

Obsah

	Předmluva	9
	Abecední seznam použitých označení	10
1.	ÚVOD	21
1.1.	O spojích všeobecně	21
1.1.1.	Rozdělení spojů podle vnějších konstrukčních znaků	22
1.1.2.	Rozdělení pevných spojů podle hledisek montáže a demontáže	22
1.1.3.	Rozdělení pevných spojů podle stavu napjatosti ve spoji	22
1.2.	Druhy zatížení a jejich vliv na životnost spoje	23
2.	NORMALIZACE ZÁVITŮ	31
2.1.	Vytvoření závitů, názvosloví a značení rozměrů závitů	31
2.2.	Druhy závitů podle tvaru a použití	34
2.2.1.	Normalizované závity (ČSN)	34
2.2.2.	Závitové řady metrických závitů	40
2.2.3.	Důležitější soustavy cizích závitů	41
2.3.	Značení závitů podle ČSN	42
3.	SÍLOVÉ POMĚRY NA ŠROUBU	44
3.1.	Moment potřebný k utahení a povolení šroubu	44
3.1.1.	Moment potřebný k překonání odporu v závitech matice při utahování nebo povolování šroubu nebo matice	44
3.1.2.	Moment potřebný k překonání odporu proti otáčení matice nebo hlavy šroubu na dosedacích plochách při utahování nebo povolování šroubu	48
3.2.	Šamosvornost šroubu	52
3.3.	Součinitelé tření v závitech i na dosedacích plochách hlav nebo matic	53
3.3.1.	Vliv rozptylu hodnot součinitelů tření na utahení šroubu (předpětí)	57
4.	MATERIÁL ŠROUBŮ A MATIC	62
5.	VÝROBA A LÍCOVÁNÍ ZÁVITŮ	68
5.1.	Přehled způsobů výroby závitů a šroubů	68
5.1.1.	Druhy šroubů a matic podle jakosti a způsobu výroby	75
5.2.	Lícování závitů podle ČSN	78
6.	ÚNOSNOST ŠROUBOVÉHO ZÁVITU	83
6.1.	Početní kontrola závitů na otažení	83

6.2.	Početni kontrola pevnosti závitů proti ustržení	84
6.3.	Početni kontrola pevnosti závitů na ohyb	86
6.4.	Rozložení napětí a zatížení ve šroubovém spojení	87
6.4.1.	Rozložení napětí v závitové části šroubu	87
6.4.2.	Rozložení zatížení na závitech matic při namáhání šroubu osovou silou	90
6.4.2.1.	Rozložení zatížení na závitech matic	91
6.4.2.2.	Rozložení zatížení na závitech otvorů pro závrtné šrouby	100
6.5.	Vliv tolerancí a chyb na únosnost závitových spojení	101
7.	DRUHY ŠROUBŮ PODLE POUŽITÍ	103
7.1.	Spojovací šrouby a šrouby pro zvláštní účely podle ČSN (přehled)	103
7.1.1.	Zakončení a výběhy závitů podle ČSN (přehled)	103
7.1.2.	Tvary a dimenze hlav šroubů podle ČSN (přehled)	105
7.1.2.1.	Únosnost hlav šroubů	107
7.2.	Druhy šroubových matic podle ČSN (přehled)	111
7.2.1.	Kritická výška matice nebo hloubka maticového závitu v závitových otvorech pro závrtné šrouby	111
7.2.2.	Zadírání šroubů v závitech matice	117
7.2.3.	Otláčení a zadírání dosedacích ploch hlav a matic na svíraných částech	118
7.3.	Značení šroubů a matic podle ČSN (přehled)	120
8.	PŘÍSLUŠENSTVÍ KE ŠROUBŮM SPOJOVACÍM A ŠROUBŮM PRO ZVLÁŠTNÍ ÚČELY	122
8.1.	Podložky pod šrouby podle ČSN (přehled)	122
8.2.	Otvory pro šrouby a zahlobení pro hlavy šroubů závrtných podle ČSN (přehled)	124
8.2.1.	Prostor potřebný pro nasazení klíče k utažení matice nebo přidržení hlavy šroubu podle ČSN (přehled)	125
8.3.	Nářadí na utahování šroubů podle ČSN (přehled)	126
8.3.1.	Únosnost ploch hlav šroubů a matic pro uchopení při utahování klíčem	127
8.3.2.	Rozměry a pevnost šroubových klíčů	133
8.4.	Pojištění šroubů a matic	136
8.4.1.	Pojištění šroubů a matic proti ztrátě	136
8.4.2.	Pojištění šroubů a matic proti uvolnění	137
9.	ŠROUBOVÁ SPOJENÍ BEZ PŘEDPĚTÍ	140
9.1.	Nepředpjaté šrouby namáhané tahovou silou působící v ose šroubu	141
9.1.1.	Šroub při utahování nezatížen, po utažení namáhan prostým, klidným tahem	141
9.1.2.	Nepředpjaté šrouby při utahování nezatížené, po utažení namáhané proměnlivým tahem	143
9.1.3.	Šroub při utahování nezatížen, po utažení namáhan tlakem	145
9.1.4.	Šroub namáhaný ohybem	145
9.1.5.	Šroub je při utahování zatížen silou působící v ose šroubu	151
9.1.5.1.	Ukroucení šroubu při utahování	154
9.2.	Pevnost dřívku a výběhu závitu	154
9.3.	Pevnost závitové části šroubu	155
10.	ŠROUBOVÉ SPOJENÍ S PŘEDPĚTÍM	158
10.1.	Síly v předpjatém šroubovém spojení	159

10.1.1.	Výpočet tuhosti šroubů a spojovaných částí	166
10.1.1.1.	Pokusné zjištění tuhosti částí spoje (části O a Z)	172
10.1.2.	Diagramy předpjatého spoje	173
10.1.3.	Chování předpjatého spoje při zatížení střídavou nebo pulsující provozní silou	178
10.2.	Potřebné předpětí ve šroubových spojích	182
10.2.1.	Podmínka těsnosti a přetížitelnosti předpjatého přírubového spoje	185
10.2.2.	Pokles předpětí vznikem trvalých deformací ve spoji	187
10.3.	Realizace předpětí ve šroubovém spoji	189
10.3.1.	Realizace žádaného předpětí momentovými klíči	190
10.3.2.	Realizace žádaného předpětí elektrickými nebo pneumatickými klíči	190
10.3.3.	Realizace žádaného předpětí měřením úhlu dotažení matice nebo šroubu	191
10.3.4.	Realizace žádaného předpětí měřením prodloužení šroubu	192
10.3.5.	Realizace žádaného předpětí zahrátím šroubu	192
10.3.6.	Realizace žádaného předpětí pomocí speciálních podložek, matic nebo hlav šroubů	193
10.4.	Kontrolní zařízení na měření předpětí a cejchování momento- vých klíčů	195
10.5.	Únosnost předpjatého šroubového spoje po přetížení	195
10.5.1.	Přetížení spoje při utahování šroubu	195
10.5.2.	Přetížení šroubového spoje v provozu	196
10.6.	Dlouhodobá pevnost závitových spojení a předpětí	199
10.6.1.	Vliv tuhosti šroubů a sevřených částí	200
10.6.2.	Vliv velikosti předpětí	201
10.6.3.	Vliv jemnosti závitů a poloměru zaoblení závitového žlábků	202
10.6.4.	Vliv materiálu šroubu	203
10.6.5.	Vliv způsobu výroby závitu	204
10.6.6.	Vliv úpravy povrchu závitu	207
10.6.7.	Vliv střídavého ohybu v kombinaci s tahem	208
10.6.8.	Vliv tolerancí a vad v závitech	208
10.7.	Zvětšení únosnosti šroubových spojení klidně i proměnlivě zatížených, nepředpjatých i předpjatých, konstrukčními úpra- vami	210
10.7.1.	Zvětšení únosnosti šroubů zlepšením rozložení zatížení na zá- vitech	211
10.7.2.	Zvětšení únosnosti šroubů úpravou dřívku	215
10.7.3.	Zvětšení únosnosti šroubů úpravou přechodů mezi hlavou a dří- kem šroubu	218
10.7.4.	Příklady konstrukcí spojů se zvýšenou mezí únavy	220
11.	VLIV TEPLoty NA PŘEDPJATÉ ŠROUBOVÉ SPOJENÍ	222
11.1.	Vliv teploty na velikost předpětí šroubového spojení	222
11.2.	Vliv výše teploty a času na velikost předpětí šroubového spoje	227
11.2.1.	Žárupevnost a tečení materiálu	227
11.2.2.	Žárupevné materiály pro šrouby a matice tepelně namáhané	231
11.2.3.	Vliv tečení a relaxace na předpjatý šroubový spoj	235
11.2.4.	Ztráta předpětí v žárupevných šroubových spojkách	235
11.3.	Únosnost žárupevných šroubů ve šroubovém spoji proměnlivě zatíženém při běžných a vyšších teplotách	236
11.4.	Zadírání maticových závitů na závitech předpjatých, tepelně namáhaných šroubů	236
12.	ŠROUBY NAMÁHANÉ SILOU KOLMOU NA OSU ŠROUBU	238

13.	ŠROUBY POHYBOVÉ	240
13.1.	Účinnost pohybových šroubů	240
13.1.1.	Zvýšení účinnosti pohybových šroubů	241
13.2.	Výpočet pohybových šroubů	243
13.2.1.	Výpočet šroubového vřetena pohybových šroubů	244
13.2.2.	Výpočet výšky matic pohybových šroubů	247
14.	POVRCHOVÁ OCHRANA ŠROUBŮ A ČÁSTÍ ŠROUBOVÝCH SPOJENÍ PROTI KOROZI	248
14.1.	Vliv koroze na únosnost a životnost šroubového spojení	248
14.2.	Druhy povrchové ochrany proti korozi	251
14.2.1.	Nekovové ochranné povlaky	252
14.2.2.	Tvrzení povrchu	253
14.2.3.	Kovové ochranné povlaky	254
	Seznam použité literatury	256