نگاهی اجمالی به چرخدنده ها

نام و نام خانوادگی: محمد صالحی(۳۸۴۰۱۵۹۶)

رشته تحصیلی: مکانیک - ساخت و تولید

استاد راهنما: مهندس اسماعیل سلطانی

www.mechanicalengineering.ir

فهرست مطالب

مقدمه ۱
تاریخچه چرخدنده ها ۲
چرخدنده ۳
انواع چرخدنده ها ۴
I. چرخدنده های ساده ۴
II. چرخدنده های مارپیچ ۵
III. چرخدنده های دومارپیچ و جناغی ۶
IV. چرخدنده های درونی ۸
V. چرخدنده های شانه ای ۹
VI. چرخدنده های شیبدار راست دندانه ۹
VII. چرخدنده های شیبدار زاویه ای ۱۰
VIII. چرخدنده های شیبدار تاجی ۱۱
IX. چرخدنده های شیبدار اریب دندانه ۱۱
X. چرخدنده های شیبدار چمان دندانه ۱۲
XI. چرخدنده های شیبدار راست خمان دندانه ۱۲
XII. چرخدنده های هیپوئید ۱۳
XIII. جفت چرخدنده های حلزونی ۱۴
XIV. جفت چرخدنده های حلزونی دوپوش ۱۵
XV. جفت چرخدنده های مارپیچ متنافر- محور ۱۵
XVI. جفت چرخدنده های اسپیروئید ۱۶
فرم منحنی دندانه ها ۱۷
a. دندانه های سیکلوئیدی ۱۷
b. دندانه های اینولوت ۱۸

محاسن چرخدنده ها ۱۹
۱ . انتقال نیروی بیشتر ۱۹
۲ . انتقال نیرو روی محور های مختلف ۱۹
معایب چرخدنده ها ۲۰
i. حرارت ایجاد شده بین دو چرخدنده ۲۰
ii. صدای ناهنجار و علل آن در هنگام کار ۲۰
iii. شکستن و خرد شدن چرخدنده و علل آنها ۲۱
خرابیهای چرخدنده ۲۲
i. آبله گونگی ۲۲
ii. شکست ۲۲
iii. خش افتادگی ۲۳
جنس چرخدنده ها ۲۵

مقدمه :

چرخدنده ها يكي از پركاربردترين قطعات در صنعت مي باشند. البته باوجود كاربرد زياد هميشه نقشي ناپيدا را در زندگي بشر امروزي ايفا كرده اند. درواقع كمتر كسي است كه اطلاعات مختصري در مورد چرخدنده ها داشته باشد حتي مهندسان كه در صنعت به فعاليت مي پردازند اطلاعات كمي در مورد چرخدنده ها داشته و اكثراً بجز كليات چيزي نمي دانند.

باتوجه به پيشرفت صنعت و نقش انكار ناپذير چرخدنده ها در قسمت هاي مختلف صنعت لازم است كه با توجه به رشد صنعتي كشور دانشجويان مكانيك آشنايي بيشتري با چرخدنده ها پيدا كرده و با انواع مختلف و نحوه عملكرد و چگونگي تراشيدن آنها آشنا شوند. البته در اين زمينه مطالب بسياري در منابع مختلف موجود مي باشد كه با مراجعه به آنها مي توان اطلاعات كافي در اين زمينه بدست آورد.

در اين تحقيق سعي شده تا مطالب كلي در مورد انواع، مزايا و معايب و مشخصات فني آنها ارائه شود تا منبعي منسجم و مختصر در اختيار دانشجويان قرار گيرد.

اميد است كه دانشجويان با مطالعه و تلاش به شكوفايي و پيشرفت اين صنعت در كشور ما كمك نمايند.

در پايان از آقاي مهندس اسماعيل سلطاني كه با حمايت ها و راهنمايي هاي بي دريغ خود من را در گردآوري اين مجموعه ياري نمودند،كمال تشكر را دارم.

محمد صالحي
۱۳۸۵/۱۰/۱۸

www.mechanicalengineering.ir

تاريخچه چرخدنده ها:

از زمان دقيق استفاده چرخدنده ها آگاهي نداريم ولي از حدود سه هزار سال پيش انسانها از دندانه هاي چرخدنده اي درگير استفاده مي كردند.

به نظر مي رسد كه نخستين چرخدنده ها از چوب ساخته شده اند. تمدن هاي قديم از چرخدنده ها استفاده هاي مختلفي مي نمودند به عنوان مثال روميان از چرخدنده هاي چوبي در آسياب ها براي انتقال نيرو استفاده مي كردند و يا يونانيان براي ادوات نجومي خود چرخدنده هاي كوچكي از جنس فلزات مي ساختند.

در زمان قرون وسطي نيز از چرخدنده ها در آسياب هاي آبي استفاده مي شد و با اختراع ساعت، انواع چرخدنده ها از كوچك و بزرگ در ساعت هاي مختلف استفاده مي شد.

در قرن هجدهم با آغاز انقلاب صنعتي در اروپا نياز به چرخدنده ها بيشتر از قبل احساس شد. در اين زمان با استفاده از مدل هاي ريخته گري كاملاً دقيق كه از دندانه و پره و توپي تهيه شده بودند چرخدنده هاي دقيقي از جنس چدن ساخته شده اما اين پايان كار نبود با اختراع ماشين تراش و سپس ماشين چرخدنده تراشي انقلاب جديدي در صنعت چرخدنده سازي آن زمان ايجاد شد و با استفاده از اين ماشين ها چرخدنده هاي دقيق تري از جنس فولاد و چدن ساخته شد.

در قرن نوزدهم با بوجود آمدن كشتيهاي بخار، ماشين هاي ابزار و... چرخدنده ها كاربرد گسترده تري پيدا كردند و با آغاز قرن بيستم با به عرصه آمدن خودرو و هواپيما دريچه نويني به روي صنعت چرخدنده سازي گشوده شد و اين صنعت همراه با پيشرفت صنايع ديگر به جلو مي رفت و توسعه مي يافت.

صنعت چرخدنده سازي علاوه بر نياز به ماشين هاي نوين و پيچيده جهت ساخت چرخدنده هاي مورد نظر، به قواعد و اطلاعات مهندسي براي بررسي چيزهايي همچون تنش تماسي دندانه ها، تنش خمشي دندانه ها، روغنكاري دندانه هاي تند درگير و همچنين اطلاعاتي در مورد جنس مواد مورد استفاده در چرخدنده سازي احتياج پيدا نمود.

در قرن بيستم چرخدنده سازي پيشرفت مداوم و شتابنده اي گرفت. طراحي مهندسي چرخ دنده ها به حدي شكوفا شده است كه امروزه اگر كسي بخواهد همه محاسبات هندسي قابل كاربرد در طراحي را انجام دهد و به همه اطلاعات مورد نياز در مورد مواد و فرايند ها دست يابد به يك قفسه كامل از كتابهاي فني احتياج خواهد داشت.

www.mechanicalgears.com

به طور كل مي توان گفت كه بيش از ۹۰% دانش فني قابل كاربرد در مورد چرخدنده ها در فاصله زماني ۱۸۹۰ تا ۱۹۹۰ بدست آمده است.

صد سال گذشته را مي توان به چهار دوره تقسيم كرد به گونه اي كه هريك از اين دوره ها تقريباً پيشرفت كلي يكسان با بقيه در عرصه هنر چرخدنده گري داشته باشد:

۱۸۹۰ - ۱۹۳۰ دوره نخست كه در آن ساخت چرخدنده و مهندسي چرخدنده شناخته شدند و اساس و بنيادي پيدا كردند.

۱۹۳۰ - ۱۹۶۰ ساخت چرخدنده و مهندسي چرخدنده اساس گسترده اي پيدا كردند. هنر چرخدنده گري اساساً به بلوغ رسيد.

۱۹۶۰ - ۱۹۸۰ دوره پيشرفت هنگفت در صنعت چرخدنده. هنر چرخدنده گري بسيار پيچيده شد.

۱۹۸۰ - ۱۹۹۰ هنر قديمي و جا افتاده چرخدنده گري شاهد دگرگونيهاي شديدي همچون نوآوري در طراحي ماشين، كنترل رايانه اي، مواد جديد و توليد روغنهاي جديد شد. راههاي سنتي انجام كار در كارگاههاي چرخدنده سازي يا در دفاتر طراحي چرخدنده همه رو به دگرگوني اساسي گذاردند.

صنعت چرخدنده اكنون بسيار پيشرفته است و شانه به شانه صنايع ديگري همچون صنعت فضاپيمايي، ماشينهاي دورنگاري، پلاستيكها، ليزرها و بسياري چيزهاي ديگر مي ساید.

چرخدنده:

چرخدنده جزئي از اجزاء ماشين است كه براي انتقال حركت و توان از محور خود به چرخدنده اي ديگر و در نتيجه به محور آن از طريق دندانه هايش بكار مي رود.

بوسيله چرخدنده ها مي توان حركت دوراني و گشتاور گردشي را بدون لغزش از محوري به محور ديگر (در فاصله محورهاي كم) منتقل نمود. همچنين به كمك آنها مي توان نسبت انتقال و جهت گردش مورد لزوم را بدست آورد. براي اين منظور از چرخدنده هاي مختلفي استفاده مي شود كه نمونه هايي از آنها را در زير مشاهده مي نماييد.

انتقال نيرو و گشتاور در محورهاي موازي به كمك چرخدنده هاي پيشاني، در محورهاي متقاطع توسط چرخدنده هاي مخروطي و در محورهاي متعامد توسط پيچ و چرخ حلزون و يا چرخ دنده هاي مارپيچي انجام مي گيرد. به كمك چرخ

و شانه نيز مي توان حركت دوراني را به مستقيم و يا بالعكس تبديل نمود.
به منظور بالابردن دقت و كم كردن صدا و فرسودگي، سطح دندانه ها را ابتدا سخت كاري سطحي نموده و سپس سنگ مي زنند و همواره آنها را در محفظه اي از سخت كاري سطحي نمود و سپس سنگ مي زنند و همواره آنها را در محفظه اي از روغن غوطه ور مي نمايند. همچنين براي جلوگيري از سوانح و ورود كثافات و گرد و خاك روي چرخدنده ها را با محافظ خوبي مي پوشانند.
از ميان دو چرخ دنده درگير آن كه كوچكتر است كه معمولاً گرداننده هم هست، **پينيون** و چرخنده بزرگتر **چرخنده** ناميده مي شود.
در ادامه توضيحاتي در مورد انواع چرخنده و موارد استفاده و خصوصيات هركدام از آنها آمده است.

www.mavjaeiyring.blogfa.com

انواع چرخنده ها:

I. چرخنده هاي ساده[1]:

اين چرخنده ساده ترين نوع چرخنده هاست. آنها دندانه هاي مستقيم دارند و محورهاي دو چرخ نيز موازي با يكديگر قرار گرفته اند. گاهي تعداد زيادي از آنها را در كنار هم قرار مي دهند تا سرعت را كاهش و قدرت را افزايش دهند.
در تعداد زيادي از وسايل از اين نوع چرخنده ها استفاده مي شود مثلاً ساعت هاي كوكي، ساعت هاي اتوماتيك، ماشين لباسشويي، پنكه و... اما در اتومبيل بكار نمي آيد چون سروصداي زيادي دارند. هربار كه دندانه يك چرخ به دندانه چرخ روبرو مي رسد، صداي كوچكي دراثر برخورد ايجاد مي شود مي توانيد مجسم كنيد وقتي تعداد زيادي از اين چرخنده ها با هم كار مي

1-spur gears

کنند چه سروصدايي راه مي اندازند؟ در ضمن اين برخوردها در درازمدت موجب شکستن دندانه ها مي شوند. براي کاهش سروصدا و افزايش عمر چرخدنده ها در بيشتر اتومبيلها از چرخدنده هاي مارپيچ استفاده مي کنند.

II. چرخدنده هاي مارپيچ[۲]:

1-helical gears

دندانه هاي اين چرخنده ها نسبت به محور دورانشان شيبدار تراشيده مي شوند. اين دندانه ها همچون دندانه هاي چرخنده هاي ساده با محور دوران چرخنده موازي نيستند بلكه همچون مقاطعي از مارپيچ هستند كه بر گرد بدنه چرخنده تابيده شده باشند.

نكته مهم در طراحي چرخنده هاي مارپيچ كاركردن با گامهاي استاندارد چرخنده ساده است. برتري اين كار دو چيز است: اول اينكه زاويه مارپيچ را مي توان بنحوي انتخاب كرد كه همپوشاني دندانه كافي بدست دهد (به طور سرانگشتي، به نسبت ۲ ر ۱ برابر گام يا بيشتر) و ديگر اينكه طراح، منابع تداركاتي خود را محدود نمي كند. با اين رهيافت گام هاب ساده گام عمودي چرخنده مارپيچ مي شود. بدين نحو گام دايروي در جهت انتقالي (جهت دوران) بزرگتر از گام دايروي هاب و برابر با گام عمودي تقسيم بر كسينوس زاويه مارپيچ بدست مي آيد. بنابراين قطر چرخنده هاي مارپيچ گام عمودي بزرگتر از قطر چرخنده هاي ساده اي است كه همان گام و همان تعداد دندانه را داشته باشند.

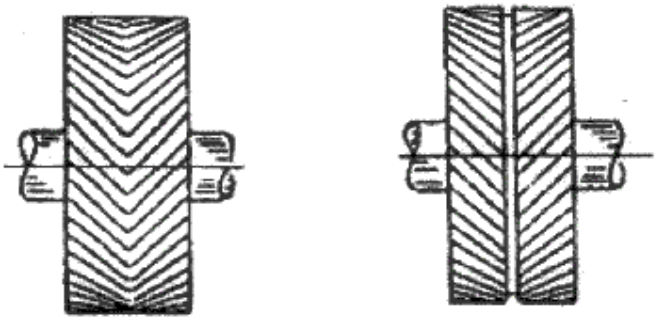
راه حل ديگر اين است كه طراحي براساس تيغچه ها يا هاب هاي **گام انتقالي**[۳] در دسترس انجام شود. اين رهيافت چرخنده هاي مارپيچي بدست مي دهد كه تعداد دندانه ها و قطر گام آنها با وقتي كه به عنوان چرخنده ساده

۲- عبارتست از تعداد دندانه هاي چرخنده در هر اينچ از قطر گام آن.

طراحي شده يكسان است. بنابراين در صورتي كه لازم باشد نسبت دندانه ها و فاصله محوري تغيير نكند، و اگر براي مهار نيروي پيشران محوري كه با چرخدنده هاي مارپيچ پديد مي آيد پيش بيني لازم شده باشد چرخدنده هاي مارپيچ گام انتقالي را مي توان به جاي چرخدنده هاي ساده بكار برد.

زاويه هاي مارپيچي كه عموماً براي چرخدنده هاي مارپيچ انتقالي بكار مي رود °5و°7و°15، گاه °23و°30، و براي چرخدنده هاي مارپيچ متنافر-محور°45 است. به طوري كه گفته شد فروتري چرخدنده هاي مارپيچ گام انتقالي در اين است كه زاويه مارپيچ بهينه براي همپوشاني دندانه ها را نمي توان انتخاب كرد و بعلاوه منابع تدارك محدود به كساني مي شود كه اين هاب هاي مخصوص را در اختيار دارند. همچنين، مقاومت دندانه هم كمتر است، زيرا ضخامت عمودي دندانه چرخدنده هاي مارپيچ گام انتقالي كمتر از ضخامت عمودي دندانه چرخدنده هاي مارپيچ طراحي شده بر اساس هاب هاي چرخدنده ساده است.

III. چرخدنده هاي دومارپيچ[4] و جناغي[5]:



Herringbone Gear

Double-Crossed
Helical Gear

اين نام به چرخدنده هاي مارپيچي اطلاق مي شود كه هريك به واقع از دو مارپيچ پهلو به پهلو تشكيل شده و جهت راستگرد و چپگرد آن دو مخالف يكديگر باشد. برتري آنها بر چرخدنده هاي تك مارپيچ بدواً در كارايي آنهاست براي مواردي كه چرخدنده به تعداد دندانه بسيار اندك نياز داشته باشد مانند چرخدنده دستگاههاي نورد غلتكي فولاد و چرخدنده تلمبه هاي دنده اي، و نيز در

1-Double-crossed helical gears
2-Herringbone gears

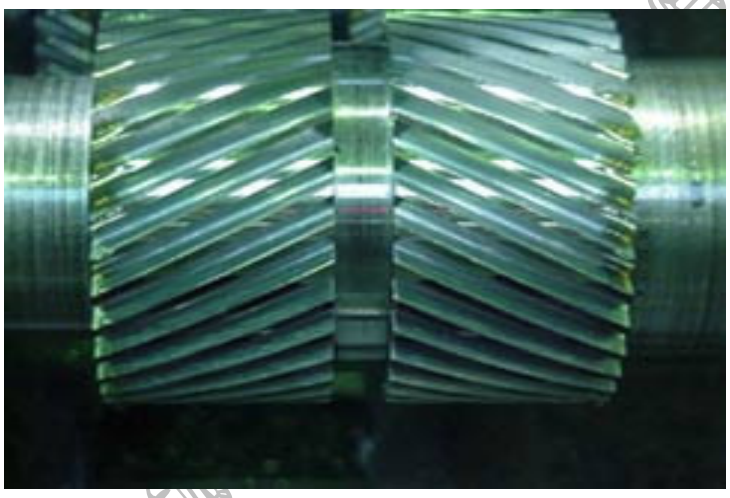
دستگاههايي است كه نتوانند نيروي رانش محوري را تحمل كنند.

پيكره هاي خامي كه براي ساخت چرخدنده هاي دو مارپيچ به كار مي رود به گونه اي ماشينكاري مي شوند كه در وسط رويه دندانه ها بين دو مارپيچ شيار خلاصي ايجاد شود. اگر شيار خلاصي ايجاد نشود **چرخدنده جناغي** با دندانه هاي پيوسته به دست مي آيد. چرخدنده هاي جناغي معمولاً براي دستگاههاي سرعت بالا چندان رضايت بخش تر از چرخدنده هاي دومارپيچ نيستند زيرا رأس دندانه هاي آنها ممكن است آشيانه روغنگير تشكيل دهند و بدين ترتيب باعث ايجاد سروصدا شوند و در سرعتهاي بالا نرخ گرمازايي را افزايش دهند. همچنين، شيار خلاصي موجب به حداقل رسيدن شكست دندانه براثر والنگي محوري مي شود زيرا دندانه هاي پيوسته در رأس خود تمركز تنش خواهند داشت. اگر والنگي محوري ناچيز يا هيچ باشد تمركز تنش كمتر است و دندانه هاي پيوسته كمتر از دندانه هاي شيادار مستعد شكستگي هستند.

معمولترين زاويه مارپيچ براي چرخدنده هاي دومارپيچ و جناغي ۳۰ درجه و مشخصه گام آنها در جهت انتقالي است.

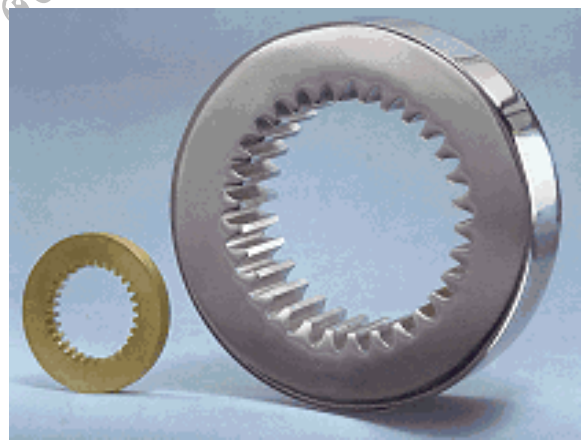
چرخدنده هاي دستگاه محرك بيشتر تلمبه هاي ميدانهاي نفتي از نوع دومارپيچ يا جناغي هستند. يك دليل آن اين است كه يكي از قديميترين و بزرگترين سازندگان اين گونه دستگاهها سالها قبل روي ماشينهاي ساخت چرخدنده جناغي سرمايه گذاري سنگيني كرد. ازاين رو جعبه دنده هاي كاهنده اي كه آنها طراحي كردند و ساختند به ياتاقانهاي نيروي محوري، آن گونه كه براي چرخدنده هاي تك مارپيچ لازم است، نياز ندارند. دليل ديگر اين است كه ياتاقانهاي نيروي محوري، كه كاربردشان همراه با چرخدنده هاي تك مارپيچ ضروري است، براثر وارونه شدن جهت بار، كه در دستگاه محرك تلمبه هاي ميدانهاي نفتي دوبار در هر دور چرخدنده كم سرعت رخ مي دهد، زودهنگام خراب مي شوند. تكرا وارونه شدن جهت بار موجب شل شدن ياتاقانهاي نيروي محوري و درنتيجه وارد آمدن بارهاي ديناميكي بر آنها مي شود و اين چيزي است كه اساساً براي آن طراحي نشده اند.

چرخدنده



چرخدنده

IV. چرخدنده هاي درونـي[6]:



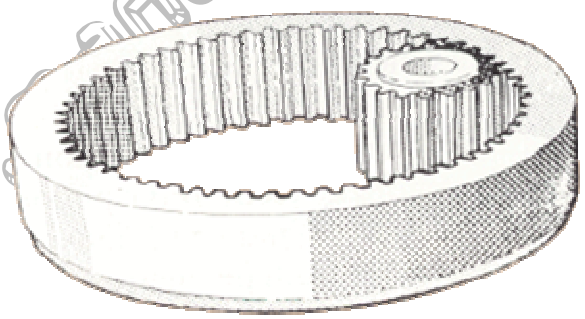
1-Internal gears

دندانه هاي چرخدنده هاي دروني هم مانند دندانه هاي چرخدنده هاي ساده و مارپيچ بيروني با چرخدنده شانه اي مبنا ايجاد مي شوند ولي كاربرد آنها داراي بعضي محدوديتهاست.

از چرخدنده هاي دروني در جعبه دنده هاي ساده پينيون و چرخدنده، جعبه دنده هاي سياره اي، طوقه بيروني كوپلينگهاي انعطاف پذير و دستگاههاي محرك تفاضلي دروني استفاده مي شود و البته اينها فقط چند نمونه از كاربردهاي آن است.

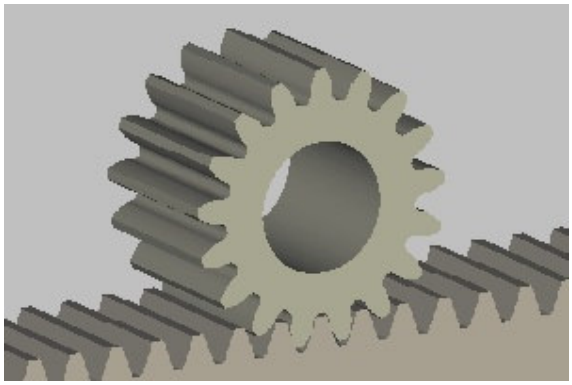
در كوپلينگهاي انعطاف پذير تعداد دندانه چرخدنده هاي دروني و بيروني يكسان است و بنابراين مسأله پينيون گرداننده و چرخدنده وجود ندارد. در چرخدنده هاي دروني مسائلي همچون تداخل اينولوت، تداخل سردندانه و تداخل كنج دندانه حادتر از چرخدنده هاي بيروني مي شود.

چرخدنده هاي دروني با خان كشي (تا قطر دايره گام حدود ۱۵۰ ميليمتر) يا با شكلتراشي (تا قطر دايره گام حدود ۲۵۰۰ ميليمتر) توليد مي شوند. چرخدنده هاي دروني بزرگتر از قطر دايره گام ۲۵۰۰ ميليمتر با تيغه هاي نقش تراشي بر روي ماشينهاي مجهز به پيوستار گردن غازي كه براي بستن ابزار به كار مي رود تراشكاري مي شوند. بيشتر چرخدنده هاي دروني كوپلينگهاي انعطاف پذير به صورت انبوه توليد و خان كشي مي شوند.



V. چرخدنده هاي شانه اي[۷]:

1-Rack gears



بيشتر چرخدنده هاي شانه اي از نوع ساده هستند ولي مي توانند مارپيچ يا دومارپيچ هم باشند. چرخدنده شانه اي تخت است (با شعاع دايره گام بينهايت) و در مواردي به كار مي رود كه لازم باشد حركت دوراني به حركت رفت و برگشتي تغيير داده شود، مانندتغيير حركت بر روي بستر ماشين تراش.

چرخدنده شانه اي كاربردهاي ديگري هم دارد. با افزايش قطر دايره مبناي چرخدنده ساده و نزديك شدن آن به بينهايت منحني اينولوت دندانه به خط راست نزديك مي شود و سرانجام دندانه چرخدنده شانه اي با دو پهلوي تخت بدست مي آيد. بنابراين دندانه چرخدنده شانه اي با هر دندانه چرخدنده اي كه داراي گام و زاويه فشار يكسان با آن باشد (يعني دندانه ها جفت هم باشند) غلتش مي كند و مي تواند براي ايجاد دندانه هاي چرخدنده به كار رود.

ابزارهاي چرخدنده تراشي براي چرخدنده هاي ساده، مارپيچ و دومارپيچ دندانه هايي به شكل **چرخدنده شانه اي مبنا** دارند.

VI. چرخدنده هاي شيبدار راست دندانه[8]:

چرخدنده هاي شيبدار راست دندانه چرخدنده هايي هستند كه دندانه هايشان بر روي سطح بيروني مخروط تراشيده مي شوند و اگر امتداد يابند در راس مخروط همديگر را قطع مي كنند. از آنجايي كه قطر مخروط بر روي قاعده بزرگترين قطر آن است دندانه هاي چرخدنده شيبدار بر روي قاعده ضخيمتر هستند و اين مقطع ضخيم تر **پاشنه ي** دندانه ناميده مي شود. سر نازكتر دندانه **انگشت** ناميده مي شود. **فاصله ي مخروطي** چرخدنده شيبدار طول مخروط از راس تا قاعده آن است. پهناي چرخدنده شيبدار طول مخروط از

2-Straight bevel gears

پاشنه تا انگشت آن است و هرگز نبايد بيش از يك سوم فاصله مخروطي باشد. گام چرخدنده ي شيبدار بر روي پاشنه ي آن اندازه گيري مي شود. زاويه ي محوري چرخدنده هاي شيبدار معمولاً 90° است، ولي چرخدنده هاي شيبدار را مي توان براي هر زاويه محوري دلخواه طراحي و تراشكاري كرد.

دو چرخدنده ي شيبدار با تعداد دندانه هاي برابر كه براي كار با هم طراحي شده باشند **چرخدنده هاي فارسي بر** ناميده مي شوند.

امروزه بيشتر چرخدنده هاي شيبدار راست دندانه با دندانه هاي كمان پهن ساخته مي شوند. اين چرخدنده ها به نام كونيفلكس، كه نشان تجارتي شركت گليسون ورك براي آنهاست، شناخته مي شوند.

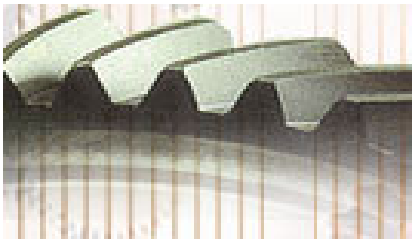
اثر تماس تكيه گاهي اوليه دندانه هاي كونيفلكس به شكل «حباب» كشيده خواهد بود كه هنگام مونتاژ بايد نزديك تر به انگشت دندانه ها قرار گيرد تا پاشنه آنها.

ماشين هاي زيادي هنوز در حال كارند كه نمي توانند دندانه ي كونيفلكس بتراشند. چرخدنده هاي شيبداري كه با اين ماشين ها تراشكاري مي شوند بايد به گونه اي ساخته شوند كه داراي تكيه گاه اوليه ي نزديك به انگشت باشند و به گونه اي مونتاژ شوند كه اين تكيه گاه را از دست ندهند زيرا طرف انگشت دندانه ها بر اثر وارد آمدن بار بيش از پاشنه ي آنها تاب بر مي دارد و به علاوه دندانه هايي كه تكيه گاه نزديك به انگشت دارند هنگام آغاز بهره برداري بهتر آب بندي مي شوند.

VII. چرخدنده هاي شيبدار زاويه اي[9]:

اين چرخ دنده ها با زاويه محوري 90° با هم درگير مي شوند.

در تصوير زير فرم دندانه هاي اين نوع چرخدنده را ملاحظه مي كنيد.



VIII. چرخدنده هاي شيبدار تاجي[10]:

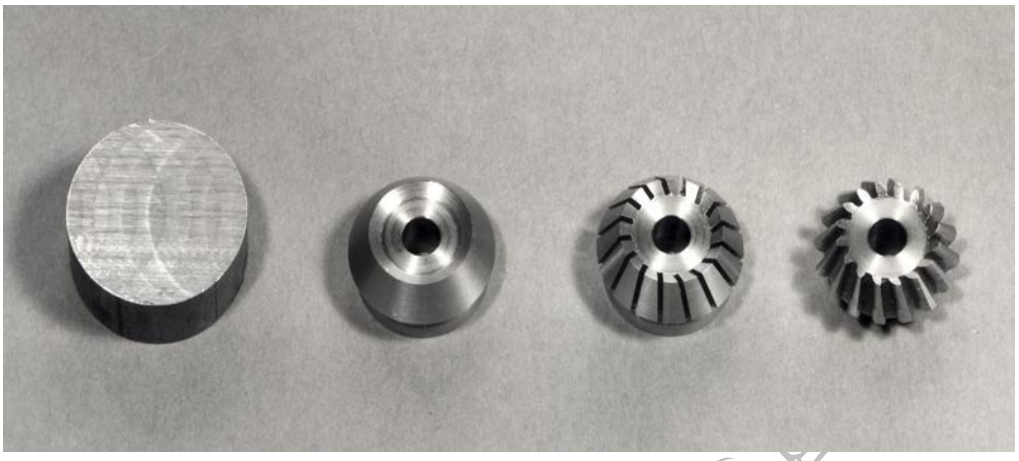
چرخدنده تاجي چرخدنده شيبداري است كه سطح گام آن مسطح باشد. چرخدنده ي تاجي مشابه چرخدنده ي شانه اي مبنا در چرخدنده هاي ساده است.

IX. چرخدنده هاي شيبدار اريب دندانه[11]:

دندانه هاي اين چرخ دنده ها راست، و نسبت به يال پديد آورنده مخروط گام اريب تراشيده مي شوند.

1-Angular bevel gears
1-Crown bevel gears
2-Skew bevel gears

در تصوير زير مراحل ساخت يك چرخدنده شيبدار اريب دندانه را مي بينيد.



X. چرخدنده هاي شيبدار چمان دندانه[1]:

دندانه هاي اين چرخدنده ها خمدار، و نسبت به يال پديد آور گام اريب با زاويه انتخابي (معمولاً°35)

1-Spiral bevel gears

تراشيده مي شوند. بدين ترتيب دندانه ي در حال ورود به درگيري پيش از آزاد شدن دندانه ي در حال خروج با جفتش تماس پيدا مي كند. اين چرخنده ها نسخه ي «مارپيچ» چرخنده هاي شيبدار هستند و به كاربرد هايي اختصاص يافته اند كه به عملكردي نرم تر از آنچه با چرخنده هاي شيبدار راست دندانه به دست مي آيد نياز دارند.

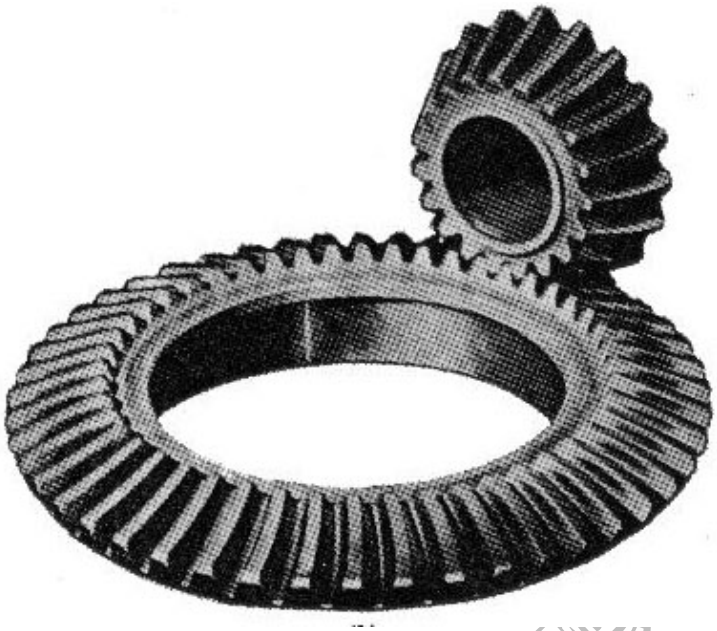
XI. چرخنده هاي شيبدار راست خمان دندانه[۱۳]:

اين چرخنده ها نوعي چرخنده شيبدار چمان دندانه با زاويه اريب صفر درجه هستند. برتري آنها نسبت به چرخنده هاي شيبدار راست دندانه ي كونيفلكس اين است كه هر دندانه آنها يك سطح محدب و يك سطح مقعر دارد، حال آنكه دندانه كونيفلكس دو سطح محدب دارد. بنابراين سطح اثر تكيه گاهي اوليه دندانه ي چرخنده هاي شيبدار راست خمان دندانه مي تواند بزرگتر از سطح نظير در چرخنده هاي شيبدار كونيفلكس باشد.

بايد توجه داشت كه چرخنده هاي شيبدار چمان دندانه و راست خمان دندانه را مي توان با درجه كيفيت AGMA Q۱۰ يا بالاتر توليد كرد. زيرا دندانه هاي اين دو نوع چرخنده را مي توان با ماشين هاي سنگ زني چرخنده شيبدار سنگ زد. چرخنده هاي شيبدار راست دندانه را نمي توان سنگ زد.

www.mayvaran.com

2-Zerol gears



XII. چرخدنده هاي هيپوئيد[14]:

چرخدنده هاي هيپوئيد، چرخدنده هاي شيبدار همان دندانه اي هستند كه محور پينيون آنها بيرون از مركز است، بنابر اين محور ها همديگر را قطع نمي كنند. معمولترين كاربرد آنها در گرداننده محور عقب خودروهاست.

XIII. جفت چرخدنده هاي حلزوني[15]:

1-Hypoid gears
1-Worm gearing

در اين جفت، عضو گرداننده داراي پيكر بندي رزوه ي پيچ است. محور حلزون همواره نسبت به محور چرخ حلزون با زاويه 90° قرار مي گيرد.

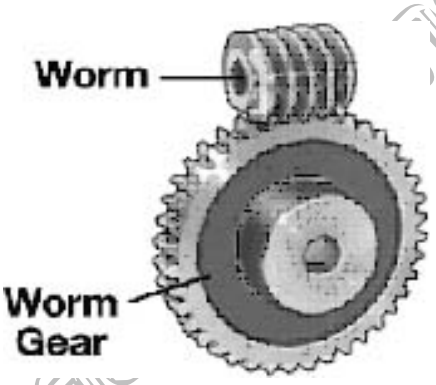
جفت چرخدنده حلزوني اگر خوب طراحي و ساخته شود عملكردي نرم و بدون مشكل ارائه مي دهد و مي توان دامنه ي گسترده اي از نسبت هاي چرخدنده را هم براي آن انتخاب كرد ولي ملاحظاتي هست كه بايد آنها را براي عمر بهينه ي چرخدنده در نظر گرفت. براي مثال، با زاويه پيشروي زياد (مثلاً 30°) چرخدنده بايد بصورت مماسي هابكاري شود زيرا با پيشروي قائم هاب بخشي از رخساره ي فعال دندانه ها براده برداري مي شود. همچنين بهتر است كه به زاويه پيشروي بزرگتر زاويه هاي فشار بزرگتري اختصاص داده شود-براي زاويه هاي پيشروي بزرگتر از 30° زاويه فشار 25° تا 30° و به همين ترتيب.

انتخاب مواد نيز بسيار اهميت دارد. برنز SAE۶۵ با حدود ۱% نيكل براي چرخ حلزون خوب است، و در صورتي كه پيكر بندي چرخدنده اجازه دهد بايد ريخته گري چايشي يا ريخته گري گريز از مركز شود. خود حلزون بايد از فولاد ساخته و سخت (آبداده) شود و دندانه هاي آن سنگ بخورد.

همچنين دقت در مونتاژ جفت چرخدنده حلزوني اهميت بسيار دارد. چرخ حلزون بايد به طور جانبي به گونه اي تنظيم شود كه در اثر تماس تكيه گاهي بر روي دندانه هاي آن با در نظر گرفتن جهت گردش حلزون به طرف (در حال خروج) دندانه ها بيرون از مركز باشد

براي دستيابي به نتايج بهتر بايد جفت چرخدنده ي حلزوني را پس از مونتاژ در آغاز بدون بار و سپس به تدريج با افزايش بار تا پيدا شدن سطوح صيقل خورده بر روي دندانه ها آب بندي كرد. اين كار در صورتيكه سطح اثر تكيه گاهي اوليه ي دندانه ها رضايت بخش باشد ممكن

است لازم نباشد ولي اگر كمتر از حدود ۵۰% پهناي دندانه ها باشد مي تواند بدون آب بندي مشكلاتي پيش آيد.
ظرفيت تحمل بار جفت چرخدنده ي حلزوني را مي توان با طراحي آن بر اساس معيار هاي هندسي **كنش پشتكردي** افزايش داد. بهتر شدن خواص جفت چرخدنده ي حلزوني ناشي از بزرگتر شدن بخش پشتكردي (صيقل زننده) طول مسير تماس رزوه و دندانه است. اين كار در جفت چرخدنده هاي حلزوني بر خلاف تصوري كه ممكن است بدواً از بحث اصلاح در مورد چرخدنده هاي ساده و مارپيچ به ذهن خطور كند با هابكاري كوچكتر از چرخ حلزون انجام مي شود نه با بزرگتر ساختن حلزون گرداننده (يعني افزايش قطر آن). دليل آن اين است كه رزوه هاي حلزون گرداننده صرف نظر از اندازه قطر آن داراي شكل دندانه چرخدنده شانه اي هستند و بنابراين با افزايش قطر حلزون تنها زاويه پيشروي تغيير مي كند، نه كنش رزوه و دندانه بر روي هم.



XIV. جفت چرخدنده هاي حلزوني دوپوش[۱۶]:

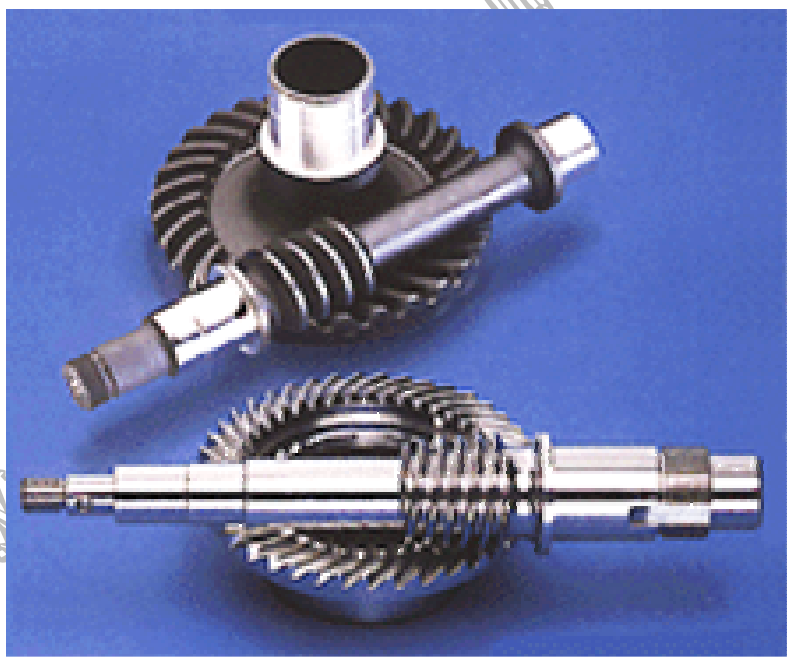
در جفت چرخدنده حلزوني دوپوش حلزوني به صورت حباب ساعت شني شكل داده مي شود و به همين دليل نسبت به حلزونهاي معمولي با تعداد دندانه بيشتري از چرخ حلزون در تماس خواهد بود. اين نوع جفت نسبت به چرخدنده حلزوني معمولي با اندازه هاي يكسان توان بيشتري انتقال مي دهد ولي در سرعت هاي بالا گرماي بيشتري توليد مي كند و بعلاوه زمان مونتاژش هم طولانيتر است زيرا تنظيم محوري و جانبي حلزون دوپوش دشوارتر از حلزون هاي معمولي است.

XV. جفت چرخدنده هاي مارپيچ متنافر-محور[۱۷]:

1-Double-enveloping worm gears
2-Crossed-axis helical gearing

جفت چرخدنده هاي مارپيچ متنافر- محور چرخدنده هاي مارپيچي با زاويه ي مارپيچ همسو هستند كه معمولاً براي كار با زاويه محوري متنافر°90 نسبت به هم طراحي مي شوند. اين چرخدنده ها گاه **چرخدنده چمان دندانه** ناميده مي شوند. تماس نقطه اي دندانه هاي آنها در آغاز درگيري كاربردشان را به دستگاههاي نسبتاً سبك بار محدود كرده است.

XVI. جفت چرخدنده هاي اسپيروئيد[۱۸]:



چرخدنده هاي اسپيروئيد خانواده چرخدنده هايي است كه طرح دندانه آنها چيزي ميان شيبدار، حلزوني و طرح چرخدنده ي مسطح است.

1-Spyroid gears

انواع ديگري از چرخ دنده ها وجود دارند كه به چرخدنده هاي مخصوص معروف اند. اين خانواده از چرخدنده ها در ساز و كارهايي به كار مي روند كه نياز به حركت متغيير در محور خروجيشان داشته باشند و حركت محور وروديشان از نوع سرعت-ثابت باشد.
توضيح بيشتر در مورد اين نوع چرخدنده ها از حوصله اين تحقيق خارج است بنابر اين به همين توضيح كوتاه در مورد اين نوع چرخدنده ها بسنده مي كنيم.

فرم منحني دندانه ها:

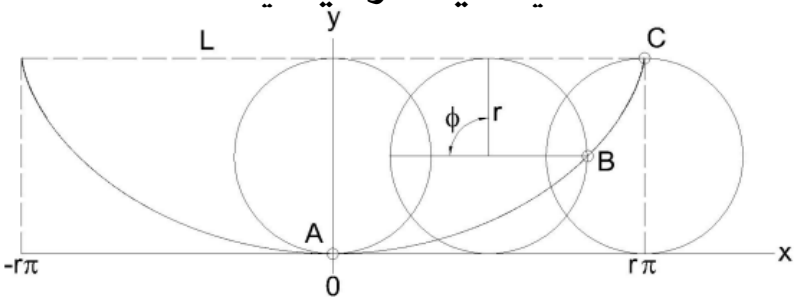
دو چرخ دنده اينكه با هم كار ميكند و عمل انتقال نيرو را انجام ميدهند دندانه ها نيروهاي لازم را از محوري به محور ديگر منتقل مي كنند و عملاً اين چرخدنده ها هنگام كار و درگيري بر روي يكديگر عمل غلتيدن و لغزش صورت مي گيرد كه بسته به نوع نسبت درگيري ساختماني يا منحني هاي متفاوت پيدا مي كنند و از همه مهمتر براي طرح يك چرخدنده عوامل مختلفي را بايد درنظر گرفت كه عبارتند از:

۱. ارتفاع سردنده
۲. ارتفاع ته دنده
۳. ضخامت دنده
۴. منحني يا انحناي جانبي دنده

كه در آن اندازه ارتفاع سر و ته و ضخامت دنده بستگي به محل كار و قدرتي كه مي بايست انتقال دهد محاسبه مي شوند.
انحناي جانبي دنده ها كه مهمترين قسمتهاي يك چرخدنده را تشكيل مي دهند بسيار حائز اهميت است و براي ايجاد چنين منحني هايي بايستي منحني تيغ فرزها جهت ساخت چرخدنده را درست بصورت منحني چرخدنده ها ساخته شوند.
بطور كلي در اينجا بطور مختصر انواع انحناي جانبي دنده ها را كه به منحني هاي صنعتي خوانده مي شود توضيح مي دهيم انحناي جانبي در تمام دنده ها به يكي از دو نوع زير بستگي دارد.

a. فرم يا منحني دنده هاي سيكلوئيد
b. فرم يا منحني دنده هاي اينولوت

a. دنده هاي سيكلوئيدي:



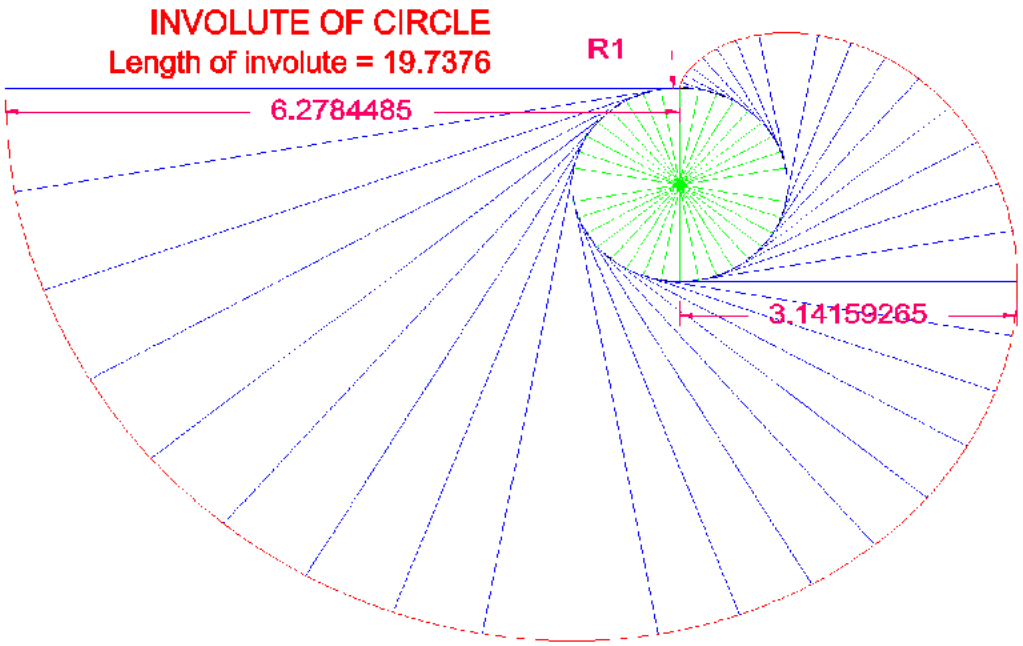
منحني سيكلوئيدي از غلطيدن يك دايره روي دايره ديگر حاصل مي گردد. درصورتيكه مسير دايره دوران سطح خارجي يك دايره ديگر باشد نقطه ثابت روي دايره تشكيل يك منحني پي سيكلوئيد و در صورتيكه مسير سطح داخلي دايره ديگري باشد تشكيل منحني هيپوسيكلوئيد خواهد داد.

قسمتي از اين منحني فرم دندانه چرخدنده هاي سيكلوئيدي را تشكيل مي دهد. چرخدنده هاي سيكلوئيدي دقيق تر كار كرده و در مقابل تغييرات فاصله محوري حساس مي باشند، و از آنها در مكانيك ظريف و ساعت سازي استفاده مي شود. نقاط تماس اين نوع دنده ها روي خط مستقيمي قرار نمي گيرد و خط درگيري را دو كمان بوجود مي آورند. فرم دندانه ابزار شانه اي مخصوص توليد اين نوع چرخدنده ها مستقيم نبوده و لذا ساخت آنها مشكل بوده و گران تر تمام مي شود.

ابزارهاي پروفيل سيكلوئيدي ساختن چرخدنده هايي با تعداد دندانه كمتر را نيز ممكن مي سازند.

b. دنده هاي اينولوت:

www.mihanbook.com



منحني

در ماشين سازي معمولاً از چرخدنده هاي اينولوت استفاده مي كنند. فرم دندانه چرخدنده ها را اينولوت از غلطيدن يك خط مستقيم روي دايره اصلي بوجود مي آيد. قطر دايره اصلي كوچكتر از قطر دايره تقسيم بوده و مقدار آن از رابطه صفحه بعد بدست مي آيد.

$$dg = do \times Cos\alpha$$

زاويه α به نام زاويه درگيري معروف بوده و عبارتست از زاويه حاده حاصله بين خط مماس به دايره و تقسيمي و خط عمود بر پروفيل دنده در همان نقطه.

از بهم پيوستن نقاط تماس سطح دندانه هاي دو زوج دنده خطي حاصل مي شود كه آن را **خط درگيري** مي نامند. اين خط درگيري همان خط عمود بر پروفيل دندانه ها بوده و با خط مماس بر نقطه تماس قطرهاي تقسيم **زاويه درگيري** را بوجود مي آورد.

مقدار اين زاويه در چرخدنده هايي كه پروفيل دندانه آنها از منحني اينولوت تبعيت مي كند معمولاً 20° مي باشند. چرخدنده هاي اينولوت درگير با هم علاوه بر برداشت مدول مساوي بايستي داراي زاويه درگيري برابري نيز باشند.

فرم دندانه هاي اينولوت به اندازه قطر دايره اصلي بستگي داشته و هرچه قطر دايره اصلي بزرگتر شود شعاع انحناي سطح دندانه ها بيشتر مي گردد. تا بدانجا كه اگر

قطر دايره اصلي بينهايت شود، چرخدنده به دنده شانه اي با سطوح دندانه مستقيم راحت تر و ارزان تر مي باشد. لذا از يك ابزار دنده شانه اي براي ساختن چرخدنده ها با روش غلط استفاده مي گردد. در روي اين ابزارها معمولاً زاويه درگيري α كه برابر نصف زاويه دندانه ابزار مي باشد حك شده است. در ابزارهايي كه جهت توليد چرخدنده هاي اينولوت مورد استفاده قرار مي گيرند، زاويه درگيري 20° و زاويه دندانه هاي ابزار 40° مي باشد. خط وسط پروفيل دندانه ابزار (خط غلط) و قطر دايره تقسيم چرخدنده بر هم مماس مي باشد.

محاسن چرخدنده ها:

بطور كلي چرخدنده ها را بر اين مبنا ساخته اند كه بتوانند براي انتقال نيرو هاي بيشتر بكار برند يكي از خواص مهم آنها اينست كه نيروي زيادي را مي توان بوسيله چرخدنده انتقال نمود و همچنين دستگاه هاي صنعتي را كه قبلاً بوسيله تسمه كار مي كردند و فضاي بيشتري اشغال مي نمودند بدينوسيله مي توان با ساختن جعبه دنده ها مكان كمتري را اشغال كرد مزاياي مهم چرخ دنده ها را مي توان بصورت زير بيان نمود.

۱. انتقال نيروي بيشتر:

اگر دو دستگاه ماشين تراش را يكي با چرخدنده و ديگري با چرخ تسمه است را مقايسه كنيم خواهيم ديد كدام يك بهتر مي باشند. بطوريكه ملاحظه مي شود در ماشين تراش چرخ تسمه اي به محض بارگيري زياد تسمه ها، سر خورده و ماشين از حركت باز مي ايستد و چنانچه بار زياد تر گردد ممكن است تسمه ها پاره شوند و از طرف ديگر براي اينكه دور هاي زيادي در ماشين ايجاد نماييم بايد ماشين داراي چند پله اي باشد و اين خود يكي از نواقص مهم ماشين به شمار مي رود زيرا كه با داشتن پله هاي زيادي به صورت يك دستگاه عظيم درمي آيد ولي چنانچه ماشين را با چرخدنده مجهز نماييم اولاً مي توانيم در ماشين سرعت هاي زياد تري ايجاد نماييم ثانياً مي توان بوسيله دستگاه جعبه دنده نيروي بيشتري را انتقال داد بطور كلي دوام چرخدنده ها به مراتب بيشتر از چرخ تسمه مي باشد.

۲. انتقال نيرو روي محور هاي مختلف:

از چرخدنده ها مي توان براي انتقال نيرو در محور هاي موازي و متنافر و متقاطع استفاده نمود. ديگر اينكه براي انتقال حركت دوراني به مستقيم الخط استفاده نمود.

از همه مهمتر مي توان براي تقليل سرعت هاي زياد استفاده نمود در صورتيكه اگر بخواهيم براي چنين مواردي

از چرخ تسمه استفاده کنیم لازم است که یك فلکه کوچك و فلکه دیگر باید بسیار بزرگ باشد وجود چنین فلکه اي دستگاه را بي اندازه بزرگ خواهد کرد و همچنین براي به حرکت در آوردن آن بایستي یك مقدار زیادي نیروي اولیه ایجاد شود.

معایب چرخدنده ها:

معایب چرخدنده ها به عوامل زیر بستگي دارد:

i. حرارت ایجاد شده بین دو چرخدنده:

اغلب اوقات دو چرخدنده که با هم درگیر بوده و عمل انتقال نیرو را انجام مي دهند در اثر گردش و تماس با یکدیگر و تاثیر نیروهاي متقابل دو چرخدنده بین آنها حرارت ایجاد شده و در اندك مدتي احتمال شکستن و یا خراب شدن آنها خواهد بود براي جلوگیري از این عمل باید سعي نمود:

اولاً: در محل قرار گرفتن چرخدنده ها روغن وجود داشته باشد.

ثانیاً: باید بین دو چرخدنده لقي وجود داشته باشد تا از گرم شدن و خسارت ناگهاني جلوگیري شود.

ii. صداهاي ناهنجار و علل آن در هنگام کار:

دو چرخدنده که با هم درگیرهستند در بعضي اوقات دستخوش صدا و ضربه هاي ناگهاني مي شوند که این عمل باعث خراب شدن و یا کم شدن استقامت آنها مي شود و این صدا ها اغلب، گاهي اوقات در اثر نیرو هاي جنبي و ارتعاشي بوجود مي آیند. همچنین در بعضي از مواقع نیرو هاییکه توسط چرخدنده ها منتقل مي شوند باعث تغییر شکل دنده شده که در این هنگام در چرخدنده هاي درگیر شونده ارتعاشاتي صورت گرفته و تولید صداهاي ناهنجار مي کند که براي چرخدنده بسیار زیان آور خواهد بود.

بنابراین صدا هاي تولید شده در چرخدنده ها را مي توان بطور عموم به دو صورت زیر بیان نمود.

a. صداهاي مستقیم:

صداهاي مستقیم که در چرخدنده ها بوجود مي آیددر اثر آنست که در روي محور هاي خود بخوبي محکم نشده و ممکن است که لغزش داشته باشد واین لغزش ها باعث صداي مستقیم خواهد شد.

b. صداهاي غیرمستقیم:

صداهاي غیرمستقیم نیز در نتیجه اثر نیروهاي وارد به چرخدنده و یا خوردگي، شکستگي، اططکاك، حرارت و یا

طراحي نادرست و يا عدم دقت در ساختن آنها از نظر صاف بودن و پرداخت نمودن و سنگ زدن آنها باعث مي شود در هر صورت با توجه به مطالب گفته شده فوق و شنيدن صداي چرخدنده در ماشين ها مي توان اشكالات فوق را در آن مشخص نموده و در جهت رفع آن اقدام نمود.

به طور كلي صدا و حرارت ايجاد شده در چرخدنده از نواقص مهم چرخدنده ها است. بنابراين خواص يك چرخدنده خوب آنست كه بتواند نيروها را از محوري به محور ديگر به طور رضايت بخش انتقال دهد از طرف ديگر اگر در هنگام محاسبه و طراحي چرخدنده ها دقت زياد نشود ممكن است كه در اندك مدتي چرخدنده هاي مزبور ضعيف شوند و يا اينكه در روي دندانه ها حفره هايي ايجاد شود كه خود اين حفره در اثر عوامل ديگري بزرگ مي شود و اگر چنانچه اندك نيرويي به دندانه وارد شود خرد مي شوند.

iii. شكستن و خرد شدن چرخدنده و علل آنها:

a. شكستگي ناگهاني در مقطع دنده

b. شكستگي در اثر خوردگي و خرابي سطح دنده

به طور كلي عوامل ديگري در شكست چرخدنده كمك مي كند چه از لحاظ تركيب مواد و يا عوامل خارجي ديگر كه سبب شكست چرخدنده مي گردد بصورت زير خلاصه مي گردد.

- ✓ انتخاب غلط جنس چرخدنده ها
- ✓ طراحي نادرست
- ✓ بارگيري زياد در اثر عوامل خارجي
- ✓ بارگيري زياد در اثر عوامل داخلي
- ✓ فشار هاي اصلي (فشار هاي اوليه)
- ✓ آبكاري غلط
- ✓ سخت كردن نابجاي سطح دنده ها
- ✓ سنگ زدن غير صحيح منحني هاي دندانه ها
- ✓ روغن كاري نامناسب چرخدنده
- ✓ ايجاد حرارت بيش از حد در هنگام كار آنها

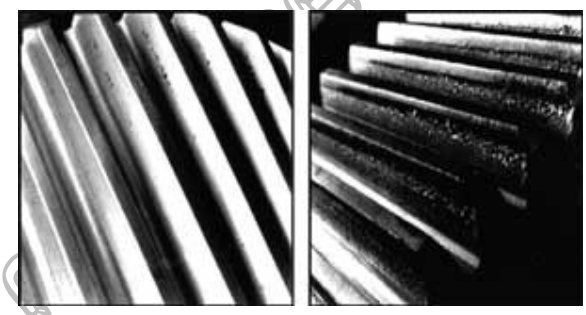
www.mihanblog.com

خرابيهاي چرخدنده :

تقريباً هر كه در كار خود با چرخدنده سرو كار داشته باشد دير يا زود با مسأله ي خرابيهاي چرخدنده روبرو مي شود. بعضي از معمولترين خرابيهاي چرخدنده عبارتست از:

i. آبله گونگي:

آبله گونگي خرابي ناشي از خستگي سطحي است و مدتي طول ميكشد تا رخ دهد. اين خرابي با صفت هاي ريز (آبله گونگيهاي كوچك) يا درشت (آبله گونگيهاي بزرگ) توصيف مي شود. معمولاً ابتدا آبله گونگي ريز رخ مي دهد. آبله گونگي با تمركز بار بر اثر تنظيم محوري چرخدنده ها، خطاي رخساره، خطاي فاصله بين دندانه ها، طراحي نادرست و مسائل روغنكاري حادث مي شود.

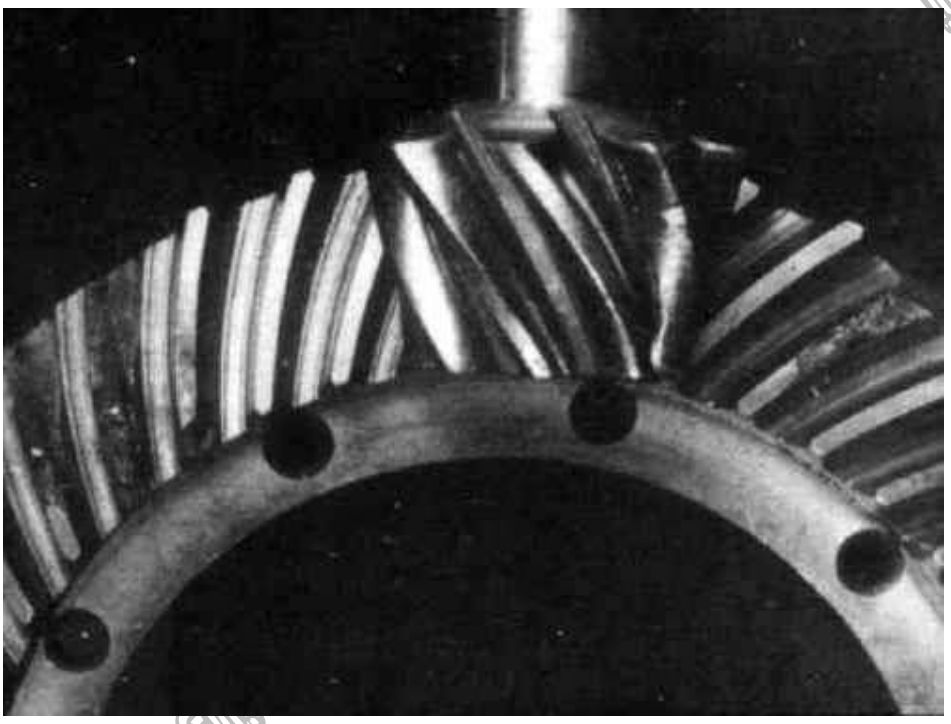


آبله گونگي

آبله گونگي

ii. شكست :

شکست بر اثر آبله گونگي درشت گسترده، که باعث تضعيف دندانه ها مي شود، يا در بسياري موارد بر اثر خستگي، با ظهور ترك که معمولاً از کنج دندانه ها آغاز مي شود، رخ مي دهد. خستگي در نتيجه ي وارد آمدن تکراري تنش حادث مي شود و وقوع آن را مي توان از پديد آمدن سطحي نرم و هموار در جايي که ترك شروع شده است و سطحي مضرس در جايي که شکستگي رخ داده است دريافت. شکستگي ناشي از بار برشي بيش از حد، در سراسر ناحيه ي شکستگي سطح مضرس (دندانه دندانه اي) خواهد داشت.



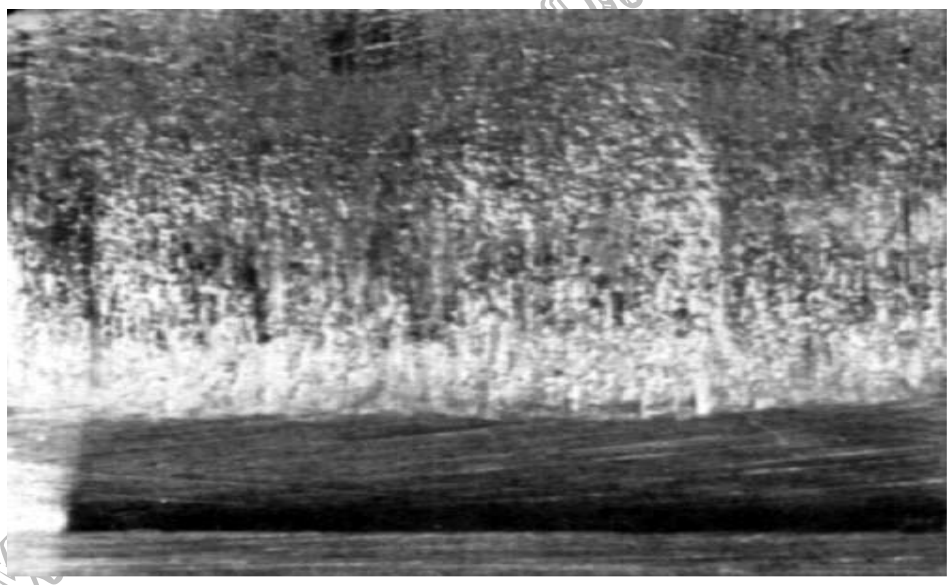
iii. خش افتادگي:

خش افتادگي معمولاً بر اثر وجود اشکال در روغنکاري پديد مي آيد. اين پديده ممکن است ناشي از طراحي نادرست، ساخت ضعيف و غير ماهرانه، پرداخت سطحي نامناسب، خطاي منحني اينولوت رخساره يا عوامل ديگر باشد. خش افتادگي با دو درجه «بدوي» و «وخيم» شناخته مي شود. خش افتادگي بدوي معمولاً پس از اندکي متوقف مي شود و خش افتادگي وخيم تا وقتي که برداشت ماده از روي سطح بدان پايه موجب تضعيف دندانه شود که شکستگي رخ دهد ادامه مي يابد. خش افتادگي بدون سطح نسبتاً هموار و خش افتادگي وخيم سطح خشن بوجود مي آورد. خش افتادگي بدوي اگر متوقف نشود تبديل به خش افتادگي وخيم مي گردد.

دندانه هاي چرخدنده به صورت هاي گوناگون ديگري هم ممكن است آسيب ببيند و شكستگي دندانه انواع ديگري هم دارد كه در مورد رايجترين آنها صحبت نموديم.

براي تعيين دقيق علل خرابيهاي چرخدنده بايد با متخصص چرخدنده مشورت كرد و اين بسيار مهم است، زيرا با حضور مشاور مي توان از بسياري از مشكلات آينده پيشگيري كرد. به عنوان مثال، پس از مشخص شدن اينكه تنظيم محوري لقي[19] و والنگي[20] همه در حد قابل قبول هستند و سختي پينيون و چرخدنده با مقادير از پيش تعيين شده مطابقت دارند ممكن است تعويض روغن همه ي كار مورد نياز باشد.

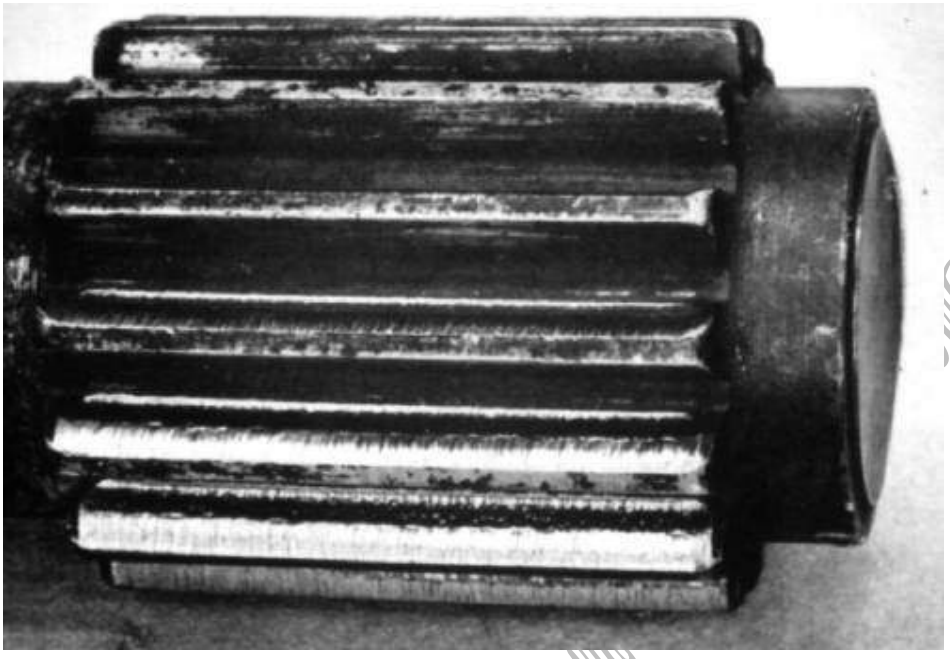
اگر خطايي در رخساره دندانه ها وجود داشته باشد احتمالاً چرخدنده را بايد عوض كرد. چنين خطايي را مي توان با بررسي حالت ساييدگي دندانه ها تشخيص داد. به عنوان مثال، اگر لكه ساييدگي در ناحيه ي نوك دندانه ها بزرگتر باشد دلالت بر آن دارد كه پينيون با هابي تراشكاري شده است كه نوك دندانه ها را با نوك اينولوت پديدآوري مي كند، يا خلاصي سر ناكافي ايجاد مي كندو يا هر دو اشكال را دارد.



[1]- لقي عبارتست از فاصله ي بين رويه ي غير فعال دندانه هاي دو چرخدنده درگير آنگاه كه رويه ي فعال دندانه ي چرخدنده ي گرداننده كاملاً روي رويه ي فعال دندانه ي چرخدنده ي گردنده نشسته و دو چرخدنده نسبت به هم در فاصله محوري كاري قرار گرفته باشند. مقدار لقي با برگسنجه اندازه گيري مي شود. همه انواع چرخدنده ها بايد لقي داشته باشند.

[2]- والنگي عبارت است ازاندازه خروج از مركزيت نسبت به محور دوران. والنگي در جهت شعاعي اندازه گيري مي شود و مقدار آن برابر است با اختلاف بين بيشترين و كمترين مقدار اندازه گيري شده در $360°$. والنگي دندانه هاي چرخدنده معمولاً با گذاردن يك پين در دهانه بين دندانه ها و چرخاندن چرخدنده ها به نحوي كه پين با سوزن سنجه عقربه اي تماس پيدا كند، يا از طريق درگير كردن چرخدنده ي مورد بازرسي با چرخدنده مادر اندازه گيري مي شود.

خش افتادگي روي يك دندانه از



خش

جنس چرخدنده ها:

معمولاً فلزاتي در ساختن چرخدنده بايد مورد استفاده قرار گيرد كه بسادگي با ماشينهاي ابزار قابل تراش بوده و بتوان آنها را بفرمهاي خواسته شده درآورد و از طرفي بايد قدرت و استقامت كافي در برابر نيروهاي خارجي را داشته باشد. براي انتخاب فلز جهت ساختن چرخدنده بايد به نكات زير توجه داشت.

۱. ابتدا بايد امكان لازم جهت ساخت مواد متشكله چرخدنده ها را بابعاد لازم فراهم نمود كه البته منظور در دسترس بودن دستگاه هاي ريخته گري و ماشين هاي ابزار و كوره هاي آبكاري با تجهيزات كامل جهت آبكاري چرخدنده ها مي باشد.

۲. جنس چرخدنده ها را بايد طوري انتخاب نمود كه قادر به تحمل فشار و انتقال نيروي لازم را باشند.

۳. مواد تشكيل دهنده چرخدنده ها بايد طوري انتخاب گردد كه قابليت تراشكاري را داشته تا پس از عمل تراش صاف و پرداخت گردد.

۴. با توجه به اينكه با طرح چرخدنده هاي مختلف براي كارهاي مختلف خطر شكسته شدن دنده ها را كم نمود معذالك مي بايستي شرايط كار و خواص فيزيكي فلزات مورد مصرف را در طرح چرخدنده درنظر گرفت.

۵.در مورد اغلب چرخدنده ها مخصوصاً چرخدنده هاي حلزوني و پيچ حلزون كه داراي طول زياد مي باشند اعمال سرخوردن و يا لغزش بيشتري را كه بين آنها بوجود مي آيد بايد كاهش داد و از طرفي چون در هنگام آبكاري ممكن است فلزات تا اندازه اي تغيير شكل دهند بايد در انتخاب فلز بسيار سعي نمود كه اين خطرات (پيچيدگي و تاب و ترك خوردگي) كمتر اتفاق بيفتد.

۶.براي مكانهايي كه نيرو و استقامت زياد لازم نيست مي توان چرخدنده ها را از نوع پلاستيك و يا پلاستيك هايي كه داراي مواد شيميايي فنولي مي باشند انتخاب كرد. اين نوع مواد بيشتر در چرخدنده هايي كه جهت دستگاه هاي الكترونيكي و برقي بكار برده مي شود استفاده كرد.

۷.براي دستگاه هايي كه بايد نيرو و فشارهاي زياد را تحمل كنند جنس چرخدنده ها را از فولاد و چدن و فولادهاي معمولي نسبت به محل كار و نوع نيرو تهيه مي گردد. نوع فولادي كه معمولاً بكار مي برند از فولاد كربن كه مقدار كربن آن از ۰,۴ درصد تا ۱ درصد مي باشد انتخاب مي كنند زيرا كه هر چقدر مقدار كربن بيشتر باشد مقاومتش در برابر سايش زيادتر خواهد بود و علاوه بر آن مي توان فولاد بهتري كه داراي ۰,۳ درصد كربن و ۰,۳ درصد نيكل و ۰,۸ درصدكروم باشد، استفاده نمود اين نوع فولاد معمولاً مقاومتش ۵۵ تن بر هر اينچ مربع مي باشد البته اگر مقدار كربن آن ۰,۶ درصد باشد مقاومتش در برابر سايش بيشتر مي باشد.

۸.فولادهاي ريخته گي

اين نوع فولادها معمولاً داراي ۰,۳ تا ۰,۴۵ درصد كربن مي باشد تا به اندازه كافي در برابر سايش مقاومت داشته باشند در حالت نرم بودن مقاومت آن در مقابل ضربه اي برابر ۴ تا ۷ فوت پاند را دارا مي باشند ولي با توجه به كنترل اندازه ذرات حداقل مقاومت به ۲۰ فوت پاند مي رسد و نيروي كششي آن برابر ۳۵ الي ۴۰ تن بر هر اينچ مربع مي باشد.

۹.فولادهاي آلياژي

از اين فولادها براي چرخدنده هايي كه بايستي تحمل بار زياد و مقاومت در برابر سايش را داشته باشند استفاده مي شوند در اين نوع فولادها معمولاً يك تا ۱,۵ درصد كربن و يك تا ۲ درصد نيكل و ۱ تا ۲ درصد كروم و صفر تا ۰,۳ درصد موليبدن موجود مي باشد نيروي كششي آنها به مراتب بيشتر از فولادهاي كربن دار مي باشند.

براي سخت كردن چرخنده هاي فولادي ريخته شده معمولاً از آب يا روغن استفاده مي شود كه ممكن است در ضمن عمليات آبكاري جنس ساخته شده پيچيدگي و يا ترك در آن ايجاد شود براي از بين بردن اين خطرات بايستي سعي نمود كه چرخنده را از فلزاتي ساخت كه احتمالاً نيازي به آبكاري نباشد مخصوصاً چرخنده هايي كه قطرشان بيش از ۲ تا ۳ فوت باشد.

۱۰. فولاد هاي نيكل و كروم دار

در اين نوع فولاد ها ۲,۵ تا ۳,۵ درصد نيكل و ۰,۵ تا ۱ درصد كروم و ۰,۲ تا ۰,۶ درصد موليبدن مي باشد كه بعد از عمليات حرارتي در ۲۰۰ درجه حرارت برگشت داده مي شود با چنين شرايطي استحكام چرخنده زياد شده و موارد استعمال آن در كشتي ها بيشتر مي باشد.

نيروي كششي آن ۴۵ تن بر اينچ مربع بوده و اگر چه در اين حالت سايش آن كم مي باشد ولي به ندرت در كار شكسته مي شود.

۱۱. فولاد هاي نيكل و كروم دار هوايي

اين نوع فولاد ها تا ۸۲۰ الي ۸۵۰ درجه سانتيگراد گرم و سرد كردن آن در هوا و داراي سختي نسبتاً زياد مي باشد و در اين حالت نيروي كششي آن ۹۵ تا ۱۲۰ تن بر اينچ مربع بسته به اندازه كار و نوع فولاد تغيير مي نمايد مزايا و برتري اين نوع فولاد ها بيش از فولادهاي نيكل كروم دار فرو برده در روغن مي باشد.

۱۲. دور آلومين

دور آلومين تركيبي از ۰,۴ درصد مس و ۰,۶ درصد منگنز و ۰,۳ درصد سيليسيم و بقيه آن آلومينيوم مي باشد كه در سالهاي قبل از جنگ جهاني اول در كشور آلمان اختراع گرديد با تغيير دادن عناصر فلزي ديگر مانند نيكل و روي در آن شركتهاي بزرگ اتومبيل سازي انگلستان و آمريكا آلياژهاي متعددي تحت اسامي مختلف اختراع كرده اند.

خاصيت مهم دور آلومين اين است كه مي توان آن را مانند فولادها آب داده سخت نمود و درجه حرارت دادن آن برحسب تركيب آن متغير است و معمولاً بين ۴۸۰ الي ۵۵۰ درجه سانتيگراد مي باشد.

خواص ديگر آن اين است كه پس از عمليات حرارتي به مرور زمان خاصيت سخت شدن پيدا مي كند بدين معني كه اگر سختي دور آلومين پس از آب دادن مقدار معيني باشد بعد از ۴۸ ساعت مقدار آن تدريجاً زيادتر مي شود بطور كلي سختي دور آلومين نزديك به سختي فولادها مي باشد بدين جهت است كه با فولادها رقابت مي كند.

۱۳. چدن

چدن يكي از معمولي ترين فلزاتي است كه امروزه بيشتر براي ساخت چرخدنده بكار برده مي شود. چدنهايي كه در گذشته تهيه مي شد داراي نيروي كششي ۹ الي ۱۱ تن بر اينچ مربع بوده ولي فلز شناسان در سالهاي اخيرتوانسته اند نيروي كششي آن را تا آنجا كه ممكن است زياد نمايند بطوريكه اكثر چدن هاييكه تهيه مي شود داراي نيروي كششي ۱۳ الي ۱۶ تن بر اينچ مربع بوده ولي گاهي اوقات هم تا ۴۰ تن بر اينچ مربع مي رسد.

علاوه بر چدن هاي كربن دار معمولي كه براي ساخت چرخدنده هاي معمولي استفاده مي شود گاهي اوقات براي ساخت چرخدنده هاييكه نيرو، استقامت و استحكام بيشتر لازم مي باشد از چدن هاييكه داراي آلياژ مي باشد استفاده مي شود.

در اين چدن ها علاوه بركربن، سيليسيم، منگنز، فسفر و گوگرد كه عناصر اصلي بكار مي رود و مقادير كمي هم نيكل،كروم، وانا ديوم، موليبدن و مس كه هريك به تنهايي يا گاهي اوقات چند عنصر با هم بكار مي روند.

كه در نتيجه خواص مكانيكي چدن را بهتر مي كند. بطوريكه در اثر خورندگي، فرسايش و از بين رفتن مقاومت بيشتري را نشان مي دهد. مثلاً چدن كروم نيكل دار يا چدن موليبدن دار داراي نيروي كششي برابر با ۲۲ الي ۳۰ تن در هر اينچ مربع مي باشند. به طور كلي سختي چدن تا آنجا كه قابليت تراشكاري اجازه مي دهد بايد سخت باشد به اين معني كه سختي آن از ۱۷۰ برنيل و در بعضي از موارد نبايد از ۲۳۰ برنيل تجاوز نمايد.

۱۴. چرخدنده هاي غير فلزي

علاوه بر انتخاب چرخدنده هاي فلزي گاهي اوقات بسبب آرام كاركردن و بي صدايي چرخدنده ها را از مواد نساجي يا چوب و يا فيبر و يا پوست خام تهيه مينمايند وزن اين نوع چرخدنده كم بوده و چرخدنده هاي تهيه شده از مواد نساجي نيز غير قابل نفوذ آب مي باشند و در مقابل روغن دوام دارند كه معمولاً آنها به چرخدنده هاي بي صدا معروفند.

كار چرخدنده هاي ساخته شده از مواد نساجي مثل نووتكست *Novctext* و رزيتكست *Resitext* كه عبارتند از قشر نخ پهن متراكمي كه با صمغ مصنوعي تحت حرارت و فشار زياد پرس شده رضايت بخش است ولنك نوفل *lignofel* كه عبارت است از الياف چوبي كه با صمغ مصنوعي تحت حرارت زياد پرس شده باشد.

چرخدنده هاي نساجي و فيبري براي دستگاه هاي راه انداز بكار برده نمي شود زيرا در غير اينصورت دنده هاي آنها خواهد شكست.

موارد استعمال اين نوع چرخدنده ها براي انتقال سرعت هاي زياد و فشار كم در حاليكه جنس چرخدنده درگير با آنها از فلز انتخاب گردد مناسب مي باشد.

۱۵. برنز

يكي ديگر از فلزاتي كه براي ساختن چرخدنده ها بكار برده مي شود برنز مي باشد كه تهيه آن جهت ساختن چرخدنده ها نسبت به ساير مواد فلزي مستلزم صرف هزينه بيشتر خواهد بود بنابراين بايد سعي نمود حتي الامكان موقعي از اين ماده استفاده گردد كه فرسودگي و خورندگي هنگام كار پيش آيد در هر صورت به علت دارا بودن ضريب اصطكاك كمتر در مقايسه با ساير مواد فلزي اغلب در ساختمان چرخدنده هاي حلزوني بكار برده مي شود.

معمولاً براي تقليل اصطكاك و خورندگي جنس چرخدنده هاي حلزوني را فسفر و برنز انتخاب مي نمايد.

www.maryamfarsi.com