

5. Elektromechaninės perdavos kinematiniai ir jėginiai parametrai. Eksploatavimo laikas

5.1. Elektromechaninės perdavos perdavimo skaičius

Elektromechaninės perdavos perdavimo skaičius:

$$u = \frac{n_{ev}}{n_L}.$$

Paprastai u ir u' vertės skiriasi, todėl reikia patikslinti laisvai pasirinktos (pasirinktų) perdavos perdavimo skaičių.

Jei elektromechaninėje perdavoje yra standartinis reduktorius, tai patiksliname pasirinktosios atvirosios perdavos perdavimo skaičių.

Kai reduktorius projektuojamas, tai rekomenduojama patikslinti uždarnosios(-ųjų) perdavos(-ų) perdavimo skaičių(-ius). Reikalui esant galima patikslinti ir atvirosios perdavos perdavimo skaičių.

Patikslinus perdavos(-ų) perdavimo skaičių(-ius) būtina įsitikinti, kad perdavimo skaičiaus(-ių) vertė(-ės) neviršija didžiausios leistinosios vertės (žr. 3.1 lent.).

Vienos uždarnosios perdavos perdavimo skaičiaus patikslinimas. Pasirinktos perdavos, jungiančios i ir j velenus, perdavimo skaičius u_{ij} patikslinamas taip (u_{ij} apskaičiuojamas 0,01 tikslumu):

$$u_{ij} = \frac{u u'_{ij}}{u'};$$

čia: u'_{ij} – perdavos, jungiančios i ir j velenus, apytikslis perdavimo skaičius.

Jei patikslinamas diržinės perdavos perdavimo skaičius ir numatoma naudoti standartinius skriemulius, tai būtina įsitikinti ar patikslinta perdavimo skaičiaus vertė yra viena iš verčių, pateiktų 3.1 lentelės pastabose.

Būtina įsitikinti, kad u_{ij} vertė neviršija didžiausios leistinosios vertės (žr. 3.1 lent.). Jei viršija, tai u_{ij} vertė imama lygi didžiausiai leistinajai vertei, ir papildomai būtina patikslinti kitos perdavos perdavimo skaičių. Kai tokie patikslinimai teigiamų rezultatų neduoda, tai reikia:

- keisti standartinio reduktoriaus perdavimo skaičių;
- keisti elektros variklio sukimosi dažnį;
- keisti elektromechaninės perdavos kinematinę schemą (suderinti su dėstytoju).

Kelių uždarytųjų perdavų perdavimo skaičių patikslinimas. Atvirųjų perdavų perdavimo skaičius:

$$u_A = \prod_1^{k_A} u'_{ij(A)};$$

čia k_A – atvirų pavarų skaičius; $u'_{ij(A)}$ – atviros perdavos, jungiančios i ir j velenus, apytikslis perdavimo skaičius (arba perdavų sudarančių elementų numeriai).

Reikalingas reduktoriaus perdavimo skaičius:

$$u_R = \frac{u}{u'_A}.$$

Parinkame gretimų reduktoriaus perdavų perdavimo skaičių santykių vertės Δ_{PT} (žr. 5.1 lent.). Apatinis indeksas PT žymi gretimų perdavų pavadinimų trumpinius, pavyzdžiui, jei gretimos perdavos yra kūginė ir cilindrinė, tai vietoje PT rekomenduojama naudoti KC ir pan.

Reduktoriaus lėtaeigės perdavos perdavimo skaičius

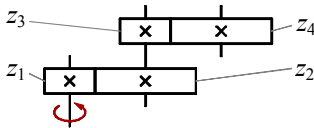
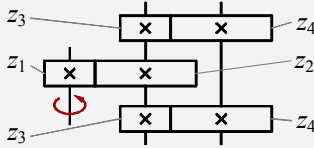
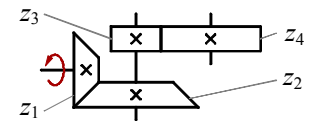
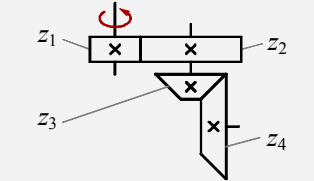
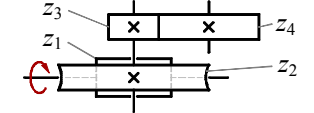
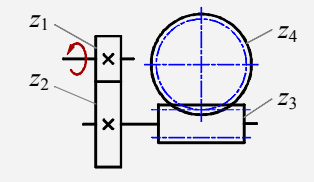
$$u_{ij(R)} = k_R \sqrt{\frac{u_R}{\prod_{m=1}^{k_R-1} (\Delta_{PT}^m)}}; \quad (5.1)$$

čia: k_R – reduktorių sudarančių perdavų skaičius; m – reduktoriaus perdavos numeris (reduktoriaus greitaeigė perdava yra pirmoji: $m = 1$, o lėtaeigė – paskutinioji: $m = k_R$); Δ_{PT} – dviejų gretimų perdavų perdavimo skaičių santykis (žr. 5.1 lent.).

Dvilaispiam reduktoriui (5.1) formulė supaprastėja:

$$u_{ij(R)} = \sqrt{\frac{u_R}{\Delta_{PT}}}.$$

5.1 lentelė. Rekomenduojami perdavimo skaičių santykiai Δ_{PT}

Gretimų perdavų kinematinė schema ir perdavimo skaičiai u_{ij}	Perdavimo skaičių santykis $\Delta_{PT} = u_{12} / u_{34}$
 <p style="text-align: center;">cilindrinė ir cilindrinė</p>	$u_{12}^* = z_2 / z_1$ $u_{34}^* = z_4 / z_3$ $\Delta_{CC} = 1,30 \dots 1,40$
 <p style="text-align: center;">cilindrinė ir sudvejinta cilindrinė</p>	$u_{12}^* = z_2 / z_1$ $u_{34}^* = z_4 / z_3$ $\Delta_{C2C} = 1,00$
 <p style="text-align: center;">kūginė ir cilindrinė</p>	$u_{12} = z_2 / z_1$ $u_{34} = z_4 / z_3$ $\Delta_{KC} = 0,80 \dots 0,90$
 <p style="text-align: center;">cilindrinė ir kūginė</p>	$u_{12} = z_2 / z_1$ $u_{34} = z_4 / z_3$ $\Delta_{CK} = 1,25 \dots 1,11$
 <p style="text-align: center;">sliekinė ir cilindrinė</p>	$u_{12} = z_2 / z_1$; čia z_1 – slieko pradžių skaičius; $u_{34} = z_4 / z_3$ Kai $u_R \leq 50$, tai $\Delta_{SC}^{**} = \frac{64}{u_R}$, o kai $u_R > 50$, tai $\Delta_{SC}^{**} = \frac{u_R}{39,7}$
 <p style="text-align: center;">cilindrinė ir sliekinė</p>	$u_{12} = z_2 / z_1$ $u_{34} = z_4 / z_3$; čia z_3 – slieko pradžių skaičius; $\Delta_{CS}^{**} = \frac{4,0 \dots 9,9}{u_R}$
Rodyklės žymi greitaeigės perdavos variantinį veleną. Viršutiniu indeksu * pažymėti perdavimo skaičiai u gali būti tiek lėtaeigės, tiek greitaeigės perdavos, o indeksu ** – perdavimo skaičių išraiškos galioja tik dviejų laipsnių reduktoriams.	

Toliau atbuline tvarka nustatomi likę reduktoriaus perdavų perdavimo skaičiai:

$$u_{(i-1)(j-1)(R)} = \Delta_{PT} u_{ij(R)}$$

čia: Δ_{PT} – gretimų perdavų perdavimo skaičių $u_{(i-1)(j-1)(R)}$ ir $u_{ij(R)}$ santykis.

Galutinius perdavimo skaičius $u_{ij(R)}$ apvalinami 0,1 tikslumu. Būtina įsitikinti, kad visos $u_{ij(R)}$ vertės neviršija didžiausios leistinosios vertės (žr. 3.1 lent.). Jei viršija, tai:

- keičiamas atvirosios perdavos perdavimo skaičius ir iš naujo tikslinami nestandartinio reduktoriaus perdavų perdavimo skaičiai;
- keičiamas reduktoriaus tipas (suderinti su dėstytoju) ir skaičiavimus tęsti nuo 3.1 poskyrio.

Elektromechaninės perdavos perdavimo skaičius. Patikslintas bendras elektromechaninės perdavos perdavimo skaičius:

$$u_P = \prod_1^k u_{ij}$$

Reikia patikrinti, ar patikslintas perdavimo skaičius neviršijo leistinosios perdavimo skaičiaus paklaidos $\Delta u_{adm} = \pm 3\%$:

$$\Delta u = \left| \frac{u - u_P}{u} \right| 100\% \leq \Delta u_{adm} \tag{5.2}$$

Jei (5.2) sąlyga netenkinama, tai koreguojami atskirų perdavų perdavimo skaičiai taip:

- prie pasirinkto u_{ij} (išskyrus standartinio reduktoriaus perdavimo santykį) pridedame ar atimame pasirinktą skaičių, pavyzdžiui, 0,1 (reikia įsitikinti, kad u_{ij} vertė neviršija didžiausios leistinosios vertės);
- perskaičiuojame u_p ;
- tikriname (5.2) sąlygą.

Kai (5.2) sąlyga vis tiek netenkinama ir elektromechaninėje perdavoje yra tik standartinis reduktorius, tai į elektromechaninę perdavą būtina įtraukti atvirąją perdavą arba dar vieną reduktorių (suderinti su dėstytoju) ir skaičiavimus tęsti nuo 3.1 poskyrio.



Pavyzdys. Nustatyti įrenginio (žr. 5.1 pav.) atskirų perdavų perdavimo skaičius, kai žinomas bendras perdavimo skaičius $u = 200$.

Pasirenkame šias atvirųjų perdavų perdavimo skaičių vertes:

$$u_{01} = 2,5 - \text{diržinė perdavą};$$

$$u_{56} = 3,0 - \text{grandininė perdavą}.$$

Atvirųjų perdavų perdavimo skaičius: $u_A = u_{01} u_{56} = 2,5 \cdot 3,0 = 7,5$.

$$\text{Reduktoriaus perdavimo skaičius: } u_R = \frac{u}{u_A} = \frac{200}{7,5} = 26,67.$$

Pagal gretimų perdavų tipus iš 1 lentelės parenkame rekomenduotinus perdavimo skaičių santykius:

$$\Delta_{KC} = \frac{u_{12}}{u_{23}} = 0,85; \quad \Delta_{CC_1} = \frac{u_{23}}{u_{34}} = 1,3; \quad \Delta_{CC_2} = \frac{u_{34}}{u_{45}} = 1,4.$$

Panaudoję (5.1) formulę galime parašyti (reduktorius yra keturių laipsnių, t.y. $k_R = 4$):

$$u_{45} = u_{KC3} = \sqrt[4]{\frac{u_R}{\Delta_{KC} \Delta_{CC_1}^2 \Delta_{CC_2}^3}} = \sqrt[4]{\frac{26,67}{0,85 \cdot 1,3^2 \cdot 1,4^3}} = 1,61, \text{ imame } u_{45} = 1,6.$$

Apskaičiuojami likę reduktoriaus perdavų perdavimo skaičiai:

$$u_{34} = \Delta_{CC_2} u_{45} = 1,4 \cdot 1,61 = 2,26, \text{ imame } u_{34} = 2,3;$$

$$u_{23} = \Delta_{CC_1} u_{34} = 1,3 \cdot 2,26 = 2,94, \text{ imame } u_{23} = 2,9;$$

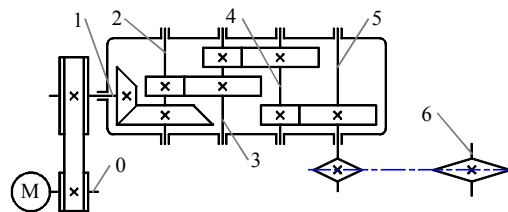
$$u_{12} = \Delta_{KC} u_{23} = 0,85 \cdot 2,94 = 2,50, \text{ imame } u_{12} = 2,5;$$

Patikslintas įrenginio perdavimo skaičius:

$$u_p = u_{01} u_{12} u_{23} u_{34} u_{45} u_{56} = 2,5 \cdot 2,5 \cdot 2,9 \cdot 2,3 \cdot 1,6 \cdot 3,0 = 200,1.$$

Patikriname, ar naujai gautas įrenginio perdavimo skaičius neviršija leistinosios perdavimo skaičiaus paklaidos:

$$\Delta u = \left| \frac{u - u_p}{u} \right| 100\% = \left| \frac{200 - 200,1}{200} \right| 100\% = 0,05\% < 3,0\%.$$



5.1 pav. Elektromechaninės perdavos kinematinė schema



5.2. Perdavos velenų sukimosi dažnių, kampinių greičių, galių ir sukimo momentų nustatymas

Nustatome kiekvieno perdavos veleno sukimosi dažnį, kampinį greitį, galingumą ir perduodamą sukimo momentą:

- elektros variklio veleno –

$$n_0 = n_{ev}, \text{ min}^{-1}; \quad \omega_0 = \frac{\pi n_0}{30}, \text{ s}^{-1}; \quad P_0 = P_{ev \text{ min}}, \text{ W}; \quad T_0 = \frac{P_0}{\omega_0}, \text{ Nm};$$

- kiekvieno kito veleno –

$$n_j = \frac{n_i}{u_{ij}}, \text{ min}^{-1}; \quad \omega_j = \frac{\omega_i}{u_{ij}}, \text{ s}^{-1}; \quad P_j = P_i \eta_{ij}, \text{ W}; \quad T_j = \frac{P_j}{\omega_j}, \text{ Nm};$$

čia i ir j – velenų numeriai; u_{ij} – elemento(-ų), jungiančio(-ų) i ir j velenus, perdavimo skaičius; η_{ij} – elemento(-ų), jungiančio(-ų) i ir j velenus, naudingumo koeficientas.



Skaičiavimo rezultatus rekomenduojama surašyti į lentelę:

Veleno Nr.	Perdavų elementų Nr.	u		n, min ⁻¹	ω, s ⁻¹	P, W	T, Nm
0
1
...
...



5.3. Eksploatavimo laikas

Elektromechaninės perdavos eksploatavimo laikas

$$t_h = 365 \cdot 24 t_m K_m K_p = 8760 t_m K_m K_p, \text{ h};$$

čia: t_m – perdavos eksploatavimo metų skaičius; K_m – perdavos naudojimo koeficientas per metus; K_p – perdavos naudojimo koeficientas per parą.

Eksploatavimo laiko t_h vertę apvalinti iki didesniojo skaičiaus 100 h tikslumu.