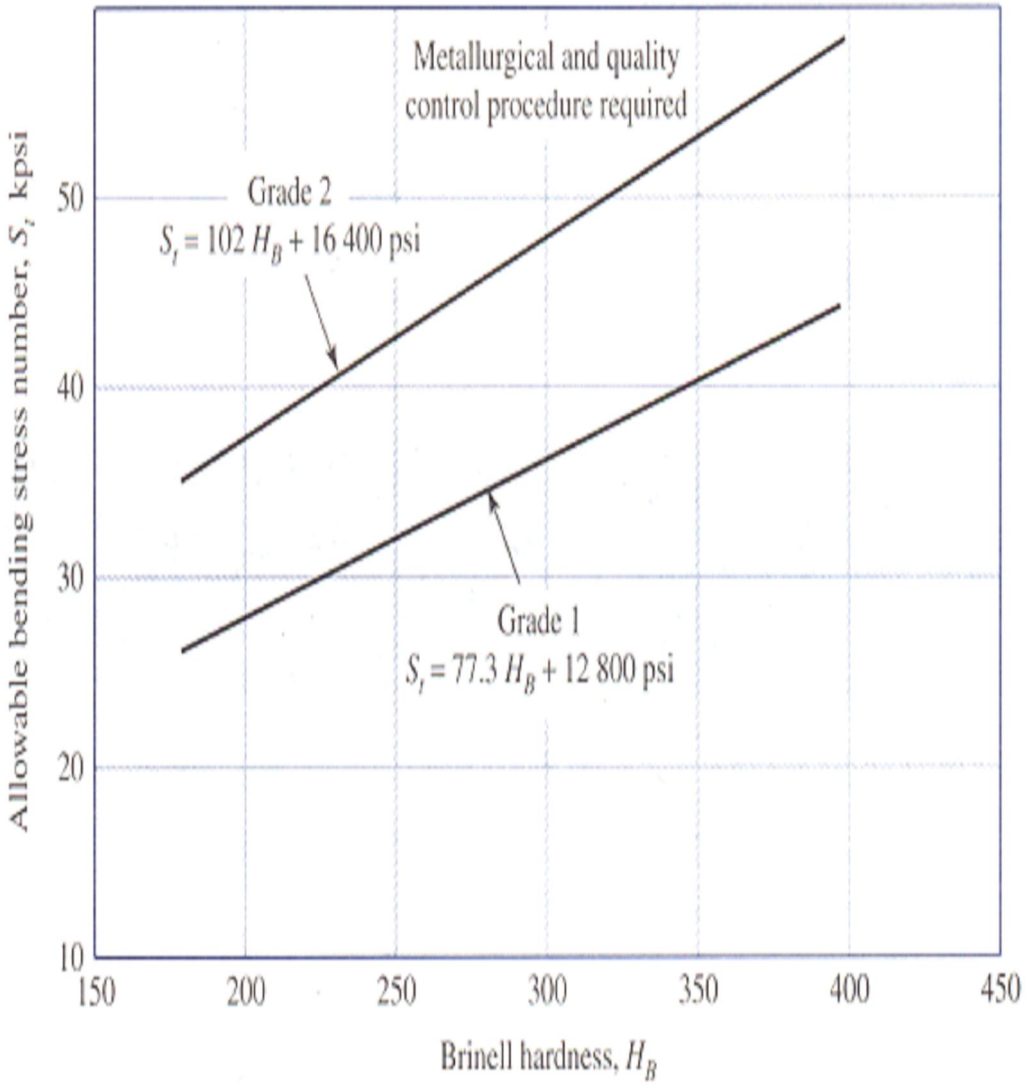
برای تعیین اینکه چند وقت یکبار باید این چرخدنده‌ها را روغنکاری کرد مشاهده و بررسی از نزدیک لازم است.

.

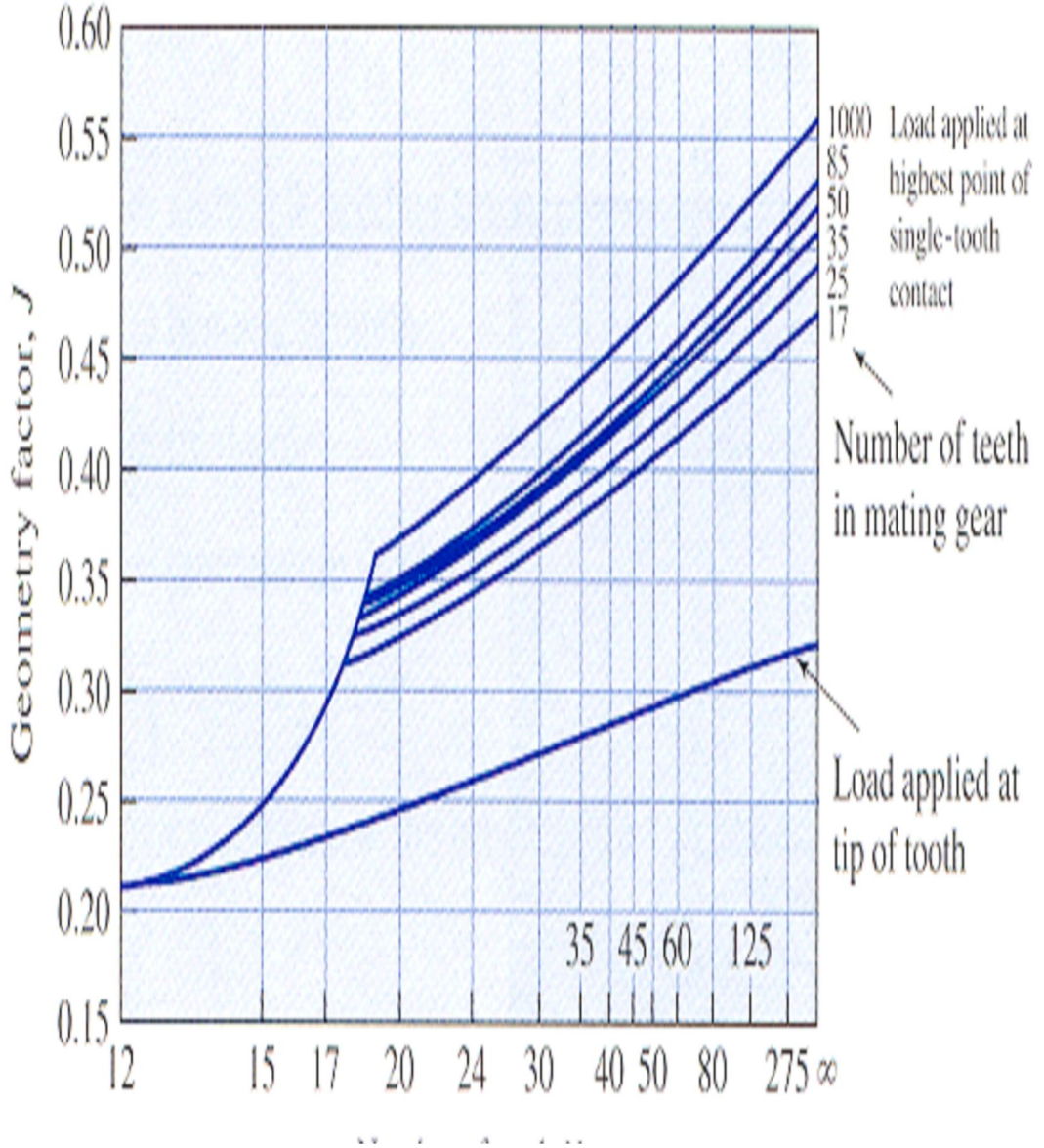
فصل ۵

معرفی استانداردها و

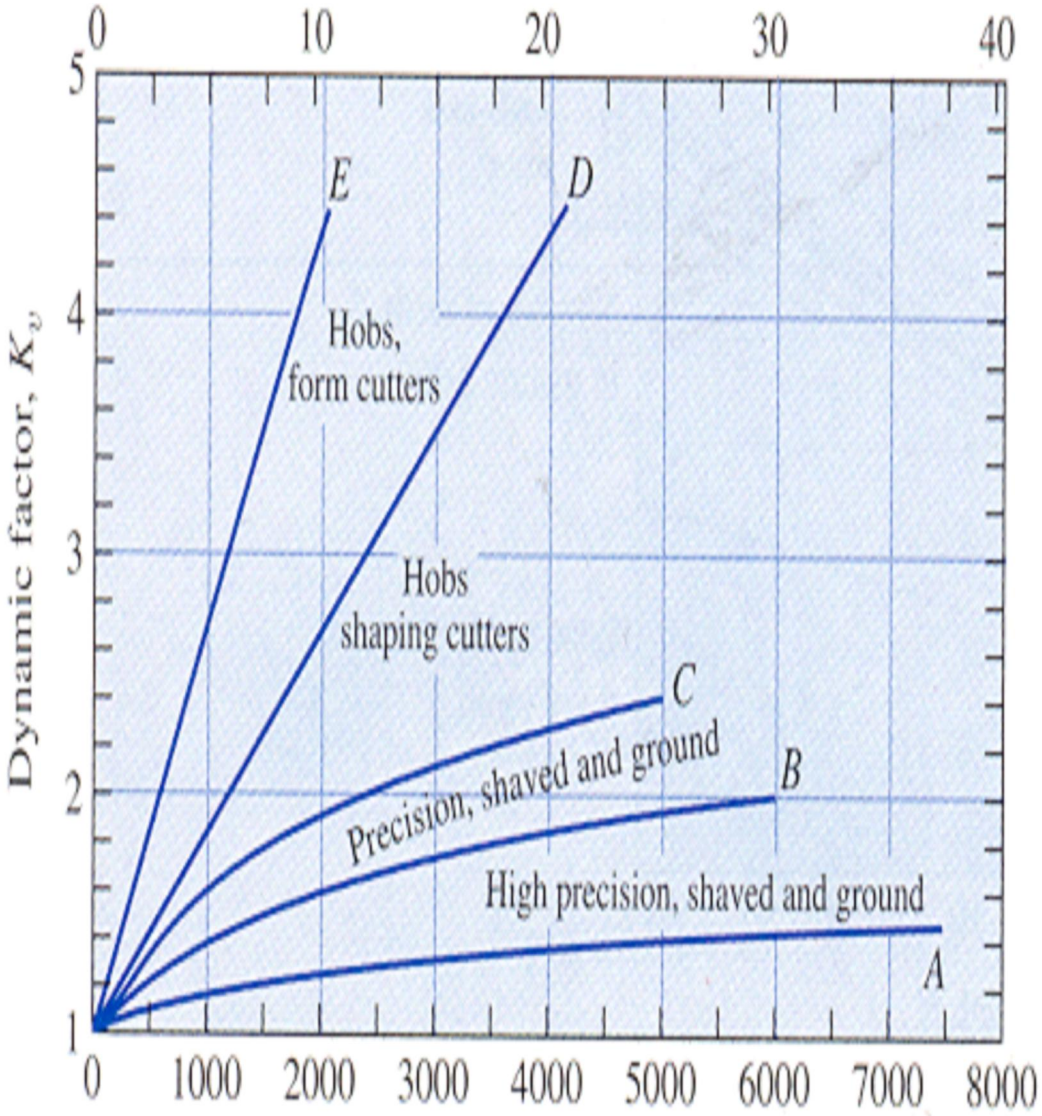
نمایش



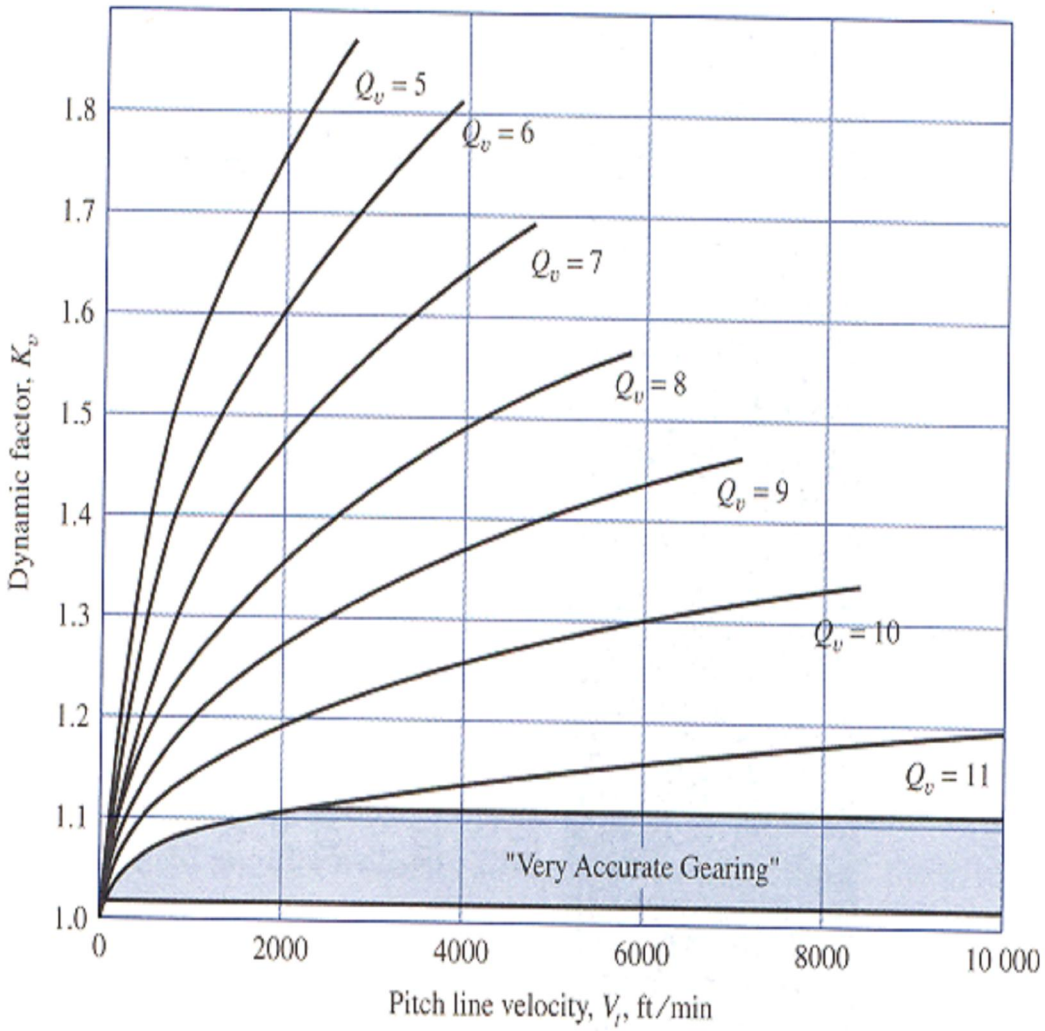
شکل ۵-۱ فاکتور توزیع بار



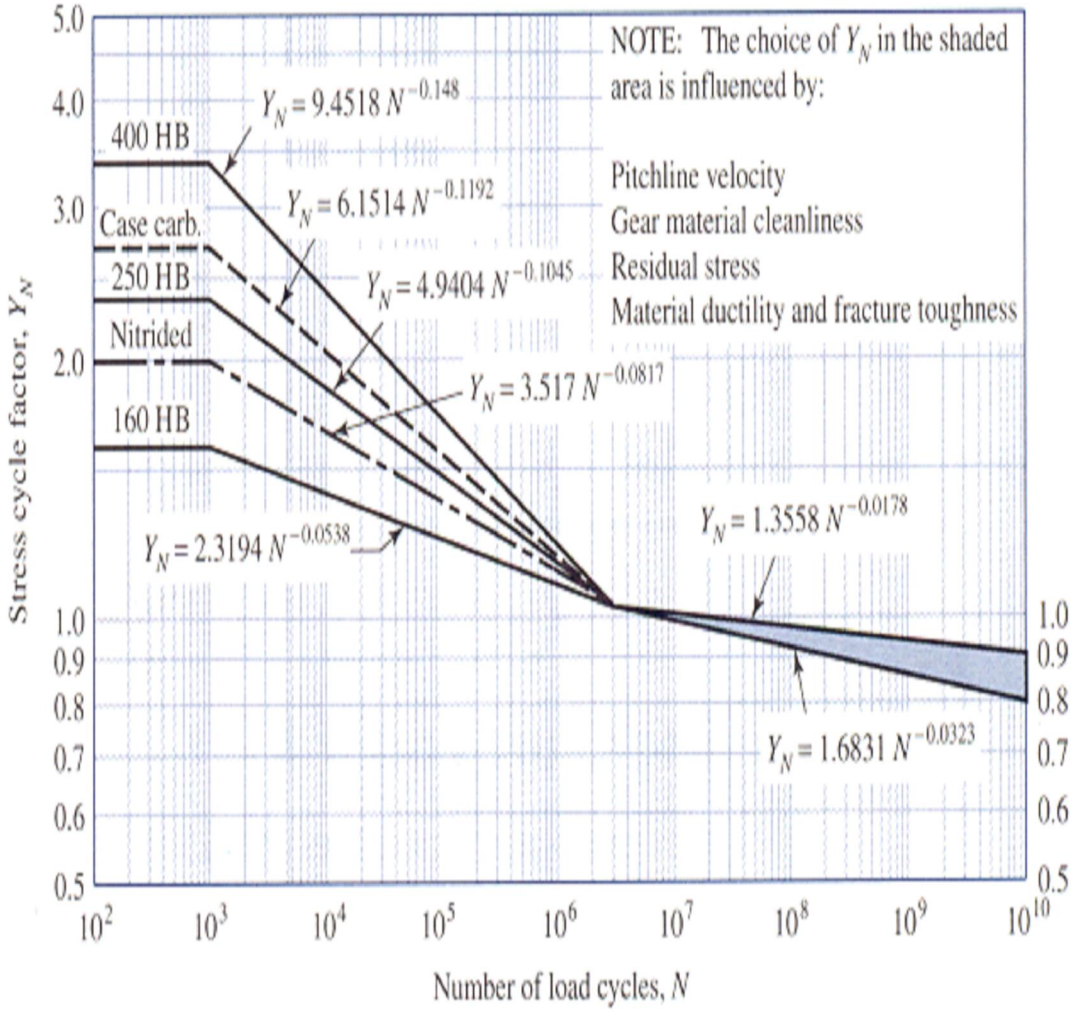
شکل ۵-۲ عامل جه اومتری



شکل ۵-۳ عامل دینامیکی



شکل ٥-٤ عامل دینامیکی



شکل ۵- عامل عمر استحکام گسستگی

کداستاندارد انجمن سازندگان چرخ دنده آمریکا

AGMA

390.3 Handbook—Gear Classification, Materials, and Measuring Methods for Bevel, Hypoid, Fine Pitch Worm Gearing and Racks, Only as Unassembled Gear**s.**

908-B89 Geometry Factors for Determining the PittingResistance and Bending Strength of Spur, Helical and Herringbone Teeth**.**

1012-F90 Gear Nomenclature, Definitions of Terms, with Symbols.

2000-A88 Gear Classification and Inspection Handbook—Tolerances and Measuring Methods for Unassembled Spur and Helical Gears.

2001 -C95 Fundamental Rating Factors andCalculation Methods for Involute Spur am' Helical Gear Teeth.

2002-B88 Tooth Thickness Specification and Measurement.

2003-A86 Rating the Pitting Resistance and bending Strength of Generated Straight Bevel, ZEROL Bevel and Spiral Bevel Gear Teeth.

2004-B89 Gear Materials and Heat Treat Manual.

2005 -B88 Design Manual for Bevel Gears.

2008-1390 Standards for Assembling Bevel Gears.

6022-C93 Design Manual for Cylindrical Wormgearing.

6030-C87 Design of Industrial Double-Enveloping Worm-gears.

9005 -D94 Industrial Gear Lubrication.

کداستاندارد انجمن سازندگان چرخ دنده آمریکا

390.3

طبقه بندی چرخدنده، مواد، و روشهای اندازه گیری چرخ دنده های مخروطی هیپوییید - بهترین گام چرخدنده های حلزونی و چرخدنده های شانه ای . فقط در رابطه با چرخدنده هایی که اسمبل نشده اند.

908-B89

فاکتور های هندسی برای اندازه گیری مقاومت در برابر تحمل تنش خمشی و سوراخکاری رخدنده های ساده – مارپیچ و دنده جناغی

1012-F90

فهرست علایم و اختصارات چرخ دنده ، تعاریف اصطلاحات ، همراه با سمبل ها و نشانه های هر یک.

2000-A88

طبقه بندی چرخ دنده، کتابچه راهنما جهت بازدید و بازرسی، تلرانس ها و تحمل تنش ها و روش های اندزه گیری آن برای چرخ دنده های اسمبل نشده ساده و مارپیچ.

2001 -C95

فاکتورهای بنیادی دسته بندی و روش های محاسباتی برای دندانه های مبهم و بقرنج چرخ دنده های ساده و مارپیچ .

2002-B88

تشخیص و اندازه گیری ضخامت دندانه ها .

2003-A86

دسته بندی دندانه های چرخ دنده های مخروطی مستقیم الخط و مخروطی حلزونی از نظر تحمل تنش های ناشی از عملیات خمشی و سوراخکاری

2004-B89

راهنمای جنس ماده چرخ دنده و رفتار حرارتی هر یک.

2005 -B88

راهنمای طراحی چرخ دنده های مخروطی.

2008-1390

استانداردهای اسمبل چرخ دنده های مخروطی.

6022-C93

راهنمای طراحی چرخ دنده های مارپیچ سیلندری.

6030-C87

طراحی چرخ دنده های مارپیچ دوبله صنعتی

9005 -D94

روغن کاری چرخ دنده های صنعتی.

کد استاندارد چرخ دنده برای کشور آلمان

DIN

DIN 37 Conventional and Simplified Representation of Gears and Gear Pairs

DIN 780 Pt 1 Series of Modules for Gears; Modules for Spur Gears

DIN 780 Pt 2 Series of modules for gears; Modules for cylindrical worm gear transmissions.

DIN 867 Basic rack tooth profiles for involute teeth of cylindrical gears for general engineering and heavy engineering.

DIN 868 General Definitions and Specification Factors for Gears, Gear Pairs and Gear Trains.

DIN 3961 Tolerances for Cylindrical Gear Teeth; Bases.

DIN 3962 Pt 1 Tolerances for Cylindrical Gear Teeth; Tolerances for Deviations of Individual Parameters.

DIN 3962 Pt 2 Tolerances for Cylindrical Gear Teeth; Tolerances for Tooth Trace Deviations.

DIN 3962 Pt 3 Tolerances for Cylindrical Gear Teeth; Tolerances for Pitch-span Deviations.

DIN 3963 Tolerances for Cylindrical Gear Teeth; Tolerances for Working Deviations.

DIN 3964 Deviations of Shaft Centre Distances and Shaft Position Tolerances of Casings for Cylindrical Gears.

DIN 3965 Pt 1 Tolerancing of bevel gears; basic concepts.

DIN 3965 Pt 2 Tolerancing of bevel gears; tolerances for individual parameters.

DIN 3965 Pt 3 Tolerancing of bevel gears; tolerances for tangential composite errors.

DIN 37

ارایه چرخ دنده ها بصورت قراردادی و ساده شده و جفت چرخدنده ها

DIN 780 Pt 1

ارایه یک سری از مدل های چرخدنده، مدل هایی برای چرخدنده های ساده

DIN 780 Pt 2

ارایه یک سری از مدل های چرخدنده ،مدل هایی برای نحوه انتقال چرخ دنده های مارپیچ سیلندری

DIN 3961

تلرانس دندانه های چرخدندهای سیلندری

DIN 3965 Pt 1

تلرانس دندانه های چرخ دندهای مخروطی، مفاهیم پایه

DIN 3978

زوایای مارپیچی دندانه های چرخ دنده های سیلندری

DIN 3998 Pt 1

نام گذاری و طبقه بندی چرخ دنده ها و جفت چرخ دنده ها، تعاریف عمومی آنه.

فهرست منابع

[۱] درس فني سال سوم ماشين افزار،كد ۶۰۳ ،مؤلف: بهرام لاله زاري،وزارت آموزش پرورش ۱۳۷۳

[۲] درس فني سال دوم ماشين افزار،كد ۵۰۳ ،مؤلفان: محسن اكبري،صمد خادمي اقدم بهروز نصيري زنوزي،وزارت آموزش پرورش ۱۳۷۱

[۳] سينماتيك وديناميك ماشين ها،ترجمه دكتر محمد اسماعيل بازوكي،نشر آزمون ،تهران،۱۳۷۱