

SUJUNGIMAI

Mašinų gamyboje nejudami ryšiai vadinami sujungimais. Sujungimai skirstomos į išardomus ir neišardomus. Išardomi sujungimai išsiardo nepažeidžiant nei detalių nei ryšių, tai varžtai, pleištai, išdrožos, kaiščiai.

Neišardomais vadinami sujungimai, kuriuos išardžius pažeidžiama viena iš detalių arba ryšys, tai kniedijimas, suvirinimas, presavimas.

4. Kniedyti sujungimai

Kniedyti sujungimai naudojami kur yra didelės vibracijos ir sunkiai suvirinamoms medžiagoms. Sujungimai gaunami įstačius kniedę į jungiamų detalių skylės ir suformavus antra kniedės galvutę. Kniedijant (formuojant antrą kniedės galvutę) dėl plastinių deformacijų kniedės stiebelis užpildo skylės tarpus. Kniedžių matmenys ir formos yra standartizuoti (4.1 pav.).

Pagrindiniai kniedėtų sujungimų *privalumai*:

1. Galimybė gauti didelių gabaritų detales (laivų ir lėktuvų korpusai, ferminės konstrukcijos ir pan.). Tokių detalių pagaminimo kaina vienetinėje ir mažaserijinėje gamyboje yra mažesnė lyginant su kitais gamybos būdais (pavyzdžiui, liejimu).
2. Sujungiami elementai iš sunkiai suvirinamų arba visai nesuvirinamų medžiagų.
3. Sujungiamuose elementuose nėra terminio poveikio zonų (priešingai nei suvirintuose sujungimuose).

Pagrindiniai kniedėtų sujungimų *trūkumai*:

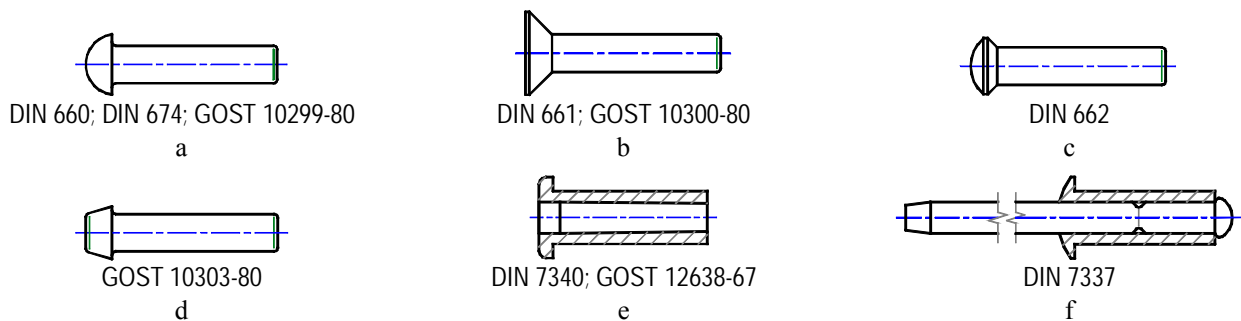
1. Reikalingas papildomas mechaninis apdorojimas (skylių grėžimas arba iškirtimas).
2. Susilpninami jungiami elementai (dėl skylių).
3. Kniedyti sujungimai sunkesni už suvirintuosius.

Kniedyti sujungimai pagal paskirtį skirstomi į:

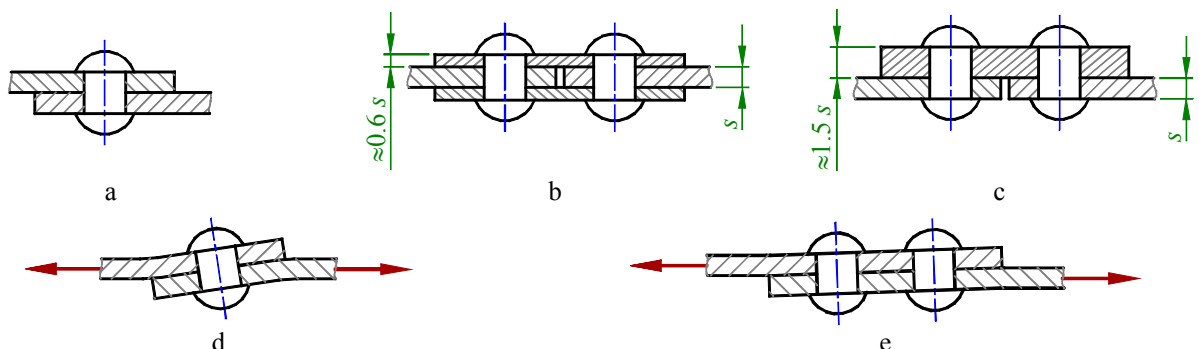
- stiprias (taikomos metalinėse konstrukcijose);
- stiprias sandarias (naudojamos konstrukcijose su aukštu slėgiu);
- sandarias (naudojamos esant nedideliam slėgiui).

Pagal konstrukciją kniedyti sujungimai skirstomi į:

- užleistinius (4.2 pav., a);
- sudurtinius (4.2 pav., b);
- mišrius (nerekomenduojamos 4.2 pav., c).



4.1 pav. Standartinės kniedžių formos: a – kniedės galvutė pusapvalė; b – kniedės galvutė paslėpta; c – kniedės galvutė pusiau paslėpta; d – kniedės galvutė plokščia; e – tuščiaavidurė kniedė; f – tuščiaavidurė kniedė su koteliu formuojančiu antrąją galvutę



4.2 pav. Kniedėtų sujungimų konstrukcijos: a – užleistinis; b – sudurtinis; c – mišrus; d ir e – užleistinio sujungimo deformacijos veikiant išorinei apkrovai

Didžiausias užleistinių ir mišrių kniedytų sujungimų trūkumas – veikiant ašinei apkrovai papildomai atsiranda lenkimo momentas (4.2 pav., d). Šio momento įtaką galima sumažinti sujungimą darant su keliomis kniedžių eilėmis (4.2 pav., e). Kniedžių eilės kryptis visada statmena išorinės jėgos veikimo kryptiai.

Kniedės stiebelio ilgis parenkamas taip:

$$l = \sum s_i + (1.5 \dots 1.9) d, \tag{4.1}$$

čia $\sum s_i$ – bendras jungiamų elementų storis; $(1.5 \dots 1.9) d$ – kniedės kotelio ilgis reikalingas antros galvutės formavimui; d – kniedės kotelio išorinis skersmuo.

Kniedės siūlėje išdėstomos eilėmis arba šachmatine tvarka.

4.1. Tempiamų kniedytų sujungimų skaičiavimas

Skaičiuojant kniedytas siūles stiprumui priimama, kad jėga tarp kniedžių pasiskirsto tolygiai, o tarp jungiamų detalių nėra trinties jėgų. Vieną kniedę veikianti jėga:

$$F_F = \frac{F}{n}, \tag{4.2}$$

čia F – sujungimą veikianti suminė jėga; n – kniedžių skaičius.

Projektuojant kniedytus sujungimus siūlės matmenys (žingsnis tarp kniedžių, atstumas tarp siūlių, kniedės atstumas nuo krašto) parenkami konstruktyviai:

kniedės išorinis skersmuo:	užleistinei	$d = (1.8 \dots 2.0) s;$	(4.3)
	sudurtinei	$d = (1.2 \dots 1.8) s;$	

žingsnis tarp kniedžių:	užleistinei vienaeilei	$t = 3.0 d;$	(4.4)
	sudurtinei vienaeilei	$t = 3.5 d;$	
	daugiaeilei	$t = (4.0 \dots 5.0) d;$	

$$\text{atstumas nuo detalės krašto } e = (1.5 \dots 2.0) d. \tag{4.5}$$

Kniedė siūlėje yra kerpama ir glemžiama, o detalės tempiamos ir kerpamos (4.3 pav.):

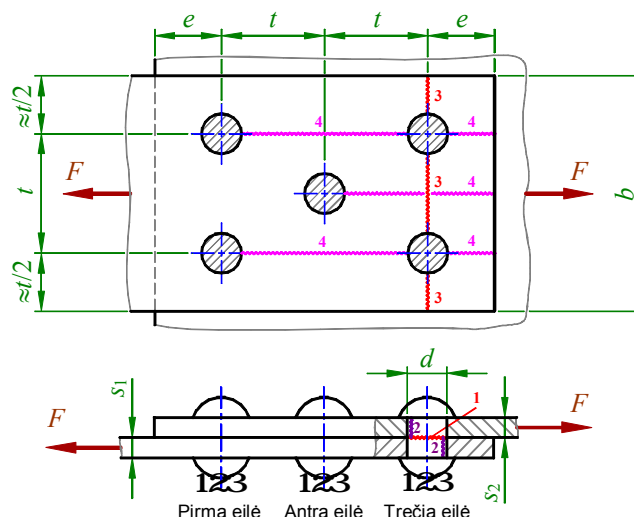
$$1 \text{ pjūvis – kniedės kirpimas } \tau_k = \frac{4 F}{\pi (d^2 - d_0^2) n k} \leq \tau_{k \text{ adm}}, \tag{4.6}$$

$$2 \text{ pjūvis – kniedės arba jungiamų elementų glemžimas } \sigma_{gl} = \frac{F}{d s_{min} n} \leq \sigma_{gl \text{ adm}}; \tag{4.7}$$

$$3 \text{ pjūvis – jungiamų detalių tempimas } \sigma_t = \frac{F}{(b - z_n d) s_{min}} \leq \sigma_{t \text{ adm}}; \tag{4.8}$$

$$4 \text{ pjūviai – jungiamų detalių kirpimas } \tau_k = \frac{F}{A_k} \leq \tau_{k \text{ adm}}; \tag{4.9}$$

čia d_0 – kniedės vidinis skersmuo (pilnavidurėms kniedėms $d_0 = 0$); k – kniedės kerpamų pjūvių skaičius; $s_{min} = \min(s_1, s_2)$ – mažiausias kniedijamų elementų storis; z_n – kniedžių skaičius pavojingame skaičiuojamo elemento pjūvyje; A_k – jungiamų elementų bendras kirpimo plotas.



4.3 pav. Kniedyto sujungimo skaičiavimo schema

Kai sujungimą sudaro tik viena eilė, tai $A_k = (e - 0.5 d) s_{min} n$. Kitais atvejais A_k priklauso nuo kniedžių išdėstymo schemos. Pavyzdžiui, 4.3 pav. parodyto sujungimo $A_k = [2(e - 0.5 d) + (e + t - 0.5 d) + 2(2t - d)] s_{min}$. Didėjant kniedžių eilių skaičiui A_k reikšmė sparčiai auga, todėl paprastai jungiami elementai tikrinami kirpimui, tik kai kniedžių eilių skaičius mažesnis už 3.

Reikiamas kniedžių skaičius randamas iš stiprumo sąlygos kirpimui:

$$n \geq \frac{4 F}{\pi (d^2 - d_0^2) \tau_{k adm} k} \quad (4.10)$$

Kniedytos siūlės stiprumo koeficientas ψ – leistinų ribinių įtempimų silpniausioje sujungimo vietoje santykis su leistinų ribinių įtempimų nepavojingame skerspjūvyje (skerspjūvis nesuapvalintas kniedžių skylėmis), t.y. parodo kiek sumažėja kniedėmis sujungiamų detalių stiprumas. Stačiakampio profilio lakštui:

$$\psi = \frac{b - z_n d}{b} \quad (4.11)$$

Jungiamų detalių stiprumo sumažėjimas viena iš pagrindinių neigiamų kniedyčių sujungimų savybių.

4.2. Necentriškai apkrautų kniedyčių sujungimų skaičiavimas

Necentrinį apkrovimą galima pakeisti į simetrinį apkrovimą, necentrinę jėgą F perkėlus į simetrijos centrą (4.4 pav., a). Kiekvieną kniedę veiks jėga $F_F = F/n$. Šiuo atveju simetrijos centre papildomai atsiras momentas $M = FL$. Kniedėms esančioms toliausiai nuo simetrijos centro tenka didžiausia apkrova nuo momento M . Kniedės, nuo momento M , veikiančios jėgos F_{M1}, F_{M2} ir t.t. yra proporcingos atstumams iki simetrijos centro (4.4 pav., b):

$$F_{M(m-1)} = F_{Mm} \frac{L_{m-1}}{L_m}, F_{M(m-2)} = F_{Mm} \frac{L_{m-2}}{L_m}, \dots, F_{M2} = F_{Mm} \frac{L_2}{L_m}, F_{M1} = F_{Mm} \frac{L_1}{L_m}; \quad (4.12)$$

čia m – skirtingu atstumu nuo simetrijos centro nutolusių kniedžių skaičius.

Kadangi išorinis momentas turi būti atsvertas jėgų momentų kniedėse, tai

$$M = F L = \sum_{i=1}^n F_{Mi} L_i \quad (4.13)$$

Įvertinus (4.12) ir (4.13) galima apskaičiuoti jėgą, nuo momento M , kuria veikiamos toliausiai nuo sujungimo simetrijos centro esanti kniedė ar kniedės:

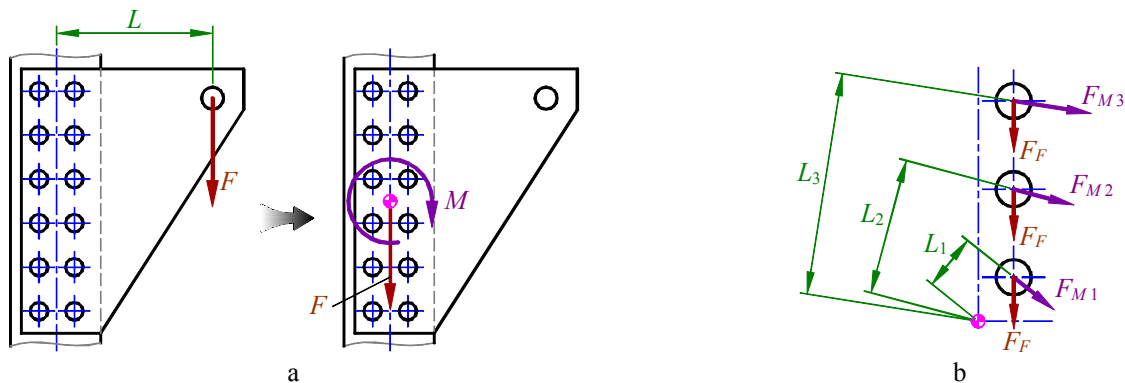
$$F_{Mm} = \frac{M L_m}{\sum_{i=1}^n L_i^2} \quad (4.14)$$

Arčiau simetrijos centro kniedės veikiančios jėgos nustatomos pagal (4.12) priklausomybes.

Atstojamoji jėga veikianči kniedę bendru atveju bus:

$$F_A = \sqrt{F_F^2 + F_{Mi}^2 + 2 F_F F_{Mi} \cos \alpha}, \quad (4.15)$$

čia α – kampas tarp F_F ir F_{Mi} jėgų.



4.4 pav. Necentriškai apkrautų kniedyčių sujungimų skaičiavimo schema

4.3. Kniedžių medžiagos ir leistinieji įtempimai

Kniedės gaminamos iš plienų (Ст2, Ст2кп, Ст3, 10, 15, 10кп, 15кп, 09Г2, 12Х18Н9Т), žalvario (Л163), vario (М3), aliuminio lydinių (АМг5Ц, АД1, Д18). Esant ciklinėms apkrovoms nerekomenduojama naudoti kniedžių, pagamintų iš spalvotųjų metalų. Pagrindinės kniedžių medžiagų charakteristikos yra plastiškumas ir nesigrūdinimas.

Leistinieji įtempimai priklauso nuo kniedžių medžiagos, kiaurymės apdirbimo būdo (paprastai gręžiamos ar išskertamos) ir apkrovos pobūdžio.

Kniedžių medžiagos leistinieji įtempimai laikant, kad apkrova yra statinė apskaičiuojami taip:

$$\tau_{k adm} = K_k \frac{\sigma_{ut}}{S_{k adm}} ; \quad (4.16)$$

$$\sigma_{gl adm} = K_{gl} \frac{\sigma_{ut}}{S_{gl adm}} ; \quad (4.17)$$

čia K_k ir K_{gl} – koeficientai, įvertinantys kniedžių skylių gamybos būdą: gręžtų skylių $K_k = K_{gl} = 1$, iškirstų skylių $K_k = 0.7$ ir $K_{gl} = 0.85$; σ_{ut} – medžiagos stiprumo riba; $S_{k adm}$ ir $S_{gl adm}$ – atsargos koeficientai (žr. 4.1 lent.).

Kniedijamų elementų medžiagos leistinieji įtempimai laikant, kad apkrova yra statinė apskaičiuojami taip:

$$\sigma_{t adm} = \frac{\sigma_{yt}}{S_{t adm}} ; \quad (4.18)$$

čia σ_{yt} – medžiagos takumo riba; $S_{t adm}$ – atsargos koeficientas (žr. 4.1 lent.). Didesnės atsargos koeficientų reikšmės imamos apytiksliams skaičiavimams.

Esant ciklinėms apkrovoms leistinieji įtempimai sumažinami koeficientu

$$\gamma = \frac{1}{a - b r} < 1 ; \quad (4.19)$$

čia a ir b – parametrai, priklausantys nuo medžiagos (žr. 4.2 lent.); $r = \sigma_{min} / \sigma_{max}$ ($r = \tau_{min} / \tau_{max}$ arba $r = F_{min} / F_{max}$) – apkrovimo ciklo asimetrijos koeficientas.

4.1 lentelė. Atsargos koeficientų reikšmės nevertinant kniedžių kiaurymės apdirbimo būdo ir laikant, kad apkrova yra statinė

Apkrovos pobūdis	Angliniams plienams	Legiruotiems plienams	Spalvotiems metalams ir jų lydiniams
Kirpimas $S_{k adm}$	3.0 ... 3.5	2.5 ... 2.8	3.4 ... 4.0
Glemžimas $S_{gl adm}$	1.5 ... 1.7	1.3 ... 1.5	2.8 ... 3.5
Tempimas $S_{t adm}$	1.2 ... 1.7	1.2 ... 1.5	2.0 ... 2.5

4.2 lentelė. Ciklinės apkrovos leistinių įtempimų sumažinamo koeficiento parametrai

Medžiaga	a	b
Mažaangliams plienams	1	0.3
Vidutinio anglingumo plienams	1.2	0.8

4.4. Kniedžių žymėjimas

Skaičiuotėje ir brėžinių specifikacijose standartinių kniedžių žymėjimas yra:

Kniedė DIN ... d×L - [medžiagos grupė [dangos grupė]]

Kniedė d×L[medžiagos grupė[dangos grupė]] GOST ...

čia d – kniedės kotelio skersmuo; L – kniedės kotelio ilgis.

Žymėjimo pavyzdžiai:

Kniedė DIN 7337 4×20 - AL bl	Kniedė, kurios kotelio skersmuo 4 mm, kotelio ilgis 20 mm, medžiagos grupė AL – aliuminis, dangos grupė bl – be padengimo;
Kniedė DIN 661 3×30 - ST zn	Kniedė, kurios kotelio skersmuo 3 mm, kotelio ilgis 30 mm, medžiagos grupė ST – anglinis plienas, dangos grupė zn – cinkuota;
Kniedė 8×60.00 GOST 10299-80	Kniedė, kurios kotelio skersmuo 8 mm, kotelio ilgis 60 mm, medžiagos grupė 00 – anglinis plienas Ст 2, be padengimo;
Kniedė 8×60.32.03 GOST 10300-80	Kniedė, kurios kotelio skersmuo 8 mm, kotelio ilgis 60 mm, medžiagos grupė 32 – žalvaris Л163, dangos grupė 0.3 – nikeliuota.