

7. Projektinis velenų skaičiavimas ir guolių parinkimas

Veleno medžiaga parenkama pagal veleno darbo sąlygas. Slieko velenai paprastai daromi išvien su slieku. Velenai dažniausiai gaminami iš plieno:

- S235JR, E295, E360, CT 5, CT 6 ir kt. – mažai apkrauti, nesvarbūs velenai, jie paprastai termiškai neapdorojami;
- C45, C60ER, 37Cr4, 35, 45, 50, 40X ir kt. – svarbūs velenai (daugumos reduktorių), terminis apdorojimas – terminis gerinimas;
- 34CrMo4, 42CrMo4, 30CrNiMo8, 40XH, 40XHMA ir kt. – ypač svarbūs, sunkiai apkrauti velenai, terminis apdorojimas yra gerinimas arba grūdinimas.

Velenų projektinis skaičiavimas. Šioje projektavimo stadijoje velenų skersmenys apskaičiuojami tik iš stiprumo sąlygos sukimui, nes dar nėra žinomi velenus veikiantys lenkimo momentai.

Pradžioje konstruktyviai numatoma kiek skirtingų kakliukų sudarys kiekvieną veleną, atsižvelgiant į ant veleno tvirtinamų elementų surinkimo ir fiksavimo patogumą.

Iš stiprumo sąlygos sukimui apskaičiuojamas veleno kakliuko skersmuo, kuris yra išsikišęs už guoliaviečių. Jei tokio kakliuko nėra, tai iš stiprumo sąlygos apskaičiuojamas veleno kakliuko, ant kurio tvirtinamas mažiausias elementas (pavyzdžiui, mažiausias krumpliaratis tvirtinamas ant veleno) skersmuo (žr. 7.1 pav.):

$$d_v \geq \sqrt[3]{\frac{1}{1 - (d_{v0}/d_v)^4} \cdot \frac{16 \cdot 10^3 T}{\pi \tau_{s adm}}}, \text{ mm}; \quad (7.1)$$

čia: T – veleno perduodamas sukimo momentas, Nm; d_{v0} – veleno kakliuko skylės skersmuo, mm (pilnaviduriams velenams $d_{v0} = 0$; rekomenduojama tuščiaidurių velenų santykio d_{v0}/d_v vertė yra 0,6 ... 0,75); $\tau_{s adm}$ – veleno medžiagos sąlyginiai leistinieji sukimo įtempiai, MPa:

$$\text{anglinio plieno} - \tau_{s adm} \approx (0,035 \dots 0,045) \sigma_{ut};$$

$$\text{legiruoto plieno} - \tau_{s adm} \approx (0,04 \dots 0,05) \sigma_{ut};$$

σ_{ut} – veleno medžiagos stiprumo riba, MPa (žr. 6.12 lent.). Mažesnės vertės imamos, kai ant veleno montuojamos mažų gabaritų perdavos elementai.

Apskaičiuota d_v vertė apvalinama iki skaičiaus iš pirmenybinių skaičių eilės R40 (http://stud.ppf.ktu.lt/vaiciulis/paskaitos/pirmenybiniai_skaiciai.pdf).

Jei greitaeigis reduktoriaus velenas su varikliu sujungiamas per movą, tai greitaeigio veleno kakliuko, kuris yra išsikišęs už guoliaviečių, skersmens apskaičiavimui vietoje (7.1) formulės galima naudoti tokią išraišką:

$$d_v = (0,8 \dots 1,2) d_{ev}, \text{ mm}; \quad (7.2)$$

čia d_{ev} – elektros variklio veleno skersmuo, mm.

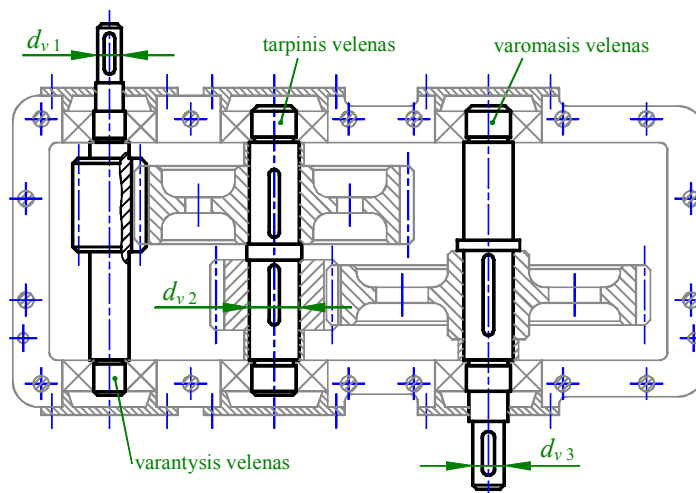
Jei ant veleno kakliuko montuojama standartinė pusmovė, tai kakliuko skersmenį, apskaičiuotą pagal (7.2) išraišką, būtina suderinti su pusmovės skylės skersmeniu (žr. 8 skyrių).

Likę veleno kakliukų skersmenys apskaičiuojami pagal priklausomybę:

$$d_{v(i)} \geq d_{v(j)} \pm 2 h_d;$$

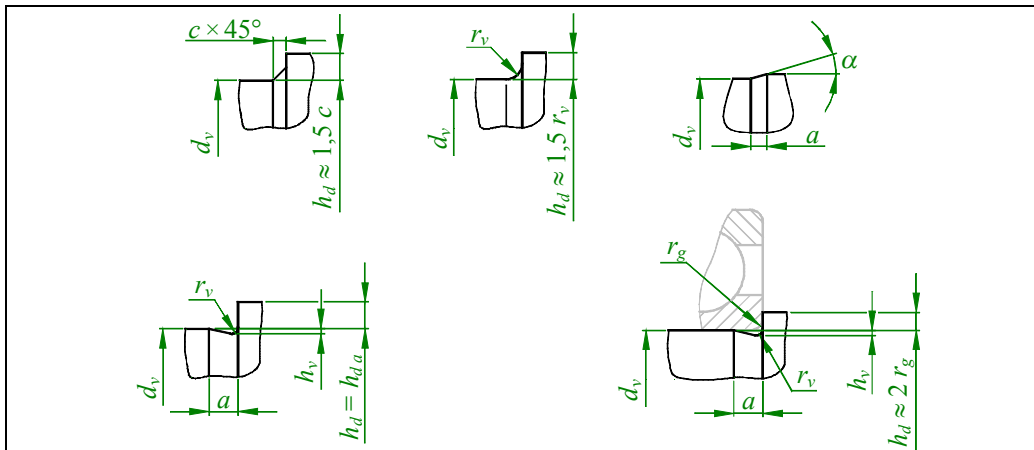
čia: i – veleno kakliuko, kurio skersmuo yra nežinomas, numeris; j – veleno kakliuko, kurio skersmuo yra žinomas, numeris; h_d – skirtumas tarp gretimų kakliukų spindulių, mm (žr. 7.1 lent.). Skersmenys $d_{v(i)}$ apvalinami iki artimiausio skaičiaus iš pirmenybinių skaičių eilės R40.

Velenų kakliukų, ant kurių bus montuojami standartiniai guoliai, skersmenys turi būti lygūs guolio vidinio žiedo nominaliniam skersmeniui (standartinių guolių lentelės pateiktos 12.2 poskyryje).



7.1 pav. Velenų skaičiuojamieji skersmenys (nurodyti jų matmenys), apskaičiuojami iš stiprumo sąlygos sukimui

7.1 lentelė. Velenų elementų matmenys, mm



Veleno elementas	Kakliuko skersmuo d_v , mm				
	15 ... 30	30 ... 45	45 ... 70	70 ... 100	100 ... 150
Nuožula c	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Užapvalinimas r_v	1,0	1,0	1,6	1,6	2,0
Griovelio gylis h_v	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
Bortelio aukštis h_{da}	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Pereinamojo kakliuko ilgis a	3,0	3,0	5,0	5,0	8,0
Pereinamojo kakliuko kampas α	30°	30°	30°	30°	10°

Čia r_v – užapvalinimo spindulys veleno kakliukų sandūroje; r_g – guolio žiedo išorinių briaunų užapvalinimo spindulys.

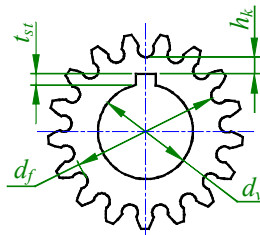
Cilindriniai krumpliaračiai gaminami išvien su velenu, kai

$$h_k < 2,0 m_n, \quad (7.3)$$

o kūginiai, kai

$$h_k < 1,5 m_{tm}; \quad (7.4)$$

čia: h_k – atstumas nuo krumplių pašaknų apskritimo iki pleištinio griovelio, mm (žr. 7.2 pav.); m_n – cilindrinio įstrižakrumplio krumpliaračio normaliausias modulis, mm (tiesiakrumpliams krumpliaračiams vietoje m_n , naudoti m); m_{tm} – kūginio krumpliaračio vidutinis apskritiminis modulis, mm (tiesiakrumpliams krumpliaračiams vietoje m_{tm} , naudoti m_m).



7.2 pav. Atstumas nuo krumplio pašaknų apskritimo iki pleištinio griovelio

Atstumas nuo krumplio pašaknių apskritimo iki pleištinio griovelio:

$$\text{cilindrinio krumpliaračio} - h_k = 0,5 (d_f - d_v) - t_{st}, \text{ mm};$$

$$\text{kūginio krumpliaračio} - h_k = 0,5 [d_{fe} (1 - \psi_{bR}) - d_v] - t_{st}, \text{ mm};$$

čia: d_f – cilindrinio krumpliaračio pašaknų skersmuo, mm; d_{fe} – kūginio krumpliaračio išorinis pašaknų skersmuo, mm; d_v – veleno kakliuko, ant kurio bus tvirtinamas krumpliaratis, skersmuo, mm; ψ_{bR} – kūginės perdavos pločio koeficientas; t_{st} – pleištinio griovelio gylis krumpliaračio stebulėje, parenkamas pagal veleno skersmenį iš 10.2 arba 10.3 lentelės.

Jei (7.3) arba (7.4) sąlyga tenkinama, o veleno medžiaga buvo parinkta skirtinga nei krumpliaračio, tai veleno medžiaga imama tokia pat kaip krumpliaračio ir skaičiavimai tęsiasi nuo (7.1) išraiškos.

Guolių parinkimas. Projektiniame skaičiavime rekomenduojama parinkti nominalios pločio serijos guolius (standartinių guolių lentelės pateiktos 12.2 poskyryje). Kai guolio ašinė apkrova R_a sudaro iki 35 % radialinės apkrovos R_r (t. y. $R_a \leq 0,35 R_r$), rekomenduojama naudoti rutulinius radialinius vienaeilius guolius. Priešingu atveju

rekomenduojama naudoti rutulinius radialinius-ašinius guolius. Parenkant guolius būtina, kad veleno kampinis greitis neviršytų leistinojo guolio kampinio greičio. Didelio galingumo mechanizmuose, apkrautuose smūginėmis apkrovomis, tikslinga naudoti ritininius guolius.

Šiame projektavimo etape dar nėra žinoma, kokios apkrovos veiks guolius, todėl radialinius rekomenduojama parinkti, kai

$$\Sigma F_a \leq 0,2 \sqrt{(\Sigma F_H)^2 + (\Sigma F_V)^2},$$

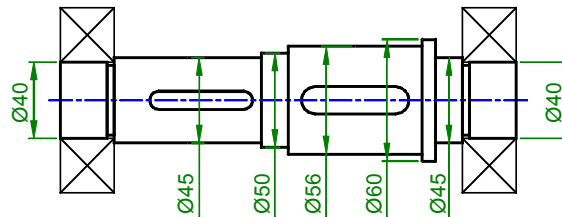
o priešingu atveju rekomenduojama parinkti radialinius-ašinius guolius. Čia: ΣF_a – veleną veikiančių išorinių ašinių jėgų vektorinė suma; ΣF_H ir ΣF_V – dviejose, viena kitai statmenose, plokštumose veleną veikiančių apskritiminių ir radialinių išorinių jėgų vektorinės sumos.



Visų velenų projektinio skaičiavimo rezultatus rekomenduojama pateikti grafiškai (žr. 7.3 pav.): nubraižomas veleno eskizas ir sudedami visų veleno kakliukų skersmenys. Veleno eskize supaprastintai pavaizduojami guoliai, o kakliukuose, ant kurių bus montuojami krumpliaraciai, skriemuliai ir pan., pavaizduojami pleištiniai grioveliai.

Parinktus guolius rekomenduojama suvesti į lentelę.

Veleno numeris	Guolio žymėjimas	Guolio gabaritiniai matmenys, mm			Keliamoji galia, kN	
		d	D	B	Dinaminė C	Statinė C ₀
...
2	7308BEP	40	90	23	46.2	30.5
...
...



7.3 pav. Antrojo veleno eskizo pavyzdys

