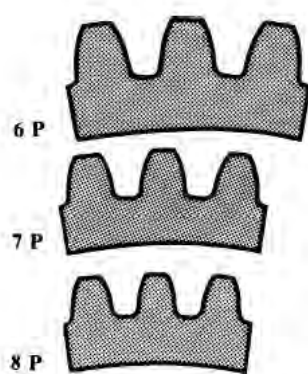
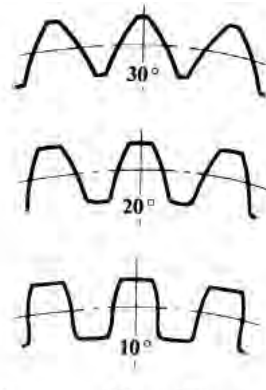


چرخ دنده

مقایسه اندازه ها و شکل دندانه های چرخ دنده



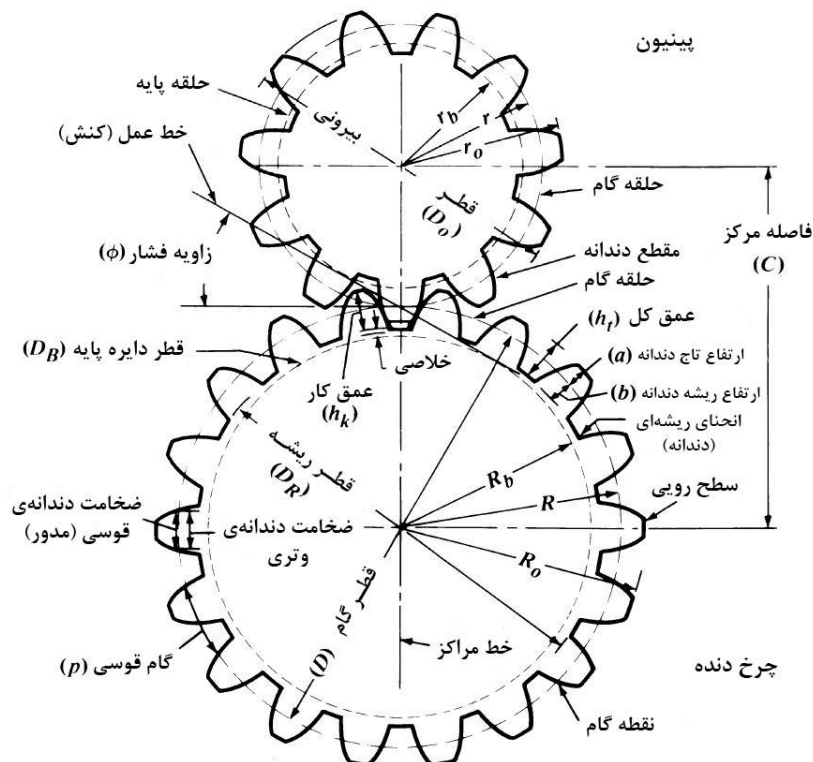
دندانه های چرخ دنده با گام قطر مختلف



شکل دندانه های چرخ دنده

با زاویه های فشار مختلف

نامگذاری دندانه های چرخ دنده



اصطلاحات استفاده شده در شکل هندسی چرخ دنده از جدول ۱ در صفحه ۲۰۰۴

ویژگی های منحنی مارپیچ - منحنی مارپیچ، به دلیل ویژگی های مهم زیر، تقریباً به طور انحصاری برای مقاطع چرخ دنده-دندانه استفاده می شود.

(۱) فرم یا شکل یک منحنی مارپیچ به قطر دایره پایه ای که از آن شکل گرفته است بستگی دارد. (اگر یک خط صاف از محیط دایره باز شود-دایره پایه مارپیچ- انتهای آن خط یا هر نقطه ای روی بخش جدا شده، یک منحنی مارپیچ را توصیف می کند).

(۲) اگر دندانه چرخ دنده یک انحنای مارپیچ در برابر دندانه مارپیچ یک چرخ دنده مزدوج، در هنگام چرخش با سرعت یکسان عمل کند، حرکت های زاویه ای چرخ دنده ی حرکت کننده نیز یکنواخت خواهد بود، حتی اگر فاصله مرکز-تا-مرکز متغیر باشد.

(۳) سرعت نسبی حرکت بین چرخ دنده های محرک و حرکت کننده که دارای منحنی های دندانی مارپیچ هستند با قطر دایره های پایه آنها مشخص می شود.

(۴) تماس بین دندانه های منحنی درگیر شده در چرخ دنده محرک و حرکت کننده در امتداد یک خط مستقیم است که به دو دایره پایه این چرخ دنده ها مماس است. این خط، خط عمل نامیده می شود.

(۵) نقطه ای که در آن خط عمل، خط مرکزی مشترک چرخ دنده های مارپیچ متداخل را قطع می کند، شعاع دایره های گام این چرخ دنده ها را مشخص می کند. از این رو قطرهای صحیح دایره گام، با تغییر فاصله مرکزی، تغییر می کنند. (قطرهای گام از تقسیم تعداد دندانه ها بر گام قطری حاصل می شود و زمانی اعمال می شود که فاصله مرکز با تعداد کل دندانه ها روی هر دو چرخ دنده تقسیم بر دو برابر گام قطری، مساوی باشد).

(۶) قطرهای گام چرخ دنده های مارپیچ مزدوج مستقیماً متناسب با قطرهای دایره پایه مربوط به خود می باشند. بنابراین، اگر دایره پایه یکی از چرخ دنده های مزدوج سه برابر دیگری باشد، قطرهای منحنی گام نسبت برابری خواهند داشت.

(۷) زاویه بین خط عمل و یک خط عمود بر خط مرکزی مشترک چرخ دنده های مزدوج، زاویه فشار نام دارد. از این رو، زاویه فشار تحت تاثیر تغییرات فاصله مرکزی می باشد.

(۸) زمانی که یک منحنی مارپیچ در برابر یک خط صاف (همانند کنش یک پینیون (چرخ دنده کوچک) مارپیچ در برابر دندانه های میله یک طرف دندانه دار)، خط صاف مماس بر مارپیچ و عمود بر خط عمل/کنش خود است.

(۹) زاویه فشار، به عنوان یک پینیون مارپیچ در برابر دندانه های میله یک طرف دندانه دار، همان زاویه بین خط عمل و خط حرکت میله یک طرف دندانه دار است. اگر پینیون مارپیچ با سرعت یکنواخت بچرخد، حرکت میله یک طرف دندانه دار (رک) نیز یکنواخت خواهد بود.

نام گذاری

ϕ = زاویه فشار

a = ارتفاع تاج دندان a_G = ارتفاع تاج دندان چرخ دنده a_P = ارتفاع تاج دندان پینیون

b = ارتفاع ریشه دندان

c = خلاصی

C = فاصله مرکزی

D = قطر گام D_G = قطر گام چرخ دنده D_P = قطر گام پینیون

D_B = قطر دایره پایه D_O = قطر خارجی D_R = قطر ریشه ای

F = ضخامت وجه

h_k = عمق کار دندان h_t = عمق کل دندان

m_G = نسبت چرخ دنده

N = تعداد دندان ها N_G = تعداد دندان های چرخ دنده N_P = تعداد دندان های پینیون

p = گام مدور P = گام قطری

سیستم های گام قطری و مدور - استانداردهای سیستم دندان چرخ دنده با مشخص کردن نسبت دندان های چرخ دنده پایه ای مشخص می شوند. سیستم گام قطری بر روی اکثر چرخ دنده های تولید شده در ایالات متحده اعمال می شود. اگر دندان های چرخ دنده حدوداً از یک گام قطری بیشتر باشند، استفاده از گام دایره ای، متداول است. سیستم گام مدور نیز در چرخ دنده ریخته گری اعمال می شود و به طور معمول در ارتباط با طراحی و ساخت چرخ دنده مارپیچی استفاده می شود.

قطرهای گام به دست آمده از سیستم گام قطری - سیستم گام قطری برای تهیه یک سری اندازه های دندان استاندارد ترتیب داده شده است، که قاعده آن مشابه استاندارد سازی گام های رشته ای پیچ خورده است. از آنجایی که باید تعداد کل دندان ها روی هر چرخ دنده وجود داشته باشد، افزایش قطر گام به ازای هر دندان به توجه به گام تغییر می کند. برای مثال، قطر گام یک چرخ دنده، که ۲۰ دندان با گام قطری ۴ دارد، اندازه اش ۵ اینچ، چرخ دنده ای با ۲۱ دندان، اندازه $\frac{51}{4}$ اینچی دارد و به همین ترتیب افزایش قطر برای هر دندان اضافی، برابر است با $\frac{1}{4}$ به ازای هر ۴ گام قطری. به طور مشابه، برای دو قطر گام، تغییرات تعداد دندان های پیاپی با $\frac{1}{4}$ اینچ برابر خواهد بود و برای ۱۰ گام قطری تغییرات برابر $\frac{1}{4}$ خواهد بود. در جایی که یک فاصله

از مرکز باید حفظ شود و هیچ استاندارد گام قطری نمیتواند استفاده شود، چرخ دنده ها باید با رجوع به روند فاصله ای مرکز تنظیم چرخ دنده که در **چرخ دنده هایی برای فاصله مرکزی و نسبت داده شده** مطرح شده است و از صفحه ۲۰۱۲ شروع می شود، طراحی شوند.

جدول ۱. فرمول های ابعاد استاندارد چرخ دنده های چرخشی

محاسبه	فرمول	محاسبه	فرمول
قطر دایره پایه	(1) $D_B = D \cos \phi$	تعداد	$N = P \times D$ (6a)
		دندانه ها	$N = \frac{3.1416D}{p}$ (6b)
گام محوری	(2a) $p = \frac{3.1416D}{N}$ (2b) $p = \frac{3.1416}{P}$	قطر خارجی (دندانه های تمام عمق)	(7a) $D_O = \frac{N + 2}{P}$ (7b) $D_O = \frac{(N + 2)p}{3.1416}$
فاصله مرکزی	(3a) $C = \frac{N_P(m_G + 1)}{2P}$ (3b) $C = \frac{D_P + D_G}{2}$ (3c) $C = \frac{N_G + N_P}{2P}$ (3d) $C = \frac{N_P(m_G + 1)}{2P}$	قطر خارجی (استاندارد آمریکایی دندانه های ریشه)	(8a) $D_O = \frac{N + 1.6}{P}$ (8a) $D_O = \frac{(N + 1.6)p}{3.1416}$
گام قطری	(4a) $P = \frac{3.1416}{P}$ (4b) $P = \frac{N}{D}$ (4c) $P = \frac{N_P(m_G + 1)}{2C}$	قطر خارجی	(9) $D_O = D + 2a$
نسبت چرخ دنده	(5) $m_G = \frac{N_G}{N_P}$	قطر گام	(10a) $D = \frac{N}{D}$ (10b) $D = \frac{N_P}{3.1416}$
		قطر ریشه ^۱	(11) $D_R = D - 2b$
		عمق کل	(12) $a + b$
		عمق کار	(13) $a_G + a_P$

جدول ۲. فرمول های بخش های دندان، دندان های تمام عمق مارپیچ ۲۰ و ۲۵ درجه

فرم دندان چرخ دنده چرخشی گام درشت ANSI ((ANSI B6.1-1968 (R1974))

محاسبه	گام قطری، P، معلوم	گام دایره ای، P، معلوم
ارتفاع تاج دندان	$a = 1.000 \div P$	$a = 0.3183 \times p$
ارتفاع ریشه دندان (ارجح)	$b = 1.250 \div P$	$b = 0.3979 \times p$
(دندان های تراشیده یا زمینه ای) ^۲	$b = 1.350 \div P$	$b = 0.4297 \times p$
عمق کار	$h_k = 2.000 \div P$	$h_k = 0.6366 \times p$
عمق کل (ارجح)	$h_t = 2.250 \div P$	$h_t = 0.7162 \times p$
(دندان های تراشیده یا زمینه ای)	$h_t = 2.350 \div P$	$h_t = 0.7480 \times p$
خلاصی (ارجح) ^۳	$c = 0.250 \div P$	$c = 0.0796 \times p$
(دندان های تراشیده یا زمینه ای)	$c = 0.350 \div P$	$c = 0.1114 \times p$
شعاع انحنا (رک) ^۴	$r_f = 0.300 \div P$	$r_f = 0.0955 \times p$
قطر گام	$D = N \div P$	$D = 0.3183 \times N_p$
قطر خارجی	$D_o = (N + 2) \div P$	$D_o = 0.3183 \times (N + 2)p$
قطر ریشه ای (ارجح)	$D_R = (N - 2.5) \div P$	$D_R = 0.3183 \times (N - 2.5)p$
(دندان های تراشیده یا زمینه ای)	$D_R = (N - 2.7) \div P$	$D_R = 0.3183 \times (N - 2.7)p$
ضخامت دایره ای — پایه ای	$t = 1.5708 \div P$	$t = p \div 2$

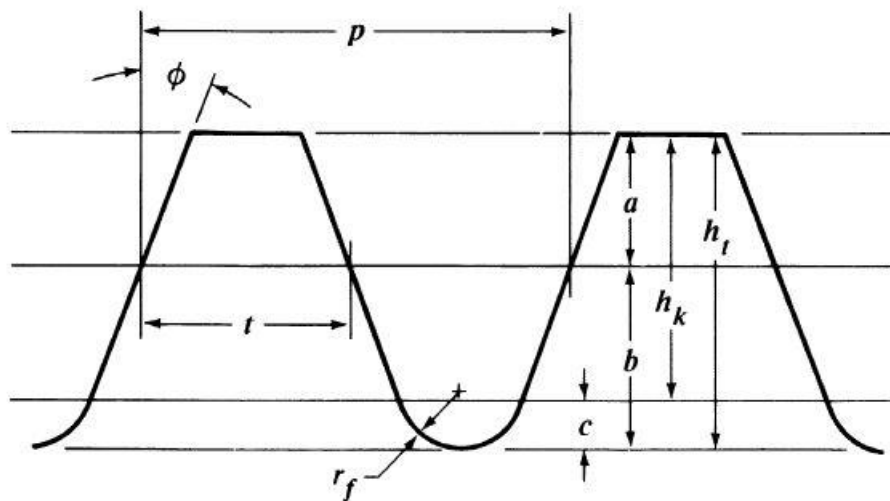
^۲ هنگامی که چرخ دنده ها قبل از تراشیده شدن بر روی چرخ دنده فرم دهنده بریده می شوند، ارتفاع ریشه دندان به طور معمول نیاز دارد که تا $1.40/P$ افزایش یابد تا یک انحنای دوار که با دستگاه برش شکل دهنده تولید می شود را بپذیرد. این از اهمیت ویژه ای در چرخ دنده هایی که تعداد اندکی دندان دارند برخوردار است یا اگر پیکربندی خالی چرخ دنده، استفاده ی دستگاه برش شکل دهنده قطر کوچک را نیاز داشته باشد، در این صورت ممکن است نیاز باشد که تا $1.45/P$ افزایش یابد. از این کار باید در چرخ دنده های پر بار جلوگیری کرد زیرا فاکتور J که در نتیجه آن کاهش می یابد، فشار دندان چرخ دنده را بیش از حد افزایش می دهد.

^۳ حداقل خلاصی $0.157/P$ ممکن است برای فشار پایه ۲۰ درجه و ۲۵ درجه دندان زاویه ای در بخش های ریشه ای کم عمق و استفاده دستگاه های برش یا تراش باشد. با این حال، هر زمان خلاصی کمتر از استاندارد استفاده شود، مکان قطر TIF باید با روش نمایش داده شده در **قطر فرم مارپیچ صحیح** که از صفحه ۲۰۳۰ شروع می شود، تعیین شود. قطر TIF باید از قطر تماسی که در روش صفحه ۲۰۲۸ نشان داده شده است کمتر باشد.

^۴ شعاع انحنای دندانه پایه نباید از حد $0.235/P$ برای دندانه زاویه ای با فشار درجه ۲۰ و از $0.270/P$ برای دندانه زاویه ای با فشار ۲۵ درجه، و خلاصی $0.235/P$ تجاوز کند. شعاع انحنای دندانه پایه باید به دندانه هایی با زاویه فشار درجه ۲۵ کاهش یابد تا خلاصی بیشتر از $0.250/P$ داشته باشد.

فرم های دندانه چرخ دنده استاندارد ملی آمریکا و استاندارد آمریکایی سابق

ASA B6.1-1932 و ANSI B6.1-1968, (R1974)



r_f = شعاع انحنای دندانه پایه

h_k = عمق کار

a = ارتفاع تاج دندانه

t = ضخامت دندانه دایره ای - پایه ای

h_t = عمق کل

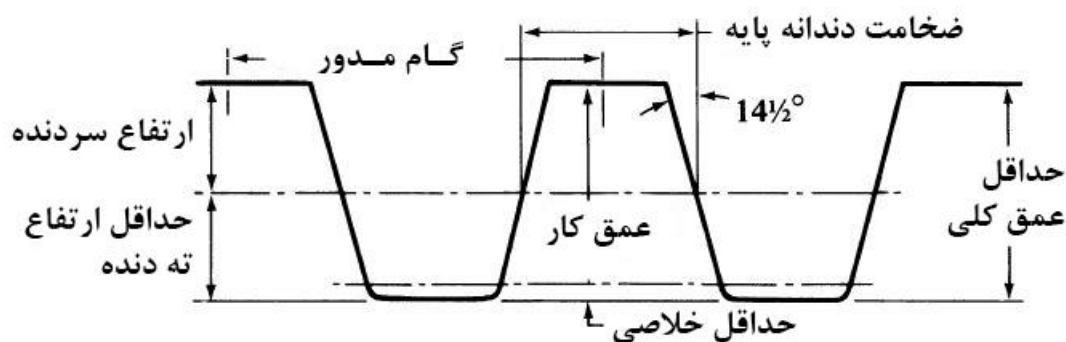
b = ارتفاع ریشه دندانه

ϕ = زاویه فشار

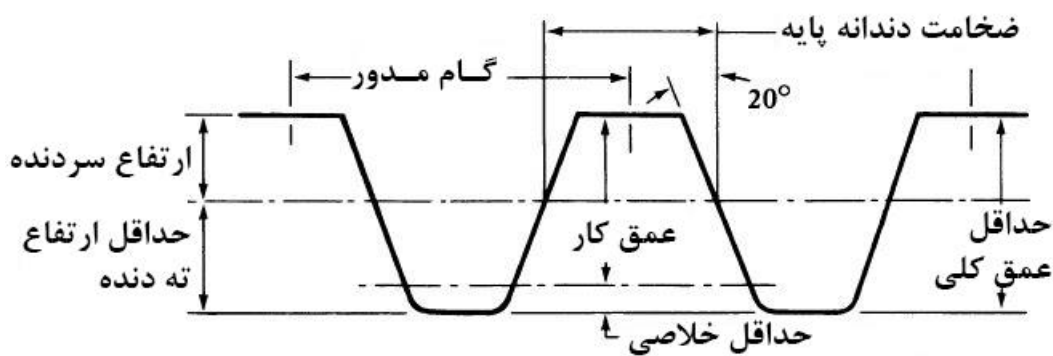
p = گام محوری

c = خلاصی

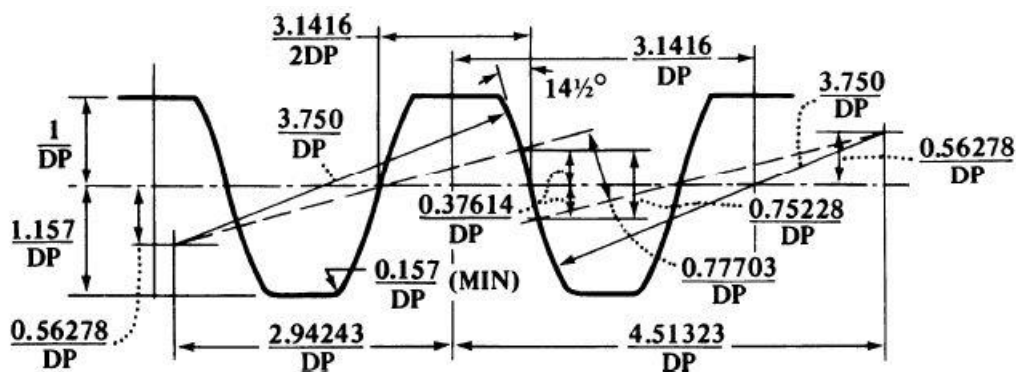
دندانه های پایه ۲۰ درجه و ۲۵ درجه سیستم های مارپیچ تمام عمق



دندانه پایه سیستم مارپیچ تمام عمق $14\frac{1}{2}$ درجه



دندان پایه سیستم مارییج ریشه $14\frac{1}{2}$ درجه



تقریب دندان پایه سیستم مرکب $14\frac{1}{2}$ درجه

استاندارد ملی آمریکایی فرم های دندان چرخ دنده چرخشی گام درشت - استاندارد ملی آمریکایی (ANSI B6.1-1968, R1974) اطلاعات متناسب با دندان روی دو فرم چرخ دنده چرخشی مارییج را تهیه کرده است. این دو شکل با هم یکسان هستند به جز اینکه یکی از آنها دارای زاویه فشار 20° و حداقل تعداد دندان قابل قبول ۱۸، و دیگری دارای زاویه فشار 25° و حداقل تعداد دندان قابل قبول ۱۲ است. (در مورد پینیون هایی که دندان های کمتری دارند، نسبت های دندان برای پینیون های با ارتفاع تاج دندان بلند و چرخ دنده های مزدوج با ارتفاع کوتاه که در **جدول ۱** صفحه ۲۰۱۹ آمده است مراجعه کنید). استاندارد دندان چرخ دنده با تعیین نسبت های دندان ی دندان پایه مشخص می شود. بدین ترتیب چرخ دنده های ساخته شده با این استاندارد، با دندان معین و با یکدیگر ترکیب می شوند. فرم های دندان پایه ای برای استاندارد 20° و 25° درجه در صفحه بعد نمایش داده شده است؛ فرمول های اساسی این نسبت ها به عنوان تابعی از گام قطری چرخ دنده و همچنین گام مدور (دایره ای) در **جدول ۲** آمده است. داده های قطعات دندان در **جدول ۳** آمده است.

در سال های اخیر استاندارد تعیین شده در اکثر استفاده های جهانی، فرم استاندارد دنده چرخشی ANSI 20° درجه است. این استاندارد چرخ دنده ای با استحکام خوب و بدون شیار زیرین در پینیون هایی با هجده دندان فراهم می کند. برخی از کاربردهای بیشتر جدید، فرم دندان مستحکم تر و تعداد دندان کمتر ۱۸

درخواست کرده اند. این نیاز باعث ایجاد استاندارد ۲۵ درجه ANSI شده است. این فرم ۲۵ درجه، استحکام دندان به بیشتری نسبت به استاندارد ۲۰ درجه خواهد داد، پینیون هایی با تعداد دندانه ۱۲ عدد و بدون شیار زیرین و همچنین فشار تماسی کمتری برای دوام بیشتر سطح مجموعه چرخ دنده فراهم می کند.

جدول ۳. بخش های دندان چرخ دنده برای گام درشت استاندارد ملی آمریکا

چرخ دنده های دارای زاویه فشار ۲۰ و ۲۵ درجه

گام قطری	گام مدور	استاندارد ارتفاع تاج دندانه ^۵	استاندارد ارتفاع ریشه دندانه	استاندارد ارتفاع ریشه دندانه خاص ^۶	حداقل ارتفاع ریشه دندانه	استاندارد شعاع انحنای دندانه پایه	حداقل شعاع انحنای دندانه پایه
P	p	a	b	b	b	r_f	r_f
۰.۳۱۴۲	۱۰	۳.۱۸۳۱	۳.۹۷۸۹	۴.۲۹۷۲	۳.۶۸۲۸	۰.۹۵۴۹	۰.۴۹۹۷
۰.۳۳۰۷	۹.۵	۳.۰۲۳۹	۳.۷۷۹۹	۴.۰۸۲۳	۳.۴۹۸۷	۰.۹۰۷۲	۰.۴۷۴۸
۰.۳۴۹۱	۹	۲.۸۶۴۸	۳.۵۸۱۰	۳.۸۶۷۵	۰.۳۱۴۶	۰.۸۵۹۴	۰.۴۴۹۸
۰.۳۶۹۶	۸.۵	۲.۷۰۵۶	۳.۳۸۲۰	۳.۶۵۲۶	۳.۱۳.۴	۰.۸۱۱۷	۰.۴۲۴۸
۰.۳۹۲۷	۸	۲.۵۴۶۵	۳.۱۸۳۱	۳.۴۳۷۷	۲.۹۴۶۳	۰.۷۶۳۹	۰.۳۹۹۸
۰.۴۱۸۹	۷.۵	۲.۳۸۷۳	۲.۹۸۴۲	۳.۲۲۲۹	۲.۷۶۲۱	۰.۷۱۶۲	۰.۳۷۴۸
۰.۴۴۸۸	۷	۲.۲۲۸۲	۲.۷۸۵۲	۳.۰۰۸۰	۲.۵۷۸۰	۰.۶۶۸۵	۰.۳۴۹۸
۰.۴۸۳۳	۶.۵	۲.۰۶۹۰	۲.۵۸۶۳	۲.۷۹۳۲	۲.۳۹۳۸	۰.۶۲۰۷	۰.۳۲۴۸
۰.۵۲۳۶	۶	۱.۹۰۹۹	۲.۳۸۷۳	۲.۵۷۸۳	۲.۲۰۹۷	۰.۵۷۳۰	۰.۲۹۹۸
۰.۵۷۱۲	۵.۵	۱.۷۵۰۷	۲.۱۸۸۴	۲.۳۶۳۵	۲.۰۲۵۶	۰.۵۲۵۲	۰.۲۷۴۹
۰.۶۲۸۳	۵	۱.۵۹۱۵	۱.۹۸۹۴	۲.۱۴۸۶	۱.۸۴۱۴	۰.۴۷۷۵	۰.۲۴۹۹
۰.۶۹۸۱	۴.۵	۱.۴۳۲۴	۱.۷۹۰۵	۱.۹۳۳۷	۱.۶۵۷۳	۰.۴۲۹۷	۰.۲۲۴۹
۰.۷۸۵۴	۴	۱.۲۷۳۲	۱.۵۹۱۵	۱.۷۱۸۹	۱.۴۷۳۱	۰.۳۸۲۰	۰.۱۹۹۹
۰.۸۹۷۶	۳.۵	۱.۱۱۴۱	۱.۳۹۲۶	۱.۵۰۴۰	۱.۲۸۹۰	۰.۳۳۴۲	۰.۱۷۴۹
۱	۳.۱۴۱۶	۱.۰۰۰۰	۱.۲۵۰۰	۱.۳۵۰۰	۱.۱۵۷۰	۰.۳۰۰۰	۰.۱۵۷۰
۱.۲۵	۲.۵۱۳۳	۰.۸۰۰۰	۱.۰۰۰۰	۱.۰۸۰۰	۰.۹۲۵۶	۰.۲۴۰۰	۰.۱۲۵۶
۱.۵	۲.۰۹۴۴	۰.۶۶۶۷	۰.۸۳۳۳	۰.۹۰۰۰	۰.۷۷۱۳	۰.۲۰۰۰	۰.۱۰۴۷
۱.۷۵	۱.۷۹۵۲	۰.۵۷۱۴	۰.۷۱۴۳	۰.۷۷۱۴	۰.۶۶۱۱	۰.۱۷۱۴	۰.۰۸۹۷
۲	۱.۵۷۰۸	۰.۵۰۰۰	۰.۶۲۵۰	۰.۶۷۵۰	۰.۵۷۸۵	۰.۱۵۰۰	۰.۰۷۸۵
۲.۲۵	۱.۳۹۶۳	۰.۴۴۴۴	۰.۵۵۵۶	۰.۶۰۰۰	۰.۵۱۴۲	۰.۱۳۳۳	۰.۰۶۹۸
۲.۵	۱.۲۵۶۶	۰.۴۰۰۰	۰.۵۰۰۰	۰.۵۴۰۰	۰.۴۶۲۸	۰.۱۲۰۰	۰.۰۶۲۸
۲.۷۵	۱.۱۴۲۴	۰.۳۶۳۶	۰.۴۵۴۵	۰.۴۹۰۹	۰.۴۲۰۷	۰.۱۰۹۱	۰.۰۵۷۱
۳	۱.۰۴۷۲	۰.۳۳۳۳	۰.۴۱۶۷	۰.۴۵۰۰	۰.۳۸۵۷	۰.۱۰۰۰	۰.۰۵۲۳
۳.۲۵	۰.۹۶۶۶	۰.۳۰۷۷	۰.۳۸۴۶	۰.۴۱۵۴	۰.۳۵۶۰	۰.۰۹۲۳	۰.۰۴۸۳
۳.۵	۰.۸۹۷۶	۰.۲۸۵۷	۰.۳۵۷۱	۰.۳۸۵۷	۰.۳۳۰۶	۰.۰۸۵۷	۰.۰۴۴۹
۳.۷۵	۰.۸۳۷۸	۰.۲۶۶۷	۰.۳۳۳۳	۰.۳۶۰۰	۰.۳۰۸۵	۰.۰۸۰۰	۰.۰۴۱۹
۴	۰.۷۸۵۴	۰.۲۵۰۰	۰.۳۱۲۵	۰.۳۳۷۵	۰.۲۸۹۳	۰.۰۷۵۰	۰.۰۳۹۲
۴.۵	۰.۶۹۸۱	۰.۲۲۲۲	۰.۲۷۷۸	۰.۳۰۰۰	۰.۲۵۷۱	۰.۰۶۶۷	۰.۰۳۴۹
۵	۰.۶۲۸۳	۰.۲۰۰۰	۰.۲۵۰۰	۰.۲۷۰۰	۰.۲۳۱۴	۰.۰۶۰۰	۰.۰۳۱۴
۵.۵	۰.۵۷۱۲	۰.۱۸۱۸	۰.۲۲۷۳	۰.۲۴۵۵	۰.۲۱۰۴	۰.۰۵۴۵	۰.۰۲۸۵
۶	۰.۵۲۳۶	۰.۱۶۶۷	۰.۲۰۸۳	۰.۲۲۵۰	۰.۱۹۲۸	۰.۰۵۰۰	۰.۰۲۶۲
۶.۵	۰.۴۸۳۳	۰.۱۵۳۸	۰.۱۹۲۳	۰.۲۰۷۷	۰.۱۷۸۰	۰.۰۴۶۲	۰.۰۲۴۲
۷	۰.۴۴۸۸	۰.۱۴۲۹	۰.۱۷۸۶	۰.۱۹۲۹	۰.۱۶۵۳	۰.۰۴۲۹	۰.۰۲۲۴

۷.۵	۰.۴۱۸۹	۰.۱۳۳۳	۰.۱۶۶۷	۰.۱۸۰۰	۰.۱۵۴۳	۰.۰۴۰۰	۰.۰۲۰۹
۸	۰.۳۹۲۷	۰.۱۲۵۰	۰.۱۵۶۳	۰.۱۶۸۷	۰.۱۴۴۶	۰.۰۳۷۵	۰.۰۱۹۶
۸.۵	۰.۳۶۹۶	۰.۱۱۷۶	۰.۱۴۷۱	۰.۱۵۸۸	۰.۱۳۶۱	۰.۰۳۵۳	۰.۰۱۸۵
۹	۰.۳۴۹۱	۰.۱۱۱۱	۰.۱۳۸۹	۰.۱۵۰۰	۰.۱۲۸۶	۰.۰۳۳۳	۰.۰۱۷۴
۹.۵	۰.۳۳۰۷	۰.۱۰۵۳	۰.۱۳۱۶	۰.۱۴۲۱	۰.۱۲۱۸	۰.۰۳۱۶	۰.۰۱۶۵
۱۰	۰.۳۱۴۲	۰.۱۰۰۰	۰.۱۲۵۰	۰.۱۳۵۰	۰.۱۱۵۷	۰.۰۳۰۰	۰.۰۱۵۷
۱۱	۰.۲۸۵۶	۰.۰۹۰۹	۰.۱۱۳۶	۰.۱۲۲۷	۰.۱۰۵۲	۰.۰۲۷۳	۰.۰۱۴۳
۱۲	۰.۲۶۱۸	۰.۰۸۳۳	۰.۱۰۴۲	۰.۱۱۲۵	۰.۰۹۶۰۴	۰.۰۲۵۰	۰.۰۱۳۱
۱۳	۰.۲۴۱۷	۰.۰۷۶۹	۰.۰۹۶۲	۰.۱۰۳۸	۰.۰۸۹۰	۰.۰۲۳۱	۰.۰۱۲۱
۱۴	۰.۲۲۴۴	۰.۰۷۱۴	۰.۰۸۹۳	۰.۰۹۶۴	۰.۰۸۲۶	۰.۰۲۱۴	۰.۰۱۱۲
۱۵	۰.۲۰۹۴	۰.۰۶۶۷	۰.۰۸۳۳	۰.۰۹۰۰	۰.۰۷۷۱	۰.۰۲۰۰	۰.۰۱۰۵
۱۶	۰.۱۹۶۳	۰.۰۶۲۵	۰.۰۷۸۱	۰.۰۸۴۴	۰.۰۷۲۳	۰.۰۱۸۸	۰.۰۰۹۸
۱۷	۰.۱۸۴۸	۰.۰۵۸۸	۰.۰۷۳۵	۰.۰۷۹۴	۰.۰۶۸۱	۰.۰۱۷۶	۰.۰۰۹۲
۱۸	۰.۱۷۴۵	۰.۰۵۵۶	۰.۰۶۹۴	۰.۰۷۵۰	۰.۰۶۴۳	۰.۰۱۶۷	۰.۰۰۸۷
۱۹	۰.۱۶۵۳	۰.۰۵۲۶	۰.۰۶۵۸	۰.۰۷۱۱	۰.۰۶۰۹	۰.۰۱۵۸	۰.۰۰۸۳
۲۰	۰.۱۵۷۱	۰.۰۵۰۰	۰.۰۶۲۵	۰.۰۶۷۵	۰.۰۵۷۹	۰.۰۱۵۰	۰.۰۰۷۹

^۵ هنگام استفاده از ارتفاع تاج دندان یکسان در پینیون ها و چرخ دنده حداقل تعداد دندان ها روی پینیون ۱۸ و حداقل تعداد کل دندان ها در یک جفت ۳۶ ، برای فرم دندان مارپیچ با عمق کلی ۲۰ درجه است. همچنین به ترتیب ۱۲ و ۲۴ عدد برای فرم دندان با عمق کلی ۲۵ است.

^۶ ارتفاع ریشه دندان در این ستون زمانی استفاده می شود که دندان چرخ دنده تراشیده شده باشد. این اجازه را می دهد که برش شیار بالاتری توسط یک تراش برآمده ایجاد شود.

عمق کار برابر است با دو برابر ارتفاع تاج دندان.

عمق کل برابر است با جمع ارتفاع تاج دندان و ریشه دندان.

جدول ۴. نسبت های دندان ها برای گام ریز چرخ دنده های چرخشی مارپیچ و حلزونی $\frac{1}{4}$

با زاویه فشار درجه ۲۰ و ۲۵، ANSI B6.7-1977

بخش	مارپیچی	حلزونی
ارتفاع تاج دندان، a	$\frac{1.000}{P}$	$\frac{1.000}{P_n}$
ارتفاع ریشه دندان، b	$\frac{1.000}{P} + 0.002$ (حداقل)	$\frac{1.000}{P_n} + 0.002$ (حداقل)
عمق کار، h_k	$\frac{2.000}{P}$	$\frac{2.000}{P_n}$
عمق کل، h_t	$\frac{2.200}{P} + 0.002$ (حداقل)	$\frac{2.200}{P_n} + 0.002$ (حداقل)
خلاصی، c (استاندارد)	$\frac{0.200}{P} + 0.002$ (حداقل)	$\frac{0.200}{P_n} + 0.002$ (حداقل)
دندان های تراشیده یا زمینه ای	$\frac{0.350}{P} + 0.002$ (حداقل)	$\frac{0.350}{P_n} + 0.002$ (حداقل)

$t_n = \frac{1.5708}{P_n}$	$t = \frac{1.5708}{P}$	ضخامت دندان، t در قطر گام
$p_n = \frac{\pi}{P_n}$	$p = \frac{\pi D}{N}$ یا $\frac{\pi d}{n}$ یا $\frac{\pi}{P}$	گام دایره ای، p
$\frac{n}{P_n \cos \Psi}$	$\frac{n}{P}$	قطر گام پینیون، d
$\frac{N}{P_n \cos \Psi}$	$\frac{N}{P}$	چرخ دنده، D
$\frac{1}{P_n} \left(\frac{n}{\cos \Psi} + 2 \right)$	$\frac{n + 2}{P}$	قطر خارجی پینیون، d_o
$\frac{1}{P_n} \left(\frac{N}{\cos \Psi} + 2 \right)$	$\frac{N + 2}{P}$	چرخ دنده، d_o
$\frac{N + n}{2P_n \cos \Psi}$	$\frac{N + n}{2P}$	فاصله مرکزی، C
تمامی ابعاد به اینچ می باشند. Ψ = زاویه حلزونی P = گام قطری عرضی P_n = گام قطری نرمال t_n = ضخامت دندان نرمال در قطر گام p_n = گام مدور نرمال n = تعداد دندانهای پینیون N = تعداد دندانهای چرخ دنده		

استاندارد ملی آمریکایی نسبت دندانها برای چرخ دنده های چرخشی و حلزونی مارپیچ

گام ریز - نسبت های چرخ دنده های چرخشی در این استاندارد (ANSI B6.7-1977) از ANSI B6.1-1974، "نسبت های دندانها برای چرخ دنده های چرخشی مارپیچ گام درشت." تبعیت میکند. تفاوت اصلی بین چرخ دنده های گام ریز و گام درشت، خلاصی بزرگتر چرخ دنده های گام ریز است. خلاصی افزایشی، برای هر جسم خارجی که ممکن است که به انباشته شدن در انتهای دندانها گرایش داشته باشد و همچنین شعاع انحنای نسبتاً بزرگتری که از پوشش بزرگ متناسبی روی رؤس ابزارهای برش دهنده گام ریز نتیجه می شود، تهیه شده است.

زاویه فشار: زاویه فشار استاندارد برای چرخ دنده های گام ریز، ۲۰ درجه است که برای اکثر کاربردها توصیه شده است. برای چرخ دنده های حلزونی این زاویه فشار در سطح نرمال اعمال می شود. در موارد خاص، چرخ دنده هایی که به طور ویژه قالب گیری شده و بسته شده اند، یا در جایی که بیشترین استحکام و مقاومت پوششی در دنده مطلوب است، یک زاویه فشار ۲۵ درجه ممکن است نیاز باشد. با این وجود زاویه های فشار بیشتر از ۲۰ درجه به استفاده از ابزارهای مولد که عرض نقطه باریکی دارند گرایش دارند و زاویه های فشار بالاتر به کنترل نزدیک تر فاصله مرکزی زمانی که مقررات لقی (خلاصی) بحرانی هستند نیاز دارند.

در مواردی که در نظر گرفتن موقعیت زاویه ای یا لقی، بحرانی است و هر دوی پینیون و چرخ دنده دارای تعداد بسیار زیادی دندان هستند، یک زاویه فشار $\frac{1}{4}$ ممکن است مطلوب باشد. به طور کلی، زاویه های فشار کمتر از ۲۰ درجه به مقادیر بیشتر اصلاح دندانها احتیاج دارند تا از مشکلات نرخ شکنی دوری کنند و به تعداد دندانهای کلی بالاتری در پینیون و چرخ دنده در هنگام عملیات در یک فاصله مرکزی استاندارد محدود شده اند. برگه اطلاعات B در استاندارد نسبت های دندانها را برای هر دو چرخ دنده گام ریز با زاویه فشار $\frac{1}{4}$ ۱۴

و ۲۵ درجه فراهم میکند. جدول ۴ نسبت های دندان را برای چرخ دنده های چرخشی و حلزونی گام ریز با زاویه فشار $\frac{1}{4}$ ، ۲۰ و ۲۵ درجه و جدول ۵ بخش های دندان را نمایش میدهد.

گام های قطری: گام های قطری ترجیح داده شده ۲۰، ۲۴، ۳۲، ۴۰، ۴۸، ۶۴، ۷۲، ۸۰، ۹۶ و ۱۲۰ می باشند.

جدول ۵. استاندارد ملی آمریکا استاندارد گام ریز بخش های دندان چرخ دنده

زاویه فشار $\frac{1}{4}$ ، ۲۰ و ۲۵ درجه

ارتفاع ریشه دندان خاص ^۷	ارتفاع ریشه دندان استاندارد	ارتفاع تاج دندان استاندارد	ضخامت دایره ای	گام دایره ای	گام قطری
b	b	a	t	p	P
0.0695	0.0620	0.0500	0.0785	0.1571	20
0.0582	0.0520	0.0417	0.0654	0.1309	24
0.0442	0.0395	0.0313	0.0491	0.0982	32
0.0358	0.0320	0.0250	0.0393	0.0785	40
0.0301	0.0270	0.0208	0.0327	0.0654	48
0.0231	0.0208	0.0156	0.0245	0.0491	64
0.0208	0.0187	0.0139	0.0218	0.0436	72
0.0189	0.0170	0.0125	0.0196	0.0393	80
0.0161	0.0145	0.0104	0.0164	0.0327	96
0.0132	0.0120	0.0083	0.0131	0.0262	120

^۷ براساس خلاصی برای دندان های تراشیده شده یا زمینه ای

عمق کار برابر است با دو برابر ارتفاع تاج دندان. عمق کل برابر است با ارتفاع تاج دندان به اضافه ارتفاع ریشه دندان. برای حداقل تعداد دندان به صفحه ۲۰۲۷ رجوع کنید.

استانداردهای آمریکایی دیگر دندان چرخ دنده چرخشی - یک برگه اطلاعات ضمیمه در استاندارد ملی آمریکا ANSI B6.1-1968, R1974 اطلاعات نسبت دندان را برای سه فرم چرخ دنده چرخشی، با توجه به اینکه آنها "برای طراحی های جدید توصیه نشده اند" فراهم می کند. به همین دلیل این فرم ها منسوخ به نظر می رسند اما اطلاعات به نسبت آنها داده می شود زیرا در گذشته به طور گسترده ای مورد استفاده بوده اند. این فرم ها، فرم عمق کلی $\frac{1}{4}$ درجه، فرم ماریپیچ ریشه ای ۲۰ درجه و فرم مرکب $\frac{1}{4}$ درجه هستند که در استاندارد سابق آمریکا (ASA B6.1-1932) پوشش داده شده بودند. دندان پایه ای برای فرم تمام عمق $\frac{1}{4}$ درجه در صفحه ۲۰۰۵ آمده است؛ فرمول های پایه ای برای این نسبت ها در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶. فرمول های بخش های دنداننه - استاندارد سابق آمریکا

فرم های دنداننه چرخ دنده چرخشی ASA B6.1-1932

محاسبه	گام قطری، P معلوم	گام دایره ای، p معلوم
دنداننه های تمام عمق مارپیچی $\frac{1}{4}$ ۱۴ درجه		
ارتفاع تاج دنداننه حداقل ارتفاع ریشه دنداننه عمق کار	$a = 1.000 \div P$ $b = 1.157 \div P$ $h_k = 2.000 \div P$	$a = 0.3183 \times p$ $b = 0.3683 \times p$ $h_k = 0.6366 \times p$
حداقل عمق کل ضخامت دنداننه پایه ای روی خط گام حداقل خلاصی	$h_t = 2.157 \div P$ $t = 1.5708 \div P$ $c = 0.157 \div P$	$h_t = 0.6866 \times p$ $t = 0.500 \times p$ $c = 0.050 \times p$
دنداننه های ریشه ای مارپیچ ۲۰ درجه		
ارتفاع تاج دنداننه حداقل ارتفاع ریشه دنداننه عمق کار حداقل عمق کل ضخامت دنداننه پایه ای روی خط گام حداقل خلاصی	$a = 0.800 \div P$ $b = 1.000 \div P$ $h_k = 1.600 \div P$ $h_t = 1.800 \div P$ $t = 1.5708 \div P$ $c = 0.200 \div P$	$a = 0.2546 \times p$ $b = 0.3183 \times p$ $h_k = 0.5092 \times p$ $h_t = 0.5729 \times p$ $t = 0.500 \times p$ $c = 0.0637 \times p$
توجه: شعاع انحنا برابر است با $\frac{1}{4}$ × خلاصی برای دنداننه های تمام عمق $\frac{1}{4}$ ۱۴ درجه و با $\frac{1}{4}$ × خلاصی برای دنداننه های تمام عمق ۲۰ درجه توجه: تحمل کاری مناسب باید در ارتباط با تمام توصیه های حداقلی مطرح شده باشد.		

دنداننه ریشه ای فلوز - سیستم دنداننه های چرخ دنده ریشه ای که توسط شرکت شکل دهنده چرخ دنده فلوز معرفی شد، بر پایه استفاده دو گام قطری بنا شده است. یک گام قطری، مثلاً ۸، به عنوان پایه برای بدست آوردن ابعاد برای ارتفاع تاج دنداننه و ریشه دنداننه استفاده می شود، در حالی که گام قطری دیگر، مثلاً ۶، برای به دست آوردن ابعاد ضخامت دنداننه، تعداد دنداننه و قطر گام استفاده می شود. دنداننه های ساخته شده طبق این سیستم، گام $\frac{6}{8}$ و $\frac{12}{14}$ و... معین شده اند، مقدار صورت در این کسر نشان دهنده گام مشخص کننده ضخامت دنداننه و تعداد دنداننه ها و مخرج این کسر نشان دهنده گام مشخص کننده ضخامت دنداننه می باشد. خلاصی بیشتر از حد معمول ساخته شده در سیستم دنداننه چرخ دنده است و مقدار آن برابر است با $0.25 \div$ مخرج گام قطری. زاویه فشار ۲۰ درجه است.

این نوع دنداننه چرخ دنده ریشه ای امروزه به ندرت استفاده می شود. برای اطلاعات در مورد ابعاد بخش دنداننه نسخه های ۱۸ و قبل تر کتابچه راهنمای ماشین مراجعه کنید.

ابعاد چرخ دنده پایه - ابعاد پایه برای تمام چرخ دنده های چرخشی مارپیچ میتوانند با استفاده از فرمول های جدول ۱ بدست آیند. این جدول به همراه جدول ۳ برای بدست آوردن ابعاد چرخ دنده های گام درشت و همچنین به همراه جدول ۵ برای به دست آوردن ابعاد چرخ دنده های چرخشی استاندارد گام ریز

استفاده می شود. برای به دست آوردن ابعاد چرخ دنده هایی که در استاندارد گام دایره ای مشخص شده اند، گام قطری معادل در ابتدا با استفاده از فرمول جدول ۱ محاسبه می شود. اگر تعداد دندانه های خواسته شده در پینیون (Np) از مقدار حداقل مشخص شده در جدول ۳ یا جدول ۵ کمتر باشد، چرخ دنده های باید با استفاده از روش ارتفاع تاج دندانه بلند و کوتاه نمایش داده شده در صفحه ۲۰۲۲، هر کدام قابل اجرا باشد، متناسب شوند.

فرمول های قطر خارجی و ریشه ای چرخ دنده های چرخشی که

کاملاً برش خورده، شکل داده و تراشیده شده اند

یادداشت	
D = قطر گام	a = ارتفاع استاندارد تاج دندانه
D_O = قطر خارجی	b = حداقل ارتفاع استاندارد ریشه دندانه
D_R = قطر ریشه ای	b_s = ارتفاع استاندارد سر دندانه
P = گام قطری	b_{ps} = ارتفاع ریشه دندانه برای قبل تراش
دندانه های تمام عمق مارپیچی $\frac{1}{4}$ ، ۲۰ و ۲۵ درجه ($19P$ و بیشتر) ^۸	
$D_O = D + 2a = \frac{N}{P} + (2 \times \frac{1}{P})$	
$D_R = D - 2b = \frac{N}{P} - (2 \times \frac{1.157}{P})$	(برش خورده) ^۹
$D_R = D - 2b_s = \frac{N}{P} - (2 \times \frac{1.25}{P})$	(شکل داده) ^{۱۰}
$D_R = D - 2b_{ps} = \frac{N}{P} - (2 \times \frac{1.135}{P})$	(پیش از تراش) ^{۱۱}
$D_R = D - 2b_{ps} = \frac{N}{P} - (2 \times \frac{1.40}{P})$	(پیش از تراش) ^{۱۲}
دندانه های تمام عمق گام ریز مارپیچی ۲۰ درجه	
$D_O = D + 2a = \frac{N}{P} + (2 \times \frac{1}{P})$	
$D_R = D - 2b = \frac{N}{P} - 2(\frac{1.2}{P} + 0.002)$	(برش خورده یا شکل داده شده) ^{۱۳}
$D_R = D - 2b_{ps} = \frac{N}{P} - 2(\frac{1.35}{P} + 0.002)$	(پیش از تراش) ^{۱۴}
دندانه های ریشه ای مارپیچ ۲۰ درجه	
$D_O = D + 2a = \frac{N}{P} + (2 \times \frac{0.8}{P})$	
$D_R = D - 2b = \frac{N}{P} - (2 \times \frac{1}{P})$	(برش خورده)
$D_R = D - 2b_{ps} = \frac{N}{P} - (2 \times \frac{1.35}{P})$	(پیش از تراش)

^۸ دندانه های تمام عمق $\frac{1}{4}$ درجه و چرخشی ۲۰ درجه برای طراحی های جدید پیشنهاد نمیشوند.

^۹ طبق ANSI B6.1-1968 حداقل خلاصی $0.157/P$ ممکن است برای دندانه با زاویه فشار ۲۰ و ۲۵ درجه پایه ای، به جای بخش های ریشه کم عمق پایه ای و استفاده تراش ها دستگاه برش های موجود استفاده شود.

^{۱۰} طبق ANSI B6.1-1968 خلاصی ارجح $0.250/P$ است.

^{۱۱} طبق ANSI B6.1-1968 خلاصی ارجح برای دندانه هایی که تراشیده شده اند و یا پایه ای هستند $0.350/P$ است.

^{۱۲} زمانی که چرخ دنده ها تحت برش قبل تراشیده شدن در دستگاه فرم دهنده چرخ دنده قرار میگیرند، ارتفاع ریشه دندانه معمولاً احتیاج دارد که به $1.40/P$ افزایش یابد تا چرخ انحنای بالاتر که با دستگاه برش شکل دهنده تولید شده است

اجازه داده شود؛ این از اهمیت ویژه ای در چرخ دنده هایی که تعداد کمی دندانه دارند برخوردار است یا اگر پیکربندی خالی چرخ دنده به استفاده یک دستگاه برش و تراش کوچک احتیاج داشته باشد، در این صورت ممکن است ارتفاع ریشه دندانه به اندازه $1.45/P$ افزایش یابد. از این کار باید در چرخ دنده های پر بار که فاکتور J نتیجتاً کاهش یافته است فشار دندانه چرخ دنده را بیش از اندازه افزایش خواهد داد، جلوگیری کرد.

^{۱۳} طبق ANSI B6.1-1968 خلاصی استاندارد (حداقل) $0.200/P + 0.002$ (حداقل) است.

^{۱۴} طبق ANSI B6.1-1968 خلاصی برای دندانه های تراشیده یا زمینه ای $0.350/P + 0.002$ (حداقل) است.

چرخ دنده ها برای فاصله و نسبت مرکزی داده شده - زمانی که استفاده از یک جفت چرخ دنده با نسبت داده شده و فاصله مرکزی معین C_1 ضروری است، میتوان دریافت که هیچ چرخ دنده ای با گام قطری استاندارد برای رفع نیاز فاصله از مرکز وجود ندارد. چرخ دنده های گام قطری استاندارد P ممکن است نیاز به طراحی دوباره داشته باشند تا با غیر از قطر گام استاندارد D خود و زاویه فشار استاندارد ϕ کار کنند. گام قطری P_1 که این چرخ دنده ها در آن عمل میکنند از طریق فرمول زیر بدست می آید:

$$P_1 = \frac{N_P + N_G}{2C_1} \quad (1)$$

که در آن N_P = تعداد دندانه ها در پینیون

N_G = تعداد دندانه های چرخ دنده

و زاویه فشار عمل آنها ϕ_1 است و از رابطه زیر بدست می آید:

$$\phi_1 = \arccos\left(\frac{P_1}{P} \cos \phi\right) \quad (2)$$

بنابراین اگرچه جفت چرخ دنده ها به یک قطر P و زاویه فشار ϕ بریده می شوند، اما به عنوان چرخ دنده های استاندارد از گام قطری P_1 و زاویه فشار ϕ_1 عمل می کنند. گام P و زاویه فشار ϕ باید به گونه ای انتخاب شود که ϕ_1 بین ۱۸ و ۲۵ درجه باشد.

$$D_{PI} = \frac{N_P}{P_1} \quad (3a) \quad \text{و} \quad D_{GI} = \frac{N_G}{P_1} \quad (3b)$$

قطرهای پایه ای پینیون D_{PBI} و چرخ دنده D_{GBI} با فرمول زیر محاسبه می شوند:

$$D_{PBI} = D_{PI} \cos \phi_1 \quad (4a) \quad \text{و} \quad D_{GBI} = D_{GI} \cos \phi_1 \quad (4b)$$

ضخامت دندانه پایه، t_1 ، در قطر گامی عملیاتی برای هر دوی پینیون و چرخ دنده با فرمول زیر محاسبه می شود:

$$t_1 = \frac{1.5708}{P_1} \quad (5)$$

قطرهای ریشه ای پینیون D_{PBI} و چرخ دنده D_{GBI} قطرهای خارجی متناظر D_{POI} و D_{GOI} استاندارد نیستند زیرا هر چرخ دنده قرار است با یک دستگاه برش بخورد که برای قطرهای گامی عملکردی D_{PI} و D_{GI} استاندارد نیست.

قطرهای ریشه ای به روش زیر محاسبه می شوند:

$$D_{PRI} = \frac{N_P}{P} - 2b_{PI} \quad (6a) \quad \text{و} \quad D_{GRI} = \frac{N_G}{P} - 2b_{GI} \quad (6b)$$

که در آن داریم

$$b_{PI} = b_c - \left(\frac{t_{P2} - 1.5708/P}{2 \tan \varphi} \right) \quad (7a)$$

و

$$b_{GI} = b_c - \frac{t_{G2} - 1.5708/P}{2 \tan \varphi} \quad (7b)$$

که b_c ارتفاع تاج دندانه تراش یا دستگاه برش برای پینیون و چرخ دنده است.

ضخامت دندانه های پینیون t_{P2} و چرخ دنده t_{G2} از روابط زیر بدست می آیند:

$$t_{P2} = \frac{N_P}{P} \left(\frac{1.5708}{N_P} + \operatorname{inv} \varphi_1 - \operatorname{inv} \varphi \right) \quad (8a)$$

$$t_{G2} = \frac{N_G}{P} \left(\frac{1.5708}{N_G} + \operatorname{inv} \varphi_1 - \operatorname{inv} \varphi \right) \quad (8b)$$

قطر خارجی پینیون D_{PO} و چرخ دنده D_{GO} به این ترتیب بدست می آیند:

$$D_{PO} = 2 \times C_I - D_{GRI} - 2(b_c - I/P) \quad (9a)$$

$$D_{GO} = 2 \times C_I - D_{PRI} - 2(b_c - I/P) \quad (9b)$$

مثال: چرخ دنده ای با گام قطری ۸، زاویه فشار ۲۰ درجه، ۲۸ و ۸۸ دندانه که در فاصله مرکزی ۷/۵۰ اینچ از هم کار میکنند طراحی کنید. چرخ دنده ها با دستگاه تراش با ارتفاع تاج دندانه ۰/۱۶۹ برش داده می شوند.

$$P_I = \frac{28 + 88}{2 \times 7.50} = 7.7333 \quad (1)$$

$$\phi_1 = \arccos\left(\frac{7.7333}{\lambda} \times 0.93969\right) = 24.719^\circ \quad (2)$$

$$D_{PI} = \frac{28}{7.7333} = 3.6207 \text{ in.} \quad (3a)$$

$$D_{GI} = \frac{88}{7.7333} = 11.3794 \text{ in.} \quad (3b)$$

$$D_{PBI} = 3.6207 \times 0.90837 = 3.2889 \text{ in.} \quad (4a)$$

$$D_{GBI} = 11.3794 \times 0.90837 = 10.3367 \text{ in.} \quad (4b)$$

$$t_I = \frac{1.5708}{7.7333} = 0.20312 \text{ in.} \quad (5)$$

$$D_{PRI} = \frac{28}{\lambda} - 2 \times 0.1016 = 3.2968 \quad (6a)$$

$$D_{GRI} = \frac{11}{1} - 2 \times 0.0428 (= 11.0856) \quad (6b)$$

$$b_{PI} = 0.169 - \left(\frac{0.2454 - 1.5708 \times 8}{2 \times 0.36397} \right) = 0.1016 \text{ in.} \quad (7a)$$

$$b_{GI} = 0.169 - \left(\frac{0.3505 - 1.5708 \times 8}{2 \times 0.36397} \right) = -0.0428 \text{ in.} \quad (7b)$$

$$t_{P2} = \frac{28}{1} \left(\frac{1.5708}{28} + 0.028922 - 0.014904 \right) = 0.2454 \text{ in.} \quad (8a)$$

$$t_{G2} = \frac{11}{1} \left(\frac{1.5708}{11} + 0.028922 - 0.014904 \right) = 0.3505 \text{ in.} \quad (8b)$$

$$D_{POI} = 2 \times 7.50 - 11.0856 - 2(0.169 - 1.8) = 3.8264 \text{ in.} \quad (9a)$$

$$D_{POI} = 2 \times 7.50 - 3.2968 - 2(0.169 - 1.8) = 11.6152 \text{ in.} \quad (9a)$$

اجازه ضخامت دندان‌ها برای تراش - هزینه موجودی مناسب برای نتایج خوب در عملیات تراش

اهمیت دارد. اگر موجودی بسیار زیادی برای تراش باقی مانده باشد، عمر ابزار تراش کاهش پیدا می کند، به علاوه زمان تراش نیز بیشتر میشود. ارقام زیر میزان موجودی را که باید برای برداشتن با تراشیدن در شرایط متوسط بر روی دندان‌ها باقی بماند نشان می دهد: برای گام های قطری ۲ تا ۴، ضخامت ۰.۰۰۳ تا ۰.۰۰۴ اینچ (یک دوم مقدار روی هر طرف دندان‌ها)؛ برای گام قطری ۵ تا ۶، مقدار ۰.۰۰۲۵ تا ۰.۰۰۳۵ اینچ؛ برای گام قطری ۷ تا ۱۰، مقدار ۰.۰۰۲ تا ۰.۰۰۳ اینچ؛ برای گام قطری ۱۱ تا ۱۴، مقدار ۰.۰۰۱۵ تا ۰.۰۰۲۰ اینچ؛ برای گام قطری ۱۶ تا ۱۸، مقدار ۰.۰۰۱ تا ۰.۰۰۲ اینچ؛ برای گام قطری ۲۰ تا ۴۸، مقدار ۰.۰۰۰۵ تا ۰.۰۰۱۵ اینچ؛ و برای گام قطری ۵۲ تا ۷۲، مقدار ۰.۰۰۰۳ تا ۰.۰۰۰۷ اینچ.

ضخامت دندان‌ها های چرخ دنده میتواند با روش های مختلف محاسبه شود تا مقدار موجودی که در اطراف دندان‌ها باقی مانده است محاسبه شود و با تراش برداشته شود. اگر نیاز باشد که ضخامت دندان‌ها در طول عملیات پیش از تراش زمانی که چرخ دنده در دستگاه شکل دهنده یا ماشین تراش است محاسبه شود، کولیس یا پین های دندان‌ها چرخ دنده به کار گرفته می شوند. روش های کولیس اندازه گیری دندان‌ها های چرخ دنده با جزئیات در صفحه ۲۰۲۰ برای اندازه گیری روی تک دندان‌ها و در صفحه ۲۱۰۹ برای اندازه گیری روز دو دندان‌ها و بیشتر توضیح داده شده اند.

زمانی که چرخ دنده پیش تراشیده شده میتواند از دستگاه برای بررسی حذف شود، روش فاصله مرکزی میتواند به کار گرفته شود. در این روش، چرخ دنده پیش تراشیده شده بدون واکنش شدید با یک چرخ دنده با ضخامت دندان‌ها استاندارد درگیر می شود و افزایش فاصله مرکزی بیشتر از استاندارد قابل توجهی دارد. میزان ضخامت دندان‌ها کلی بیش از استاندارد که روی چرخ دنده پیش تراشیده شده باقی مانده است را میتوان با فرمول مقابل تعیین کرد: $t_2 = 2 \tan \phi \times d$ ، که t_2 = میزان ضخامت کلی دندان‌ها از ضخامت استاندارد تجاوز می کند، ϕ = زاویه فشار، و d = مقداری که فاصله مرکزی بین دو چرخ دنده از فاصله مرکزی استاندارد بیشتر است.

گام دایره ای برای فاصله مرکزی و نسبت داده شده - زمانی که نیاز است از یک جفت چرخ دنده با نسبت داده شده در فاصله مرکزی مشخص شده استفاده شود، می توان دریافت که هیچ چرخ دنده ای، قطر استاندارد برای رفع نیاز فاصله از مرکز را ندارد. از این رو، ممکن است چرخ دنده های دایره ای انتخاب شوند. برای محاسبه گام دایره ای مورد نیاز p ، در حالی که فاصله مرکزی C و تعداد کل دندانه ها در هر دو چرخ دنده N معلوم است، میتوان از فرمول های زیر استفاده کرد:

$$p = \frac{C \times 6.2832}{N}$$

مثال: یک جفت چرخ دنده نسبت ۳ و فاصله مرکزی ۱۰.۲۳۰ دارند. اگر یکی از چرخ دنده ها ۶۰ دندانه و دیگری ۲۰ دندانه داشته باشد گام دایره ای آنها چقدر است؟

$$p = \frac{10.230 \times 6.2832}{60 + 20} = 0.8035 \text{ in.}$$

ضخامت دایره ای دندانه هنگامی که قطر خارجی استاندارد است - برای یک چرخ دنده تمام عمق یا چرخشی که قطر خارجی آن استاندارد است، ضخامت دندانه روی دایره گام (ضخامت دایره ای یا ضخامت قوس) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$t = \frac{1.5708}{P}$$

که در آن t = ضخامت دایره ای و P = گام قطری است. در مورد چرخ دنده های دندانه چرخشی فلوز گام قطری استفاده شده صورت کسر گام است (مثلا اگر کسر ۶/۸ باشد، گام قطری ۶ است).

مثال ۱: ضخامت دندانه روی دایره گام با دندانه تمام عمق $1\frac{1}{4}$ درجه و گام قطری ۱۲ را محاسبه کنید.

$$t = \frac{1.5708}{12} = 0.1309 \text{ in.}$$

مثال ۲. ضخامت دندانه روی دایره گام با دندانه تمام عمق ۲۰ درجه و گام قطری ۵ را محاسبه کنید.

$$t = \frac{1.5708}{5} = 0.3142 \text{ یا } 0.31416 \text{ in.}$$

ضخامت دندانه روی دایره گام میتواند عینا با ابزارهای اندازه گیری روی سیم ها که در فضاهای دندانه ها قرار گرفته اند و از لحاظ قطری در مقابل هم قرار دارند یا تا حد ممکن تقریبا در مقابل هم اند. در جایی که اندازه گیری سیم ها امکان پذیر نباشد، ضخامت دندانه دایره ای یا قوسی میتواند در تعیین ضخامت وتری که بعد اندازه گیری شده با کولیس دندانه چرخ دنده است استفاده شود.

ضخامت دایره ای دندانه هنگامی که قطر خارجی افزایش یافته است - هنگامی که قطر خارجی یک پینیون کوچک استاندارد نیست اما به میزان قابل توجهی افزایش یافته است تا از نرخ شکنی جلوگیری شود و عملکرد دندانه بهبود یابد، دندانه ها، به طور شعاعی به نسبت شعاع گام استاندارد، در محل دورتری قرار گرفته اند و در نتیجه ضخامت دندانه دایره ای در قطر گام استاندارد افزایش یافته است. برای محاسبه

این ضخامت قوسی فرمول زیر استفاده می شود، که در آن t = ضخامت دندان؛ e = مقدار افزایشی که قطر خارجی بیشتر از استاندارد داشته است؛ ϕ = زاویه فشار؛ p = گام دایره ای با قطر گام استاندارد است.

$$t = \frac{p}{2} + e \tan \varphi$$

مثال: قطر خارجی یک پینیون ۱۰ دندانه با گام قطری ۵ و زاویه فشار $14\frac{1}{2}^\circ$ درجه است که ۰.۲۷۴۹ اینچ افزایش خواهد داشت. گام دایره ای معادل ۵ گام قطری برابر است با ۰.۶۲۸۳ اینچ. ضخامت دندان قوسی را در استاندارد قطر گام محاسبه کنید.

$$t = \frac{0.6283}{2} + (0.2746 \times \tan 14\frac{1}{2})$$

$$t = 0.3142 + (0.2746 \times 0.25862) = 0.3852 \text{ inch}$$

ضخامت دایره ای دندانه هنگامی که قطر خارجی کاهش یافته است -- اگر قطر خارجی یک چرخ دنده کاهش یافته باشد، همانطور که اغلب برای حفظ فاصله از مرکز استاندارد، هنگامی که قطر خارجی پینیون مزدوج افزایش می یابد انجام می شود، از ضخامت دایره ای دندانه های چرخ دنده ای در قطر گام استاندارد کاسته می شود. این کاهش ضخامت دایره را می توان با فرمول زیر یافت که در آن t = ضخامت دایره ای در قطر گام استاندارد؛ e = میزان کاهشی که قطر خارجی نسبت به حد استاندارد داشته است؛ ϕ = زاویه فشار؛ p = گام دایره ای است.

$$t = \frac{p}{2} - e \tan \varphi$$

مثال: قطر خارجی یک چرخ دنده با زاویه فشار $14\frac{1}{2}^\circ$ درجه، به میزان ۰.۲۷۴۶ اینچ یا مقداری برابر با افزایش قطر پینیون مزدوج خواهد داشت. گام قطری ۰.۲۷۴۶ اینچ است. ضخامت دندان دایره ای را در قطر گام استاندارد تعیین کنید.

$$t = \frac{0.6283}{2} - (0.2746 \times \tan 14\frac{1}{2})$$

$$t = 0.3142 - (0.2746 \times 0.25862) = 0.2432 \text{ inch.}$$

ضخامت وتری دندانه هنگامی که قطر خارجی استاندارد است -- برای پیدا کردن ضخامت وتری یا خط مستقیم دندان چرخ دنده فرمول زیر می تواند استفاده شود که در آن t_c = ضخامت وتری؛ D = قطر گام؛ و N = تعداد دندان ها است.

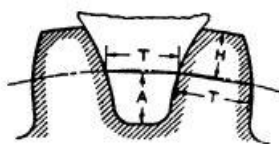
$$t_c = D \sin\left(\frac{90^\circ}{N}\right)$$

مثال: یک پینیون ۱۵ دندانه با گام قطری ۳ دارد. قطر گام برابر است با $15 \div 3$ یا ۵ اینچ. ضخامت وتری در قطر گام استاندارد را محاسبه کنید.

$$t_c = 5 \sin\left(\frac{90^\circ}{15}\right) = 5 \sin 6^\circ = 5 \times 0.10453 = 0.5226 \text{ inch}$$

ضخامت های وتری و ارتفاع تاج دندانه وتری دندانه های چرخ دنده آج دار، تمام عمق و چرخ دنده های

دستگاه برش آج دار



T = ضخامت وتری دندانه چرخ دنده و دستگاه برش در خط گام

H = ارتفاع تاج دندانه وتری برای دندانه چرخ دنده تمام عمق

A = ارتفاع تاج دندانه وتری دستگاه برش H - (گام قطری $\div 2.157$) H - (گام دایره ای $\times 0.6866$)

گام قطری	بعد	شماره دستگاه برش چرخ دنده و تعداد دندانه های مربوطه							
		شماره ۱ دندانه ۱۳۵	شماره ۲ دندانه ۵۵	شماره ۳ دندانه ۳۵	شماره ۴ دندانه ۲۶	شماره ۵ دندانه ۲۱	شماره ۶ دندانه ۱۷	شماره ۷ دندانه ۱۴	شماره ۸ دندانه ۱۲
۱	T	۱.۵۷۰۷	۱.۵۷۰۶	۱.۵۷۰۲	۱.۵۶۹۸	۱.۵۶۹۴	۱.۵۶۸۶	۱.۵۶۷۵	۱.۵۶۶۳
	H	۱.۰۰۴۷	۱.۰۱۱۲	۱.۰۱۷۶	۱.۰۲۳۷	۱.۰۲۹۴	۱.۰۳۶۲	۱.۰۴۴۰	۱.۰۵۱۴
$1\frac{1}{2}$	T	۱.۰۴۷۱	۱.۰۴۷۰	۱.۰۴۶۸	۱.۰۴۶۵	۱.۰۴۶۲	۱.۰۴۵۷	۱.۰۴۵۰	۱.۰۴۴۲
	H	۰.۶۶۹۸	۰.۶۷۴۱	۰.۶۷۸۴	۰.۶۸۲۴	۰.۶۸۶۲	۰.۶۹۰۸	۰.۶۹۶۰	۰.۷۰۰۹
۲	T	۰.۷۸۵۳	۰.۷۸۵۳	۰.۷۸۵۱	۰.۷۸۴۹	۰.۷۸۴۷	۰.۷۸۴۳	۰.۷۸۳۷	۰.۷۸۳۱
	H	۰.۵۰۲۳	۰.۵۰۵۶	۰.۵۰۸۸	۰.۵۱۱۸	۰.۵۱۴۷	۰.۵۱۸۱	۰.۵۲۲۰	۰.۵۲۵۷
$2\frac{1}{2}$	T	۰.۶۲۸۳	۰.۶۲۸۲	۰.۶۲۸۱	۰.۶۲۷۹	۰.۶۲۷۷	۰.۶۲۷۴	۰.۶۲۷۰	۰.۶۲۶۵
	H	۰.۴۰۱۸	۰.۴۰۴۴	۰.۴۰۷۰	۰.۴۰۹۴	۰.۴۱۱۷	۰.۴۱۴۴	۰.۴۱۷۶	۰.۴۲۰۵
۳	T	۰.۵۲۳۵	۰.۵۲۳۵	۰.۵۲۳۴	۰.۵۲۳۲	۰.۵۲۳۱	۰.۵۲۲۸	۰.۵۲۲۵	۰.۵۲۲۱
	H	۰.۳۳۴۹	۰.۳۳۷۰	۰.۳۳۹۲	۰.۳۴۱۲	۰.۳۴۳۱	۰.۳۴۵۴	۰.۳۴۸۰	۰.۳۵۰۴
$3\frac{1}{2}$	T	۰.۴۴۸۷	۰.۴۴۸۷	۰.۴۴۸۶	۰.۴۴۸۵	۰.۴۴۸۴	۰.۴۴۸۱	۰.۴۴۷۸	۰.۴۴۷۵
	H	۰.۴۴۸۷	۰.۴۴۸۹	۰.۴۴۹۰	۰.۴۴۹۱	۰.۴۴۹۳	۰.۴۴۹۴	۰.۴۴۹۷	۰.۴۴۹۸
۴	T	۰.۳۹۲۶	۰.۳۹۲۶	۰.۳۹۲۶	۰.۳۹۲۴	۰.۳۹۲۳	۰.۳۹۲۱	۰.۳۹۱۹	۰.۳۹۱۵
	H	۰.۲۵۱۱	۰.۲۵۲۶	۰.۲۵۴۴	۰.۲۵۵۹	۰.۲۵۷۳	۰.۲۵۹۰	۰.۲۶۱۰	۰.۲۶۲۸
۵	T	۰.۳۱۴۱	۰.۳۱۴۱	۰.۳۱۴۰	۰.۳۱۳۹	۰.۳۱۳۸	۰.۳۱۳۷	۰.۳۱۳۵	۰.۳۱۳۲
	H	۰.۲۰۰۹	۰.۲۰۲۲	۰.۲۰۳۵	۰.۲۰۴۷	۰.۲۰۵۸	۰.۲۰۷۲	۰.۲۰۸۸	۰.۲۱۰۲
۶	T	۰.۲۰۰۹	۰.۲۰۱۷	۰.۲۰۱۷	۰.۲۰۱۶	۰.۲۰۱۵	۰.۲۰۱۴	۰.۲۰۱۳	۰.۲۰۱۲
	H	۰.۱۶۷۴	۰.۱۶۸۵	۰.۱۶۹۶	۰.۱۷۰۶	۰.۱۷۱۵	۰.۱۷۲۷	۰.۱۷۴۰	۰.۱۷۵۲
۷	T	۰.۲۲۴۴	۰.۲۲۴۳	۰.۲۲۴۳	۰.۲۲۴۲	۰.۲۲۴۲	۰.۲۲۴۰	۰.۲۲۳۹	۰.۲۲۳۷
	H	۰.۱۴۳۵	۰.۱۴۳۳	۰.۱۴۳۳	۰.۱۴۳۲	۰.۱۴۳۰	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۶	۰.۱۴۲۵
۸	T	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۲	۰.۱۹۶۲	۰.۱۹۶۱	۰.۱۹۶۰	۰.۱۹۵۹	۰.۱۹۵۸
	H	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۴	۰.۱۹۶۴	۰.۱۹۶۴	۰.۱۹۶۴	۰.۱۹۶۴	۰.۱۹۶۴	۰.۱۹۶۴
۹	T	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۳	۰.۱۹۶۳
	H	۰.۱۱۱۶	۰.۱۱۲۳	۰.۱۱۳۰	۰.۱۱۳۷	۰.۱۱۴۳	۰.۱۱۵۱	۰.۱۱۶۰	۰.۱۱۶۸
۱۰	T	۰.۱۵۷۰	۰.۱۵۷۰	۰.۱۵۷۰	۰.۱۵۶۹	۰.۱۵۶۹	۰.۱۵۶۸	۰.۱۵۶۷	۰.۱۵۶۶
	H	۰.۱۰۰۴	۰.۱۰۱۱	۰.۱۰۱۷	۰.۱۰۲۳	۰.۱۰۲۹	۰.۱۰۳۶	۰.۱۰۴۴	۰.۱۰۵۱
۱۱	T	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۷	۰.۱۴۲۷	۰.۱۴۲۶	۰.۱۴۲۶	۰.۱۴۲۵	۰.۱۴۲۴
	H	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۸	۰.۱۴۲۸
۱۲	T	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۸	۰.۱۳۰۸	۰.۱۳۰۸	۰.۱۳۰۷	۰.۱۳۰۶	۰.۱۳۰۵
	H	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹
۱۴	T	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹
	H	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹	۰.۱۳۰۹
۱۶	T	۰.۰۹۸۱	۰.۰۹۸۱	۰.۰۹۸۱	۰.۰۹۸۱	۰.۰۹۸۰	۰.۰۹۸۰	۰.۰۹۷۹	۰.۰۹۷۹
	H	۰.۰۶۲۸	۰.۰۶۳۲	۰.۰۶۳۶	۰.۰۶۳۹	۰.۰۶۴۳	۰.۰۶۴۷	۰.۰۶۵۲	۰.۰۶۵۷
۱۸	T	۰.۰۶۲۸	۰.۰۶۲۸	۰.۰۶۲۸	۰.۰۶۲۸	۰.۰۶۲۸	۰.۰۶۲۸	۰.۰۶۲۸	۰.۰۶۲۸
	H	۰.۰۵۵۸	۰.۰۵۶۱	۰.۰۵۶۵	۰.۰۵۶۸	۰.۰۵۷۱	۰.۰۵۷۵	۰.۰۵۸۰	۰.۰۵۸۴
۲۰	T	۰.۰۷۸۵	۰.۰۷۸۵	۰.۰۷۸۵	۰.۰۷۸۵	۰.۰۷۸۴	۰.۰۷۸۴	۰.۰۷۸۳	۰.۰۷۸۳
	H	۰.۰۷۸۵	۰.۰۷۸۵	۰.۰۷۸۵	۰.۰۷۸۵	۰.۰۷۸۴	۰.۰۷۸۴	۰.۰۷۸۳	۰.۰۷۸۳

ضخامت های وترى و افزايش وترى دندانانە های چرخ دنده آج دار، تمام عمق و چرخ دنده های دستگاه برش آج

دار

گام دایره‌ای	بعد	شماره دستگاه برش چرخ دنده و تعداد دندانانە های مربوطه							
		شماره ۱ ۱۳۵ دندانانە	شماره ۲ ۵۵ دندانانە	شماره ۳ ۳۵ دندانانە	شماره ۴ ۲۶ دندانانە	شماره ۵ ۲۱ دندانانە	شماره ۶ ۱۷ دندانانە	شماره ۷ ۱۴ دندانانە	شماره ۸ ۱۲ دندانانە
$\frac{1}{4}$	T	۰.۱۲۵۰	۰.۱۲۵۰	۰.۱۲۴۹	۰.۱۲۴۹	۰.۱۲۴۹	۰.۱۲۴۸	۰.۱۲۴۷	۰.۱۲۴۶
	H	۰.۰۷۹۹	۰.۰۸۰۴	۰.۰۸۰۹	۰.۰۸۱۴	۰.۰۸۱۹	۰.۰۸۲۴	۰.۰۸۳۰	۰.۰۸۳۶
$\frac{5}{16}$	T	۰.۱۵۶۲	۰.۱۵۶۲	۰.۱۵۶۲	۰.۱۵۶۱	۰.۱۵۶۱	۰.۱۵۶۰	۰.۱۵۵۹	۰.۱۵۵۸
	H	۰.۰۹۹۹	۰.۱۰۰۶	۰.۱۰۱۲	۰.۱۰۱۸	۰.۱۰۲۳	۰.۱۰۳۰	۰.۱۰۳۸	۰.۱۰۴۵
$\frac{8}{8}$	T	۰.۱۸۷۵	۰.۱۸۷۵	۰.۱۸۷۴	۰.۱۸۷۳	۰.۱۸۷۳	۰.۱۸۷۲	۰.۱۸۷۱	۰.۱۸۷۰
	H	۰.۱۱۹۹	۰.۱۲۰۷	۰.۱۲۱۴	۰.۱۲۲۱	۰.۱۲۲۸	۰.۱۲۳۶	۰.۱۲۴۵	۰.۱۲۵۴
$\frac{7}{16}$	T	۰.۲۱۸۷	۰.۱۲۰۷	۰.۲۱۸۶	۰.۲۱۸۶	۰.۲۱۸۵	۰.۲۱۸۴	۰.۲۱۸۳	۰.۲۱۸۱
	H	۰.۱۳۹۹	۰.۱۴۰۸	۰.۱۴۱۶	۰.۱۴۲۵	۰.۱۴۳۳	۰.۱۴۴۳	۰.۱۴۵۳	۰.۱۴۶۴
$\frac{1}{2}$	T	۰.۲۵۰۰	۰.۲۵۰۰	۰.۲۴۹۹	۰.۲۴۹۸	۰.۲۴۹۸	۰.۲۴۹۶	۰.۲۴۹۵	۰.۲۴۹۳
	H	۰.۱۵۹۹	۰.۱۶۰۹	۰.۱۶۱۹	۰.۱۶۲۹	۰.۱۶۳۸	۰.۱۶۴۹	۰.۱۶۶۱	۰.۱۶۷۳
$\frac{9}{16}$	T	۰.۲۸۱۲	۰.۲۸۱۲	۰.۲۸۱۱	۰.۲۸۱۰	۰.۲۸۱۰	۰.۲۸۰۸	۰.۲۸۰۶	۰.۲۸۰۴
	H	۰.۱۷۹۹	۰.۱۸۱۰	۰.۱۸۲۱	۰.۱۸۳۲	۰.۱۸۴۲	۰.۱۸۵۵	۰.۱۸۶۸	۰.۱۸۸۲
$\frac{5}{8}$	T	۰.۳۱۲۵	۰.۳۱۲۵	۰.۳۱۲۳	۰.۳۱۲۳	۰.۳۱۲۲	۰.۳۱۲۰	۰.۳۱۱۸	۰.۳۱۱۶
	H	۰.۱۹۹۸	۰.۲۰۱۲	۰.۲۰۲۳	۰.۲۰۳۶	۰.۲۰۴۷	۰.۲۰۶۱	۰.۲۰۷۶	۰.۲۰۹۱
$\frac{11}{16}$	T	۰.۳۴۳۷	۰.۳۴۳۷	۰.۳۴۳۶	۰.۳۴۳۵	۰.۳۴۳۴	۰.۳۴۳۲	۰.۳۴۳۰	۰.۳۴۲۷
	H	۰.۲۱۹۸	۰.۲۲۱۳	۰.۲۲۲۶	۰.۲۲۳۹	۰.۲۲۵۲	۰.۲۲۶۷	۰.۲۲۸۳	۰.۲۳۰۰
$\frac{3}{4}$	T	۰.۳۷۵۰	۰.۳۷۵۰	۰.۳۷۴۸	۰.۳۷۴۷	۰.۳۷۴۷	۰.۳۷۴۴	۰.۳۷۴۲	۰.۳۷۴۰
	H	۰.۲۳۹۸	۰.۲۴۱۴	۰.۲۴۲۸	۰.۲۴۴۳	۰.۲۴۵۷	۰.۲۴۷۳	۰.۲۴۹۱	۰.۲۵۰۹
$\frac{13}{16}$	T	۰.۴۰۶۲	۰.۴۰۶۲	۰.۴۰۶۰	۰.۴۰۵۹	۰.۴۰۵۹	۰.۴۰۵۶	۰.۴۰۵۴	۰.۴۰۵۰
	H	۰.۲۵۹۸	۰.۲۶۱۵	۰.۲۶۳۱	۰.۲۶۴۷	۰.۲۶۶۱	۰.۲۶۷۹	۰.۲۶۹۹	۰.۲۷۱۸
$\frac{7}{8}$	T	۰.۴۳۷۵	۰.۴۳۷۵	۰.۴۳۷۳	۰.۴۳۷۲	۰.۴۳۷۱	۰.۴۳۶۸	۰.۴۳۶۶	۰.۴۳۶۲
	H	۰.۲۷۹۸	۰.۲۸۱۶	۰.۲۸۳۳	۰.۲۸۵۰	۰.۲۸۶۶	۰.۲۸۸۵	۰.۲۹۰۶	۰.۲۹۲۷
$\frac{15}{16}$	T	۰.۴۶۸۷	۰.۴۶۸۷	۰.۴۶۸۵	۰.۴۶۸۴	۰.۴۶۸۳	۰.۴۶۸۰	۰.۴۶۷۸	۰.۴۶۷۴
	H	۰.۲۹۹۸	۰.۳۰۱۸	۰.۳۰۳۵	۰.۳۰۵۴	۰.۳۰۷۱	۰.۳۰۹۲	۰.۳۱۱۴	۰.۳۱۳۷
۱	T	۰.۵۰۰۰	۰.۵۰۰۰	۰.۴۹۹۸	۰.۴۹۹۷	۰.۴۹۹۶	۰.۴۹۹۳	۰.۴۹۹۰	۰.۴۹۸۶
	H	۰.۳۱۹۸	۰.۳۲۱۹	۰.۳۲۳۸	۰.۳۲۵۸	۰.۳۲۷۶	۰.۳۲۹۸	۰.۳۳۲۲	۰.۳۳۴۶
$1\frac{1}{8}$	T	۰.۵۶۲۵	۰.۵۶۲۵	۰.۵۶۲۳	۰.۵۶۲۱	۰.۵۶۲۰	۰.۵۶۱۷	۰.۵۶۱۳	۰.۵۶۱۰
	H	۰.۳۵۹۷	۰.۳۶۲۱	۰.۳۶۴۲	۰.۳۶۶۵	۰.۳۶۸۵	۰.۳۷۱۰	۰.۳۷۳۷	۰.۳۷۶۴
$1\frac{1}{4}$	T	۰.۶۲۵۰	۰.۶۲۵۰	۰.۶۲۴۷	۰.۶۲۴۶	۰.۶۲۴۵	۰.۶۲۴۱	۰.۶۲۳۷	۰.۶۲۳۲
	H	۰.۳۹۹۷	۰.۴۰۲۳	۰.۴۰۴۷	۰.۴۰۷۲	۰.۴۰۹۵	۰.۴۱۲۲	۰.۴۱۵۲	۰.۴۱۸۲
$1\frac{3}{8}$	T	۰.۶۸۷۵	۰.۶۸۷۵	۰.۶۸۷۲	۰.۶۸۷۰	۰.۶۸۶۹	۰.۶۸۶۵	۰.۶۸۶۱	۰.۶۸۵۶
	H	۰.۴۳۹۷	۰.۴۴۲۶	۰.۴۴۵۲	۰.۴۴۷۹	۰.۴۵۰۴	۰.۴۵۳۴	۰.۴۵۶۷	۰.۴۶۰۰
$1\frac{1}{2}$	T	۰.۷۵۰۰	۰.۷۵۰۰	۰.۷۴۹۷	۰.۷۴۹۵	۰.۷۴۹۴	۰.۷۴۸۹	۰.۷۴۸۵	۰.۷۴۸۰
	H	۰.۴۷۹۷	۰.۴۸۲۸	۰.۴۸۵۷	۰.۴۸۸۷	۰.۴۹۱۴	۰.۴۹۴۷	۰.۴۹۸۳	۰.۵۰۱۹
$1\frac{3}{4}$	T	۰.۸۷۵۰	۰.۸۷۵۰	۰.۸۷۴۶	۰.۸۷۴۴	۰.۸۷۴۳	۰.۸۷۳۷	۰.۸۷۳۲	۰.۸۷۲۶
	H	۰.۵۵۹۶	۰.۵۶۳۳	۰.۵۶۶۶	۰.۵۷۰۱	۰.۵۷۳۳	۰.۵۷۷۱	۰.۵۸۱۳	۰.۵۸۵۵
۲	T	۱.۰۰۰۰	۱.۰۰۰۰	۰.۹۹۹۶	۰.۹۹۹۴	۰.۹۹۹۲	۰.۹۹۸۶	۰.۹۹۸۰	۰.۹۹۷۲
	H	۰.۶۳۹۶	۰.۶۴۳۸	۰.۶۴۷۶	۰.۶۵۱۶	۰.۶۵۵۲	۰.۶۵۹۶	۰.۶۶۴۴	۰.۶۶۹۴
$2\frac{1}{4}$	T	۱.۱۲۵۰	۱.۱۲۵۰	۱.۱۲۴۶	۱.۱۲۴۲	۱.۱۲۴۰	۱.۱۲۳۴	۱.۱۲۲۶	۱.۱۲۲۰
	H	۰.۷۱۹۵	۱.۱۲۵۰	۰.۷۲۸۵	۰.۷۳۳۰	۰.۷۳۷۱	۰.۷۴۲۰	۰.۷۴۷۴	۰.۷۵۲۸
$2\frac{1}{2}$	T	۱.۲۵۰۰	۱.۲۵۰۰	۱.۲۴۹۴	۱.۲۴۹۲	۱.۲۴۹۰	۱.۲۴۸۲	۰.۷۵۲۸	۰.۷۵۲۸
	H	۰.۷۹۹۵	۰.۸۰۴۷	۰.۸۰۹۵	۰.۸۱۴۵	۰.۸۱۹۰	۰.۸۲۴۵	۰.۸۳۰۵	۰.۸۳۶۵

۳	T	۰.۹۵۹۴	۱.۵۰۰۰	۱.۴۹۹۴	۱.۴۹۹۰	۱.۴۹۹۰	۱.۴۹۷۸	۱.۴۹۷۰	۱.۴۹۶۰
	H	۰.۹۵۹۴	۰.۹۶۵۷	۰.۹۷۱۴	۰.۹۷۷۴	۰.۹۸۲۸	۰.۹۸۹۴	۰.۹۹۶۶	۱.۰۰۳۸

ضخامت وتري دنداننه هنگامي که قطر خارجي خاص است -- وقتی قطر خارجي بزرگتر يا کوچکتر از استاندارد باشد ضخامت وتري دز قطر گام استاندارد با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود که در آن t_c = ضخامت وتري در قطر گام استاندارد D ؛ t = ضخامت دایره ای در قطر گام استاندارد پینیون افزایش یافته يا چرخ دنده کاهش یافته، اندازه گیری می شود.

$$t_c = t - \frac{t^3}{6 \times D^2}$$

مثال ۱: قطر خارجي یک پینیون دارای ۱۰ دندانه با گام قطري ۵ است که به اندازه ۰.۲۷۴۶ اینچ افزایش داشته است. این افزایش ضخامت دنداننه دایره ای را تا قطر گام استاندارد (همانطور که با استفاده از فرمول قبل تعیین شده است) تا ۰.۳۸۲۸ اینچ افزایش داده است. ضخامت وتر معادل را پیدا کنید.

$$t_c = 0.3852 - \frac{0.385^3}{6 \times 2^2} = 0.3852 - 0.0024 = 0.3828 \text{ inch}$$

(خطایی که با گرد کردن ضخامت دایره ای به سه شکل قابل توجه قبل از توان ۳ وارد می شود، تنها بر اعشار دهم در نتیجه تأثیر می گذارد.)

مثال ۲: یک چرخ دنده ۳۰ دندانه دارد که با پینیون مثال ۱ درگیر است و تا حدی کاهش یافته است که ضخامت دنداننه دایره ای در قطر گام استاندارد ۰.۲۴۳۲ اینچ است. ضخامت وتر معادل را پیدا کنید.

$$t_c = 0.2432 - \frac{0.243^3}{6 \times 6^2} = 0.2432 - 0.00007 = 0.2431 \text{ inch}$$

ارتفاع تاج دنداننه وتري -- در اندازه گیری ضخامت وتر مقیاس عمودی یک دستگاه کولیس دنداننه چرخ دنده بر روی وتر یا ارتفاع تاج دنداننه متصل برای پیدا کردن فک های کولیس در خط گام تنظیم شده است (رجوع شود به **روش تنظیم دستگاه کولیس دنداننه چرخ دنده ای** در صفحه ۲۰۲۱). فرمول ساده شده ای که در زیر وجود دارد ممکن است در تعیین ارتفاع تاج دنداننه وتر مورد استفاده قرار بگیرد یا در مواردی که ارتفاع تاج دنداننه برای تمام عمق یا دندان های ریشه ای استاندارد باشد یا وقتی که ارتفاع تاج دنداننه، طولانی تر یا کوتاه تر از استاندارد باشد، در صورت وجود یک پینیون بزرگ شده یا چرخ دنده ای که با یک پین بزرگ شده درگیر باشد و دارای یک ارتفاع تاج دنداننه کاهش یافته برای حفظ فاصله از مرکز استاندارد است. اگر a_c = ارتفاع تاج دنداننه وتري؛ a = ارتفاع تاج دنداننه؛ و t = ضخامت دایره ای دنداننه در قطر دایره ای D باشد آنگاه:

$$a_c = a + \frac{t^2}{4D}$$

مثال ۱: قطر خارجي یک پینیون با ۱۴ دندانه دارای گام قطري ۸ و تمام عمق ۲۰ درجه می خواهد با استفاده از ارتفاع تاج دنداننه به اندازه $0.1542 = 1.234 \div 8$ اینچ افزایش یابد (رجوع شود به جدول ۱ صفحه

۲۰۱۹). ضخامت دندان‌ها پایه پینیون افزایش یافته $0.2176 = 8 \div 1.741$ اینچ است. ارتفاع تاج دندان‌ها وتری کدام است؟

$$\text{ارتفاع تاج دندان‌ها وتری} = 0.1542 + \frac{0.2176^2}{4 \times (14 \div 8)} = 0.1610 \text{ inch}$$

مثال ۲: قطر خارجی یک پینیون $1\frac{1}{4}$ درجه با ۱۲ دندان‌ها و گام قطری ۲ قرار است به اندازه ۰.۶۲۴ اینچ برای جلوگیری از نرخ شکنی افزایش یابد (رجوع شود به جدول ۲ صفحه ۲۰۱۹)، بنابراین ارتفاع تاج دندان‌ها از ۰.۵۰۰۰ به ۰.۸۱۲۰ اینچ و ضخامت قوسی در خط گام از ۰.۷۸۵۴ به ۰.۹۴۶۷ اینچ افزایش می‌یابد. داریم:

$$\text{ارتفاع تاج دندان‌ها وتری پینیون} = 0.8120 + \frac{0.9467^2}{4 \times (12 \div 2)} = 0.8493 \text{ inch}$$

جدول ۱. ارتفاع تاج دندان‌ها و ضخامت دندان‌ها برای پینیون‌ها با ارتفاع تاج دندان‌ها بلند و گام درشت و چرخ دنده‌های مزدوج آنها با ارتفاع تاج دندان‌ها کوتاه و زاویه فشار ۲۰ و ۲۵ درجه (ANSI B6.1-1968 (R1974)

تعداد دندان‌ها در چرخ دنده	ارتفاع تاج دندان‌ها		ضخامت دندان‌ها ابتدایی		تعداد دندان‌ها در چرخ دنده
	پینیون	چرخ دنده	پینیون	چرخ دنده	
N_p	a_p	a_g	t_p	t_g	$N_g (min)$
شکل دندان‌ها تمام عمق مارپیچ ۲۰ درجه (کمتر از ۲۰ گام قطری)					
۱۰	۱.۴۶۸	۰.۵۳۲	۱.۹۱۲	۱.۲۳۰	۲۵
۱۱	۱.۴۰۹	۰.۵۹۱	۱.۸۶۸	۱.۲۷۳	۲۴
۱۲	۱.۳۵۱	۰.۶۴۹	۱.۸۲۶	۱.۳۱۵	۲۳
۱۳	۱.۲۹۲	۰.۷۰۸	۱.۷۸۳	۱.۳۵۸	۲۲
۱۴	۱.۲۳۴	۰.۷۶۶	۱.۷۴۱	۱.۴۰۰	۲۱
۱۵	۱.۱۷۵	۰.۸۲۵	۱.۶۹۸	۱.۴۴۳	۲۱
۱۶	۱.۱۱۷	۰.۸۳۳	۱.۶۵۶	۱.۴۸۶	۱۹
۱۷	۱.۰۵۸	۰.۹۴۲	۱.۶۱۳	۱.۵۲۹	۱۸
شکل دندان‌ها تمام عمق مارپیچ ۲۵ درجه (کمتر از ۲۰ گام قطری)					
۱۰	۱.۱۸۴	۰.۸۱۶	۱.۷۴۲	۱.۳۹۹	۱۵
۱۱	۱.۰۹۵	۰.۹۰۵	۱.۶۵۹	۱.۴۸۲	۱۴

همه مقادیر برای ۱ گام قطری است. برای هر اندازه دیگر دندان‌ها، تمام ابعاد خطی باید بر گام قطری تقسیم شوند. ضخامت‌های دندان‌ها اساسی، بهره‌ای برای لقی نمی‌باشد.

جدول ۲. ابعاد پینیون افزایش داده شده و چرخ دنده کاهش یافته برای جلوگیری از تداخل

دندان‌های تمام عمق مارپیچ $1\frac{1}{4}$ درجه گام درشت

تعداد دندان‌های پینیون	تغییرات ابعاد پینیون و چرخ دنده	ضخامت دندان‌ها دایره‌ای		حداقل تعداد دندان‌ها در چرخ دنده‌های مزدوج	
		پینیون	چرخ دنده مزدوج	برای جلوگیری از نرخ شکنی	برای عمل مشارکت کامل
۱۰	۱.۳۷۳۱	۰.۱۸۲۰	۱.۲۱۵۷	۵۴	۲۷

۱۱	۱.۳۱۰۴	۱.۹۰۹۷	۱.۲۳۱۹	۵۳	۲۷
۱۲	۱.۲۴۷۷	۱.۸۹۳۵	۱.۲۴۸۱	۵۲	۲۸
۱۳	۱.۲۴۷۷	۱.۸۷۷۳	۱.۲۶۴۳	۵۱	۲۸
۱۴	۱.۱۲۲۳	۱.۸۶۱۱	۱.۲۸۰۵	۵۰	۲۸
۱۵	۱.۰۵۹۷	۱.۸۴۴۹	۱.۲۹۶۷	۴۹	۲۸
۱۶	۰.۹۹۷۰	۱.۸۲۸۶	۱.۳۱۳۰	۴۸	۲۸
۱۷	۰.۹۳۴۳	۱.۸۱۲۴	۱.۳۲۹۲	۴۷	۲۸
۱۸	۰.۸۷۱۶	۱.۷۹۶۲	۱.۳۴۵۴	۴۶	۲۸
۱۹	۰.۸۰۸۹	۱.۷۸۰۰	۱.۳۶۱۶	۴۵	۲۸
۲۰	۰.۷۴۶۲	۱.۷۶۳۸	۱.۳۷۷۸	۴۴	۲۸
۲۱	۰.۷۴۶۲	۱.۷۴۷۶	۱.۳۹۴۰	۴۳	۲۸
۲۲	۰.۶۲۰۸	۱.۷۳۱۴	۱.۴۱۰۲	۴۲	۲۷
۲۳	۰.۵۵۸۱	۱.۷۱۵۱	۱.۴۲۶۵	۴۱	۲۷
۲۴	۰.۴۹۵۴	۱.۶۹۸۹	۱.۴۴۲۷	۴۰	۲۷
۲۵	۰.۴۹۵۴	۱.۶۸۲۷	۱.۴۵۸۹	۳۹	۲۶
۲۶	۰.۳۷۰۱	۱.۶۶۶۵	۱.۴۷۵۱	۳۸	۲۶
۲۷	۰.۳۰۷۴	۱.۶۵۰۳	۱.۴۷۵۱	۳۷	۲۶
۲۸	۰.۲۴۴۷	۱.۶۳۴۱	۱.۴۷۵۱	۳۶	۲۵
۲۹	۰.۱۸۲۰	۱.۶۱۷۹	۱.۴۷۵۱	۳۵	۲۵
۳۰	۰.۱۸۲۰	۱.۶۰۱۷	۱.۵۳۹۹	۳۴	۲۴
۳۱	۰.۱۸۲۰	۱.۵۸۵۴	۱.۵۳۹۹	۳۳	۲۴

تمامی ابعاد برحسب اینچ داده شده اند و برای گام قطری ۱ می باشند. برای سایر گام ها مقادیر جدولی را بر گام قطری دلخواه تقسیم کنید.

مقدار داده شده در ستون دوم جدولی را که بر گام قطری دلخواه تقسیم شده بود را به قطر خارجی استاندارد اضافه کنید (برای باقی ماندن در فاصله مرکزی استاندارد) و همان مقدار را از قطر خارجی چرخ دنده مزدوج کم کنید. پینیون های با ارتفاع تاج دندانه بلند با چرخ دنده های استاندارد درگیر خواهند شد، اما فاصله مرکزی از حد استاندارد بیشتر خواهد شد.

مثال ۳: قطر خارجی یک چرخ دنده مزدوج برای پینیون در مثال ۳ به اندازه ۰.۶۲۴ اینچ کاهش یافته است. چرخ دنده ۶۰ دندانه دارد و ارتفاع تاج دندانه از ۰.۵۰۰۰ به ۰.۱۸۸۱ اینچ کاهش یافته است (برای باقی ماندن در فاصله مرکزی استاندارد)، همچنین ضخامت قوسی به ۰.۶۲۴۰ اینچ کاهش یافته است. داریم:

$$\text{ارتفاع تاج دندانه وتری چرخ دنده} = 0.1881 + \frac{0.6240^2}{4 \times (60 \div 2)} = 0.1913 \text{ inch}$$

هنگامی که ارتفاع تاج دندانه چرخ دنده به اندازه ارتفاع تاج دندانه پینیون مزدوج کاهش یابد، حداقل تعداد مورد نیاز دندانه چرخ دنده برای جلوگیری از نرخ شکنی بستگی به بزرگی پینیون مزدوج دارد. برای توضیح بیشتر، اگر یک پینیون $1\frac{1}{4}$ درجه با ۱۳ دندانه به اندازه ۱.۱۸۵ اینچ افزایش یابد، آنگاه چرخ دنده مزدوج کاهش یافته باید حداقل ۵۱ دندانه برای جلوگیری از نرخ شکنی داشته باشد (رجوع شود به جدول ۲ صفحه ۲۰۱۹).

جدول های ضخامت های وتری و افزایش وتری دندان‌های چرخ دنده آج دار، تمام عمق--

دو جدول مناسب برای بررسی چرخ دنده ها با دندان‌های آج دار و تمام عمق در صفحات ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ آورده شده است. جدول اول ضخامت های وتری و افزایش وتری را برای کمترین تعداد برش دندان‌ها با دستگاه برش های چرخ دنده شماره ۱ تا ۸ و برای گام های قطری استفاده شده به طور معمول نشان می‌دهد. دوم داده های مشابه را برای گام های دایره ای استفاده شده به طور معمول نشان می‌دهد. در هر حالت داده های نشان داده شده برای تعداد دندان‌های چرخ دنده های مشخص شده دقیق هستند، اما برای تعداد دیگر دندان‌های موجود در محدوده دستگاه برش که در زیر آنها قرار دارد، تقریبی هستند. در مورد گام های قطری بالاتر و گام های دایره ای پایین تر، خطایی که با استفاده از داده ها برای هر تعداد دندان در محدوده دستگاه برش که در زیر آن ظاهر می شود، ایجاد شده است، نسبتاً اندک است. ضخامت وتر و افزایش وتر مربوط به دستگاه های برش چرخ دنده شماره ۱ تا ۸ از گام های قطری و دایره ای که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد، را می توانید از جدول و فرمول ها در صفحات ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ بدست آورید.

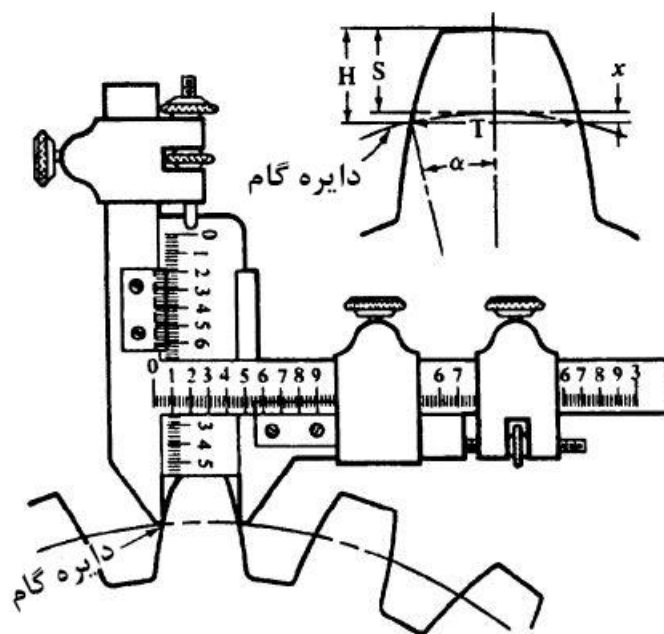
اندازه گیری کولیس دندان‌های چرخ دنده--در برش دندان‌های چرخ دنده، عمومیت این است که

دستگاه برش یا تراش طوری تنظیم شود تا قطر خارجی آن را بخراشد؛ سپس دستگاه برش به عمق کامل فضای دندان فرو می رود و به علاوه مقدار اضافی کمتری برای تأمین فضای بازی یا عکس العمل لازم بین دندان‌ها لازم است. (برای توصیه‌های مربوط به واکنش شدید و عمق بیش از حد برش مورد نیاز، به بخش **واکنش شدید** صفحه ۲۰۳۶ رجوع شود.) اگر قطر خارجی خالی چرخ دنده درست باشد، ضخامت دندان‌ها نیز باید پس از فرو رفتن دستگاه برش به عمق مورد نیاز برای یک گام مشخص و واکنش مجدد صحیح باشد. با این وجود توصیه می شود ضخامت دندان‌ها را با اندازه گیری آن بررسی کنید و معمولاً در اندازه گیری ضخامت از دستگاه کولیس ورنیور استفاده می شود (به تصویر زیر مراجعه کنید).

مقیاس عمودی این کولیس به گونه ای تنظیم شده است که وقتی در قسمت بالای دندان همانطور که نشان داده شده باقی می ماند، انتهای تحتانی فک های کولیس در ارتفاع دایره گام قرار می گیرند؛ مقیاس افقی سپس ضخامت وتری دندان‌ها را در این مرحله نشان می دهد. اگر چرخ دنده بر روی یک دستگاه فرز یا با دستگاه برشی چرخ دنده که از دستگاه برش فرز تشکیل شده، برش داده شود، ابتدا با انجام یک برش آزمایشی برای یک فاصله کوتاه در یک طرف خالی، ضخامت دندان‌ها بررسی می شود؛ سپس جای خالی چرخ دنده برای فضای بعدی نشان داده می شود و برش دیگری با فاصله کافی انجام می شود تا نمای کلی دندان‌ها را بخراشد. سپس ضخامت دندان‌ها اندازه گیری می شود.

قبل از استفاده از دستگاه کولیس دندان‌های چرخ دنده، لازم است که ضخامت وتری صحیح و همچنین ارتفاع تاج دندان‌های وتری را تعیین کنید (یا "ارتفاع تاج دندان‌ها تصحیح شده" همانطور که گاهی گفته می شود). مقیاس عمودی بر روی ارتفاع تاج دندان‌های وتری تنظیم می شود، بنابراین انتهای فک ها در ارتفاع دایره گام قرار می‌گیرد. قوانین یا فرمول های مورد استفاده در تعیین ضخامت وتر و ارتفاع تاج دندان‌ها به قطر خارجی چرخ دنده بستگی خواهد داشت؛ برای مثال، اگر قطر خارجی یک پینیون کوچک، بزرگ شود تا از نرخ شکنی جلوگیری شود و عملکرد دندان‌ها بهبود یابد، باید در حساب کردن ضخامت وتری و ارتفاع تاج دندان‌های وتری

همانطور که توسط قوانین همراه نشان داده شده، در نظر گرفته شود. جزئیات یک دندانه چرخ دنده ای همراه با تصویر کولیس دندانه چرخ دنده ای، T نشان دهنده ضخامت وتر، S ارتفاع تاج دندانه و H و ارتفاع تاج دندانه وتری است. برای اندازه گیری کولیس بیش از دو یا چند دندانه، به **بررسی اندازه چرخ دنده چرخشی توسط اندازه گیری وتری بیش از دو یا چند دندانه** صفحه ۲۱۰۹ مراجعه کنید.



روش تنظیم یک کولیس چرخ دنده

گزیده ای از تیغه فرز دنده تراش مارپیچ برای گام قطری تعداد دندانه داده شده -- هنگامی که دندانه های چرخ دنده با استفاده از تیغه فرز دنده تراش شکل داده شده برش داده می شوند، برش باید به گونه ای انتخاب شود که با هر دوی گام و تعداد دندانه ها متناسب باشد، چون شکل فضاهای دندانه ها با توجه به تعداد دندانه ها متفاوت است. به عنوان مثال، فضاهای دندانه یک پینیون پایه ای به همان شکل فضاهای دندانه ی یک چرخ دنده بزرگ با گام برابر نیست. از لحاظ تئوری، باید یک دستگاه برش شکل داده شده مختلف برای هر تعداد دندانه وجود داشته باشد، اما چنین پالایش هایی در عمل غیرضروری است. دستگاه برش شکل داده شده مارپیچ که معمولاً استفاده میشوند در مجموعه ای از هشت دستگاه برش برای هر پام قطری ساخته شده اند (رجوع شود به بخش **مجموعه ای از مارپیچ، تکمیل تیغه فرز دنده تراش برای هر گام**). شکل هر دستگاه برش در این مجموعه تنها برای یک تعداد معینی از دندانه ها درست است، اما می توان آن را برای شماره های دیگر در محدوده داده شده استفاده کرد. برای مثال، یک دستگاه برش شماره ۶ ممکن است برای چرخ دنده با تعداد ۱۷ تا ۲۰ دندانه استفاده شود، اما خطوط خارجی دندان تنها برای ۱۷ دندانه و یا کمترین تعداد در محدوده صحیح است، که درمورد دستگاه برش های دیگر ذکر شده صادق است. وقتی از این دستگاه برش برای چرخ دنده، مثلاً با ۱۹ دندانه استفاده می شود، مواد زیادی از سطوح فوقانی دندانه ها برداشته می شود، اگرچه این دنده ها الزامات عادی را برآورده می کند. هنگامی که دقت بیشتری در شکل دندانه برای اطمینان از عملکرد نرمتر یا آرام تر نیاز باشد، ممکن است یک سری از برش های میانی که دارای نیمی از تعداد هستند، استفاده شوند به شرطی که تعداد دندانه های چرخ دنده بین اعداد ذکر شده

برای دستگاه برش های معمولی باشد (رجوع شود به بخش **مجموعه ای از مارپیچ، تکمیل تیغه فرز دنده تراش برای هر گام**).

تیغه فرزهای دنده تراش مارپیچ برای برش فرم کامپوزیت دندانه طراحی شده اند، بخش مرکزی یک مارپیچ ثابت است در حالی که قسمت های بالا و پایین سیکلوئید هستند. این فرم کامپوزیتی برای جلوگیری از تداخل دندانه در هنگام چرخش چرخ دنده های مزدوج فرز با یکدیگر ضروری است. به دلیل شکل کامپوزیت آنها، مزدوج شدن چرخ دنده های فرز برای کارهای درجه بالا با نمونه های تولید شده و کاملاً درگیر به اندازه کافی رضایت بخش نخواهد بود. برش های فرم کامپوزیت در دسترس هستند، با این حال، چرخ دنده های تولید شده ای را تولید می کند که به وسیله دستگاه برش های فرز چرخشی برش خورده است.

دستگاه برش چرخ دنده ماژول متریک: جدول همراه برای انتخاب شماره دستگاه برش که برای برش تعداد معینی از دندانه ها استفاده میشود، همچنین ممکن است برای انتخاب دستگاه برش های چرخ دنده ماژول متریک نیز استفاده شود به استثنای اینکه این اعداد به ترتیب معکوس تعیین می شوند. برای مثال، دستگاه برش شماره ۱، در سیستم ماژول متریک، برای ۱۳-۱۲ دندانه و دستگاه برش شماره ۲، برای ۱۴-۱۶ دندانه استفاده می شود.

گام دایره ای در چرخ دنده ها — قطرهای گام، قطرهای خارجی و قطرهای ریشه ای

برای هر گام دایره ای و تعداد دندانه خاص، جدول نشان داده شده در مثال را برای محاسبه قطر گام، قطر خارجی و قطر ریشه ای استفاده کنید. مثال: گام قطری برای ۵۷ دندانه با گام دایره ای ۶ اینچ برابر است با ۱۰ × قطر گام داده شده تحت فاکتور ۵ دندانه علاوه قطر گام داده شده تحت فاکتور برای ۷ دندانه. ۱۳.۳۶۹۰ + (۱۰ × ۹.۵۴۹۳) = ۱۰۸.۸۶۲ اینچ قطر خارجی یک چرخ دنده برابر است با قطر گام علاوه فاکتور قطر خارجی از ستون یکی مانده به آخر از جدول ۱۰۴.۴۴۳ = ۱۰۸.۸۶۲ - ۴.۴۱۹۴ اینچ. قطر ریشه ای چرخ دنده برابر است با قطر گام منهای فاکتور قطر ریشه ای از آخرین ستون در جدول ۱۰۴.۴۴۳ = ۱۰۸.۸۶۲ - ۴.۴۱۹۴ اینچ.											
گام دایره ای	فاکتور تعداد دندانه ها									فاکتور قطر خارجی	فاکتور قطر ریشه ای
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹		
	قطر گام مطابق با فاکتور تعداد دندانه ها										
۶	۱.۹۰۹۹	۳.۸۱۹۷	۵.۷۲۹۶	۷.۶۳۹۴	۹.۵۴۹۳	۱۱.۴۵۹۱	۱۳.۳۶۹۰	۱۵.۲۷۸۸	۱۷.۱۸۸۷	۳.۸۱۹۷	۴.۴۱۹۴
۵	۱.۷۵۰۷	۳.۵۰۱۴	۵.۲۵۲۱	۷.۰۰۲۸	۸.۷۵۳۵	۱۰.۵۰۴۲	۱۲.۲۵۴۹	۱۴.۰۰۵۶	۱۵.۷۵۶۳	۳.۵۰۱۴	۴.۰۵۱۱
۴	۱.۵۹۱۵	۳.۱۸۳۱	۴.۷۷۴۶	۶.۳۶۶۲	۷.۹۵۷۷	۹.۵۴۹۳	۱۱.۱۴۰۸	۱۲.۷۳۲۴	۱۴.۳۲۳۹	۳.۱۸۳۱	۳.۶۸۲۸
۳	۱.۴۳۲۴	۲.۸۶۴۸	۴.۲۹۷۲	۵.۷۲۹۶	۷.۱۶۲۰	۸.۵۹۴۳	۱۰.۰۲۶۷	۱۱.۴۵۹۱	۱۲.۸۹۱۵	۲.۸۶۴۸	۳.۳۱۴۶
۲	۱.۲۷۳۲	۲.۵۴۶۵	۳.۸۱۹۷	۵.۰۹۲۹	۶.۳۶۶۲	۷.۶۳۹۴	۸.۹۱۲۷	۱۰.۱۸۵۹	۱۱.۴۵۹۱	۲.۵۴۶۵	۲.۹۴۶۳
۱	۱.۱۱۴۱	۲.۲۲۸۲	۳.۳۴۲۲	۴.۴۵۶۳	۵.۵۷۰۴	۶.۶۸۴۵	۷.۷۹۸۶	۸.۹۱۲۷	۱۰.۰۲۶۷	۲.۲۲۸۲	۲.۵۷۸۰
۱/۲	۱.۱۱۴۱	۱.۹۰۹۹	۲.۸۶۴۸	۳.۸۱۹۷	۴.۷۷۴۶	۵.۷۲۹۶	۶.۶۸۴۵	۷.۶۳۹۴	۸.۵۹۴۳	۱.۹۰۹۹	۲.۲۰۹۷
۱/۳	۰.۷۹۵۸	۱.۵۹۱۵	۲.۳۸۷۳	۳.۱۸۳۱	۳.۹۷۸۹	۴.۷۷۴۶	۵.۵۷۰۴	۶.۳۶۶۲	۷.۱۶۲۰	۱.۵۹۱۵	۱.۸۴۱۴
۱/۴	۰.۶۳۶۶	۱.۲۷۳۲	۱.۹۰۹۹	۲.۵۴۶۵	۳.۱۸۳۱	۳.۸۱۹۷	۴.۴۵۶۳	۵.۰۹۲۹	۵.۷۲۹۶	۱.۲۷۳۲	۱.۴۷۳۱
۱/۵	۰.۵۹۶۸	۱.۱۹۳۷	۱.۷۹۰۵	۲.۳۸۷۳	۲.۹۸۴۱	۳.۵۸۱۰	۴.۱۷۷۸	۴.۷۷۴۶	۵.۳۷۱۵	۱.۱۹۳۷	۱.۳۸۱۱
۱/۶	۰.۵۵۷۰	۱.۱۱۴۱	۱.۶۷۱۱	۲.۲۲۸۲	۲.۷۸۵۲	۳.۳۴۲۲	۳.۸۹۹۳	۴.۴۵۶۳	۵.۰۱۳۴	۱.۱۱۴۱	۱.۲۸۹۰
۱/۸	۰.۵۱۷۳	۱.۰۳۴۵	۱.۵۵۱۸	۲.۰۶۹۰	۲.۷۸۵۲	۳.۱۰۳۵	۳.۶۲۰۸	۴.۱۳۸۰	۴.۶۵۵۳	۱.۰۳۴۵	۱.۱۹۶۹
۱/۱۰	۰.۴۷۷۵	۰.۹۵۴۹	۱.۴۳۲۴	۱.۹۰۹۹	۲.۳۸۷۳	۲.۸۶۴۸	۳.۳۴۲۲	۳.۸۱۹۷	۴.۲۹۷۲	۰.۹۵۴۹	۱.۱۰۴۹
۱/۱۲	۰.۴۵۷۶	۰.۹۱۵۱	۱.۳۷۲۷	۱.۸۳۰۳	۲.۲۸۷۸	۲.۷۴۵۴	۳.۲۰۳۰	۳.۶۶۰۶	۴.۱۱۸۱	۰.۹۱۵۱	۱.۰۵۸۸
۱/۱۶	۰.۴۳۷۷	۰.۸۷۵۴	۱.۳۱۳۰	۱.۷۵۰۷	۲.۲۸۷۸	۲.۶۲۶۱	۳.۰۶۳۷	۳.۵۰۱۴	۳.۹۳۹۱	۰.۸۷۵۴	۱.۰۱۲۸

$\frac{1}{16}$	۰.۴۱۷۸	۰.۸۳۵۶	۱.۲۵۳۳	۱.۶۷۱۱	۲.۰۸۸۹	۲.۵۰۶۷	۲.۹۲۴۵	۳.۳۴۲۲	۳.۷۶۰۰	۰.۸۳۵۶	۰.۹۶۶۷
$\frac{1}{8}$	۰.۳۹۷۹	۰.۷۹۵۸	۱.۱۹۳۷	۱.۵۹۱۵	۱.۹۸۹۴	۲.۳۸۷۳	۲.۷۸۵۲	۳.۱۸۳۱	۳.۵۸۱۰	۰.۷۹۵۸	۰.۹۲۰۷
$\frac{1}{4}$	۰.۳۷۸۰	۰.۷۵۶۰	۱.۱۳۴۰	۱.۵۱۲۰	۱.۹۸۹۴	۲.۳۶۸۰	۲.۶۴۵۹	۳.۰۲۳۹	۳.۴۰۱۹	۰.۷۵۶۰	۰.۸۷۴۷
$\frac{3}{8}$	۰.۳۵۸۱	۰.۷۱۶۲	۱.۰۷۴۳	۱.۴۳۲۴	۱.۷۹۰۵	۲.۱۴۸۶	۲.۵۰۶۷	۲.۸۶۴۸	۳.۲۲۲۹	۰.۷۱۶۲	۰.۸۲۸۶
$\frac{1}{2}$	۰.۳۳۸۲	۰.۶۷۶۴	۱.۰۱۴۶	۱.۳۵۲۸	۱.۶۹۱۰	۲.۰۲۹۲	۲.۳۶۷۴	۲.۷۰۵۶	۳.۰۴۳۸	۰.۶۷۶۴	۰.۷۸۲۶
$\frac{5}{8}$	۰.۳۱۸۳	۰.۶۳۶۶	۰.۹۵۴۹	۱.۵۱۲۰	۱.۵۹۱۵	۱.۹۰۹۹	۲.۲۲۸۲	۲.۵۴۶۵	۲.۸۶۴۸	۰.۶۳۶۶	۰.۷۳۶۶
$\frac{3}{4}$	۰.۲۹۸۴	۰.۵۹۶۸	۰.۸۹۵۲	۱.۳۵۲۸	۱.۴۹۲۱	۱.۷۹۰۵	۲.۰۸۸۹	۲.۳۸۷۳	۲.۶۸۵۷	۰.۵۹۶۸	۰.۶۹۰۵
$\frac{7}{8}$	۰.۲۷۸۵	۰.۵۵۷۰	۰.۸۳۵۶	۱.۱۹۳۷	۱.۳۹۲۶	۱.۶۷۱۱	۱.۹۴۹۶	۲.۲۲۸۲	۲.۵۰۶۷	۰.۵۵۷۰	۰.۶۴۴۵
1	۰.۲۵۸۶	۰.۵۱۷۳	۰.۷۷۵۹	۱.۰۳۴۵	۱.۲۹۳۱	۱.۵۵۱۸	۱.۸۱۰۴	۲.۰۶۹۰	۲.۳۲۷۶	۰.۵۱۷۳	۰.۵۹۸۵
$1\frac{1}{8}$	۰.۲۳۸۷	۰.۴۷۷۵	۰.۷۱۶۲	۰.۹۵۴۹	۱.۱۹۳۷	۱.۴۳۲۴	۱.۶۷۱۱	۱.۹۰۹۹	۲.۱۴۸۶	۰.۴۷۷۵	۰.۵۵۲۴
$1\frac{1}{4}$	۰.۲۱۸۸	۰.۴۳۷۷	۰.۶۵۶۵	۰.۸۷۵۴	۱.۱۹۳۷	۱.۳۱۳۰	۱.۵۳۱۹	۱.۷۵۰۷	۱.۹۶۹۵	۰.۴۳۷۷	۰.۵۰۶۴
$1\frac{3}{8}$	۰.۲۱۲۲	۰.۴۲۴۴	۰.۶۳۶۶	۰.۸۴۸۸	۱.۰۶۱۰	۱.۲۷۳۲	۱.۴۸۵۴	۱.۶۹۷۷	۱.۹۰۹۹	۰.۴۲۴۴	۰.۴۹۱۰
$1\frac{1}{2}$	۰.۱۹۸۹	۰.۳۹۷۹	۰.۵۹۶۸	۰.۷۹۵۸	۰.۹۹۴۷	۱.۱۹۳۷	۱.۳۹۲۶	۱.۵۹۱۵	۱.۷۹۰۵	۰.۳۹۷۹	۰.۴۶۰۴
$1\frac{5}{8}$	۰.۱۷۹۰	۰.۳۵۸۱	۰.۵۳۷۱	۰.۷۱۶۲	۰.۸۹۵۲	۱.۰۷۴۳	۱.۲۵۳۳	۱.۴۳۲۴	۱.۶۱۱۴	۰.۳۵۸۱	۰.۴۱۴۳
$1\frac{3}{4}$	۰.۱۵۹۲	۰.۳۱۸۳	۰.۴۷۷۵	۰.۶۳۶۶	۰.۷۹۵۸	۰.۹۵۴۹	۱.۱۱۴۱	۱.۲۷۳۲	۱.۴۳۲۴	۰.۳۱۸۳	۰.۳۶۸۳
$1\frac{7}{8}$	۰.۱۳۹۳	۰.۲۷۸۵	۰.۴۱۷۸	۰.۵۵۷۰	۰.۶۹۶۳	۰.۸۳۵۶	۰.۹۷۴۸	۱.۱۱۴۱	۱.۲۵۳۳	۰.۲۷۸۵	۰.۳۲۲۲
2	۰.۱۱۹۴	۰.۲۳۸۷	۰.۳۵۸۱	۰.۴۷۷۵	۰.۵۹۶۸	۰.۷۱۶۲	۰.۸۳۵۶	۰.۹۵۴۹	۱.۰۷۴۳	۰.۲۳۸۷	۰.۲۷۶۲
$2\frac{1}{8}$	۰.۱۰۶۱	۰.۲۱۲۲	۰.۳۱۸۳	۰.۴۲۴۴	۰.۵۹۶۸	۰.۶۳۶۶	۰.۷۴۲۷	۰.۸۴۸۸	۰.۹۵۴۹	۰.۲۱۲۲	۰.۲۴۵۵
$2\frac{1}{4}$	۰.۰۹۹۵	۰.۱۹۸۹	۰.۲۹۸۴	۰.۳۹۷۹	۰.۴۹۷۴	۰.۵۹۶۸	۰.۶۹۶۳	۰.۷۹۵۸	۰.۸۹۵۲	۰.۱۹۸۹	۰.۲۳۰۲
$2\frac{3}{8}$	۰.۰۷۹۶	۰.۱۵۹۲	۰.۲۳۸۷	۰.۳۱۸۳	۰.۳۹۷۹	۰.۴۷۷۵	۰.۵۵۷۰	۰.۶۳۶۶	۰.۸۹۵۲	۰.۱۵۹۲	۰.۱۸۴۱
$2\frac{1}{2}$	۰.۰۵۹۷	۰.۱۱۹۴	۰.۱۷۹۰	۰.۲۳۸۷	۰.۳۹۷۹	۰.۳۵۸۱	۰.۴۱۷۸	۰.۴۷۷۵	۰.۵۳۷۱	۰.۱۱۹۴	۰.۱۳۸۱
$2\frac{5}{8}$	۰.۰۳۹۸	۰.۰۷۹۶	۰.۱۱۹۴	۰.۱۵۹۲	۰.۳۹۷۹	۰.۲۳۸۷	۰.۲۷۸۵	۰.۳۱۸۳	۰.۳۵۸۱	۰.۰۷۹۶	۰.۰۹۲۱
$2\frac{3}{4}$	۰.۰۱۹۹	۰.۰۳۹۸	۰.۰۵۹۷	۰.۰۷۹۶	۰.۰۹۹۵	۰.۲۳۸۷	۰.۱۳۹۳	۰.۱۵۹۲	۰.۱۷۹۰	۰.۰۳۹۸	۰.۰۴۶۰

افزایش قطر پینیون برای جلوگیری از نرخ شکنی یا تداخل -- در استفاده از پینیون های گام درشت با تعداد کمی دندانه (۱۰ تا ۱۷ عدد برای فرم دندانه مارپیچی با زاویه فشار ۲۰ درجه ای و ۱۰ و ۱۱ عدد با زاویه فشار ۲۵ درجه ای) نرخ شکنی مقطع دندانه یا تداخل انحنا با نوک چرخ دنده مزدوج می تواند با ایجاد برخی تغییرات از نسبت های استاندارد دندانه که در جدول صفحه ۲۰۰۷ مشخص شده است جلوگیری شود. این تغییرات اساساً شامل افزایش ارتفاع تاج دندانه و همچنین قطر خارجی پینیون و کاهش ارتفاع تاج دندانه و همچنین قطر خارجی چرخ دنده مزدوج هستند. این تغییرات در قطرهای خارجی پینیون و چرخ دنده باعث تغییر نسبت سرعت یا روش های برش دندانه ها بر روی دستگاه تراش و یا تولید نوع شکل دهنده یا دستگاه برش دهنده نمی شوند. اطلاعات **جدول ۱** در صفحه ۲۰۱۹ از ANSI Standard B6.1-1968 ، تایید شده در ۱۹۷۴، گرفته شده اند، و برای فرم های دندانه استاندارد ۲۰ درجه و ۲۵ درجه تمام عمق نمایش می دهند، به ترتیب، ارتفاع های تاج دندانه و ضخامت های دندانه برای ارتفاع های تاج دندانه بلند پینیون و ارتفاع تاج دندانه کوتاه چرخ دنده های مزدوج آنها هنگامی که تعداد دندانه ها همانطور که داده شده است. داده های مشابه برای استاندارد قبلی دندانه های تمام عمق $1\frac{1}{4}$ درجه (۲۰ گام قطری و درشت تر) در **جدول ۲** صفحه ۲۰۱۹ آمده است.

مثال: یک پینیون با ۱۴ دندانه و زاویه فشار ۲۰ درجه و گام قطری ۶ قرار است بزرگتر شود. قطر خارجی این پینیون و چرخ دنده مزدوج آن با ۶۰ دندانه چقدر خواهد بود؟ اگر چرخ دنده مزدوج حداقل تعداد دندانه را داشته باشد تا از نرخ شکنی جلوگیری شود، در این صورت اندازه قطر خارجی آن چقدر خواهد بود؟

$$Do(\text{پینیون}) = \frac{N_P}{P} + 2a = \frac{14}{6} + 2\left(\frac{1.234}{6}\right) = 2.745 \text{ اینچ}$$

$$Do(\text{چرخ دنده}) = \frac{N_G}{P} + 2a = \frac{60}{6} + 2\left(\frac{0.766}{6}\right) = 10.255 \text{ اینچ}$$

برای یک چرخ دنده مزدوج با حداقل تعداد دندانه برای جلوگیری از نرخ شکنی داریم:

$$Do(\text{چرخ دنده}) = \frac{N_G}{P} + 2a = \frac{21}{6} + 2\left(\frac{0.766}{6}\right) = 3.755 \text{ اینچ}$$

مجموعه دستگاه های برش چرخ دنده تیغه فرز پایانی، مارپیچی برای هر گام

چرخ دنده هایی که برش خواهد داد	شماره دستگاه برش	چرخ دنده هایی که برش خواهد داد	شماره دستگاه برش
۲۱ تا ۲۵ دندانه	۵	۱۳۵ دندانه به یک چرخ دنده دندانه دار	۱
۱۷ تا ۲۰ دندانه	۶	۵۵ تا ۱۳۴ دندانه	۲
۱۴ تا ۱۶ دندانه	۷	۳۵ تا ۵۴ دندانه	۳
۱۲ تا ۱۳ دندانه	۸	۲۶ تا ۳۴ دندانه	۴
دستگاه برش های معین ذکر شده در بالا معمولاً مورد استفاده قرار می گیرند. دستگاه برش های ذکر شده در زیر (یک سری واسطه ای که دارای نیمی از تعداد است) ممکن است در مواردی دقت بیشتری از شکل دندانه نیاز است استفاده شود، هنگامی که تعداد دندانه ها بین عددی باشد که برای دستگاه برش های معمولی در نظر گرفته شده است.			
چرخ دنده هایی که برش خواهد داد	شماره دستگاه برش	چرخ دنده هایی که برش خواهد داد	شماره دستگاه برش
۱۹ تا ۲۰ دندانه	$5\frac{1}{2}$	۸۰ تا ۱۳۴ دندانه	$1\frac{1}{2}$
۱۵ تا ۱۶ دندانه	$6\frac{1}{2}$	۴۲ تا ۵۴ دندانه	$2\frac{1}{2}$
۱۳ دندانه	$7\frac{1}{2}$	۳۰ تا ۳۴ دندانه	$3\frac{1}{2}$
...	...	۲۳ تا ۲۵ دندانه	$4\frac{1}{2}$

دستگاه برش های زیر فقط با فرم شماره ۱ ساخته می شوند. ابعاد دستگاه برش های زیر و پایانی در صفحه ۷۹۱ آورده شده است. ابعاد دستگاه های برش برای چرخ دنده های مورب در صفحه ۷۹۲ آورده شده است.

پینیون های گام ریز بزرگ شده: استاندارد آمریکایی ANSI B6.7-1977، برگه اطلاعاتی A سیستم متفاوتی را برای بزرگنمایی پینیون با زاویه فشار ۲۰ درجه نسبت به سیستم استفاده شده در چرخ دنده های گام درشت ایجاد می کند. پینیون هایی با ۱۱ تا ۲۳ دندانه (۹ تا ۱۴ دندانه برای زاویه فشار ۲۵ درجه) بزرگ شده اند به طوری که ضخامت یک چرخ دنده دندانه دار استاندارد با ارتفاع تاج دندانه $1.05/P$ تماس را از ۵ درجه بالای شعاع دایره پایه شروع می کند. استفاده از $1.05/P$ برای ارتفاع تاج دندانه باعث می شود تا از فاصله مرکزی تغییر کند و قطر خارجی چرخ دنده مزدوج دچار گریز از مرکز شود. زاویه چرخش ۵ درجه از ایجاد پیچ در ناحیه مشکل ساز در نزدیکی دایره پایه جلوگیری می کند. پینیون هایی با کمتر از ۱۱ دندانه (۹ دندانه با زاویه فشار ۲۵ درجه) به حدی بزرگ شده است که بالاترین نقطه زیرین همزمان با شروع تماس با چرخ دنده رک استاندارد است که قبلاً توضیح داده شده است. ارتفاع زیرین در نظر گرفته شده همان است که توسط یک دستگاه تراش ۱۲۰ گوشه تیز تولید می شود. پینیون هایی با کمتر از ۱۳ دندان (۱۱ دندان با

زاویه فشار ۲۵ درجه) کوتاه شده اند تا بتوانند زمین برتر $P/0.275$ را فراهم کنند. داده ها برای پین های بزرگ شده را می توان در **جداول ۳a، ۳b، ۳c و ۳d** یافت.

جدول ۳a. افزایش ارتفاع ریشه دندانه، Δ برای پینیون های بزرگ شده گام ریز با زاویه

فشار ۲۰ و ۲۵ درجه و چرخ دنده های کاهش یافته ANSI B6. 7-1977

گام قطری، P	Δ	گام قطری، P	Δ	گام قطری، P	Δ	گام قطری، P	Δ	گام قطری، P	Δ
۲۰	۰.۰۰۰۰	۳۲	۰.۰۰۰۷	۴۸	۰.۰۰۱۲	۷۲	۰.۰۰۱۵	۹۶	۰.۰۰۱۶
۲۴	۰.۰۰۰۴	۴۰	۰.۰۰۱۰	۶۴	۰.۰۰۱۵	۸۰	۰.۰۰۱۵	۱۲۰	۰.۰۰۱۷

Δ = افزایش در ارتفاع ریشه دندانه استاندارد برای افزایش خلاصی. رجوع شود به پاورقی جدول ۳d.

جدول ۳b. ابعاد مورد نیاز هنگامی استفاده پینیون های بزرگنمایی شده، گام ریز، با زاویه

فشار ۱-۱۹۷۷-۷-۱۹۷۷ ANSI B6.7، صفحه اطلاعات B

سیستم فاصله مرکزی بزرگ شده			سیستم فاصله مرکزی استاندارد (ارتفاع تاج دندانه بلند و کوتاه)							
			چرخ دنده مزدوج کاهش یافته			نسبت تماس n مزدوج با N				
نرخ تماس دو پینیون برابر بزرگ شده مزدوج	پینیون دو پینیون برابر بزرگ شده مزدوج	پینیون بزرگ شده مزدوج با چرخ دنده استاندارد	ضخامت دندانه دایره ای در قطر گام استاندارد ^۲	کاهش قطر خارجی استاندارد ^۲	حداقل تعداد دندانه پیشنهادی N		ضخامت دندانه دایره ای در قطر گام استاندارد	پینیون بزرگ شده		
						افزایش بیشتر از استاندارد فاصله مرکزی ^۱				
۱۰.۵۳	۱.۳۷۳۲	۰.۶۸۶۶	۱.۸۳۱	۵۴	۱.۲۱۵۷	۱.۳۷۳۱	۱.۹۲۵۹	۱۳.۳۷۳۱	۱۰	تعداد دندانه ها n
۱۰.۸۸	۱.۳۱۰۴	۰.۶۵۵۲	۱.۸۴۷	۵۳	۱.۲۳۱۹	۱.۳۱۰۴	۱.۹۰۹۷	۱۴.۳۱۰۴	۱۱	قطر خارجی
۱.۱۲۱	۱.۲۴۷۷	۰.۶۵۵۲	۱.۸۶۰	۵۲	۱.۲۴۸۱	۱.۲۴۷۷	۱.۸۹۳۵	۱۵.۲۴۷۷	۱۲	
۱.۱۵۴	۱.۱۸۵۰	۰.۵۹۲۵	۱.۸۷۳	۵۱	۱.۲۶۴۳	۱.۱۸۵۰	۱.۸۷۷۳	۱۶.۱۸۵۰	۱۳	
۱.۱۸۶	۱.۲۲۲۳	۰.۵۶۱۲	۱.۸۸۵	۵۰	۱.۲۸۰۵	۱.۱۲۲۳	۱.۸۶۱۱	۱۷.۱۲۲۳	۱۴	
۱.۲۱۷	۱.۰۵۹۷	۰.۵۲۹۹	۱.۸۹۶	۴۹	۱.۲۹۶۷	۱.۰۵۹۷	۱.۸۴۴۸	۱۸.۰۵۹۷	۱۵	
۱.۲۴۸	۰.۹۹۷۰	۰.۴۹۸۵	۱.۹۰۶	۴۸	۱.۳۱۳۰	۰.۹۹۷۰	۱.۸۲۸۶	۱۸.۰۵۹۷	۱۶	
۱.۲۷۸	۰.۹۳۴۳	۰.۴۶۷۲	۱.۹۱۴	۴۷	۱.۳۲۹۲	۰.۹۳۴۳	۱.۸۱۲۴	۱۹.۹۳۴۳	۱۷	
۱.۳۰۷	۰.۸۷۱۶	۰.۴۳۵۸	۱.۹۲۲	۴۶	۱.۳۴۵۴	۰.۸۷۱۶	۱.۷۹۶۲	۲۰.۸۷۱۶	۱۸	
۱.۳۳۶	۰.۸۰۸۹	۰.۴۰۴۵	۱.۹۲۹	۴۵	۱.۳۶۱۶	۰.۸۰۸۹	۱.۷۸۰۰	۲۱.۸۰۸۹	۱۹	
۱.۳۶۴	۰.۷۴۶۲	۰.۳۷۳۱	۱.۹۳۶	۴۴	۱.۳۷۷۸	۰.۷۴۶۲	۱.۷۶۳۸	۲۲.۷۴۶۲	۲۰	
۱.۳۹۲	۰.۶۸۳۵	۰.۳۴۱۸	۱.۹۴۲	۴۳	۱.۳۹۴۰	۰.۶۸۳۵	۱.۷۴۷۶	۲۳.۶۸۳۵	۲۱	

۲۲	۲۴.۶۲۰۸	۱.۷۳۱۴	۰.۶۲۰۸	۱.۴۱۰۲	۴۲	۱.۹۴۸	۰.۳۱۰۴	۰.۶۲۰۸	۱.۴۱۹
۲۳	۲۵.۵۵۸۱	۱.۷۱۵۱	۰.۵۵۸۱	۱.۴۲۶۵	۴۱	۱.۹۵۲	۰.۲۷۹۱	۰.۵۵۸۱	۱.۴۴۶
۲۴	۲۶.۴۹۵۴	۱.۶۹۸۹	۰.۴۹۵۴	۱.۴۴۲۷	۴۰	۱.۹۵۶	۰.۲۴۷۷	۰.۴۹۵۴	۱.۴۷۲
۲۵	۲۷.۴۳۲۸	۱.۶۸۲۷	۰.۴۳۲۸	۱.۴۵۸۹	۳۹	۱.۹۶۰	۰.۲۱۶۴	۰.۴۳۲۸	۱.۴۹۸
۲۶	۲۸.۳۷۰۱	۱.۶۶۶۵	۰.۳۷۰۱	۱.۴۷۵۱	۳۸	۱.۹۶۳	۰.۱۸۵۱	۰.۳۷۰۱	۱.۵۲۴
۲۷	۲۹.۳۰۷۴	۱.۶۵۰۳	۰.۳۰۷۴	۱.۴۹۱۳	۳۷	۱.۹۶۵	۰.۱۵۳۷	۰.۳۰۷۴	۱.۵۴۹
۲۸	۳۰.۲۴۴۷	۱.۶۳۴۱	۰.۲۴۴۸	۱.۵۰۷۵	۳۶	۱.۹۶۷	۰.۱۲۲۴	۰.۲۴۴۸	۱.۵۷۳
۲۹	۳۱.۱۸۲۰	۱.۶۱۷۹	۰.۱۸۲۰	۱.۵۲۳۷	۳۵	۱.۹۶۹	۰.۰۹۱۰	۰.۱۸۲۰	۱.۵۹۸
۳۰	۳۲.۱۱۹۳	۱.۶۰۱۷	۰.۱۱۹۳	۱.۵۳۹۹	۳۴	۱.۹۷۰	۰.۰۵۹۷	۰.۱۱۹۳	۱.۶۲۲
۳۱	۳۳.۰۵۶۶	۱.۵۸۵۴	۰.۰۵۶۶	۱.۵۵۶۲	۳۳	۱.۹۷۱	۰.۰۲۸۳	۰.۰۵۶۶	۱.۶۴۶

^۱ اگر اندازه پینیون های بزرگ شده مزدوج برابر نباشد، فاصله مرکزی به اندازه ی یک دوم مجموع افزایش آنها در قطر خارجی استاندارد خواهد بود. داده های این ستون در استاندارد ارائه نشده است.

^۲ برای حفظ فاصله مرکزی استاندارد در هنگام استفاده از پینیون بزرگ شده، باید قطر چرخ دنده مزدوج به مقدار بزرگنمایی پینیون کاهش یابد.

تمام ابعاد به اینچ داده شده اند و برای ۱ گام قطری هستند. برای سایر گام ها، ابعاد جدول بندی شده را بر گام قطری تقسیم کنید.

جدول ۳c. نسبت های دندانه توصیه شده برای بزرگنمایی پینیون های گام ریز با زاویه فشار ۲۰ درجه – گام قطری ۲۰ ظریف تر

ANSI B6.7-1977

ابعاد پینیون بزرگ شده					سیستم C.D. بزرگ شده پینیون مزدوج با چرخ دنده استاندارد		فاصله مرکزی استاندارد (ارتفاع تاج دندانه بلند و کوتاه) ابعاد کاهش یافته چرخ دنده				
تعداد دندانه ها، n	قطر خارجی، D_{oP}	ارتفاع تاج دندانه، a_P	ضخامت دندانه پایه، t_P	ارتفاع ریشه دندانه مبتنی بر گام ۲۰، b_P	نرخ تماس دو پینیون برابر	نرخ تماس با چرخ دنده دارای ۲۴ دندانه	ارتفاع تاج دندانه، a_G	ضخامت دندانه پایه، t_G	ارتفاع ریشه دندانه مبتنی بر گام ۲۰، b_G	حداقل تعداد دندانه پیشنهادی N	نسبت تماس n مزدوج با N
۷	۱۰.۰۱۰۲	۱.۵۰۵۱	۲.۱۴۱۱۴	۰.۴۵۶۵	۰.۶۹۷	۱.۰۰۳	۰.۲۱۶۵	۱.۰۰۰۴۵	۲.۰۲۳۵	۴۲	۱.۰۷۹
۸	۱۱.۰۲۵۰	۱.۵۱۲۵	۲.۰۹۸۵۴	۰.۵۱۵۰	۰.۷۹۲	۱.۰۷۵	۰.۲۷۵۰	۱.۰۴۳۰۵	۱.۹۶۵۰	۴۰	۱.۱۶۲
۹	۱۲.۰۳۰۵	۱.۵۱۵۲	۲.۰۵۵۹۴	۰.۵۷۳۵	۰.۸۹۳	۱.۱۵۲	۰.۳۳۳۵	۱.۰۸۵۶۵	۱.۹۰۶۵	۳۹	۱.۲۵۱
۱۰	۱۳.۰۲۷۹	۱.۵۱۴۰	۲.۰۱۳۵۵	۰.۶۳۲۱	۰.۹۸۲	۱.۲۱۱	۰.۳۹۲۱	۱.۱۲۸۲۴	۱.۸۴۷۹	۳۸	۱.۳۱۲
۱۱	۱۴.۰۳۰۴	۱.۵۱۵۲	۱.۹۷۹۳۷	۰.۶۷۸۷	۱.۰۶۸	۱.۲۶۸	۰.۴۳۸۷	۱.۱۶۲۲۲	۱.۸۰۱۳	۳۷	۱.۳۷۱
۱۲	۱۵.۰۲۹۶	۱.۵۱۴۸	۱.۹۴۷۰۳	۰.۷۲۳۲	۱.۱۵۱	۱.۳۲۲	۰.۴۸۳۲	۱.۱۹۴۵۶	۱.۷۵۶۸	۳۶	۱.۴۲۷
۱۳	۱۵.۹۴۴۸	۱.۴۷۲۴	۱.۹۱۴۶۹	۰.۷۶۷۶	۱.۱۹۳	۱.۳۵۳	۰.۵۲۷۶	۱.۲۲۶۹۰	۱.۷۱۲۴	۳۵	۱.۴۵۷
۱۴	۱۶.۸۵۶۰	۱.۴۲۸۰	۱.۸۸۲۳۵	۰.۸۱۲۰	۱.۲۳۲	۱.۳۸۱	۰.۵۷۲۰	۱.۲۵۹۲۴	۱.۶۶۸۰	۳۴	۱.۴۸۳
۱۵	۱۷.۷۶۷۱	۱.۳۸۳۶	۱.۸۵۰۰۱	۰.۸۵۶۴	۱.۲۷۰	۱.۴۰۸	۰.۶۱۶۴	۱.۲۹۱۵۸	۱.۶۲۳۶	۳۳	۱.۵۰۷
۱۶	۱۸.۶۷۸۲	۱.۳۳۹۱	۱.۸۱۷۶۶	۰.۹۰۰۹	۱.۳۲۳	۱.۴۳۴	۰.۶۶۰۹	۱.۳۲۳۹۳	۱.۵۷۹۱	۳۲	۱.۵۲۸
۱۷	۱۹.۵۸۹۴	۱.۲۹۴۷	۱.۷۸۵۳۲	۰.۹۴۵۳	۱.۳۴۷	۱.۴۵۸	۰.۷۰۵۳	۱.۳۵۶۲۷	۱.۵۳۴۷	۳۱	۱.۵۴۶
۱۸	۲۰.۵۰۰۶	۱.۲۵۰۳	۱.۷۵۲۹۸	۰.۹۸۹۷	۱.۳۸۵	۱.۴۸۲	۰.۷۴۹۷	۱.۳۸۸۶۱	۱.۴۹۰۳	۳۰	۱.۵۶۱
۱۹	۲۱.۴۱۱۶	۱.۲۰۵۸	۱.۷۲۰۶۴	۱.۰۳۴۲	۱.۴۲۳	۱.۵۰۵	۰.۷۹۴۲	۱.۴۲۰۹۵	۱.۴۴۵۸	۲۹	۱.۵۷۴
۲۰	۲۲.۳۲۲۸	۱.۱۶۱۴	۱.۶۸۸۳۹	۱.۰۷۸۶	۱.۴۶۱	۱.۵۲۷	۰.۸۳۸۶	۱.۴۵۳۲۰	۱.۴۰۱۴	۲۸	۱.۵۸۴
۲۱	۲۳.۲۳۴۰	۱.۱۱۷۰	۱.۶۵۵۹۵	۱.۱۲۳۰	۱.۴۹۸	۱.۵۴۸	۰.۸۸۳۰	۱.۴۸۵۶۴	۱.۳۵۷۰	۲۷	۱.۵۹۲
۲۲	۲۴.۱۴۵۰	۱.۰۷۲۵	۱.۶۲۳۶۱	۱.۱۶۷۵	۱.۵۳۶	۱.۵۶۸	۰.۹۲۷۵	۱.۵۱۷۹۸	۱.۳۱۲۵	۲۶	۱.۵۹۸
۲۳	۲۵.۰۵۶۱	۱.۰۲۸۱	۱.۵۹۱۲۷	۱.۲۱۱۹	۱.۵۷۴	۱.۵۸۸	۰.۹۷۱۹	۱.۵۵۰۳۲	۱.۲۶۸۱	۲۵	۱.۶۰۱
۲۴	۲۶.۰۰۰۰	۱.۰۰۰۰	۱.۵۷۰۸۰	۱.۲۴۰۰	۱.۶۰۲	۱.۶۰۲	۱.۰۰۰۰	۱.۵۷۰۸۰	۱.۲۴۰۰	۲۴	۱.۶۰۲

^۱ در استفاده از پینیون های بالای خطوط افقی باید احتیاط کرد. آنها باید از نظر مناسب بودن، خصوصاً در نواحی نسبت تماس (کمتر از ۱.۲ توصیه نمی شود) ، فاصله مرکز ، خلاصی و استحکام دندانه بررسی شوند.

^۲ ارتفاع ریشه دندانه واقعی با تقسیم مقادیر موجود در این ستون بر گام قطری مورد نظر محاسبه می شود و سپس مقدار را به نتیجه Δ در **جدول ۳a** اضافه می کنیم. برای مثال، یک پینیون با زاویه فشار ۲۰ درجه و ۷ دندانه که با یک چرخ دنده دارای ۴۲ دندانه درگیر است، ارتفاع ریشه دندانه آن ، برای گام قطری ۲۴، $۰.۰۱۹۴ + ۰.۰۰۰۴ = ۰.۰۱۹۸$ خواهد بود. ارتفاع ریشه دندانه چرخ دنده دارای ۴۲ دندانه، $۰.۰۸۴۷ + ۰.۰۰۰۴ = ۰.۰۸۵۱$ اینچ خواهد بود.

تمامی ابعاد برحسب اینچ داده شده اند.

جدول ۳d. نسبت های دندانه توصیه شده برای بزرگنمایی پینیون های گام ریز با زاویه فشار ۲۰ درجه – گام قطری ۲۰ ظریف تر

ANSI B6.7-1977

ابعاد پینیون بزرگ شده					سیستم $C.D.$ بزرگ شده پینیون مزدوج با چرخ دنده استاندارد		فاصله مرکزی استاندارد (ارتفاع تاج دندانه بلند و کوتاه) ابعاد کاهش یافته چرخ دنده				
تعداد دندانه ها، n	قطر خارجی، D_{OP}	ارتفاع تاج دندانه، a_P	ضخامت دندانه پایه، t_P	ارتفاع ریشه دندانه مبتنی بر گام ۲۰، b_P	نرخ تماس دو پینیون برابر	نرخ تماس با چرخ دنده دارای ۲۴ دندانه	ارتفاع تاج دندانه، a_G	ضخامت دندانه پایه، t_G	ارتفاع ریشه دندانه مبتنی بر گام ۲۰، b_G	حداقل تعداد دندانه پیشنهادی N	نسبت تماس n مزدوج با N
۶	۸.۷۶۴۵	۱.۳۸۲۲	۲.۱۸۳۶۲	۰.۵۸۲۹	۰.۶۹۶	۰.۹۵۴	۰.۳۴۲۹	۰.۹۵۷۹۷	۱.۸۹۷۱	۲۴	۱.۰۳۰
۷	۹.۷۲۵۳	۱.۳۶۲۶	۲.۱۰۰۲۹	۰.۶۷۲۲	۰.۸۰۰	۱.۰۲۶	۰.۴۳۲۲	۱.۰۴۱۳۰	۱.۸۰۷۸	۲۳	۱.۱۰۸
۸	۱۰.۶۷۳۵	۱.۳۳۶۸	۲.۰۱۷۰۱	۰.۷۶۱۶	۰.۹۰۴	۱.۰۹۴	۰.۵۲۱۶	۱.۱۲۴۵۹	۱.۷۱۸۴	۲۲	۱.۱۷۷
۹	۱۱.۶۲۰۳	۱.۳۱۰۲	۱.۹۴۱۱۰	۰.۸۴۲۷	۱.۰۰۳	۱.۰۱۵۶	۰.۶۰۲۹	۱.۲۰۰۴۸	۱.۶۳۷۱	۲۰	۱.۲۳۴
۱۰	۱۲.۵۶۹۱	۱.۲۸۴۶	۱.۸۷۳۴۵	۰.۹۱۵۵	۱.۰۹۵	۱.۲۱۱	۰.۶۷۵۵	۱.۲۶۸۱۴	۱.۵۶۴۵	۱۹	۱.۲۸۲
۱۱	۱۳.۵۰۳۹	۱.۲۵۲۰	۱.۸۰۵۷۹	۰.۹۸۸۰	۱.۱۸۳	۱.۲۶۱	۰.۷۴۸۰	۱.۳۳۵۸۱	۱.۴۹۲۰	۱۸	۱.۳۲۲
۱۲	۱۴.۳۵۸۸	۱.۱۷۹۴	۱.۷۳۸۱۳	۱.۰۶۰۶	۱.۲۳۱	۱.۲۹۰	۰.۸۲۰۶	۱.۴۰۳۴۶	۱.۴۱۹۴	۱۷	۱.۳۳۷
۱۳	۱۵.۲۱۳۸	۱.۱۰۶۹	۱.۶۷۰۴۷	۱.۱۳۳۱	۱.۲۷۹	۱.۳۱۷	۰.۸۹۳۱	۱.۴۷۱۱۲	۱.۳۴۶۹	۱۶	۱.۳۴۷

۱۴	۱۶.۰۶۸۶	۱.۰۳۴۳	۱.۶۰۲۸۱	۱.۲۰۵۷	۱.۳۲۸	۱.۳۴۳	۰.۹۶۵۷	۱.۵۳۸۷۸	۱.۲۷۴۳	۱۵	۱.۳۵۲
۱۵	۱۷.۰۰۰۰	۱.۰۰۰۰	۱.۵۷۰۳۰	۱.۲۴۰۰	۱.۳۵۸	۱.۳۵۸	۱.۰۰۰۰	۱.۵۷۰۸۰	۱.۲۴۰۰	۱۵	۱.۳۵۸

^۱ در استفاده از پینیون های بالای خطوط افقی باید احتیاط کرد. آنها باید از نظر مناسب بودن، خصوصاً در نواحی نسبت تماس (کمتر از ۱.۲ توصیه نمی شود) ، فاصله مرکز ، خلاصی و استحکام دندان بررسی شوند.

^۲ ارتفاع ریشه دندان واقعی با تقسیم مقادیر موجود در این ستون بر گام قطری مورد نظر محاسبه می شود و سپس مقدار را به نتیجه Δ در **جدول ۳a** اضافه می کنیم. برای مثال، یک پینیون با زاویه فشار ۲۰ درجه و ۷ دندان که با یک چرخ دنده دارای ۴۲ دندان درگیر است، ارتفاع ریشه دندان آن، برای گام قطری ۲۴، $۰.۰۱۹۴ = ۰.۰۰۰۰۴ + ۲۴ \div ۰.۴۵۶۵$ خواهد بود. ارتفاع ریشه دندان چرخ دنده دارای ۴۲ دندان، $۰.۰۸۴۷ = ۰.۰۰۰۴ + ۲۴ \div ۲۰.۲۳۵$ اینچ خواهد بود.

تمامی ابعاد برحسب اینچ داده شده اند.

همه مقادیر برای گام قطری ۱ است. برای هر اندازه دندان، تمام ابعاد خطی باید بر گام قطری تقسیم شوند.

توجه: جدول های استاندارد ANSI B6.7-1977 همچنین قطر فرم، زاویه چرخش برای قطر فرم، و سطح فوقانی را مشخص می کند. این ها در اینجا نشان داده نشده اند. سطح فوقانی به هیچ وجه کمتر از $۰.۲۷۵/P$ نیست. قطرهای فرم و زاویه های چرخش که در استاندارد نشان داده شده اند مقادیری هستند که هنگام تولید ضخامت دندان های نشان داده شده در جداول باید با یک دستگاه تراش استاندارد برآورده شوند. این قطرهای فرم طول کافی بیش از اندازه از مقطع مارپیچ برای هر چرخ دنده مزدوج کوچکتر از یک چرخ دنده رک را فراهم می کند. با این حال ، از آنجا که این قطر فرم ها مبتنی بر تولید دندان چرخ دنده با استفاده از دستگاه تراش های استاندارد هستند، باید سختی کمتری را برای تولید ایجاد کنند و یا سختی ایجاد نکنند، مگر در مواردی که بحرانی ترین سطح کیفیت را دارند. در چنین مواردی ، مشخصات قطر فرم و طراحی چرخ دنده اصلی باید براساس شرایط واقعی مزدوج باشد.

کمترین تعداد دندان برای جلوگیری از نرخ شکنی توسط دستگاه تراش -- داده های موجود در جداول فوق برای نسبت های دندان برای تعداد کم دندان را میدهد تا از تداخل بین نوک دندان چرخ دنده و کناره دندان پینیون جلوگیری شود. همچنین باید نرخ شکنی ممکن کناره دندان پینیون که با دستگاه تراشی که برای برش پینیون استفاده می شود مورد توجه قرار گیرد. حداقل تعداد دندان ها N_{min} نسبت استاندارد که میتوان بدون نرخ شکنی برش داد به شکل زیر است:

$$N_{min} = 2Pcsc^2 \phi [a_H - r_t (1 - \sin \Phi)]$$

که در آن a_H = ارتفاع تاج دندان دستگاه برش؛ r_t = شعاع در نوک دستگاه برش یا گوشه ها، Φ = زاویه فشار دستگاه برش؛ و P = گام قطری.

چرخ دنده برای درگیری با پینیون بزرگ شده -- داده های ستون پنجم جدول ۲ نشان دهنده حداقل تعداد دندان های موجود در چرخ دنده مزدوج را نشان میدهد که می تواند با برش هاب یا نوع رک بدون نرخ شکنی قطع شود، هنگامی که قطر خارجی چرخ دنده به اندازه معادل بزرگ شدن پینیون برای حفظ کردن فاصله مرکزی استاندارد کاهش یافته است. برای محاسبه N برای چرخ دنده، ارتفاع تاج دندان a را در فرمول پینیون مزدج بزرگ شده قرار دهید $N = 2a \times csc^2 \phi$.

مثال: یک چرخ دنده در گیر با پینیون دارای ۲۴ دندان و گام قطری ۱، همانطور که در جدول نمایش داده شده است، ۰.۴۹۵۴ اینچ بزرگ شده است. زاویه فشار $14\frac{1}{4}$ است. حداقل تعداد دندان N را برای چرخ دنده کاهش یافته محاسبه کنید.

$$1.2477 = 1 + (2 \div 0.4954)$$

$$N = 2 \times 1.2477 \times 15.95 = 39.8 \text{ (یا 40) آنگاه}$$

در مورد چرخ دنده های گام ریز با قطر خارجی کاهش یافته، حداقل تعداد دندان های توصیه شده در جداول ۳b، ۳c و ۳d به نوعی بیشتر از حداقل تعداد مورد نیاز برای جلوگیری از نرخ شکنی هستند و بر اساس مطالعات انجام شده توسط اتحادیه تولید کنندگان دنده آمریکایی است.

سیستم استاندارد فاصله مرکزی برای پینیون های بزرگ شده -- در این سیستم که گاه به عنوان "ارتفاع تاج دندان های طولانی و کوتاه" خوانده می شود، فاصله مرکزی برای تعداد دندان های پینیون و چرخ دنده، استاندارد می باشد. قطر خارجی چرخ دنده به همان مقدار کاهش می یابد که قسمت بیرونی پینیون، بزرگ شده است.

مزایای استفاده از این سیستم عبارتند از: (۱) هیچ تغییری در فاصله یا نسبت مرکزی لازم نیست؛ (۲) زاویه فشار عملیاتی استاندارد است؛ و (۳) نسبت تماس کمی بیشتر، زمانی بدست می آید که فاصله مرکزی افزایش یابد.

مضرات آن عبارتند از: (۱) چرخ دنده ها همانند پینیون باید از ابعاد استاندارد، تغییر کرده باشند؛ (۲) پینیون های دارای کمتر از حداقل تعداد دندان برای جلوگیری از نرخ شکنی نمی توانند به طور رضایت بخش در کنار هم قرار گیرند؛ و (۳) در بیشتر مواردی که قطارهای چرخ دنده شامل چرخ دنده های کند هستند، نمیتوان از سیستم استاندارد فاصله مرکزی استفاده کرد.

سیستم فاصله مرکزی بزرگ شده برای پینیون های بزرگ شده-- اگر یک پینیون بزرگ شده که با یک پینیون بزرگ شده دیگر یا با یک چرخ دنده با قطر خارجی استاندارد درگیر باشد، فاصله مرکزی باید افزایش یابد. در مورد چرخ دنده های گام ریز، معمولاً افزایش فاصله مرکزی با مقداری برابر با نیمی از بزرگنمایی ها رضایت بخش است (به ستون هشتم جدول ۳b مراجعه کنید). این یک تقریب است زیرا از لحاظ نظری افزایش اندک در واکنش مجدد وجود دارد.

مزایای استفاده از این سیستم عبارتند از: (۱) فقط پینیون ها نیاز به تغییر از ابعاد استاندارد دارند؛ (۲) ممکن است پینیون هایی که کمتر از ۱۸ دندانه دارند، ممکن است پینیون های دیگر را در این محدوده درگیر کنند؛ (۳) دندانه پینیون، که عضو ضعیف تر است، با بزرگ شدن قوی تر می شود؛ و (۴) فشار تماس دندان، که دوام دنده را کنترل می کند، با دور شدن از دایره پایه پینیون کاهش می یابد.

مضرات آن عبارتند از: (۱) فاصله های مرکزی باید بیش از حد استاندارد بزرگ شود؛ (۲) زاویه فشار عملیاتی با ترکیب های مختلف پینیون و چرخ دنده ها کمی افزایش می یابد، که معمولاً مهم نیست؛ و (۳) نسبت تماس اندکی کوچکتر از آن است که با سیستم استاندارد فاصله مرکزی به دست می آید.

این توجه از اهمیت جزئی برخوردار است زیرا در بدترین حالت ضرر تقریباً ۶ درصد است.

درگیری پینیون های بزرگ شده بدون عکس العمل: هنگامی که دو پینیون بزرگ شده بدون عکس العمل درگیر می شوند، فاصله مرکزی آنها بیشتر از حد استاندارد و برای سیستم فاصله مرکزی بزرگ شده کمتر از استاندارد خواهد بود. این فاصله مرکزی می تواند با فرمول هایی که در قسمت زیر آورده شده محاسبه شود.

فاصله مرکزی که در آن چرخ دنده های چرخشی مزدوج اصلاح شده بدون هیچ گونه عکس العمل درگیر خواهند شد-- هنگامی که ضخامت دندانه یک یا هر دو جفت چرخ دنده چرخشی مزدوج از مقدار استاندارد ($2P \div \pi$) افزایش یافته یا کاهش یافته است، فاصله مرکزی که در آن محکم با هم درگیر می شوند (بدون واکنش برگشتی) میتواند با فرمول های زیر محاسبه شود:

$$\text{inv } \Phi_1 = \text{inv } \Phi_1 + \frac{P(t+T) - \pi}{n+N}$$

$$C = \frac{n+N}{2P}$$

$$C_1 = \frac{\cos \Phi}{\cos \Phi_1} \times C$$

در این فرمول ها، P = گام قطری، n = تعداد دندانه ها در یک پینیون، N = تعداد دندانه های چرخ دنده، t و T به ترتیب، ضخامت واقعی دندانه پینیون و چرخ دنده ها در دایره های گام استاندارد، $\text{inv } \Phi$ = تابع ماریپچ زاویه فشار استاندارد چرخ دنده ها، C = فاصله مرکزی استاندارد برای چرخ دنده ها، C_1 = فاصله مرکزی که در آن چرخ دنده ها بدون عکس العمل درگیر می شوند، و $\text{inv } \Phi_1$ = تابع ماریپچ زاویه فشار عملکردی زمانی که چرخ دنده ها در فاصله مرکزی C_1 محکم باهم درگیر می شوند.

مثال: فاصله مرکزی بدون عکس العمل هنگت می که یک پینیون با ۱۰ دندانه و گام قطری ۱۰۰ و زاویه فشار ۲۰ درجه بزرگ شده که با یک چرخ دنده دارای ۳۰ دندانه درگیر است را محاسبه کنید. ضخامت دندانه دایره ای پینیون و چرخ دنده به ترتیب ۰.۰۱۸۷۳ و ۰.۰۱۵۷۰۸ اینچ می باشد.

$$\text{inv } \Phi_1 = \text{inv } 20^\circ + \frac{100(0.01873+0.015708)-\pi}{(10+30)}$$

از جدول توابع مارپیچ، $\text{inv } 20\text{-degrees} = 0.014904$ بنابراین:

$$\text{inv } \Phi_1 = 0.014904 + \frac{0.34438 - 0.31416}{4} = 0.022459$$

$$\Phi_1 = 22^\circ 49' \quad \text{صفحه ۹۹}$$

$$C = \frac{n+N}{2P} = \frac{10+30}{2 \times 100} = 0.2000 \quad \text{اینچ}$$

$$C_1 = \frac{\cos 20^\circ}{\cos 22^\circ 49'} \times 0.2000 = \frac{0.93969}{0.92175} \times 0.2000 = 0.2039 \quad \text{اینچ}$$

قطر تماسی -- برای دو چرخ دنده درگیر مهم است که قطر تماس هر یک را بدانیم. چرخ دنده اول با تعداد دندانه، n ، و قطر خارجی d_0 ، در فاصله مرکزی استاندارد با چرخ دنده دوم با تعداد دندانه، N ، و قطر خارجی D_0 ، درگیر می شود؛ هر دو چرخ دنده دارای گام قطری، P ، و زاویه فشار، Φ هستند، a ، A ، b ، و B زاویه های بدون نام هستند که فقط در محاسبات استفاده می شوند. قطر تماسی، d_c ، با محاسبات سه مرحله ای قابل اندازه گیری است که میتواند به صورت دستی با استفاده از جدول مثلثات و لگاریتم و یا با استفاده از ماشین حساب رومیزی انجام شود. محاسبه قانون اسلایدها توصیه نمی شود زیرا به اندازه کافی دقیق نیست که نتایج خوبی کسب کند. فرمول های سه مرحله ای برای یافتن قطر تماسی، d_c ، اولین چرخ دنده عبارتند از:

$$\cos A = \frac{N \cos \Phi}{D_0 \times P} \quad (۱)$$

$$\tan b = \tan \Phi - \frac{N}{n} (\tan A - \tan \Phi) \quad (۲)$$

$$d_c = \frac{n \cos \Phi}{P \cos b} \quad (۳)$$

به طور مشابه فرمول های سه مرحله ای برای پیدا کردن قطر تماسی، D_c ، چرخ دنده دوم عبارتند از:

$$\cos a = \frac{n \cos \Phi}{d_0 \times P} \quad (۴)$$

$$\tan B = \tan \Phi - \frac{n}{N} (\tan a - \tan \Phi) \quad (۵)$$

$$D_c = \frac{N \cos \Phi}{P \cos b} \quad (۶)$$

نسبت تماس -- نسبت تماس یک جفت چرخ دنده ی مزدوج باید بیش از ۱.۰ باشد تا از انتقال صاف بار از یک جفت دندانه به جفت بعدی اطمینان حاصل شود زیرا دو چرخ دنده تحت فشار می چرخند. به دلیل کاهش در نسبت تماس به دلیل عواملی از قبیل انحراف دندانه، خطاهای فاصله دندانه، شکستگی نوک دندانه و تحمل قطر خارجی و فاصله مرکزی، نسبت تماس چرخ دنده ها برای انتقال نیرو به عنوان یک قاعده کلی نباید از حدود ۱.۴ باشد. نسبت

تماس به اندازه ۱.۱۵ ممکن است در موارد شدید مورد استفاده قرار گیرد، مشروط بر اینکه اثرات تحمل ذکر شده در بالا محاسبه شود. فرمول تعیین نسبت تماس، m_f ، با استفاده از نامگذاری در بخش قبلی عبارت است از:

$$m_f = \frac{N}{6.28318} (\tan A - \tan B) \quad (Va)$$

یا

$$m_f = \frac{N}{6.28318} (\tan a - \tan b) \quad (Vb)$$

یا

$$m_f = \frac{\sqrt{R_0^2 - R_B^2} + \sqrt{r_0^2 - r_B^2} - C \sin \theta}{P \cos \theta} \quad (Vc)$$

که در آن R_0 = شعاع خارجی چرخ دنده اول؛ R_B = شعاع پایه چرخ دنده اول؛ r_0 = شعاع خارجی چرخ دنده دوم؛ r_B = شعاع پایه چرخ دنده دوم؛ C = فاصله مرکزی؛ I = زاویه فشار؛ و p = گام دایره ای است.

هر دو فرمول **معادله (Va)** و **معادله (Vb)** باید جواب یکسان بدهند. بهتر است که از هر دو فرمول برای بررسی در محاسبات قبلی استفاده کنید.

پایین ترین نقطه تماس تک دندانها -- این قطر روی پینیون (که گاهی به آن LPSTQ گفته می شود) برای یافتن حداکثر فشار فشرده تماسی (که گاهی اوقات تحت عنوان فشار هرتز نامیده می شود) یک جفت چرخ دنده مزدوج استفاده می شود. فرمول های دو مرحله ای برای تعیین این قطر پینیون، d_L ، با استفاده از نامی مشابه بخش های قبلی با c و C به عنوان زوایای بی نام که فقط در محاسبات استفاده می شوند عبارتند از:

$$\tan c = \tan a - \frac{6.28318}{n} \quad (A)$$

$$d_L = \frac{n \cos \phi}{P \cos c} \quad (9)$$

در بعضی موارد، لازم است که طرحی از فشار فشاری در کل چرخه تماس وجود داشته باشد. در این حالت LPSTC برای چرخ دنده نیز لازم است. فرمول های دو مرحله ای مشابه برای این قطر چرخ دنده ها عبارتند از:

$$\tan C = \tan A - \frac{6.28318}{N} \quad (10)$$

$$D_L = \frac{N \cos \phi}{P \cos C} \quad (11)$$

حداکثر شعاع نوک هاب -- نسبت های استاندارد دندانها چرخ دنده ای که توسط فرمول های جدول ۲ در صفحه ۲۰۰۴ داده شده است، اندازه مشخصی را برای شعاع انحنای رک، در شکل کلی، (ثابت) $\times$ (زمین) ارائه می دهد. برای هر استاندارد معین، این ثابت ممکن است تا مقدار حداکثر متغیر باشد که از نظر هندسی رسیدن به آن غیرممکن است؛ این حداکثر ثابت، r_c (حداکثر)، با فرمول زیر یافت می شود:

$$r_c (\max) = \frac{0.785398 \cos \phi}{1 - \sin \phi} \quad (12)$$

که در آن b همان مقدار ثابت در فرمول مشخص شده برای ارتفاع ریشه دندان است. شعاع نوک هاب برای هر هاب استاندارد برای برش هر چرخ دنده استاندارد ممکن است از صفر تا این مقدار محدود کننده متفاوت باشد.

حد نرخ شکنی برای چرخ دنده های مارپیچ تراشیده شده—بهرتر است که از طراحی و مشخص کردن چرخ دنده هایی که انحنای گردان تراشیده دارند که مقطع دندان چرخ دنده درگیر را برش می دهد، خودداری کنید. باید از این کار اجتناب کرد زیرا ممکن است باعث شود تا مقطع درگیر تا یک نقطه بالاتر از قطر تماس مورد نیاز با چرخ دنده مزدوج قطع شود، به طوری که عمل مارپیچ آن از بین برود و نسبت تماس با آن به حدی کاهش یابد که ممکن است برای عمل اتصال مناسب خیلی کم باشد. انحنای خارج از نرخ همچنین باعث ضعف مقاومت میله و در نتیجه استرس کششی انحنای دندان چرخ دنده می شود. برای اطمینان از اینکه دندان چرخ دنده ای تراشیده انحنای خارج از نرخ نخواهد داشت، فرمول زیر باید استفاده شود:

$$\frac{b-r_c}{\sin \Phi} + r_c \leq 0.5n \sin \Phi \quad (13)$$

که در آن b ارتفاع تاج دندان ثابت؛ r_c شعاع نوک هاب یا رک ثابت؛ n تعداد دندان های موجود در چرخ دنده؛ و Φ زاویه فشار دنده و هاب است. اگر چرخ دنده استاندارد نباشد یا هاب در قطر گام چرخ دنده نچرخد، این فرمول قابل استفاده نیست و تعیین میزان مورد انتظار از نرخ شکنی به روشی که بطور چشمگیری پیچیده تر است تبدیل می شود.

بالاترین نقطه تماس تک دندان—از این قطر برای قرار دادن حداکثر بار عملیاتی برای تعیین فشار انحنای دندان چرخ دنده استفاده می شود. فرمول های دو مرحله ای برای تعیین این قطر پینیون، d_H ، با استفاده از نامگذاری مشابه همان بخش های قبلی با d و D به عنوان زوایای بی نامی که فقط در محاسبات استفاده می شود عبارتند از:

$$\tan d = \tan b + \frac{6.28318}{n} \quad (14)$$

$$d_H = \frac{n \cos \Phi}{P \cos d} \quad (15)$$

به طور مشابه برای چرخ دنده:

$$\tan D = \tan B + \frac{6.28318}{N} \quad (17)$$

$$D_H = \frac{N \cos \Phi}{P \cos D} \quad (18)$$

قطر فرم مارپیچ واقعی—نقطه ای که روی دندان چرخ دنده قرار دارد که در آن مقطع انحنا و مارپیچ بر یکدیگر مماس هستند، باید اطمینان حاصل شود که بر قطر کوچکتر، به جای قطر تماس مورد نیاز بر روی دنده مزدوج، قرار دارد. اگر قطر TIF از قطر تماس بزرگتر باشد، در این صورت تداخل انحنا با آسیب شدید به مقطع دندان چرخ دنده و حرکت خشن مجموعه چرخ دنده رخ می دهد. این محاسبه دو مرحله ای با استفاده از دو فرمول زیر با e و E به عنوان زوایای بی نامی که فقط در محاسبات استفاده می شود ساخته شده است:

$$\tan e = \tan \Phi - \frac{4}{n} \left(\frac{b-r_c}{\sin 2\Phi} + \frac{r_c}{2 \cos \Phi} \right) \quad (18)$$

$$d_{TIF} = \frac{n \cos \Phi}{P \cos d} \quad (19)$$

مانند بخش های قبلی، Φ زاویه فشار چرخ دنده؛ n تعداد دندانه های موجود در پینیون؛ b ثابت ارتفاع ریشه دندانه؛ شعاع نوک رک یا هاب ثابت؛ P گام قطری چرخ دنده؛ و d_{TIF} قطر فرم مارپیچ واقعی است.

به همین ترتیب، برای چرخ دنده مزدوج:

$$\tan E = \tan \Phi - \frac{4}{N} \left(\frac{b-r_c}{\sin 2\Phi} + \frac{r_c}{2 \cos \Phi} \right) \quad (20)$$

$$D_{TIF} = \frac{N \cos \Phi}{P \cos E} \quad (21)$$

جایی که N تعداد دندانه های موجود در این چرخ دنده مزدوج است و D_{TIF} قطر فرم مارپیچ واقعی است.

تنظیمات چک کننده مقطع -- میزان تحمل دقیق مقطع دندانه بر روی چرخ دنده های با کارایی بالا که یا در بارهای واحد بالا و یا با سرعت گام خط بالا انجام می شوند، تعیین می شود. این کار روی یک چکرز مارپیچ انجام می شود، که ماشینی است که به دو تنظیم نیاز دارد، شعاع پایه چرخ دنده و زاویه چرخش برحسب درجه تا نقاط قابل توجهی در قسمت مارپیچ. از کوچکترین قطر به بیرون این نکات قابل توجه عبارتند از: TIF ، قطر تماسی، $LPSTC$ ، قطر گام، $HPSTC$ ، و قطر خارجی.

شعاع پایه عبارت است از:

$$R_b = \frac{N \cos \Phi}{2P} \quad (22)$$

زاویه چرخش، برحسب درجه، در هر نقطه برابر با مماس زاویه فشار در آن نقطه ضرب در 57.2958 است. در جدول زیر مقادیر تانژانت استفاده شده در هر قطر قابل توجه نشان داده شده است.

برای محاسبه	چرخ دنده	پینیون	نکته قابل توجه در مقطع دندانه
رجوع شود به فرمول های ۱۸ و ۲۰	$\tan E$	$\tan e$	TIF
رجوع شود به فرمول های ۲ و ۵	$\tan B$	$\tan b$	قطر تماسی
رجوع شود به فرمول های ۸ و ۱۰	$\tan C$	$\tan c$	$LPSTC$
زاویه فشار Φ	$\tan \Phi$	$\tan \Phi$	قطر گام
رجوع شود به فرمول های ۱۴ و ۱۶	$\tan D$	$\tan d$	$HPSTC$
رجوع شود به فرمول های ۴ و ۱	$\tan A$	$\tan a$	قطر خارجی

مثال: قطرهای خواسته شده، نرخ تماس و شعاع سر هاب را برای پینیون با گام قطری ۱۰، ۲۳ دندانه، زاویه فشار ۲۰ درجه، قطر خارجی ۲.۵ اینچ که با یک چرخ دنده با ۳۱ دندانه و قطر خارجی ۳.۳ اینچ درگیر است را محاسبه کنید.

$$n=23 \quad \text{داریم:}$$

$$d_0=2.5$$

$$P=10$$

$$N=31$$

$$D_0=3.3$$

$$\Phi=20^\circ$$

(۱) قطر تماسی پینیون، d_0

$$\cos A = \frac{31 \times 0.93969}{3.3 \times 10} = 0.88274 \quad (۱)$$

$$A=28^\circ 1'30''$$

$$\tan b = 0.36397 - \frac{31}{23}(0.53227 - 0.36397) = 0.13713 \quad (۲)$$

$$b = 7^\circ 48'26''$$

$$d_c = \frac{23 \times 0.93969}{10 \times 0.99073} = 2.1815 \quad \text{اینچ} \quad (۳)$$

(۲) قطر تماسی چرخ دنده، D_c

$$\cos a = \frac{23 \times 0.93969}{2.5 \times 10} = 0.86452 \quad (۴)$$

$$a = 30^\circ 10'20''$$

$$\tan B = 0.36397 - \frac{23}{31}(0.58136 - 0.36397) = 0.20267 \quad (۵)$$

$$B = 11^\circ 27'26''$$

$$D_c = \frac{31 \times 0.93969}{10 \times 0.98000} = 2.9725 \quad \text{اینچ} \quad (۶)$$

$$m_f = \frac{31}{6.28318}(0.53227 - 0.20267) = 1.626 \quad (۷a)$$

$$m_f = \frac{23}{6.28318}(0.58136 - 0.13713) = 1.626 \quad (۷b)$$

(۴) LPSTC پینیون، d_L

$$\tan c = 0.58136 - \frac{6.28318}{23} = 0.30818 \quad (۸)$$

$$c = 17^\circ 7'41''$$

$$d_L = \frac{23 \times 0.93969}{10 \times 0.95565} = 2.2616 \quad \text{اینچ} \quad (۹)$$

(۵) LPSTC چرخ دنده، D_L

$$\tan C = 0.53227 - \frac{6.28318}{31} = 0.32959 \quad (۱۰)$$

$$C = 18^\circ 14' 30''$$

$$D_L = \frac{31 \times 0.93969}{10 \times 0.94974} = 3.0672 \quad \text{اینچ} \quad (۱۱)$$

(۶) حداکثر شعاع نوک هاب مجاز، $r_c (\max)$ ، فاکتور ارتفاع ریشه دندانه ۱.۲۵ است.

$$r_c (\max) = \frac{0.785368 \times 0.9969 - 1.25 \times 0.34202}{1 - 0.34202} = 0.4719 \quad \text{اینچ} \quad (۱۲)$$

(۷) اگر شعاع نوک هاب، ۰.۳۰ باشد، تعیین کنید که آیا مارپیچ پینیون زیر نرخ شکنی می کند یا خیر.

$$\frac{1.25 - 0.30}{0.34202} + 0.30 \leq 0.5 \times 23 \times 0.34202 \quad (۱۳)$$

$$3.0776 < 3.9332$$

(۸) بنابراین نرخ شکنی وجود ندارد.

(۹) HPSTC پینیون، D_H

$$\tan d = 0.13713 + \frac{6.28318}{23} = 0.41031 \quad (۱۴)$$

$$d = 22^\circ 18' 32''$$

$$d_H = \frac{23 \times 0.93969}{10 \times 0.92515} = 2.3362 \quad \text{اینچ} \quad (۱۵)$$

(۱۰) HPSTC چرخ دنده، D_H

$$\tan D = 0.20267 + \frac{6.28318}{31} = 0.40535 \quad (۱۶)$$

$$D = 22^\circ 3' 55''$$

$$D_H = \frac{31 \times 0.93969}{10 \times 0.92676} = 3.1433 \quad \text{اینچ} \quad (۱۷)$$

(۱۱) قطر TIF پینیون، d_{TIF}

$$\tan e = 0.36397 + \frac{4}{23} \left(\frac{1.25 - 0.30}{0.64279} + \frac{0.30}{2 \times 0.93969} \right) = 0.07917 \quad (۱۸)$$

$$D_{TIF} = \frac{23 \times 0.93969}{10 \times 0.99688} = 2.1681 \quad \text{اینچ} \quad (۱۹)$$

(۱۲) قطر TIF چرخ دنده، D_{TIF}

$$\tan E = 0.36397 + \frac{4}{31} \left(\frac{1.25 - 0.30}{0.64279} + \frac{0.30}{2 \times 0.93969} \right) = 0.15267 \quad (۲۰)$$

$$E = 8^\circ 40' 50''$$

شکاف دنده برای چرخ دنده های گام ریز -- صحت تولید چرخ دنده ها به میزان قابل توجهی تحت تأثیر طراحی شکاف دنده و صحت کار بر روی سطوح مختلف خالی قرار می گیرد. توصیه های زیر نباید به عنوان قوانین انعطاف پذیر در نظر گرفته شود، بلکه به عنوان حداقل نیازهای متوسط برای کیفیت شکاف دنده سازگار با کلاس کیفیت مورد انتظار چرخ دنده ی تمام شده است.

طراحی شکاف دنده: صحت تولید چرخ دنده ها تحت تأثیر طراحی شکاف دنده است، بنابراین باید به نکات زیر در طراحی توجه داشته باشید: (۱) چرخ دنده های طراحی شده دارای سوراخ باید سوراخ به اندازه کافی بزرگ داشته باشند که بتوان از شکاف آن در هنگام ماشین کاری دندانه به اندازه کافی پشتیبانی کرد و در عین حال آنقدر بزرگ نباشد که باعث ایجاد اعوجاج شود؛ (۲) عرض صورت ها باید به اندازه کافی به اندازه قطرهای خارجی گسترده باشد تا از به وجود آمدن حالت فنری و از صافی در سطوح مهم جلوگیری شود؛ (۳) در هر زمان باید از طول های سوراخ کوتاه جلوگیری شود. اگرچه سطوح با هم صاف و موازی هستند، بهتر است که از پشته ها نسبتاً نازک در ماشین کاری استفاده کنید. (۴) در جاهایی که قرار است شکاف های دنده ای با هاب ها طراحی شوند، باید به بخش های دیواری هاب ها توجه کرد. بخش بسیار نازک باعث بسته شدن نامناسب شکاف در حین کار ماشین کاری می شود و همچنین ممکن است بر روی نصب مناسب دنده تأثیر بگذارد؛ و (۵) در جاهایی که قرار است پینیون یا چرخ دنده ها با محورهای آنها طراحی شوند، انحراف محور با داشتن طول و قطر محور که به خوبی با قطر چرخ دنده یا پینیون متناسب شده است، میتواند کاهش یابد. اصول کلی فوق الذکر همچنین ممکن است در هنگام استفاده از قسمتهای چرخ دنده با گام درشت تر مفید باشد.

مشخص کردن داده های چرخ دنده های چرخشی و حلزونی در نقشه کشی ها -- داده هایی که ممکن است در نقشه های چرخ دنده های چرخشی و حلزونی نشان داده شود در سه گروه قرار می گیرند: گروه اول از داده های اساسی برای طراحی چرخ دنده تشکیل شده است؛ گروه دوم شامل داده های مورد استفاده در ساخت و بازرسی است؛ و گروه سوم از داده های مرجع مهندسی تشکیل شده است. جدول همراه ممکن است به عنوان یک چک لیست برای داده های مختلفی که ممکن است روی نقشه کشی های چرخ دنده ها قرار بگیرد و دنباله ای که باید در آن ظاهر شود، مورد استفاده قرار گیرد.

توضیح اصطلاحات/استفاده شده در مشخصات چرخ دنده: (۱) منظور از تعداد دندانه ها، تعداد دندانه ها در ۳۶۰ درجه دور چرخ دنده است. در یک قطاع چرخ دنده، هم تعداد واقعی دندانه ها در قطاع و هم تعداد نظری دندانه ها در ۳۶۰ درجه باید داده شود.

(۲) پیچ قطر نسبت تعداد دندانه های چرخ دنده به گام قطری استاندارد برحسب اینچ است. در این استاندارد به عنوان مشخصات اسمی اندازه دندانه مورد استفاده قرار گرفته است.

(a) گام قطر نرمال، همان گام قطری در سطح نرمال است.

(b) گام قطری عرضی، همان گام قطری در سطح عرضی است.

(c) ماژول همان نسبت تعداد چرخ دندانه های دنده بر قطر گام استاندارد برحسب میلی متر است.

(d) ماژول نرمال همان ماژول اندازه گیری شده در صفحه نرمال است.

(e) ماژول عرضی همان ماژول اندازه گیری شده در صفحه عرضی است.

(۳) زاویه فشار، زاویه ی بین مقطع دندان چرخ دنده و یک خط شعاعی در نقطه گام است. در این استاندارد برای مشخص کردن زاویه فشار پایه رک مورد استفاده در تعریف مقطع دندان چرخ دنده استفاده می شود.

(a) زاویه فشار نرمال همان زاویه فشار در صفحه نرمال است.

(b) زاویه فشار عرضی همان زاویه فشار در صفحه عرضی است.

(۴) زاویه مارپیچ زاویه ای است که بین مارپیچ گام و یک عنصر از سیلندر گام قرار دارد، مگر اینکه در موارد دیگری مشخص شده باشد.

(a) دست مارپیچ جهتی است که در آن دندان ها هنگام دور شدن از یک مشاهده گر در امتداد محور پیچ می خورند. یک مارپیچ دست راست در جهت عقربه های ساعت و یک مارپیچ دست چپ در خلاف جهت عقربه های ساعت پیچ می خورد.

(۵) قطر گام استاندارد همان قطر دایره گام است. که برابر است با تعداد دندان ها تقسیم بر گام قطری عرضی.

(۶) فرم دندان ممکن است به عنوان ارتفاع تاج دندان استاندارد، ارتفاع تاج دندان بلند، ارتفاع تاج دندان کوتاه، مصارف اصلاح شده یا ویژه مشخص شود. در صورت نیاز به یک فرم خاص یا دندان اصلاح شده، نمای مفصلی باید روی نقشه نشان داده شود. اگر فرم دندان خاصی مشخص شده است، باید زوایای چرخش تهیه شود (به صفحه ۲۰۳۱ مراجعه کنید).

(۷) ارتفاع تاج دندان همان فاصله شعاعی بین دایره گام استاندارد و دایره خارجی است. مقدار واقعی به مشخصات قطر خارجی بستگی دارد.

(۸) عمق کل، عمق شعاعی کل فضای دندان است. مقدار واقعی به مشخصات قطر خارجی و قطر ریشه ای بستگی دارد.

(۹) حداکثر ضخامت دایره محاسبه شده بر روی دایره گام استاندارد، ضخامت دندان است که در صورت مجهز بودن چرخ دنده در درگیری با مزدوج خود در حداقل فاصله مرکزی، حداقل عکس العمل مورد نظر را فراهم می کند. کنترل با آزمایش در درگیری تنگ با کارفرما انجام می شود که تمام خطاها را در چند دندان درگیر از طریق قوس عمل همانطور که در صفحه ۲۰۴۲ توضیح داده شده است، کنترل می کند.

(a) حداکثر ضخامت دایره نرمال محاسبه شده، ضخامت دندان دایره ای در صفحه نرمال است که الزامات توضیح داده شده در (۹) را برآورده می کند.

(۱۰) شعاع آزمایشی چرخ دنده، فاصله ای از محور چرخش آن تا خط گام استاندارد یک کارفرمای استاندارد است که در هنگام تماس نزدیک تحت فشار توصیه شده بر روی یک دهانه در حال اجرا از فاصله مرکزی متغیر است. حداکثر شعاع آزمایش باید محاسبه شود تا حداکثر ضخامت دندان دایره ای در هنگام بررسی همانند مشخص شده در (۹)، صفحه

۲۰۴۲ بررسی شود. این مقدار تحت تأثیر گردش چرخ دنده قرار دارد. تحمل در آزمایش شعاع باید برابر یا بیشتر از کل خطای کامپوزیت مجاز توسط کلاس کیفیت مشخص شده در (۱۱) باشد.

(۱۱) کلاس کیفیت برای راحتی در هنگام صحبت یا نوشتن در مورد دقت دنده مشخص شده است.

(۱۲) حداکثر خطای کامپوزیت در کل، و (۱۳). حداکثر خطای کامپوزیت دندانه به دندانه. مقادیر تحمل واقعی (۱۲) و (۱۳) مجاز توسط کلاس کیفیت (۱۱) برحسب اینچ مشخص شده است تا تحمل های لازم برای بازرسی از دنده ها را به اپراتور ماشین یا بازرس ارائه دهد.

(۱۳) توصیه های تست فشار در صفحه ۲۰۴۲ آورده شده است. فشار نادرست آزمایش منجر به اندازه گیری نادرست شعاع آزمایش می شود.

(۱۴) در صورت انحراف ضخامت دندان بیش از حد استاندارد، مشخصات اصلی به وسیله ابزار یا شماره کد ممکن است لازم باشد تا در صورت استفاده از چرخ دنده مخصوص، خواستار استفاده از چرخ دنده مخصوص شوید.

(۱۵) اندازه گیری بیش از دو پینیون قطری 0.xxxx ممکن است برای کمک به واحد تولید در تعیین اندازه در دستگاه فقط برای نصب مشخص شود.

(۱۶) قطر خارجی معمولاً روی نقشه چرخ دنده به همراه سایر ابعاد شکاف نشان داده شده است به طوری که برای اپراتورهای دستگاه لازم نیست که داده های دندانه چرخ دنده را برای این بعد جستجو کنند. از آنجا که قطر خارجی نیز اغلب در ساخت و بازرسی دندانه ها مورد استفاده قرار می گیرد، ممکن است در صورت تمایل در بلوک داده با مشخصات دیگر دندان درج شود. برای استفاده از هاب های تاپینگ برای برش چرخ دنده هایی که ضخامت دندانه از مقدار استاندارد تغییر یافته است، قطر خارجی باید به شعاع تست چرخ دنده مشخص مربوط باشد (۱۰).

(۱۷) حداکثر قطر ریشه ای برای اطمینان از خلاصی کافی از قطر خارجی چرخ دنده مزدوج مشخص شده است. این بعد معمولاً در صورت بررسی چرخ دنده توسط یک کارفرما قابل قبول تلقی می شود و مشخصات (۱۰) تا (۱۳) را رعایت می کند.

(۱۸) قطر مقطع فعال یک چرخ دنده، کوچکترین قطری است که در آن می توان مقطع دندانه چرخ دنده مزدوج را برقرار کرد. به دلیل مشکلات موجود در بررسی، این مشخصات برای چرخ دنده های کوچکتر تر از ۴۸ گام توصیه نمی شود.

(۱۹) زبری سطح روی سطوح مقطعی فعال ممکن است در میکروچپین ها مشخص شود تا توسط دستگاه تا حدود ۳۲ گام یا با مقایسه تصویری در دامنه های دقیق تر بررسی شود. تعیین دقیق زبری سطح چرخ دنده های گام ریز دشوار است. برای بسیاری از کاربردهای تجاری، زبری سطح ممکن است در چرخ دنده هایی که حداکثر مشخصات خطای دندانه به دندانه را دارند، در نظر گرفته شود (۱۳).

(۲۰) شماره بخش چرخ دنده مزدوج ممکن است به عنوان یک مرجع راحت نشان داده شود. در صورت استفاده از چرخ دنده در چندین برنامه، ممکن است تمام چرخ دنده های مزدوج ذکر شده باشند، اما معمولاً این اطلاعات در یک پرونده مرجع ثبت می شوند.

(۲۱) تعداد دندان‌های موجود در چرخ دنده مزدوج و (۲۳). حداقل فاصله مرکز عمل. این اطلاعات اغلب برای از بین بردن لزوم تهیه چاپگرهای چرخ دنده مزدوج و مونتاژها برای بررسی مشخصات طراحی، تداخل، عکس العمل، تعیین مشخصات چرخ دنده‌های اصلی و پذیرش یا رد دنده‌های ساخته شده بیش از مقاومت حد تحمل تهیه شده است.