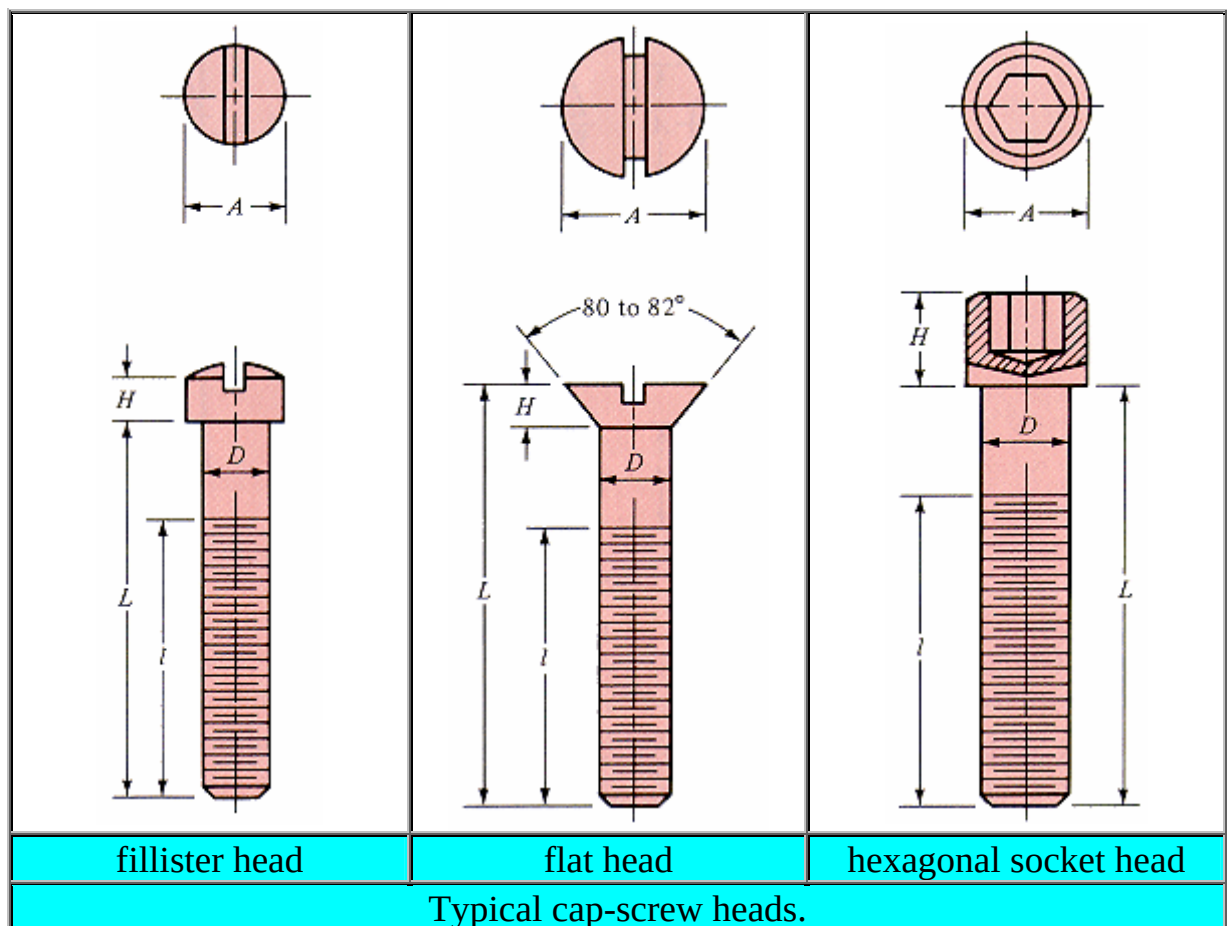
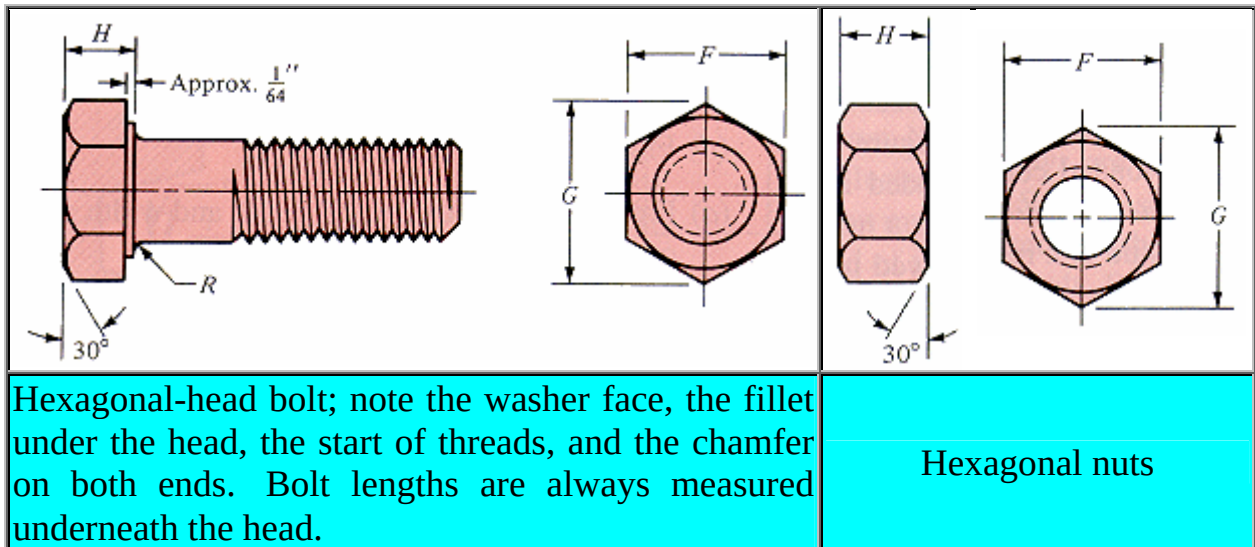
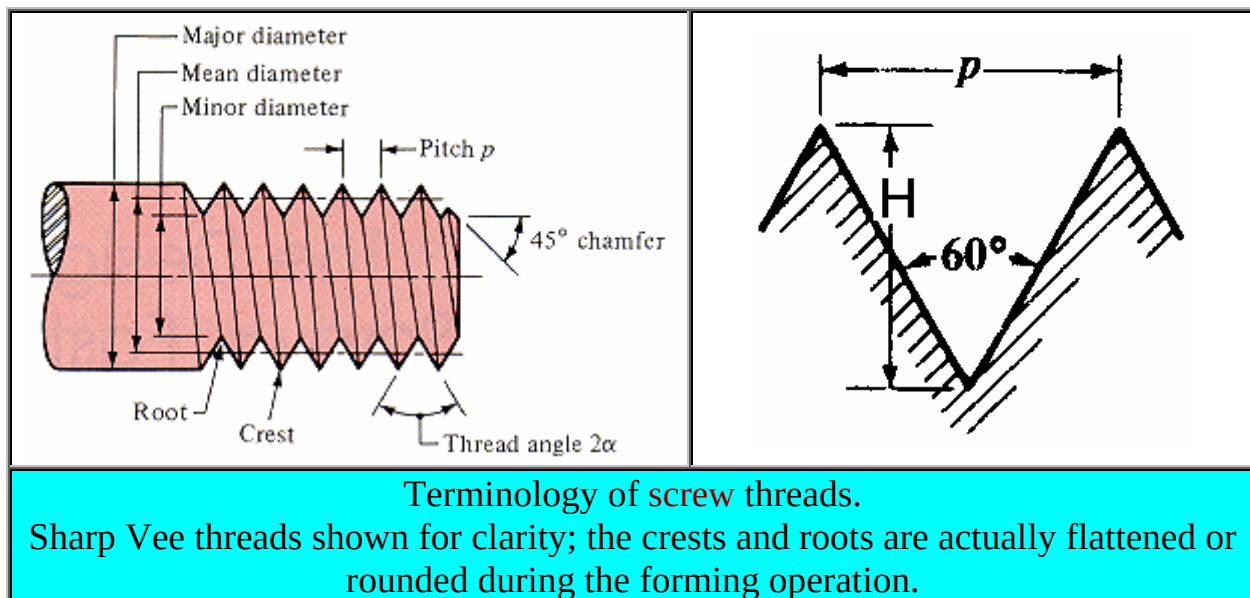


پیچ و مهره نوعی اتصال جداشدنی است که با درگیر شدن رزوه های دو جزء، امکان قرار دادن اجزای ماشین در وضعیت هندسی خاص یا شرایط بارگذاری خاص را میسر می کند و با توجه به نوع و محل کاربرد انواع گوناگونی دارد.



♦ انواع (رزوه ها و تعاریف):

رزوه های پیچها دارای اشکال متنوعی هستند که از میان آنها رزوه های متقارن V شکل گسترده ترین کاربرد را دارند. مزیت این شکل رزوه تولید راحت تر آن است و از این رو کاربرد عمومی پیدا کرده است. شکل پایه این رزوه ها به صورت زیر است.



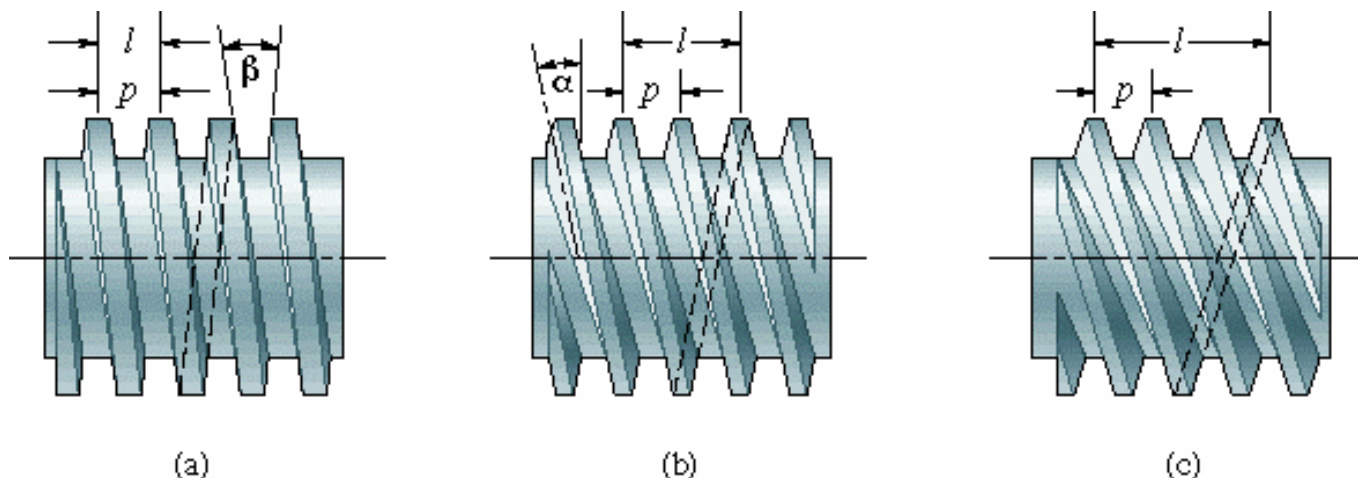
کلیه ابعاد هندسی رزوه ها بر حسب H (بزرگترین ارتفاع ممکن برای رزوه) یا p (گام پیچ) داده شده است.:

$$H = p \cos 30 = 0.866 p$$

❖ برای کاهش تمرکز تنش و جلوگیری از پدیدگی نوک رزوه ها، سر رزوه ها پخ می شوند.

▪ پیشروی (l):

مسافتی که پیچ در یک دور کامل نسبت به مهره جابجا می شود.



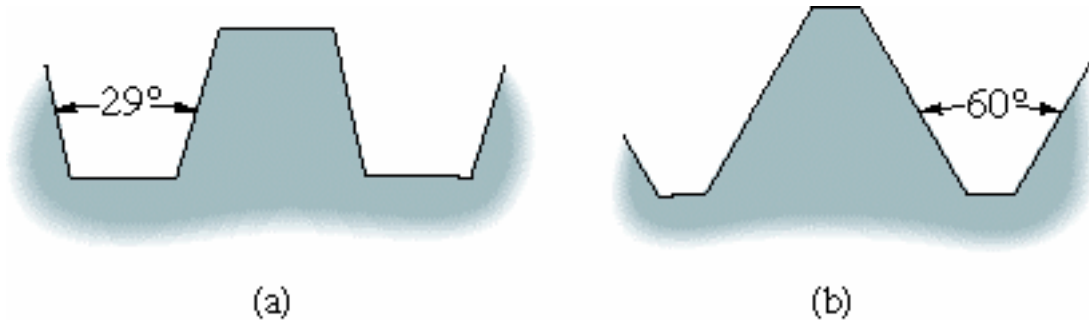
(a) Single-, (b) double-, and (c) triple threaded screws.

♦ رزوه های استاندارد:

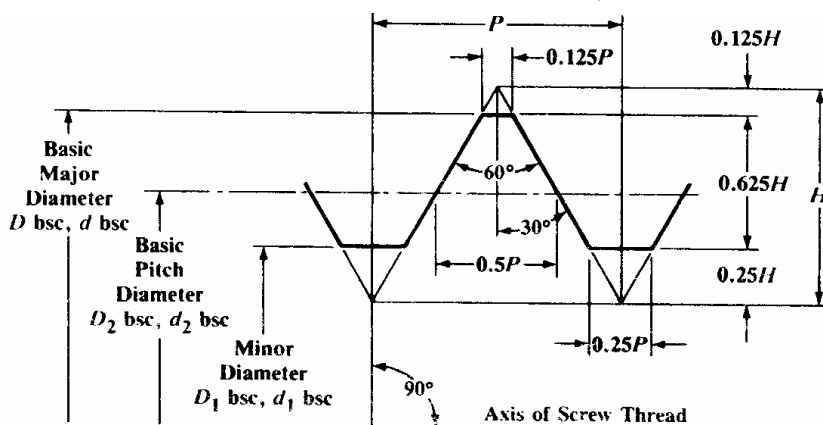
بنا به نوع کاربرد، شکل رزوه ها متفاوت است.

❖ رزوه های V شکل به عنوان اتصال دهنده جدا شدنی گسترده ترین کاربرد را دارد.

❖ رزوه های دوزنقه ای به عنوان وسیله برای انتقال حرکت یا قدرت بکار می روند.



بعد از جنگ جهانی دوم، بر اساس توافق کشورهای انگلیس، کانادا و امریکا استاندارد برای ابعاد پیچها تدوین گردید که به عنوان سری پیچهای UNS (Unified National Standard) شناخته می شود که ابعاد پیچها با واحد اینچ مشخص شده است. استاندارد دیگری در کشورهای اروپایی توسط ISO تدوین گردید که در آن ابعاد پیچها در سیستم SI تعیین گردیده است.



در هر دو سیستم شکل و تناسب ابعاد هندسی رزوه ها یکسان است.

رزوه های UNS شامل سه دسته کلی هستند:

❖ UNC (Coarse thread series): رزوه های دنده درشت (پیچهای تبارتی)

❖ UNF (Fine thread series): رزوه های دنده ریز (پیچهای تبارتی مرغوب)

❖ UNEF (Extra-fine thread series): رزوه های با دنده ظریف (پیچهای تبارتی بسیار مرغوب)

رزوه های ISO شامل دو دسته کلی می باشند:

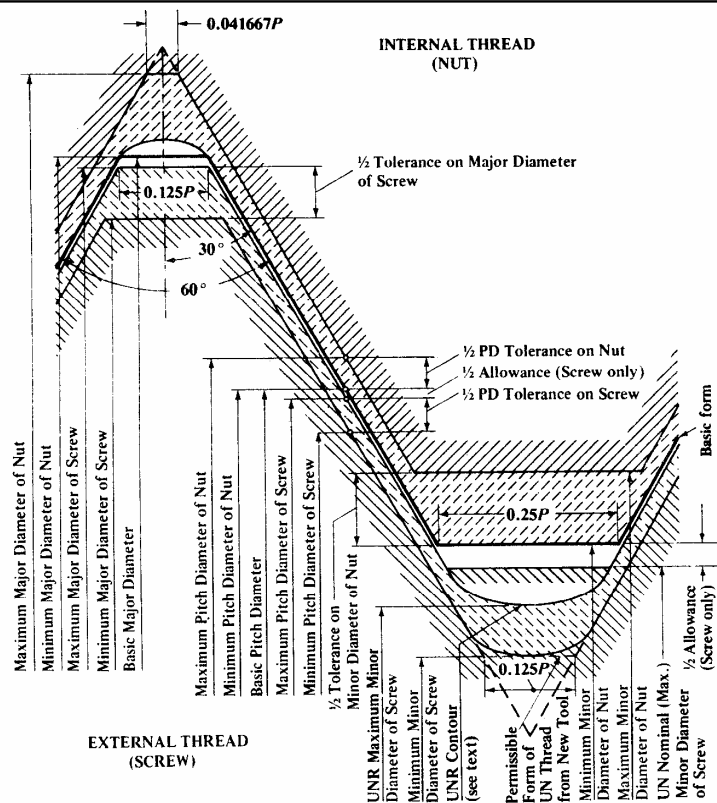
❖ Coarse pitch metric thread: رزوه های متریک دنده درشت

❖ Fine pitch metric thread: رزوه های متریک دنده ریز

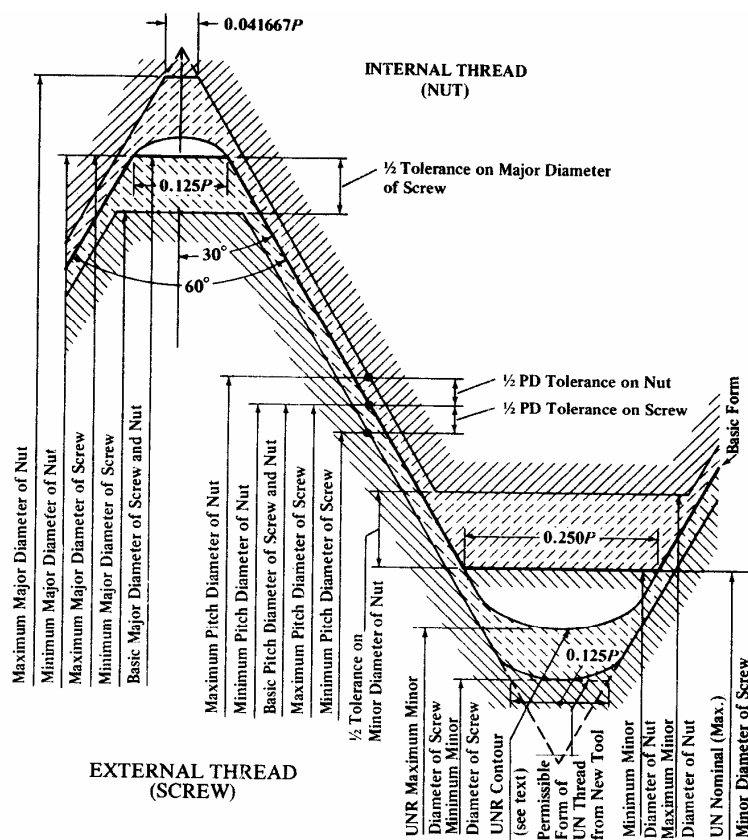
♦ سری رزوه های اینچی بر اساس استاندارد ANSI/ASME B1.1 :

- ❖ هر سری شامل مشخصه هایی از کام و قطر می باشد که با تعداد رزوه در اینچ مشخص می شود.
- ❖ رزوه های اینچی از نظر تلورانس های ابعادی به سه کلاس مختلف برای رزوه های داخلی و خارجی تقسیم می شوند.

Allowance is the difference between the design (maximum material condition, MMC) size and the basic size.
Thread Classes: The different thread classes have differing amounts of tolerance and allowance. Classes 1A, 2A, 3A apply to external threads; Classes 1B, 2B, 3B apply to internal threads.
Classes 1A and 1B are the replacement threads for American National Class 1. They are intended for special applications involving replacement parts, for quick and easy assembly even when the threads are slightly damaged or dirty.
Classes 2A and 2B The maximum diameter of uncoated (unplated) class 2A, (external) thread are less than the basic by the amount of allowance. When a coating is intended, the max diameter of class 2A may be exceeded by the amount of allowance. For an internal thread, the minimum diameters are basic whether or not coated (plated)--no allowance is available at the maximum metal limits.
Classes 3A and 3B are used for closer tolerances than those available from classes 2A and 2B. The maximum diameters of Class 3A (external) threads and the minimum diameters of Class 3B (internal) threads are basic, whether coated (plated) or not--thus no allowance or clearance is available for assembly of components at maximum material condition.



Limits of Size Showing Tolerances, Allowances (Neutral Space), and Crest Clearances for Unified Classes 1A, 2A, 1B, and 2B



Limits of Size Showing Tolerances and Crest Clearances for Unified Classes 3A and 3B and American National Classes 2 and 3

مثال: پیچ دنده درشت اینچی با قطر اسمی $1/4"$ و 20 رزوه در اینچ و کلاس تلورانس 2A :

2A - 20 UNC - $1/4"$ یا 2A - 20 UNC - 0.25

مثال: پیچ دنده ریز اینچی با قطر اسمی 10 و قطر اصلی $0.19"$ با 32 رزوه در اینچ و کلاس 2A :

2A - 32 UNF - $0.19"$ یا 2A - 32 UNF - 10

Unified and American Coarse-Thread Series UNC and NC¹

Sizes	Basic major diam D_m , in	Threads per inch n	Basic pitch diam E , in	Minor diam external threads D_{rb} , in	Minor diam internal threads D_m , in	Lead angle at basic pitch diam λ		Section at minor diam at $D - 2b_p$, in ²	Tensile stress area, in ²
						Deg	Min		
1 (0.073)	0.0730	64	0.0629	0.0538	0.0561	4	31	0.00218	0.00263
2 (0.086)	0.0860	56	0.0744	0.0641	0.0667	4	22	0.00310	0.00370
3 (0.099)	0.0990	48	0.0855	0.0734	0.0764	4	26	0.00406	0.00487
4 (0.112)	0.1120	40	0.0958	0.0813	0.0849	4	45	0.00496	0.00604
5 (0.125)	0.1250	40	0.1088	0.0943	0.0979	4	11	0.00672	0.00796
6 (0.138)	0.1380	32	0.1177	0.0997	0.1042	4	50	0.00745	0.00909
8 (0.164)	0.1640	32	0.1437	0.1257	0.1302	3	58	0.01196	0.0140
10 (0.190)	0.1900	24	0.1629	0.1389	0.1449	4	39	0.01450	0.0175
12 (0.216)	0.2160	24	0.1889	0.1649	0.1709	4	1	0.0206	0.0242
$1/4$	0.2500	20	0.2175	0.1887	0.1959	4	11	0.0269	0.0318
$5/16$	0.3125	18	0.2764	0.2443	0.2524	3	40	0.0454	0.0524
$3/8$	0.3750	16	0.3344	0.2983	0.3073	3	24	0.0678	0.0775
$7/16$	0.4375	14	0.3911	0.3499	0.3602	3	20	0.0933	0.1063
$1/2$	0.5000	13	0.4500	0.4056	0.4167	3	7	0.1257	0.1419
$9/16$	0.5625	12	0.5084	0.4603	0.4723	2	59	0.162	0.182
$5/8$	0.6250	11	0.5660	0.5135	0.5266	2	56	0.202	0.226
$3/4$	0.7500	10	0.6850	0.6273	0.6417	2	40	0.302	0.334
$7/8$	0.8750	9	0.8028	0.7387	0.7547	2	31	0.419	0.462
1	1.0000	8	0.9188	0.8466	0.8647	2	29	0.551	0.606
1 1/8	1.1250	7	1.0322	0.9497	0.9704	2	31	0.693	0.763
1 1/4	1.2500	7	1.1572	1.0747	1.0954	2	15	0.890	0.969
1 3/8	1.3750	6	1.2667	1.1705	1.1946	2	24	1.054	1.155
1 1/2	1.5000	6	1.3917	1.2955	1.3196	2	11	1.294	1.405
1 3/4	1.7500	5	1.6201	1.5046	1.5335	2	15	1.74	1.90
2	2.0000	4 1/2	1.8557	1.7274	1.7594	2	11	2.30	2.50
2 1/4	2.2500	4 1/2	2.1057	1.9774	2.0094	1	55	3.02	3.25
2 1/2	2.5000	4	2.3376	2.1933	2.2294	1	57	3.72	4.00
2 3/4	2.7500	4	2.5876	2.4433	2.4794	1	46	4.62	4.93
3	3.0000	4	2.8376	2.6933	2.7294	1	36	5.62	5.97
3 1/4	3.2500	4	3.0876	2.9433	2.9794	1	29	6.72	7.10
3 1/2	3.5000	4	3.3376	3.1933	3.2294	1	22	7.92	8.33
3 3/4	3.7500	4	3.5876	3.4433	3.4794	1	16	9.21	9.66
4	4.0000	4	3.8376	3.6933	3.7294	1	11	10.61	11.08

Note: Bold type indicates unified threads, UNC.

Unified and American Extra-Fine-Thread Series, UNEF and NEF¹

Sizes	Basic major diam D_m , in.	Threads per inch n	Basic pitch diam E , in.	Minor diam external threads D_{e0} , in.	Minor diam internal threads D_{m0} , in.	Lead		Section at minor diam at $D - 2h$, in. ²	Tensile stress area, in. ²
						Deg	Min		
12 (0.216)	0.2160	32	0.1957	0.1777	0.1822	2	55	0.0242	0.0270
$\frac{1}{4}$	0.2500	32	0.2297	0.2117	0.2162	2	29	0.0344	0.0379
$\frac{3}{8}$	0.3125	32	0.2922	0.2742	0.2787	1	57	0.0581	0.0625
$\frac{1}{2}$	0.3750	32	0.3547	0.3367	0.3412	1	36	0.0878	0.0932
$\frac{3}{4}$	0.4375	28	0.4143	0.3937	0.3988	1	34	0.1201	0.1274
$\frac{1}{2}$	0.5000	28	0.4768	0.4562	0.4613	1	22	0.162	0.170
$\frac{5}{8}$	0.5625	24	0.5354	0.5114	0.5174	1	25	0.203	0.214
$\frac{3}{4}$	0.6250	24	0.5979	0.5739	0.5799	1	16	0.256	0.268
$\frac{1}{2}$	0.6875	24	0.6604	0.6364	0.6424	1	9	0.315	0.329
$\frac{3}{4}$	0.7500	20	0.7175	0.6887	0.6959	1	16	0.369	0.386
$\frac{1}{2}$	0.8125	20	0.7800	0.7512	0.7584	1	10	0.439	0.458
$\frac{3}{4}$	0.8750	20	0.8425	0.8137	0.8209	1	5	0.515	0.536
$\frac{1}{2}$	0.9375	20	0.9050	0.8762	0.8834	1	0	0.598	0.620
1	1.0000	20	0.9675	0.9387	0.9459	0	57	0.687	0.711
$\frac{1}{2}$	1.0625	18	1.0264	0.9943	1.0024	0	59	0.770	0.799
$\frac{3}{4}$	1.1250	18	1.0889	1.0568	1.0649	0	56	0.871	0.901
$\frac{1}{2}$	1.1875	18	1.1514	1.1193	1.1274	0	53	0.977	1.009
$\frac{1}{2}$	1.2500	18	1.2139	1.1818	1.1899	0	50	1.090	1.123
$\frac{3}{4}$	1.3125	18	1.2764	1.2443	1.2524	0	48	1.208	1.244
$\frac{1}{2}$	1.3750	18	1.3389	1.3068	1.3149	0	45	1.333	1.370
$\frac{3}{4}$	1.4375	18	1.4014	1.3693	1.3774	0	43	1.464	1.503
$\frac{1}{2}$	1.5000	18	1.4639	1.4318	1.4399	0	42	1.60	1.64
$\frac{3}{4}$	1.5625	18	1.5264	1.4943	1.5024	0	40	1.74	1.79
$\frac{1}{2}$	1.6250	18	1.5889	1.5568	1.5649	0	38	1.89	1.94
$\frac{3}{4}$	1.6875	18	1.6514	1.6193	1.6274	0	37	2.05	2.10
$\frac{1}{2}$	1.7500	16	1.7094	1.6733	1.6823	0	40	2.19	2.24
2	2.0000	16	1.9594	1.9233	1.9323	0	35	2.89	2.95

Note: Bold type indicates unified threads, UNEF.

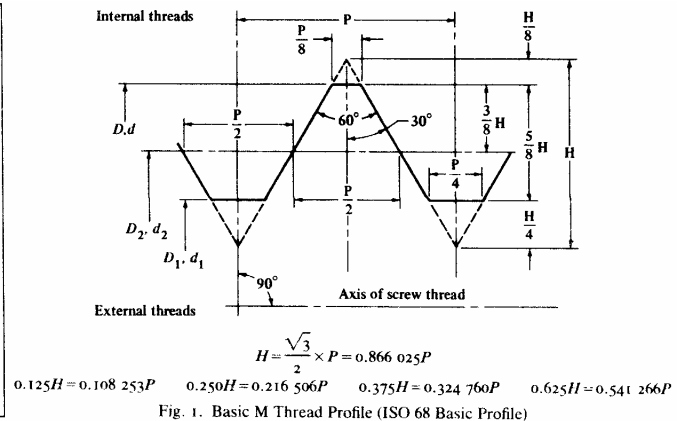
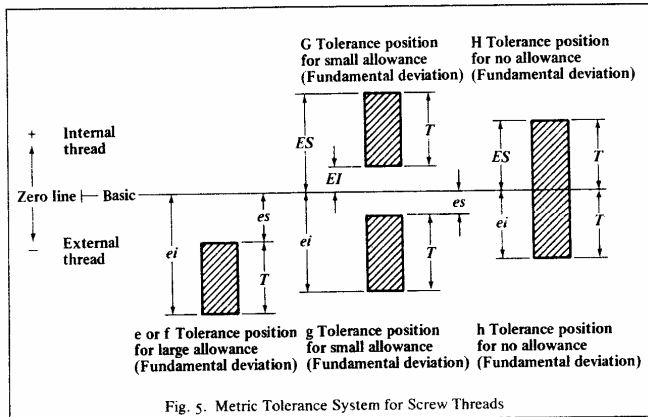
Unified and American Fine-Thread Series, UNF and NF¹

Sizes	Basic major diam D_m , in.	Threads per inch n	Basic pitch diam E , in.	Minor diam external threads D_{e0} , in.	Minor diam internal threads D_{m0} , in.	Lead		Section at minor diam at $D - 2h$, in. ²	Tensile stress area, in. ²
						Deg	Min		
0 (0.060)	0.0600	80	0.0519	0.0447	0.0465	4	23	0.00151	0.00180
1 (0.073)	0.0730	72	0.0640	0.0560	0.0580	3	57	0.00237	0.00278
2 (0.086)	0.0860	64	0.0759	0.0668	0.0691	3	45	0.00339	0.00394
3 (0.099)	0.0990	56	0.0874	0.0771	0.0797	3	43	0.00451	0.00523
4 (0.112)	0.1120	48	0.0985	0.0864	0.0894	3	51	0.00566	0.00661
5 (0.125)	0.1250	44	0.1102	0.0971	0.1004	3	45	0.00716	0.00830
6 (0.138)	0.1380	40	0.1218	0.1073	0.1109	3	44	0.00874	0.01015
8 (0.164)	0.1640	36	0.1460	0.1299	0.1339	3	28	0.01285	0.01474
10 (0.190)	0.1900	32	0.1697	0.1517	0.1562	3	21	0.0175	0.0200
12 (0.216)	0.2160	28	0.1928	0.1722	0.1773	3	22	0.0226	0.0258
$\frac{1}{4}$	0.2500	28	0.2268	0.2062	0.2113	2	52	0.0326	0.0384
$\frac{3}{8}$	0.3125	24	0.2854	0.2614	0.2674	2	40	0.0524	0.0580
$\frac{1}{2}$	0.3750	24	0.3479	0.3239	0.3299	2	11	0.0809	0.0878
$\frac{3}{4}$	0.4375	20	0.4050	0.3762	0.3834	2	15	0.1090	0.1187
$\frac{1}{2}$	0.5000	20	0.4675	0.4387	0.4459	1	57	0.1486	0.1599
$\frac{3}{8}$	0.5625	18	0.5264	0.4943	0.5024	1	55	0.189	0.203
$\frac{1}{2}$	0.6250	18	0.5889	0.5568	0.5649	1	43	0.240	0.256
$\frac{3}{4}$	0.7500	16	0.7094	0.6733	0.6823	1	36	0.351	0.373
$\frac{1}{2}$	0.8750	14	0.8286	0.7874	0.7977	1	34	0.480	0.509
1	1.0000	12	0.9459	0.8978	0.9098	1	36	0.625	0.663
$\frac{1}{2}$	1.1250	12	1.0709	1.0228	1.0348	1	25	0.812	0.856
$\frac{3}{4}$	1.2500	12	1.1959	1.1478	1.1598	1	16	1.024	1.073
$\frac{1}{2}$	1.3750	12	1.3209	1.2728	1.2848	1	9	1.260	1.315
$\frac{1}{2}$	1.5000	12	1.4459	1.3978	1.4098	1	3	1.521	1.581

Note: Bold type indicates unified threads, UNF.

♦ سری رزوه های متریک بر اساس استاندارد ISO68 (ANSI/ASME B1.13M) :

ابعاد رزوه های متریک از نظر شکل دندانه مطابق استاندارد ISO68 به صورت زیر است:



از نظر تلورانس های موقعیت و ابعادی پیچهای متریک در کلاسه های مختلفی قرار می گیرند که از حروف G و H برای رزوه داخلی و از حروف e, f, g, h برای رزوه خارجی استفاده می شود.

American National Standard Allowance (Fundamental Deviation) for
Internal and External Metric Threads (ISO 965/1)
(ANSI/ASME B1.13M-1983, R1989)

Pitch <i>P</i>	Allowance (Fundamental Deviation)*					
	Internal Thread <i>D₂, D₁</i>		External Thread <i>d, d₂</i>			
	G	H	e	f	g	h
	<i>EI</i>	<i>EI</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>
0.2	+0.017	0	...	...	-0.017	0
0.25	+0.018	0	...	...	-0.018	0
0.3	+0.018	0	...	...	-0.018	0
0.35	+0.019	0	...	-0.034	-0.019	0
0.4	+0.019	0	...	-0.034	-0.019	0
0.45	+0.020	0	...	-0.035	-0.020	0
0.5	+0.020	0	-0.050	-0.036	-0.020	0
0.6	+0.021	0	-0.053	-0.036	-0.021	0
0.7	+0.022	0	-0.056	-0.038	-0.022	0
0.75	+0.022	0	-0.056	-0.038	-0.022	0
0.8	+0.024	0	-0.060	-0.038	-0.024	0
1	+0.026	0	-0.060	-0.040	-0.026	0
1.25	+0.028	0	-0.063	-0.042	-0.028	0
1.5	+0.032	0	-0.067	-0.045	-0.032	0
1.75	+0.034	0	-0.071	-0.048	-0.034	0
2	+0.038	0	-0.071	-0.052	-0.038	0
2.5	+0.042	0	-0.080	-0.058	-0.042	0
3	+0.048	0	-0.085	-0.063	-0.048	0
3.5	+0.053	0	-0.090	-0.070	-0.053	0
4	+0.060	0	-0.095	-0.075	-0.060	0
4.5	+0.063	0	-0.100	-0.080	-0.063	0
5	+0.071	0	-0.106	-0.085	-0.071	0
5.5	+0.075	0	-0.112	-0.090	-0.075	0
6	+0.080	0	-0.118	-0.095	-0.080	0

All dimensions are in millimeters.

* Allowance is the absolute value of fundamental deviation.

metric screw threads ISO 724 (DIN 13 T1)								
Nominal diameter	Pitch	root radius	pitch diameter	minor diameter		thread height		Drill diameter
d = D	P	r	d2=D2	d3	D1	h3	H1	mm
M 1.00	0.25	0.036	0.838	0.693	0.729	0.153	0.135	0.75
M 1.10	0.25	0.036	0.938	0.793	0.829	0.153	0.135	0.85
M 1.20	0.25	0.036	1.038	0.893	0.929	0.153	0.135	0.95
M 1.40	0.30	0.043	1.205	1.032	1.075	0.184	0.162	1.10
M 1.60	0.35	0.051	1.373	1.171	1.221	0.215	0.189	1.25
M 1.80	0.35	0.051	1.573	1.371	1.421	0.215	0.189	1.45
M 2.00	0.40	0.058	1.740	1.509	1.567	0.245	0.217	1.60
M 2.20	0.45	0.065	1.908	1.648	1.713	0.276	0.244	1.75
M 2.50	0.45	0.065	2.208	1.948	2.013	0.276	0.244	2.05
M 3.00	0.50	0.072	2.675	2.387	2.459	0.307	0.271	2.50
M 3.50	0.60	0.087	3.110	2.764	2.850	0.368	0.325	2.90
M 4.00	0.70	0.101	3.545	3.141	3.242	0.429	0.379	3.30
M 4.50	0.75	0.108	4.013	3.580	3.688	0.460	0.406	3.80
M 5.00	0.80	0.115	4.480	4.019	4.134	0.491	0.433	4.20
M 6.00	1.00	0.144	5.350	4.773	4.917	0.613	0.541	5.00
M 7.00	1.00	0.144	6.350	5.773	5.917	0.613	0.541	6.00
M 8.00	1.25	0.180	7.188	6.466	6.647	0.767	0.677	6.80
M 9.00	1.25	0.180	8.188	7.466	7.647	0.767	0.677	7.80
M 10.00	1.50	0.217	9.026	8.160	8.376	0.920	0.812	8.50
M 11.00	1.50	0.217	10.026	9.160	9.376	0.920	0.812	9.50
M 12.00	1.75	0.253	10.863	9.853	10.106	1.074	0.947	10.20
M 14.00	2.00	0.289	12.701	11.546	11.835	1.227	1.083	12.00
M 16.00	2.00	0.289	14.701	13.546	13.835	1.227	1.083	14.00
M 18.00	2.50	0.361	16.376	14.933	15.394	1.534	1.353	15.50
M 20.00	2.50	0.361	18.376	16.933	17.294	1.534	1.353	17.50
M 22.00	2.50	0.361	20.376	18.933	19.294	1.534	1.353	19.50
M 24.00	3.00	0.433	22.051	20.319	20.752	1.840	1.624	21.00
M 27.00	3.00	0.433	25.051	23.319	23.752	1.840	1.624	24.00
M 30.00	3.50	0.505	27.727	25.706	26.211	2.147	1.894	26.50
M 33.00	3.50	0.505	30.727	28.706	29.211	2.147	1.894	29.50
M 36.00	4.00	0.577	33.402	31.093	31.670	2.454	2.165	32.00
M 39.00	4.00	0.577	36.402	34.093	34.670	2.454	2.165	35.00
M 42.00	4.50	0.650	39.077	36.479	37.129	2.760	2.436	37.50
M 45.00	4.50	0.650	42.077	39.479	40.129	2.760	2.436	40.50
M 48.00	5.00	0.722	44.752	41.866	42.857	3.067	2.706	43.00
M 52.00	5.00	0.722	48.752	45.866	46.587	3.067	2.706	47.00
M 56.00	5.50	0.794	52.428	49.252	50.046	3.374	2.977	50.50
M 60.00	5.50	0.794	56.428	53.252	54.046	3.374	2.977	54.50
M 64.00	6.00	0.866	60.103	56.639	57.505	3.681	3.248	58.00
M 68.00	6.00	0.866	64.103	60.639	61.505	3.681	3.248	62.00

پیچهای متریک استاندارد متداول در جداول آمده است و برای اطلاع از مقادیر تلورانس های کلاسهای مختلف پیچهای ISO به Machinery's handbook 25 مراجعه شود.

**American National Standard General Purpose and Mechanical Fastener
Coarse Pitch Metric Thread—M Profile Series
(ANSI/ASME B1.13M-1983, R1989)**

Nom. Size	Pitch	Nom. Size	Pitch	Nom. Size	Pitch	Nom. Size	Pitch
1.6	0.35	6	1	22	2.5*	56	5.5
2	0.4	8	1.25	24	3	64	6
2.5	0.45	10	1.5	27	3*	72	6
3	0.5	12	1.75	30	3.5	80	6
3.5	0.6	14	2	36	4	90	6
4	0.7	16	2	42	4.5	100	6
5	0.8	20	2.5	48	5	...	...

All dimensions are in millimeters.

* For high strength structural steel fasteners only.

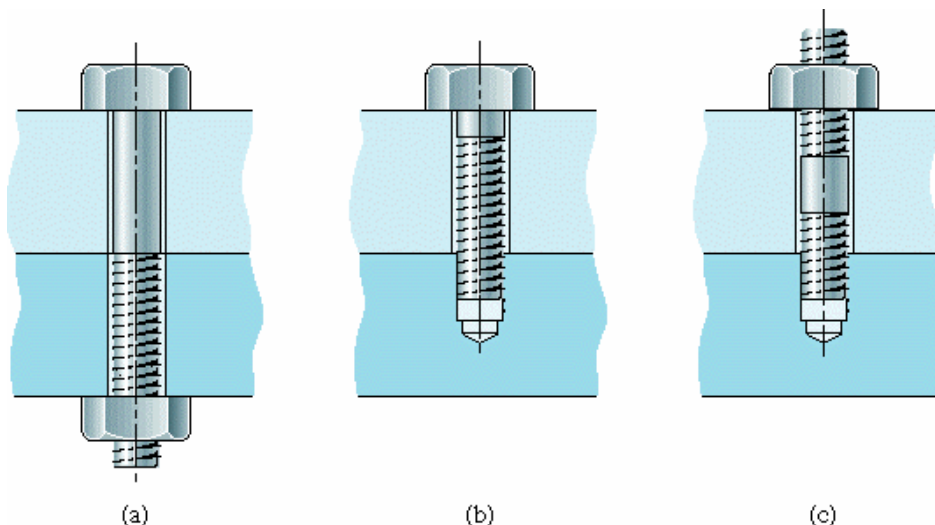
**American National Standard Fine Pitch Metric Thread — M Profile
Series (ANSI/ASME B1.13M-1983, R1989)**

Nom. Size	Pitch	Nom. Size	Pitch	Nom. Size	Pitch	Nom. Size	Pitch
8	1	...	...	27	...	2	...
10	0.75	1.25	...	30	1.5	2	...
12	1	1.5*	...	33	...	2	...
14	...	1.5	...	35	1.5	...	...
15	1	...	...	36	...	2	...
16	...	1.5	...	39	...	2	...
17	1	...	...	40	1.5	...	...
18	...	1.5	...	42	...	2	...
20	1	1.5	...	45	1.5	...	...
22	...	1.5	...	48	...	2	...
24	...	2	...	50	1.5	...	...
25	1.5	...	...	55	1.5	...	...

All dimensions are in millimeters. * Only for wheel studs and nuts.

♦ طراحی اتصالات پیچی:

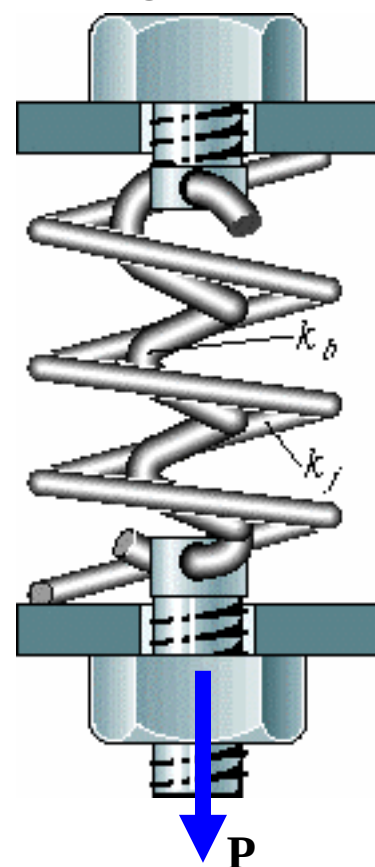
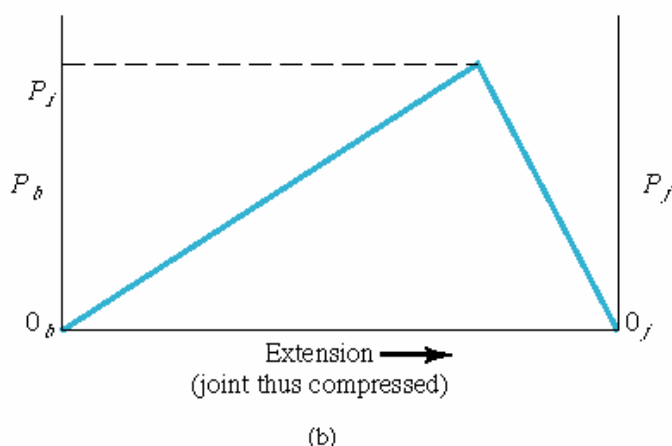
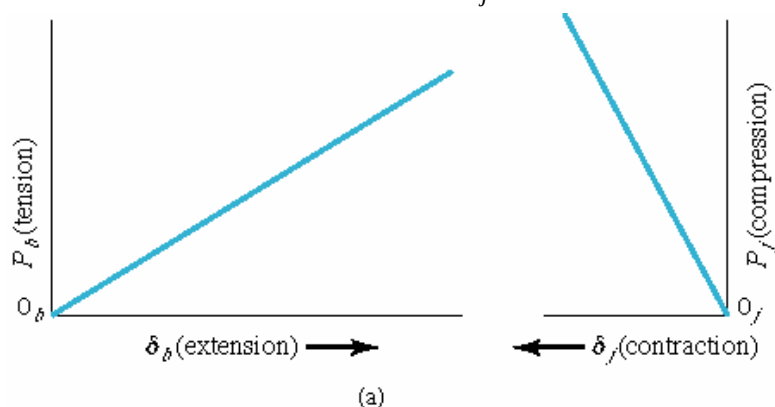
اتصالات پیچی انواع گوناگونی دارد که در آنها چند جزء به یکدیگر متصل می شوند.



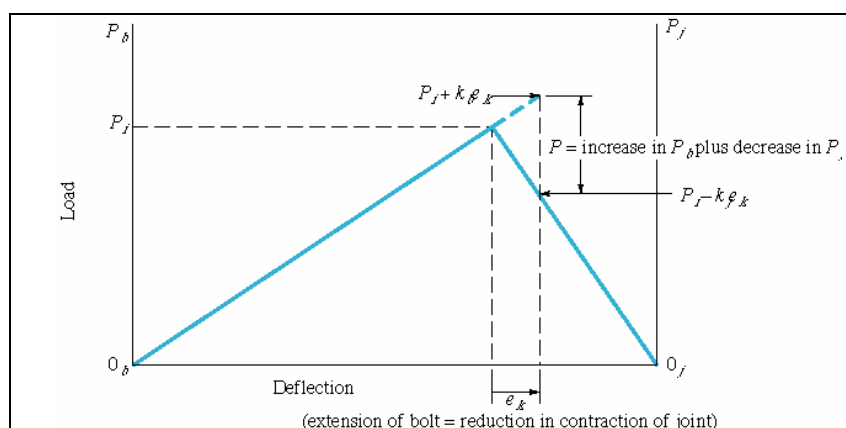
(a) Bolt and nut; (c) Cap screw; (c) stud.

♦ تحلیل بارگذاری پیچها:

بارگذاری پیچها را می توان مشابه یک فنر خطی تحت کشش مدل کرد که دارای سختی k_b می باشد و نشیمنگاه پیچ مشابه یک فنر خطی فشاری با سختی k_j عمل می کند.



نمودار فوق تغییرات بار و جابجایی را برای پیچ و نشیمنگاه آن در حالتی که پیچ محکم شده است نشان می دهد. در این حالت، پیچ و نشیمنگاه آن تحت نیروی پیش تندیگی P_i در حالت تعادل هستند. در صورتی که اتصال تحت بار خارجی P قرار گیرد، افزایش طول پیچ به اندازه e_k خواهد داشت و فشردگی نشیمنگاه کاهش خواهد یافت.



نیروی وارده بر پیچ:

$$P_i + k_b e_k$$

نیروی وارده به نشیمنگاه پیچ:

$$P_i - k_j e_k$$

♦

با توجه به شرایط تعادل می توان نوشت :

$$P + P_i - k_j e_k - P_i - k_b e_k = 0 \Rightarrow e_k = \frac{P}{k_b + k_j}$$

بنابراین بار اعمال شده بر پیچ عبارت است از :

$$P_b = P_i + k_b e_k = P_i + \frac{P k_b}{k_b + k_j} = P_i + C_k P$$

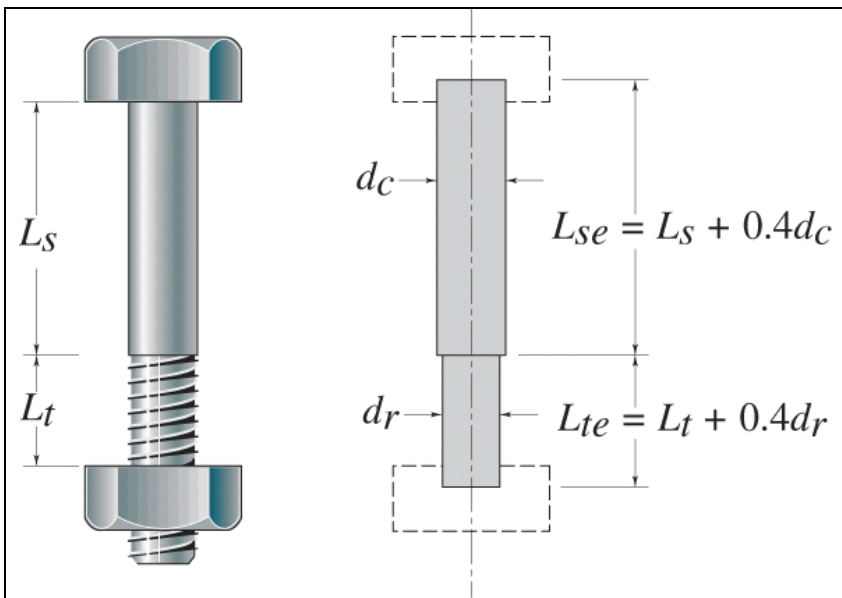
که عدد بدون بعد C_k معادل ضریب سختی اتصال و کوچکتر از یک است. بار اعمال شده بر نشیمنگاه پیچ :

$$P_j = P_i - k_j e_k = P_i - \frac{P k_j}{k_j + k_b} = P_i - (1 - C_k) P$$

برای برآورد نیروهای وارده بر پیچ و نشیمنگاه آن باید ضریب سختی اتصال را بدست آورد.

▪ سفتی پیچ :

برای برآورد سختی پیچ، مدلی به صورت یک میله تحت کشش با قطرهای مختلف در نظر گرفته می شود. این میله معادل چند فنر سری شده عمل می کند که سختی آن به صورت زیر قابل محاسبه است.

	$\frac{1}{k_b} = \frac{1}{k_{b_1}} + \frac{1}{k_{b_2}} + \frac{1}{k_{b_3}} + \dots$ سختی هر قطعه طولی از پیچ به صورت زیر قابل برآورد است :
--	---

$$\delta = \frac{PL}{AE} \Rightarrow P = \frac{AE}{L} \delta \Rightarrow k_b = \frac{AE}{L} = \frac{\pi d^2 E}{4L} \Rightarrow \frac{1}{k_b} = \frac{4L}{\pi E d^2}$$

که برای هر قطعه از پیچ به طول L و قطر d ، مقدار معادل آن جایگزین می شود :

قطر خارجی پیچ = قطر معادل در ناحیه بدون رزوه : d_c

قطر ریشه پیچ = قطر معادل در ناحیه رزوه دار : d_r

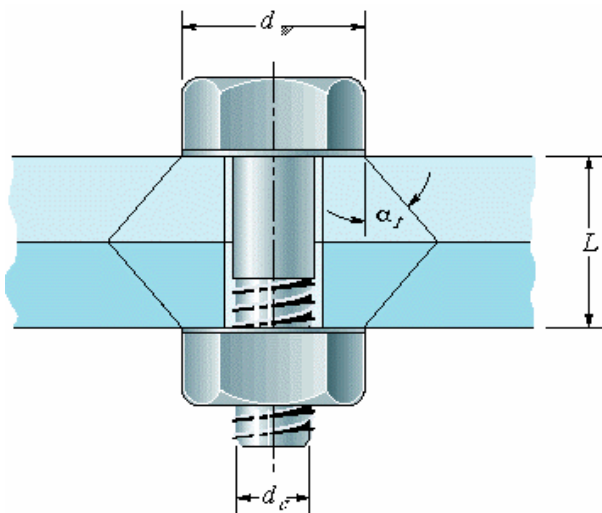
طول معادل در ناحیه بدون رزوه : $L_{se} = L_s + 0.4d_c$

طول معادل در ناحیه رزوه دار : $L_{te} = L_t + 0.4d_r$

$$\frac{1}{k_b} = \frac{4L_{se}}{\pi E d_c^2} + \frac{4L_{te}}{\pi E d_r^2} = \frac{4}{\pi E} \left[\frac{L_s + 0.4d_c}{d_c^2} + \frac{L_t + 0.4d_r}{d_r^2} \right]$$

▪ سفتی نشیمنگاه پیچ :

با توجه به رفتار پیچیده نشیمنگاه پیچ، روابط تقریبی برای برآوردهای اولیه بکار می رود. برای برآوردهای دقیق تر، تحلیل رفتار الاستیک نشیمنگاه ضروری است. یک مدل تقریبی از توزیع تنش در نشیمنگاه پیچ، توزیع مخروطی تنش مطابق شکل است و در خارج از این ناحیه، توزیع تنش قابل توجه نیست.



سختی نشیمنگاه پیچ در ناحیه شماره i به کمک

رابطه زیر قابل تخمین است :

$$k_{ji} = \frac{\pi E_i d_c \tan \alpha_f}{2 \ln \left[\frac{(L_i \tan \alpha_f + d_i - d_c)(d_i + d_c)}{(L_i \tan \alpha_f + d_i + d_c)(d_i - d_c)} \right]}$$

L_i : ارتفاع مخروط ناقص (m)

d_i : قطر کوچک قاعده مخروط ناقص (m)

d_w : قطر سر پیچ یا مهره ($d_w = 1.5d_c$)

سختی معادل نشیمنگاه پیچ به صورت زیر است :

$$\frac{1}{k_j} = \frac{1}{k_{j1}} + \frac{1}{k_{j2}} + \frac{1}{k_{j3}} + \dots$$

روش تقریبی دیگر استفاده از فرمول wileman است :

$$k_{ji} = E_i d_c A_i e^{B_i d_c / L_i}$$

Material	Poisson's ratio, ν	Modulus of Elasticity, E, GPa	Numerical Constants	
			A_i	B_i
Steel	0.291	206.8	0.78715	0.62873
Aluminum	0.334	71.0	0.79670	0.63816
Copper	0.326	118.6	0.79568	0.63553
Gray cast iron	0.211	100.0	0.77871	0.61616

♦ استمکام پیچ :

پیچهایی که بارهای سنگین را تحمل می کنند بر اساس استحکام مبنایی که توسط موسسات SAE، ASTM، ISO تعیین شده است انتخاب می شوند.

Proof load : ماکزیمم باری که پیچ بدون تغییر شکل دائمی می تواند تحمل کند.

Proof strength : تنش که پیچ در آستانه تغییر شکل دائمی قرار می گیرد (اندکی کمتر از تنش تسلیم است).

مقادیر مختلف proof strength برای انواع پیچهای مختلف اینچی و متریک در جدول آمده است که این تنش مبنای طراحی پیچها قرار می گیرد.

Metric grade : شامل دو عدد است که بیانگر استحکام پیچ می باشند :

عدد سمت چپ معادل تقریبی ۱۰/۱۰ کمترین استحکام کششی (σ_{ut}) و عدد سمت چپ ۱/۰ درصد نسبت کمترین تنش تسلیم به کمترین استحکام کششی است.

$$\text{metric grade 12.9 : } \begin{cases} \sigma_{ut} \approx 12 \times 10 \approx 120 \text{ Kgf} \\ \frac{\sigma_{yp}}{\sigma_{ut}} \approx 0.9 \end{cases}$$

Metric grade	Crest diameter, d_c , mm	Ultimate tensile strength, S_{ut} , MPa	Yield strength, S_y , MPa	Proof strength, S_p , MPa
4.6	M5-M36	400	240	225
4.8	M1.6-M16	420	340 ^a	310
5.8	M5-M24	520	415 ^a	380
8.8	M17-M36	830	660	600
9.8	M1.6-M16	900	720 ^a	650
10.9	M6-M36	1040	940	830
12.9	M1.6-M36	1220	1100	970

^aYield strength approximate and not included in standard.

SAE grade	Range of crest diameters, in.	Ultimate tensile strength, S_{ut} , ksi	Yield strength, S_y , ksi	Proof strength, S_p , ksi
1	1/4 - 1 1/2	60	36	33
2	1/4 - 3/4	74	57	55
	3/4 - 1 1/2	60	36	33
4	1/4 - 1 1/2	115	100	65
5	1/4 - 1	120	92	85
	1 - 1 1/2	105	81	74
7	1/4 - 1 1/2	133	115	105
8	1/4 - 1 1/2	150	130	120

♦ بارگذاری استاتیکی پیچها :

تنش کششی در پیچ :

$$\sigma_b = \frac{P_b}{A_t} = \frac{P_i}{A_t} + C_k \frac{P}{A_t}$$

حداکثر تنش قابل تحمل S_p (proof strength) است. با در نظر گرفتن

ضریب اطمینان FS_b می توان نوشت :

$$S_p = \frac{P_i}{A_t} + C_k \frac{FS_b P_{\max}}{A_t} \Rightarrow FS_b = \frac{A_t S_p - P_i}{C_k P_{\max}}$$

A_t : سطح موثر در مقابل تنش کششی

P_i : پیش بار در اثر محکم شدن پیچ

$P_{\max}$: ماکزیمم بار وارده بر پیچ

$FS_b > 1$ نشان می دهد که تنش پیچ کمتر از استحکام گواه است.

معادله فوق نشان می دهد که افزایش P_i باعث کاهش FS_b می شود. در عمل باید P_i در حدی

باشد که از جدا شدن اجزای زیر بار جلوگیری کند. جدا شدن اجزا زمانی رخ می دهد که

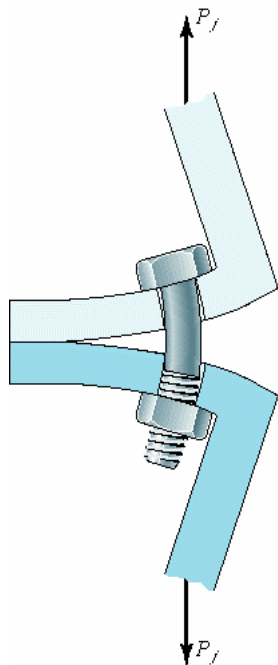
نیروی $P_{\max}$ تا حدی افزایش یابد که P_j صفر گردد:

$$P_j = P_i - (1 - C_k) P \Rightarrow P_j = P_i - (1 - C_k) FS_j P_{\max} = 0$$

$$FS_j = \frac{P_i}{(1 - C_k) P_{\max}}$$

بنابراین مقدار P_i در اثر محکم شدن اولیه باید به حدی باشد که علاوه بر اطمینان از عدم

گسیختگی پیچ، جدا شدن اجزا نیز مشاهده نشود.

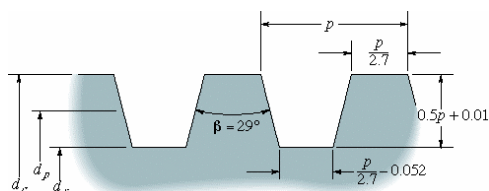


♦ پیچهای قدرت :

برای تبدیل حرکت زاویه ای به حرکت خطی به منظور انتقال حرکت یا نیرو از پیچهای قدرت استفاده می شوند. این پیچها در موارد زیر کاربرد دارند :

❖ اعمال نیروهای بزرگ

❖ تغییر مکان قطعی با دقت بالا

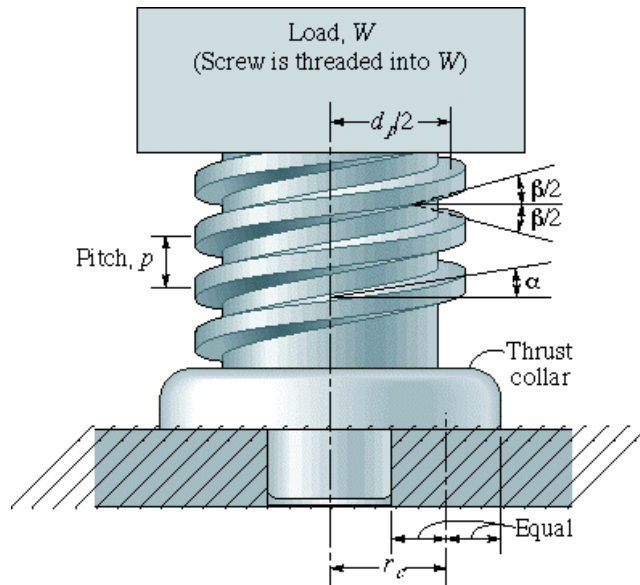


در هر یک از موارد فوق، ترک به یک طرف پیچ اعمال می شود و در اثر دوران پیچ، بار یا نقطه اثر نیرو جابجا می شود. با توجه به اینکه نیروهای زیادی به دندانه های پیچ اعمال می شود ضخامت رزوه ها بیشتر از پیچهای معمولی می باشد.

غالب پیچهای قدرت از نوع دوزننه ای هستند وبا مشخص بودن گام، سایر مشخصات آن قابل محاسبه است.

Crest diameter, d_c , in.	Number of threads per inch, ^a n	Tensile stress area, A_t , in ²	Shear stress area, A_s , in ²
1/4	16	0.02663	0.3355
5/16	14	0.04438	0.4344
3/8	12	0.06589	0.5276
7/16	12	0.09720	0.6396
1/2	10	0.1225	0.7278
5/8	8	0.1955	0.9180
3/4	6	0.2732	1.084
7/8	6	0.4003	1.313
1	5	0.5175	1.493
1 1/8	5	0.6881	1.722
1 1/4	5	0.8831	1.952
1 3/8	4	1.030	2.110
1 1/2	4	1.266	2.341
1 3/4	4	1.811	2.803
2	4	2.454	3.262
2 1/4	3	2.982	3.610
2 1/2	3	3.802	4.075
2 3/4	3	4.711	4.538
3	2	5.181	4.757
3 1/2	2	7.338	5.700
4	2	9.985	6.640
4 1/2	2	12.972	7.577
5	2	16.351	8.511

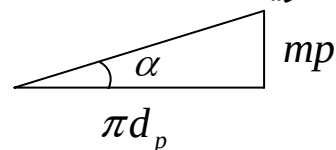
برای تحلیل عملکرد پیچ قدرت مطابق شکل باید ترک لازم برای جابجایی بار را برآورد نمود.



▪ (زاویه پیش روی) (lead angle) :

دندانه های پیچ مشابه سطح شیب داری است که بار از آن بالا می رود. زاویه سطح شیب دار را زاویه پیش روی گویند :

$$\tan \alpha = \frac{L}{\pi d_p} = \frac{mp}{\pi d_p}$$



▪ تحلیل ترک و نیرو در حالت بالا رفتن بار :

نیروی کل وارده از طرف بار W بر رزوه ها P_n می باشد که عمود بر سطح رزوه است. این نیرو در راستای قطر مکعب مستطیل است. تصویر این نیرو در راستای محور پیچ، عمود بر محور پیچ و مماس بر دندانه مطابق شکل است. اگر μ ضریب اصطکاک بین سطح دندانه باشد از تعادل نیروها در راستای قائم می توان نوشت :

$$P_n \cos \theta_n \cos \alpha = \mu P_n \sin \alpha + W \quad P_n = \frac{W}{\cos \theta_n \cos \alpha - \mu \sin \alpha}$$

نیروی P_n روی دایره گام به شعاع $d_p/2$ اثر می کند. اگر در یاتاقان کف گرد نیروی اصطکاک بر شعاع متوسط r_c و با ضریب اصطکاک μ_c اثر کند، برای گرداندن پیچ و بالا بردن بار باید ترک خارجی بر ترک ناشی از اصطکاک در یاتاقان کف گرد، ترک ناشی از اصطکاک در دندانه ها و ترک مولفه مماسی نیروی P_n غلبه نماید.

$$T = (P_n \cos \theta_n \sin \alpha + P_n \mu \cos \alpha) \left(\frac{d_p}{2} \right) + r_c \mu_c W$$

$$= W \left[\left(\frac{d_p}{2} \right) \left(\frac{\cos \theta_n \tan \alpha + \mu}{\cos \theta_n - \mu \tan \alpha} \right) + r_c \mu_c \right]$$

$$\tan \theta_n = \cos \alpha \tan (\beta / 2)$$

▪ تحلیل ترک و نیرو در حالت پایین آمدن بار :

در این حالت جهت نیروی اصطکاک معکوس می شود :

$$P_n = \frac{W}{\cos \theta_n \cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

$$T = W \left[\left(\frac{d_p}{2} \right) \left(\frac{\cos \theta_n \tan \alpha - \mu}{\cos \theta_n + \mu \tan \alpha} \right) - r_c \mu_c \right]$$

▪ راندمان پیچ :

اگر اصطکاک در یاتاقان کف گرد و پیچ صفر گردد ترک مورد نیاز برای جابجایی بار W در حالت ایده ال عبارت است از :

$$T' = W \left(\frac{d_p}{2} \right) \tan \alpha$$

راندمان پیچ نسبت T' به T در شرایط واقعی می باشد.

$$efficiency = \frac{T'}{T}$$

با صرف نظر از اصطکاک در یاتاقان کف گرد و جایگزینی T و T' در رابطه فوق:

$$efficiency (\%) = \frac{\cos \theta_n + \mu \tan \alpha}{\cos \theta_n - \mu \cot \alpha} \quad \text{در پایین آمدن بار :}$$

$$efficiency (\%) = \frac{\cos \theta_n - \mu \tan \alpha}{\cos \theta_n + \mu \cot g \alpha} \quad \text{در بالا رفتن بار :}$$

بیج ها

- ❖ در صورتی که μ و μ_c قابل صرف نظر باشند راندمان پیچ 100% است.
- ❖ در صورتی که μ_c قابل صرف نظر باشد تحت شرایط زیر در پایین آمدن بار T حذف می شود و بار خود بنود پایین می آید:

$$\mu > \cos \theta_n \tan \alpha$$

[illegible]

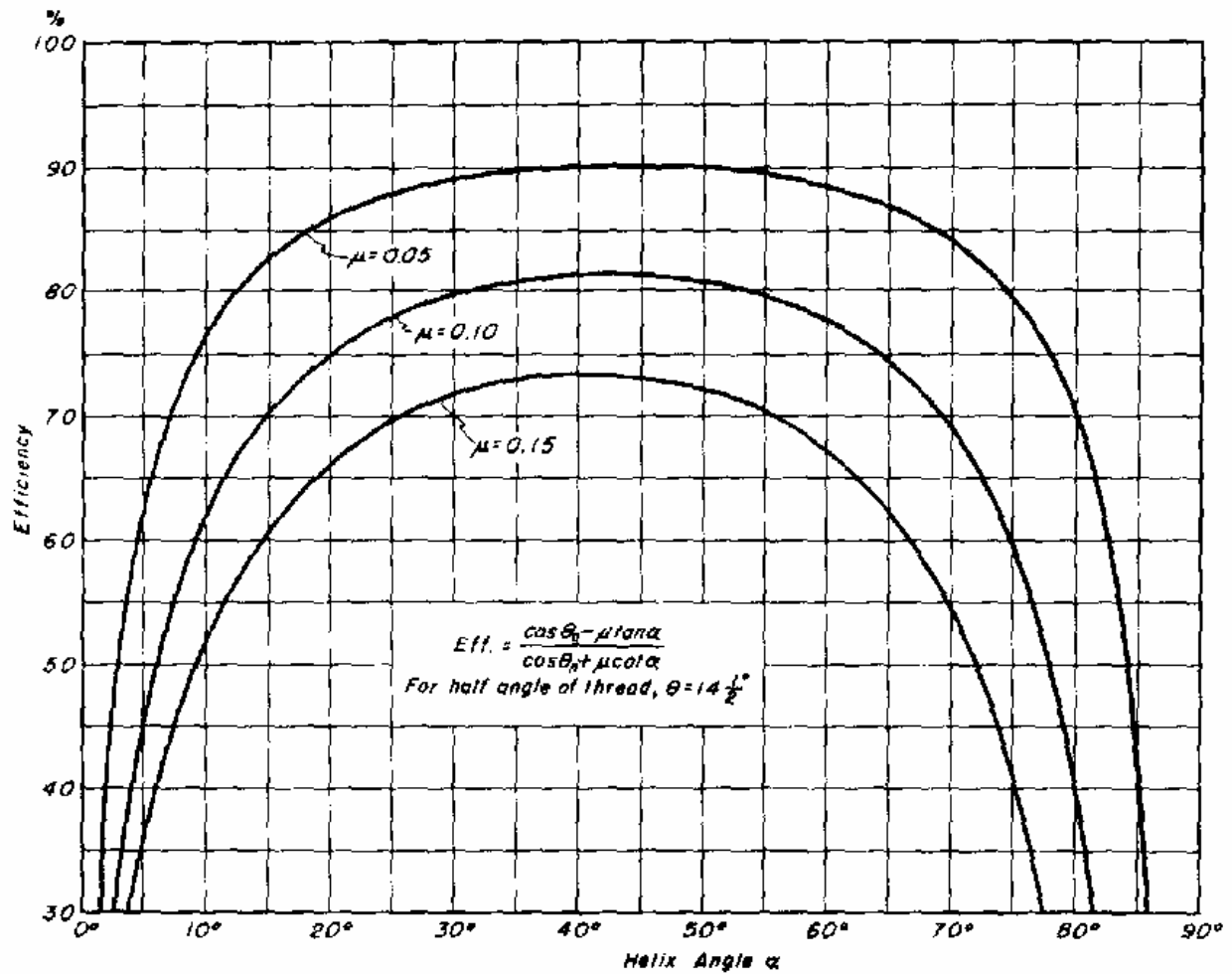


Figure 5-14 Efficiency of power screw when collar friction is negligible.

