

12.454
4.



მ. ანთაძის, დ. ჭიჭიძის, **გ. ბაქრაძის**

გადაცემები

განმარტების შიდა და გარე
და საერთაშორისო გამოცემები

პ. ი. ლენინის სახელობის საქართველოს ენციკლოპედია
ინსტიტუტის გამომცემლობა
თბილისი - 1961

მ. ეზიკაშვილი, დ. ჰელიძე,

ი. ჯაბლიშვილი

გარეცემები

განგარიშების ტიპური მაგალითები
 და საკონტროლო ამოცანები

F2-454
 ყ.



3. ი. ლენინის სახელმწიფო საპატენტო
 პოლიტექნიკური ინსტიტუტის გამომცემლობა
 თბილისი—1961

ა ნ თ ა ც ი ა

წიგნში მოცემულია მექანიკური გადაცემებისა და რედუქტორების გაანგარიშების ტიპური მაგალითები და ყოველი თავის შემდეგ სათანადო საკონტროლო ამოცანები.

გადაცემების სახით განხილულია: ფრიქციული, კბილანური, პიანხრახნული, პლანეტარული, ღვედური და ჯაჭვური გადაცემები.

თითოეული სახის ტიპური მაგალითის ამოხსნას წინ უძღვის ძირითადი საანგარიშო ფორმულები და გაანგარიშებისათვის აუცილებლად საჭირო საცნობარო მასალა.

წიგნი განკუთვნილია უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლის დასაწრებელი და დაუსწრებელი სწავლების ფაკულტეტების სტუდენტთათვის დამხმარე სახელმძღვანელოდ მანქანათა ნაწილების კურსის შესაბამისი თავების შესასწავლად. იგი შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე ფაბრიკა-ქარხნებში, საკონსტრუქტორო ბიუროებსა და საპროექტო ორგანიზაციებში მომუშავე ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალის მიერ პრაქტიკული საკითხების გადაწყვეტის დროს.

წინასიტყვაობა

წინამდებარე სახელმძღვანელო „გადაცემები“ (გაანგარიშების ტიპური მაგალითები და საკონტროლო ამოცანები) განკუთვნილია უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლის დასრულებული და დაუსრულებელი სწავლების ფაკულტეტების სტუდენტთათვის დამხმარე სახელმძღვანელოდ „მანქანათა ნაწილების“ კურსის სათანადო ნაწილის შესასწავლად და ვფიქრობთ იგი დიდ სამსახურს გაუწევს აგრეთვე წარმოებაში მომუშავე ინჟინერ-მექანიკოსებსაც პრაქტიკულ საქმიანობაში.

„მანქანათა ნაწილები“ გამოყენებითი ტექნიკური დისციპლინაა და ამიტომ მისი საფუძვლიანი შესწავლის აქტიურ ფორმას წარმოადგენს რაც შეიძლება მეტი სხვადასხვა სახის პრაქტიკული ამოცანების ამოხსნა. ამ მიზნით წიგნში თავმოყრილია გადაცემების გაანგარიშების თითქმის ყველა სახის შემთხვევები, რომლებიც კი შესაძლოა წამოჭრილ იქნეს საწარმოო პირობებში.

გადაცემების სახით განხილულია ფრიქციული, კბილანური, ჭიანჭხლური, პლანეტარული, ღვედური და ჯაჭვური გადაცემები; განხილულია აგრეთვე კბილანური გადაცემა ნოვაციოვის მოდებით და გადაცემებში გამოყენებული პლასტმასებისაგან დამზადებული ნაწილების სიმტკიცეზე გაანგარიშების მაგალითები. ამასთანავე, მაგალითების უმეტესობა ისეთ კომპლექსურ ამოცანებს წარმოადგენს, რომლებიც საინტერესოა როგორც პედაგოგიური, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისითაც.

ყოველი თავისათვის მაგალითის განხილვამდე მოცემულია აღნიშნული გადაცემის საანგარიშო ძირითადი ფორმულები და ის საცნობარო მასალა, რომელიც აუცილებელია გადაცემების გეგმარების წარმოებისათვის. წიგნში მოყვანილი მასალის სიუხვე საშუალებას მისცემს დამგეგმარებელს შეარჩიოს მისთვის უკეთესი ვარიანტი და კრიტიკულად მიუღდეს გეგმარების წარმოებას.

ვინაიდან არსებობს გადაცემების სხვადასხვა სახის საანგარიშო ფორმულები, ამიტომ წიგნში მოცემული ძირითადი საანგარიშო ფორმულების გარდა მოყვანილია აგრეთვე ყველაზე მეტად გავრცელებული სხვა სახის გაანგარიშების მეთოდებიც სათანადო ფორმულებით და სიდიდეებით. ეს საშუალებას მისცემს ამ დარგის მომუშავეთ მოახდინონ დაგეგმარება მისთვის უფრო ხელსაყრელი მეთოდის გამოყენებით.

წიგნის შედგენის დროს ავტორები ცდილობდნენ შეძლებისდაგვარად გამოეყენებინათ გაანგარიშების თანამედროვე მეთოდები, ახალი სტანდარტები და მონაცემები. აღსანიშნავია, რომ წიგნის ბეჭდვის პერიოდში შეიცვალა ზოგიერთი სტანდარტი, რის გამოც, სამწუხაროდ, ეს სტანდარტები ტექნიკური მიზეზების გამო ავტორების მიერ ვერ იქნა გამოყენებული.

ამოცანების შედგენისა და საცნობარო მასალების შერჩევისათვის ვსაგებლობდით წიგნის ბოლოში მოყვანილი ლიტერატურით, სხვადასხვა ცნობარით, ყურნალებით და იმ მდიდარი ტექნიკური მონაცემებითა და ნაშრომებით, რომლებიც დაგროვილია საბჭოთა კავშირის ტექნიკურ ლიტერატურაში. ზოგიერთი მასალა აღნიშნული ლიტერატურიდან აღებულია პირდაპირ, მცირედგენი ცვლილებებით, რის გამოც ასეთი ადგილები შესაძლოა, ნაწილობრივ, თავისუფალ თარგმანს წარმოადგენდეს.

წიგნის მასალის დამუშავებაში მონაწილეობა მიიღო დოც. კ. იმედაშვილმა (პლანეტარული გადაცემა და კბილანური გადაცემა ნოვიკოვის მოღვაწეობით), რისთვისაც მას ავტორები მადლობას უცხადებენ.

ავტორებს თავიანთ მოვალეობად მიაჩნიათ უღრმესი მადლობა გადაუხადონ სპი-ს „მანქანათა ნაწილებისა და ამწე სატრანსპორტო მანქანების“ კათედრის მრავალრიცხოვან კოლექტივს საქმიანი შენიშვნებისათვის, რომელთა მხედველობაში მიღებით მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა წინამდებარე სახელმძღვანელოს ხარისხი, განსაკუთრებით კი მ. ხვინგიას — წიგნის რედაქტირებისათვის.

ვითვალისწინებთ რა, რომ ასეთი სახელმძღვანელოს შედგენა დაკავშირებულია დიდ სიძნელეებთან და მეთოდური საკითხების თავისებურებებთან, ცხადია, წიგნი უნაკლო არ იქნება, რის გამოც ყველა საქმიან შენიშვნასა და მითითებას ავტორები უღრმესი მადლობით მიიღებენ.

ავტორები

I თ ა ვ ი

ფრეზული გადაცემა

ფრეზული გადაცემის უმთავრესი საანგარიშო ფორმულები

ურთიერთპარალელურ ღერძებს შორის ცილინდრული საგორავებით გადაცემის დროს (ნახ. 1) გადაცემის რიცხვი გამოითვლება ფარდობით

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2 a}{D_1 a},$$

სადაც a კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საგორავების დრეკად სრიალს და აიღება $a = 1,02 \div 1,05$.

როცა ცნობილია წამყვან და მიმყოლ ლილვებზე მოქმედი მგრეხავი მომენტები M_1 და M_2 , მაშინ

$$i = \frac{M_2}{M_1 \eta};$$

η მარგი ქმედების კოეფიციენტი $\approx 0,85 \div 0,90$. საგორავების დიამეტრები აიღება $D_{\text{ფგ}} \geq (4 \div 5) d_{\text{ფგ}}$, ან $D_{\text{ფგ}} = (6 \div 10) d_{\text{ფგ}}$; შესაბამისად, მეორე საგორავის დიამეტრი გამოითვლება გადაცემის რიცხვის ფორმულიდან

$$D_1 n_1 = D_2 n_2 a.$$

საგორავებზე მოქმედი წრიული ძალა

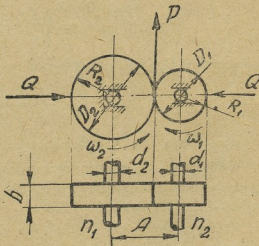
$$P = \frac{2M_1}{D_1} \quad \text{ან} \quad P = \frac{75N}{V}.$$

საგორავების ერთმანეთზე დასაჭირებლად საჭიროა ძალის სიდიდე

$$Q = c \frac{P}{f},$$

სადაც c არის მარავის კოეფიციენტი და აიღება $c = 1,25 \div 3$;

f — ხახუნის კოეფიციენტი საგორავების შეხების ზედაპირებზე და მასალის მიხედვით აიღება 1-ლი ცხრილიდან.



ნახ. 1.

საგორავების სიგანე გამოითვლება ფორმულით

$$b = \frac{Q}{[q]},$$

სადაც $[q]$ კგ/სმ არის დისაშვები კუთრი წნევა (ცხრ. 1).

ცხრილი 1

ხახუნის კოეფიციენტისა და კუთრი წნევის სიდიდე ზოგიერთი მახასიათებლის

მახასიათებელი	ხახუნის კოეფიციენტი f	კუთრი წნევა $[q]$ კგ/სმ
თუჯი თუჯზე	0,1—0,22	100—150
ფოლადი ფოლადზე, შეხეთვით	0,05	150—200
ფოლადი ფოლადზე ან თუჯზე, შეხეთვით	0,15—0,20	150—200
ფოლადი ტექსტოლიტზე ან ფიბრაზე, მშრალად	0,20—0,25	40—80
ფოლადი ან თუჯი ტყავზე, მშრალად	0,20—0,35	35—40
ფოლადი ან თუჯი რეზინზე, მშრალად	0,35—0,45	—
ზე ხეზე	0,30—0,47	10—15
ფოლადი ან თუჯი ხეზე, მშრალად	0,35—0,50	10—15

შემოწმებითი გაანგარიშებისათვის შესრულებული უნდა იქნეს პირობა

$$\frac{b}{D_{\text{მინ}}} \leq 1.$$

კუმშვის ზედაპირულ კონტაქტურ ძაბვაზე შემოწმება წარმოებს ფორმულით

$$\sigma_{\text{მაქს}} = 0,418 \sqrt{\frac{2Q}{bp \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)}} \leq [\sigma],$$

სადაც კონტაქტური ზედაპირების დაყვანილი სიშორედ

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2};$$

ფოლადისათვის ზეთში მუშაობის დროს $[\sigma]_d = (25 \div 30) H_B$ კგ/სმ²;

მშრალად მომუშავე ლითონის საგორავებისათვის $[\sigma]_d = 8000$ კგ/სმ²; თუჯის საგორავებისათვის ზეთში მუშაობისას $[\sigma]_d = 1,5 \sigma_{\text{დრ.}} \cdot \epsilon$; ტექსტოლიტისათვის — $[\sigma]_d = 500 \div 1000$ კგ/სმ².

Q ძალა შეიძლება განისაზღვროს აგრეთვე ცენტრთაშორისი მანძილის მიხედვით; რადგანაც (ნახ. 1)

$$A = \frac{D_1 + D_2}{2} = (i+1) \frac{D_1}{2} = \frac{(i+1)D_2}{2i} \text{ და } Q = \frac{cP}{f} = \frac{c75N_1}{fv} = \frac{c75N_1 \cdot 60 \cdot 100}{f\pi D_2 n_2},$$

ამიტომ

$$Q = 71620 \frac{c}{f} \frac{N_1}{n_2} \frac{i+1}{Ai} \text{ კგ.}$$

კუმშვის ზედაპირული ძაბვის მიხედვით ცენტრთაშორისი მანძილი შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\frac{E}{\phi f} \frac{N_1}{n_2} \left(\frac{112}{i[\sigma]_d} \right)^2} \text{ სმ,}$$

სადაც $E = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2}$ არის დაყვანილი დრეკადობის მოდული;

N_1 ცხ. ძ. — გადასაცემი სიმძლავრე;

$[\sigma]_3$ — კუმშვის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე კგ/სმ²;

$\phi = \frac{b}{A}$ — საგორაგების სიგანის კოეფიციენტი და უდრის $0,2 \div 0,4$.

A-ს მიხედვით გამოითვლება გადაცემის ძირითადი ზომები.

თუ ცილინდრულ საგორაგებზე

გაკეთებულია სოლისებური ღარები

(ნახ. 2), მაშინ

$$Q_1 \geq \frac{P}{2f};$$

$$Q = c \frac{P}{f} (\sin \gamma + f \cos \gamma) = \frac{cP}{f'},$$

სადაც

$$f' = \frac{f}{\sin \gamma + f \cos \gamma}.$$

ღარის სიღრმე $h = 5 \div 15$ მმ ან $h =$

$= (0,04 \div 0,06) D_1$; კუთხე $\gamma = 12^\circ - 18^\circ$;

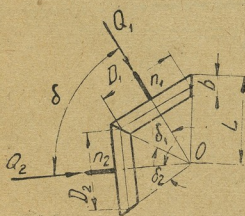
უფრო ხშირად აიღება $\gamma = 15^\circ$.

ცენტრთაშორისი მანძილის მიხედვით

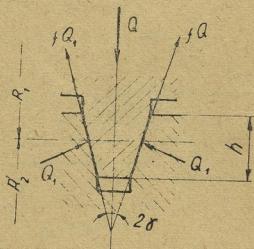
$$Q = 71620 \frac{c}{f} \frac{N_1}{n_2} \frac{i+1}{Ai} \sin \gamma \text{ კგ}$$

და ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = (i+1) \sqrt[3]{E \frac{c}{zf} \frac{N_1}{n_2} \left(\frac{140}{i[\sigma]_3} \right)^2 (i+1)} \text{ სმ,}$$



ნახ. 3.



ნახ. 2.

სადაც მიღებულია, რომ $\gamma = 15^\circ$; z ღარების რიცხვია და შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$z = \frac{Q}{2htg \gamma [q]}.$$

ჩვეულებრივად ღარების რიცხვს იღებენ $z = 1 \div 5$.

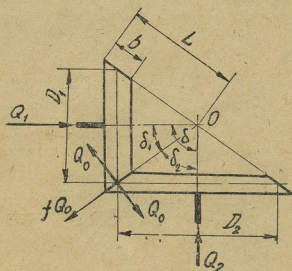
გადაამკვეთ ღერძებს შორის მოძრაობის გადასაცემად გამოიყენება კონუსური ფრიქციული თვლები (ნახ. 3). ამ შემთხვევისათვის გადაცემის რიცხვი იქნება

$$i = \frac{n_1}{n_2} = a \frac{D_2}{D_1} = a \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1}.$$

თუ δ ლერძთაშორისი კუთხე ცნობილია, δ_1 და δ_2 კუთხეები განისაზღვრება ფორმულით

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\sin \delta}{1 + \cos \delta}; \quad \operatorname{tg} \delta_2 = \frac{i \sin \delta}{1 - i \cos \delta}.$$

როცა ლერძთაშორისი კუთხე $\delta = 90^\circ$ (ნახ. 4), მაშინ



ნახ. 4.

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{i}, \quad \operatorname{tg} \delta_2 = i;$$

$$Q_1 = \frac{cP}{f} (\sin \delta_1 + f \cos \delta_1);$$

$$Q_2 = \frac{cP}{f} (\sin \delta_2 + f \cos \delta_2);$$

$$b = \frac{cP}{f[q]};$$

$$L = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1} + \frac{b}{2}; \quad b \approx 0,25L.$$

როცა ცნობილია კონუსური მანძილი L , გადაცემის რიცხვი i და კუთხე δ_1 , მაშინ

$$Q = 71620 \frac{c}{f} \frac{N_1}{n_2} \frac{\sqrt{i^2 + 1}}{(2L - b)i} \sin \delta_1 \text{ კგ.}$$

კუმშვის ზედაპირული ძაბვის მიხედვით კონუსური მანძილი შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$L = \sqrt{i^2 + 1} \sqrt[3]{E \frac{c}{\phi_L f} \frac{N_1}{n_2} \left[\frac{112}{i[\sigma]_d(1 - 0,5\phi_1)} \right]^2} \text{ სმ,}$$

სადაც

$$\phi_1 = \frac{b}{L} = 0,2 \div 0,25.$$

შუბლა (ტორსული) ფრიქციული გადაცემის დროს (ნახ. 5)

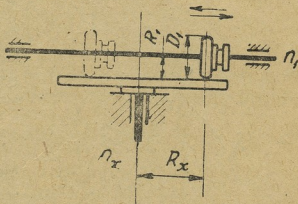
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{R_2}{R_1} \text{ აქედან } n_2 = \frac{n_1 R_1}{R_2}.$$

საგორავების ერთმანეთზე დაჭირების ძალა იქნება

$$Q = 143240 \frac{c}{f} \frac{N_1}{n_2} \frac{1}{D_1 i} \text{ კგ}$$

და თუ $\phi_L = \frac{b}{D_1} = 0,2 - 1$, მაშინ წამყვანი საგორავის დიამეტრი იქნება

$$D_1 = \sqrt[3]{E \frac{c}{\phi_L f} \frac{N_1}{n_2 i} \left(\frac{224}{[\sigma]_d} \right)^2} \text{ სმ.}$$



ნახ. 5.

ზოგიერთი მასალის დასაშვები კონტაქტური ძაბვები

მასალა	მუშაობის პირობები	[σ], კგ/სმ ²
ფოლადი ფოლადზე	ზეთში	$(25 \div 30)H_B$
თუჯი თუჯზე	„	1,5 $\sigma_{დრ}$
ფოლადი ფოლადზე	მშრალად	$(12 \div 15)H_B$
ტექსტოლიტი ფოლადზე ან თუჯზე	„	500

მ ა მ ა ლ ი თ ე ბ ი

მაგალიტი 1. განვსაზღვროთ ურთიერთპარალელურ ლილვებს შორის ფრიქციული გადაცემის ძირითადი ზომები, თუ მიმყოფმა ლილვმა, რომლის ბრუნთა რიცხვია 300 ბრ/წთ, უნდა მიიღოს $N_2=2,9$ ცხ. ძ. სიმძლავრე. წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვია $n_1=120$ ბრ/წთ და ცილინდრული საგორავები დამზადებულია თუჯისაგან (ნახ. 1).

განგარიშება. მივიღოთ, რომ გადაცემის წარგი ქმედების კოეფიციენტი $\eta=0,90$, მაშინ წამყვან ლილვს უნდა ჰქონდეს სიმძლავრე

$$N_1 = \frac{N_2}{\eta} = \frac{2,9}{0,90} \approx 3,25 \text{ ცხ. ძ.}$$

ლილვების დიამეტრები

$$d_1 = A \sqrt[4]{\frac{N_1}{n_1}} = 12 \sqrt[4]{\frac{3,25}{120}} \approx 5 \text{ სმ};$$

$$d_2 = A \sqrt[4]{\frac{N_2}{n_2}} = 12 \sqrt[4]{\frac{2,9}{300}} \approx 4 \text{ სმ}.$$

მივიღოთ, რომ უდიდესი ბორბლის დიამეტრი

$$D_1 = 10d_1 = 10 \cdot 5 = 50 \text{ სმ};$$

წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,5 \cdot 120}{60} \approx 3,14 \text{ მ/წმ},$$

რაც ნაკლებია დასაშვებ $v=7$ მ/წმ-ზე.

დავუშვათ, რომ სრიალის კოეფიციენტი $a=1,05$ და განვსაზღვროთ მიმყოფი ბორბლის დიამეტრი. გადაცემის რიცხვის ტოლობიდან მივიღებთ

$$D_2 = \frac{D_1}{a} \frac{n_1}{n_2} = \frac{50}{1,05} \frac{120}{300} \approx 19,0 \text{ სმ}.$$

წრიული ძალა

$$P = \frac{75 N_1}{v} = \frac{75 \cdot 3,25}{3,14} \approx 78 \text{ კგ}.$$

თუ ხახუნის კოეფიციენტი $f=0,1$ (ცხრ. 1) და მარაგის კოეფიციენტი $c=1,3$, მაშინ საგორავების ერთმანეთზე დაჭირების საჭირო ძალის სიდიდე

$$Q = \frac{cP}{f} = \frac{1,3 \cdot 78}{0,1} \approx 1000 \text{ კგ.}$$

თუ ავიღებთ ბორბლის სიგანის 1-სმ-ზე დასაშვები კუთრი წნევის სი-
დიდეს $[q] = 120 \text{ კგ/სმ}$ (ცხრ. 1), მაშინ ბორბლის სიგანე

$$b = \frac{Q}{[q]} = \frac{1000}{120} = 8,3 \text{ სმ,}$$

რაც ნაკლებია $D_2 = 19 \text{ სმ-ზე}$.

მაგალითი 2. წინა მაგალითში მოცემული სიდიდეების მიხედვით გამო-
ვიანგარიშოთ სოლისებრლარებიანი ფრიქციული გადაცემა იმ პირობით,
რომ საგორავეების გაბარიტები უფრო მცირე იყოს (ნახ. 6) და სრიალიც
უგულუბელყოფი.

გაანგარიშება. მივიღოთ, რომ უდიდესი საგორავეის დიამეტრი

$$D_1 = 8d_1 = 8 \cdot 5 = 40 \text{ სმ.}$$

მესაბამისად წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot 120}{60} \approx 2,52 \text{ მ/წმ.}$$

მიმყოლი ბორბლის დიამეტრი

$$D_2 = D_1 \frac{n_1}{n_2} = 40 \cdot \frac{120}{300} = 16,0 \text{ სმ.}$$

გამოთვალათ წრიული ძალა

$$P = \frac{75N_1}{v} = \frac{75 \cdot 3,25}{2,52} = 97 \text{ კგ.}$$

თუ მივიღებთ, რომ ხახუნის კოეფიცი-
ენტი $f = 0,15$ და ღარის კედლის დახრის
კუთხე $\gamma = 15^\circ$, მაშინ საგორავეების ერთმა-
ნეთზე დაჭერის საჭირო ძალის სიდიდე იქ-
ნება

$$Q = \frac{cP}{f} (\sin \gamma + f \cos \gamma) = \frac{1,3 \cdot 97}{0,15} (\sin 15^\circ + 0,15 \cdot \cos 15^\circ) \approx 340 \text{ კგ.}$$

მივიღოთ, რომ ღარის სიღრმე

$$h = 0,06 D_2 = 0,06 \cdot 160 = 9,6 \text{ მმ} \approx 10 \text{ მმ.}$$

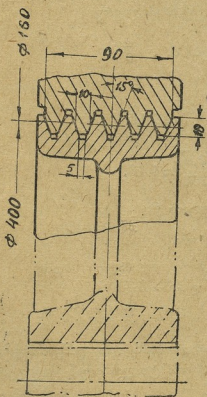
თუ დასაშვები კუთრი წნევა $[q] = 150 \text{ კგ/სმ}$,
მაშინ ღარების საჭირო რიცხვი

$$z = \frac{Q}{2h[q] \operatorname{tg} \gamma} = \frac{340}{2 \cdot 1 \cdot 150 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ} \approx 4,25.$$

ავიღოთ $z = 5$.

თუ მივიღებთ კბილის სისქეს $h_1 = 10 \text{ მმ}$, მაშინ ბორბლის სიგანე

$$B = h_1(2z - 1) = 1(2 \cdot 5 - 1) = 9 \text{ სმ.}$$



ნახ. 6.

მაბალთი 3. გავიანგარიშოთ ტრანსპორტიორის ამძრავისათვის ფრიკციული გადაცემა ცილინდრული საგორავეებით, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N_1=5$ ცხ. ძ. ბრუნთა რიცხვი $n_1=1000$ ბრ/წთ; $n_2=350$ ბრ/წთ; გადაცემა ღიაა (ნახ. 1).

გავანგარიშება. მასალებად მივიღოთ ტექსტოლიტი—ფოლადზე. შევარჩიოთ: $f=0,22$ (ცხრ. 1); $[\sigma]_j=500$ კგ/სმ² (ცხრ. 2); $c=1,5$; $\phi=\frac{b}{A}=0,3$; $E_1=9 \cdot 10^4$ კგ/სმ² (ტექსტოლიტი); $E_2=2,15 \cdot 10^6$ კგ/სმ² (ფოლადი); შესაბამისად დაყვანილი დრეკადობის მოდული

$$E = \frac{2E_1E_2}{E_1+E_2} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^4 \cdot 2,15 \cdot 10^6}{9 \cdot 10^4 + 2,15 \cdot 10^6} = 1,73 \cdot 10^5 \text{ კგ/სმ}^2.$$

გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1000}{350} = 2,85.$$

ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\frac{E \cdot c \cdot N_1}{\phi f n_2} \left(\frac{112}{i[\sigma]_j} \right)^2} =$$

$$= (2,85 + 1) \sqrt[3]{\frac{1,73 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 5}{0,3 \cdot 0,22 \cdot 350} \left(\frac{112}{2,85 \cdot 500} \right)^2} \approx 27 \text{ სმ.}$$

საგორავეების სიგანე

$$b = \phi A = 0,3 \cdot 270 \approx 80 \text{ მმ.}$$

საგორავეების დიამეტრი

$$D_1 = \frac{2A}{i+1} = \frac{2 \cdot 27}{2,85+1} = 14 \text{ სმ}; D_2 = D_1 i = 14 \cdot 2,85 \cdot 0,99 \approx 39,8 \text{ სმ.}$$

საბოლოოდ

$$A = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{140 + 398}{2} = 269 \text{ მმ.}$$

საგორავეების ერთმანეთზე დასაჰირებლად საჭიროა ძალის სიდიდე

$$Q = 71620 \frac{c \cdot N_1}{f \cdot n_2} \frac{i+1}{A i} = 71620 \frac{1,5 \cdot 5 \cdot 3,85}{0,22 \cdot 350 \cdot 26,9 \cdot 2,85} = 350 \text{ კგ.}$$

ამის შემდეგ საჭიროა შემოწმებითი გავანგარიშების ჩატარება კუთხოვნებზე.

მაბალთი 4. გავიანგარიშოთ ცილინდრული ფრიქციონის ზომები, თუ საგორავეს ტყავი აქვს შემოკრული. სიმძლავრე წამყვან ლილვზე $N_1=3$ ცხ. ძ., ბრუნთა რიცხვი $n_1=400$ ბრ/წთ; $n_2=150$ ბრ/წთ. ლილვების მასალაა ფლ. 3.

გავანგარიშება. მიმყოლ ლილვზე სიმძლავრე და მგრეხავი მომენტი

$$N_2 = N_1 \eta = 3 \cdot 0,96 = 2,88 \text{ ცხ. ძ.}$$

$$M_{236} = 71620 \frac{N_2}{n_2} = 71620 \frac{2,88}{150} = 1380 \text{ კგ სმ.}$$

მივიღოთ, რომ მიმყოლი ლილვის დიამეტრი, როცა $[\tau]_{\text{კგ}} = 200 \text{ კგ/სმ}^2$,

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_{2\text{კგ}}}{0,2[\tau]_{\text{კგ}}}} = \sqrt[3]{\frac{1380}{0,2 \cdot 200}} \approx 3,25 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ, რომ ლილვის დიამეტრი, სოგმანის ღარისაგან დასუსტების გათვალისწინებით, $d_2 = 40 \text{ მმ.}$ ავირჩიოთ მიმყოლი საგორავის დიამეტრი თანათარღობიდან $D_2 = (6-10)d_2$;

$$D_2 = 8d_2 = 8 \cdot 4 = 32 \text{ სმ; მივიღოთ } D_2 = 35 \text{ სმ.}$$

წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_2 n_2}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,35 \cdot 150}{60} = 2,8 \text{ მ/წმ,}$$

რაც ნაკლებია დასაშვებზე $v = 7 \text{ მ/წმ.}$

წამყვანი საგორავის დიამეტრი განვსაზღვროთ ტოლობიდან

$$D_1 = \frac{D_2 n_2}{n_1 \eta_{\text{საგ}}} = \frac{350 \cdot 150}{400 \cdot 0,98} = 139,23 \text{ მმ} = 140 \text{ მმ.}$$

წრიული ძალა

$$P = \frac{2M_{1\text{კგ}}}{D_1} = \frac{2 \cdot 71620 \cdot 3}{14 \cdot 400} \approx 77 \text{ კგ.}$$

ტყავისათვის მივიღოთ $f = 0,3$ და $[q] = 20 \text{ კგ/სმ}$ (ცხრ. 1), მაშინ

$$Q = \frac{P}{f} = \frac{77}{0,3} \approx 260 \text{ კგ; } b = \frac{Q}{[q]} = \frac{260}{20} = 13 \text{ სმ.}$$

ფარდობა $\frac{b}{D_{\text{საგ}}} = \frac{130}{140} < 1$, დასაშვებია.

მაგალითი 5. $N_1 = 3$ ცხ. დ. სიმძლავრის გადასაცემად საჭიროა მოეწყოს კონუსური ფრიქციული გადაცემა თუჯის საგორავებით; ამასთანავე, $n_1 = 300$ ბრ/წთ; $n_2 = 250$ ბრ/წთ. ლილვების მასალაა ფლ 3. ვიანგარიშით გადაცემის ზომები და საყრდენების რეაქციები მე-7 ნახაზზე აღნიშნული ზომების თანახმად.

ვიანგარიშება. თუ მივიღებთ, რომ მ. ქ. კ. $\eta = 0,95$, მაშინ

$$N_2 = N_1 \eta = 3 \cdot 0,95 = 2,85 \text{ ცხ. დ.}$$

მგრეხავი მომენტის სიდიდე

$$M_2 = 71620 \frac{N_2}{n_2} = 71620 \frac{2,85}{200} \approx 1010 \text{ კგ სმ.}$$

მიმყოლი ლილვის დიამეტრი ფლ. 3-ისათვის, რომლის $[\tau]_{\text{კგ}} = 200 \text{ კგ/სმ}^2$, იქნება

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_2}{0,2[\tau]_{\text{კგ}}}} = \sqrt[3]{\frac{1010}{0,2 \cdot 200}} \approx 3 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ, რომ მიმყოლი საგორავის საშუალო დიამეტრი $D_2 = (6 \div 10)d_2 = 8d_2 = 8 \cdot 3 = 24 \text{ სმ.}$

შევამოწმოთ წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_2 n_2}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,24 \cdot 200}{60} = 2,5 \text{ მ/წმ, რაც დასაშვებია } (< 7 \text{ მ/წმ}).$$

თუ სროლაზე დანაკარგებს საგორავეებში მივიღებთ 2%-ის ტოლად, წამყვანი საგორავის საშუალო დიამეტრი იქნება

$$D_1 = \frac{D_2 n_2}{n_1 \eta_{\text{საგ}}} = \frac{240 \cdot 200}{300 \cdot 0,98} = 165 \text{ მმ.}$$

წრიული ძალა

$$P = \frac{2M_1}{D_1} = \frac{2 \cdot 71620 \cdot 3}{300 \cdot 16,5} = 87 \text{ კგ.}$$

საგორავის ზედაპირის ნორმალი ძალა, თუ ხახუნის კოეფიციენტი $f = 0,1$ (ცხრ. 1),

$$Q_0 = \frac{P}{f} = \frac{87}{0,1} = 870 \text{ კგ.}$$

თუ კუთრი წნევის სიდიდე საგორავეების ზედაპირისათვის არის $[q] = 100 \text{ კგ/სმ}$ (ცხრ. 1), მაშინ საგორავის სიგანე კონუსის მსახველის მიმართულებით

$$b = \frac{Q}{[q]} = \frac{870}{100} = 8,7 \text{ სმ.}$$

გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{300}{200} = 1,5;$$

შესაბამისად, წამყვანი საგორავის კონუსის ნახევარკუთხე

$$\text{tg} \delta_1 = \frac{1}{i} = \frac{1}{1,5}; \text{ აქედან}$$

$$\delta_1 = 33^\circ 41':$$

კონუსური მანძილი ანუ დისტანცია

$$L = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1} + \frac{b}{2} = \frac{16,5}{2 \cdot \sin 33^\circ 41'} + \frac{8,7}{2} \approx 18,3 \text{ სმ.}$$

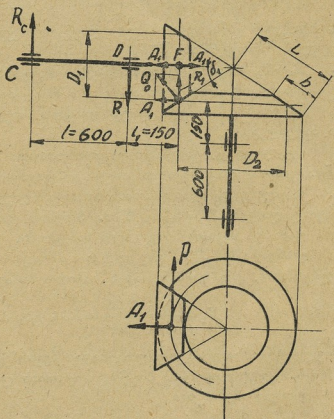
შესაბამისად, ფარდობა

$$\psi = \frac{L}{b} = \frac{18,3}{8,7} = 2,15, \text{ რაც დასაშვებ ფარგლებშია } (\psi = 2-4).$$

საყრდენის რეაქციების განსაზღვრისათვის ნორმალი ძალა დავშალოთ ღერძულ და რადიალურ მდგენელებად

$$A_1 = R_2 = Q_0 \sin \delta_1 = 870 \cdot \sin 33^\circ 41' \approx 485 \text{ კგ;}$$

$$A_2 = R_1 = Q_0 \cos \delta_1 = 870 \cdot \cos 33^\circ 41' \approx 580 \text{ კგ.}$$



ნახ. 7.

შეედგინოთ წამყვან ლილვზე მოქმედი ძალების სქემა (ნახ. 7). მოვდებთ წამყვან ლილვზე A_1 -ის ტოლს და ურთიერთ წინააღმდეგ ორ ძალას, რითაც ვღებულობთ ღერძულ A_1 ძალას და ორ მომენტს— A_1 და R_1 ძალებით. რეაქციების განსაზღვრისათვის დავწეროთ ძალების მომენტის ჯამი, ჯერ C საყრდენის მიმართ

$$M_c + A_1 \frac{D_1}{2} - R_1(l + l_1) + R_D l = 0,$$

აქედან

$$R_D = \frac{R_1(l + l_1) - A_1 \frac{D_1}{2}}{l} = \frac{580(60 + 15) - 485 \cdot \frac{16,5}{2}}{60} \approx 666,6 \text{ კგ.}$$

R_c რეაქციის განსაზღვრისათვის დავწეროთ ყველა ძალის გეგმილების ჯამი შეველ მიმართულებაზე

$$R_c - R_D + R_1 = 0; \text{ აქედან } R_c = R_D - R_1 = 666,6 - 580 = 86,6 \text{ კგ.}$$

ანალოგიურადვე განისაზღვრება რეაქციები მიმყოლი ლილვისათვის.

საყრდენზე მოქმედი დატვირთვების მიხედვით გაიანგარიშება საკისრები და საქუსლეები.

მაგალითი 6. განვსაზღვროთ ძირითადი ზომები და საგორავეების ერთმანეთზე მისაქერად საჭირო ძალა კონუსური ფრიქციული გადაცემისათვის (ნახ. 4), თუ გადაცემა მოძრაობაში მოდის ელექტროძრავიდან და სიმძლავრე მიმყოლ ლილვზე $N_2 = 5,25$ ცხ. ძ. ბრუნთა რიცხვი— $n_2 = 490$ ბრ/წთ. გადაცემა ღიაა და საკისრები გორვის ხახუნიანი.

განგარიშება. 1. ელექტროძრავის შერჩევა. მივიღოთ, რომ გადაცემის მ. ქ. კ. $\eta = 0,9$, მაშინ საჭირო სიმძლავრე წამყვან ლილვზე

$$N_1 = \frac{N_2}{\eta} = \frac{5,25}{0,9} = 5,94 \text{ ცხ. ძ.} = 4,28 \text{ კვტ.}$$

ელექტროძრავების კატალოგებიდან შევარჩევთ ელექტროძრავას АОП 51-4; $N_{\text{აგ}} = 4,5$ კვტ; $n_{\text{აგ}} = 1440$ ბრ/წთ; მოტორის ლილვის დიამეტრი $d_{\text{აგ}} = 35$ მმ. გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1440}{490} = 2,94.$$

2. მასალის შერჩევა და დასაშვები ძაბვა.

მასალად მივიღოთ ფოლადი IIIХ15 (ГОСТ 801-58). საგორავეების მასალა თერმულად დამუშავებულია $H_B = 250$ -მდე.

დასაშვები კონტაქტური ძაბვა

$$[\sigma]_3 = 2,88 \cdot 9,2 \cdot H_B = 2,88 \cdot 9,2 \cdot 250 = 7000 \text{ კგ/სმ}^2.$$

3. ძირითადი ზომების განსაზღვრა. კონუსური მანძილის განსაზღვრისათვის მივიღოთ, რომ

$$c = 1,5; E_{\text{ფაყ}} = 2,15 \cdot 10^6 \text{ კგ/სმ}^2; f = 0,2; \phi_3 = 0,2;$$

$$L = \sqrt{i^2 + 1} \sqrt[3]{\frac{112}{[\sigma]_3(1 - 0,5\phi_3)}}^2 \frac{N_1 c E_{\text{ფაყ}}}{n_2 f \phi_3} =$$

$$= \sqrt{2,94^2 + 1} \sqrt[3]{\left[\frac{112}{7000 \cdot 2,94(1 - 0,5 \cdot 0,2)} \right]^2 \frac{5,94 \cdot 1,5 \cdot 2,15 \cdot 10^6}{490 \cdot 0,2 \cdot 0,2}} \approx 10,8 \text{ სმ.}$$

$$b = \phi_3 L = 0,2 \cdot 108 = 22 \text{ მმ}; \quad \operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{i} = \frac{1}{2,94}; \quad \delta_1 = 18^\circ 48';$$

$$D_1 = 2L \sin \delta_1 = 2 \cdot 108 \cdot \sin 18^\circ 48' = 70 \text{ მმ}; \quad D_2 = i D_1 = 2,94 \cdot 70 = 206 \text{ მმ};$$

$$D_{1\text{საშ}} = D_1 - b \sin \delta_1 = 70 - 22 \cdot \sin 18^\circ 48' = 62,9 \text{ მმ};$$

$$Q = \frac{cP}{f} = \frac{c \cdot 71620 \cdot N_1 \cdot 2}{n_1 D_{1\text{საშ}} f} = \frac{1,5 \cdot 71620 \cdot 5,94 \cdot 2}{1440 \cdot 6,29 \cdot 0,2} \approx 700 \text{ კგ.}$$

მაბალღითი 7. გავიანგარიშოთ ძირითადი ზომები კონუსური ლვედურ-ხუნდებიანი ფრიქციული ვარიატორისა და ჩავეტაროთ საგორავების მუშა ზედაპირების შემოწმებითი გაანგარიშება, თუ ცნობილია, რომ:

ვარიატორი მოთავსებულია ლვედურ გადაცემასა და რელუქტორს შორის; ძრავის სიმძლავრე $N_{\text{ძრ}} = 4,5$ კვტ; $n_{\text{ძრ}} = 2870$ ბრ/წთ. ვარიატორის მიმყოფი III ლილვის ბრუნთა რიცხვი იცვლება ზღვრებში

$$n_{\text{III მაქს}} = 2160 \text{ ბრ/წთ};$$

$$n_{\text{III მინ}} = 980 \text{ ბრ/წთ.}$$

ლვედური გადაცემისათვის გადაცემის რიცხვი $i_{\text{ღვ}} = 2$; მარგი ქმედების კოეფიციენტი $\eta_{\text{ღვ}} = 0,96$.

განგარიშება. 1) ვიანგარიშოთ სიმძლავრეები ლილვებზე.

მივიღოთ ვარიატორის მ. ქ. კ. $\eta_{\text{ვაგ}} = 0,96$;

$$N_I = N_{\text{ძრ}} = 4,5 \text{ კვტ} = 6,2 \text{ ცხ. დ};$$

$$N_{II} = N_I \eta_{\text{ღვ}} = 6,2 \cdot 0,96 = 5,95 \text{ ცხ. დ};$$

$$N_{III} = N_I \eta_{\text{ვაგ}} = 5,95 \cdot 0,96 = 5,70 \text{ ცხ. დ.}$$

ვიანგარიშოთ ბრუნთა რიცხვები:

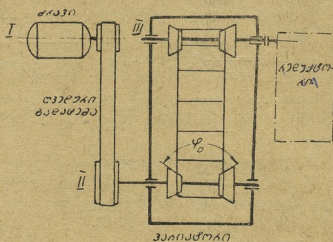
$$n_I = n_{\text{ძრ}} = 2870 \text{ ბრ/წთ}; \quad n_{II} = \frac{n_I}{i_{\text{ღვ}}} = \frac{2870}{2} = 1435 \text{ ბრ/წთ};$$

$$n_{III \text{ მაქს}} = 2161 \text{ ბრ/წთ}; \quad n_{III \text{ მინ}} = 980 \text{ ბრ/წთ.}$$

2) ვარიატორის რეგულირების დიაპაზონი

$$D = \frac{n_{III \text{ მაქს}}}{n_{III \text{ მინ}}} = \frac{2160}{980} = 2,2;$$

3) გადაცემის რიცხვი იქნება



ნახ. 8.

$$i_{\text{მაქს}} = \frac{1}{i_{\text{მინ}}} = \sqrt{D} = \sqrt{2,2} \approx 1,50; \quad i_{\text{მინ}} = \frac{1}{1,50} = 0,67.$$

4) ვიანგარიშით მგრძნავი მომენტები ლილვებზე

$$M_I = M_{d6} = 71620 \frac{N_I}{n_{d6}} = 71620 \frac{6,20}{2870} = 153 \text{ კგ სმ};$$

$$M_{II} = M_{i_{\text{ლვ}} \eta_{\text{ლვ}}} = 153 \cdot 2 \cdot 0,96 = 290 \text{ კგ სმ};$$

$$M_{III \text{ მაქს}} = M_{II i_{\text{მაქს}} \eta_{\text{ვარ}}} = 290 \cdot 1,5 \cdot 0,96 = 440 \text{ კგ სმ};$$

$$M_{III \text{ მინ}} = M_{II i_{\text{მინ}} \eta_{\text{ვარ}}} = 290 \cdot 0,67 \cdot 0,96 = 188 \text{ კგ სმ}.$$

5) გამოვთვალოთ III ლილვის დიამეტრი, როდესაც მასზე მოქმედებს მაქსიმალური მომენტი $M_{III \text{ მაქს}} = 440 \text{ კგსმ}$.

ლილვის მასალად ავიღოთ ფლ 4; დასაშვები ძაბვა გრძელზე $[\tau]_{\text{კგ}} = 200 \text{ კგ/სმ}^2$.

$$d_{III} = \sqrt[3]{\frac{M_{III \text{ მაქს}}}{0,2[\tau]_{\text{კგ}}}} = \sqrt[3]{\frac{440}{0,2 \cdot 200}} = 2,25 \text{ სმ} \approx 2,3 \text{ სმ}.$$

სასოგმანე ღარიტ შესუსტების მხედველობაში მისაღებად გავადილოთ დიამეტრი 8%-ით და შემდეგ შევუფაროთ OCT 1654-ს. საბოლოოდ გვექნება $d_{III} = 30 \text{ მმ}$.

II. ლილვი კონსტრუქციული მოსაზრებით ავიღოთ აგრეთვე $d_{III} = 30 \text{ მმ}$.

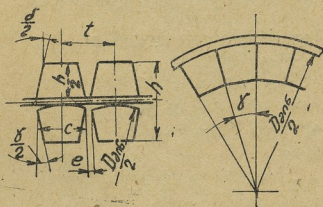
6) ლილვის დიამეტრის მიხედვით ვირჩევთ კონუსური საგორავების ზომებს ხუნდებთან შეხების წერტილებში

$$D_{\text{მინ}} = (2,5 \div 4)d = 3 \cdot 30 = 90 \text{ მმ}.$$

ავიღოთ $D_{\text{მინ}} = 100 \text{ მმ}$.

$$D_{\text{მაქს}} = D_{\text{მინ}} \sqrt{D} = D_{\text{მინ}}; \quad i_{\text{მაქს}} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ მმ}.$$

7) ხუნდის ზომები შევარჩიოთ მე-3 ცხრილიდან. ხუნდის ზომები ნაჩვენებია მე-9 ნახაზზე.



ნახ. 9.

ცხრილი 3

ხის ხუნდების ზომები

$D_{\text{მინ}}$ მმ	γ°	ρ მმ	კანკი-კი
60	28	15	M4
80	24	17	M4
100	24	21	M5
120	24	25	M5
140	24	35	M5
160	24	36	M6
180	24	38	M6
200	24	42	M6

ხუნდის სიგანე $c = 21 \text{ მმ}$;

$\gamma = 24^\circ$; კანკიკის დიამეტ-

რია M5. მანძილი ხუნდებს შორის აიღება $e = 2 \div 5 \text{ მმ}$; მივიღოთ $e = 3 \text{ მმ}$; მაშინ ბიჯი $t = c + e = 21 + 3 = 24 \text{ მმ}$ (ნახ. 10).

მივიღოთ $\varphi_0 = 36^\circ$ (იღება $\varphi_0 = 20^\circ \div 60^\circ$).

8) განვსაზღვროთ ხუნდზე მოქმედი დატვირთვები. ამისათვის მივიღოთ,

რომ ხახუნის კოეფიციენტი ხისა თუჯზე $f=0,3$, მაშინ დაყვანილი ხახუნის კოეფიციენტი

$$f' = \frac{f}{\sin \frac{\varphi_0}{2}} = \frac{0,3}{\sin \frac{36^\circ}{2}} = 0,97.$$

საანგარიშო წრიული

ძალა

$$P = \frac{2M_{III \text{ მაქს}}}{D_{\text{მაქს}}} = \frac{2 \cdot 440}{150} = 58,5 \text{ კგ} \approx \frac{2M_{II}}{D_{\text{მინ}}} = \frac{2 \cdot 290}{10}.$$

ცენტრებს შორის მანძილად მივიღოთ

$$A \approx D_{\text{მინ}}(\sqrt{D} + 1) = 100(\sqrt{2,2} + 1) \approx 250 \text{ მმ.}$$

ღვედის სიგრძე

$$L = 2A + \pi D_{\text{საშ}} = 2 \cdot 250 + 3,14 \cdot 125 = 892,5 \text{ მმ,}$$

სადაც

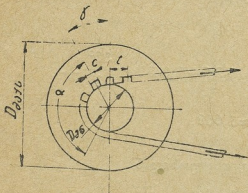
$$D_{\text{საშ}} = \frac{D_{\text{მაქს}} + D_{\text{მინ}}}{2} = \frac{150 + 100}{2} = 125 \text{ მმ.}$$

ხუნდების საერთო რიცხვი

$$z_0 = \frac{L}{t} = \frac{892,5}{20} = 44,625.$$

მივიღოთ, რომ $z_0 = 45$; რადგან აღებული სიდიდე ძალიან ახლოა გაანგარიშებულ $z_0 = 44,625$ -თან, ამიტომ A მანძილის გადაანგარიშებას აღარ ვახდენთ.

შემოხვევის უმცირესი კუთხე (ნახ. 11)



ნახ. 11.

$$\alpha_{\text{მინ}} = 180^\circ - \frac{D_{\text{მაქს}} - D_{\text{მინ}}}{A} 60^\circ = 180^\circ - \frac{150 - 100}{250} 60^\circ = 168^\circ.$$

ხუნდების რიცხვი მინიმალური შემოხვევის კუთხეზე [8,9]

$$z = \frac{\pi D_{\text{მინ}} \frac{\alpha_{\text{მინ}}}{360^\circ}}{t} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 168}{360} \approx 7,4.$$

20

შემდგომი გაანგარიშებისათვის მივიღოთ $z = 8$. ღვედის წამყვანი შტოს დაკიმულობა



$$S_1 = \frac{Pm^s}{m^s - 1} = \frac{58,5 \cdot 1,47^s}{1,47^s - 1} \approx 61,5 \text{ კგ},$$

სადაც კოეფიციენტი

$$m = \frac{1 + f' \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}}{1 - f' \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}} = \frac{1 + 0,97 \operatorname{tg} \frac{24^\circ}{2}}{1 - 0,97 \operatorname{tg} \frac{24^\circ}{2}} = 1,47.$$

უდიდესი წრიული ძალა, რომელსაც გადასცემს წამყვანი შტოს პირველი ხუნდი

$$P_s = \frac{2f' \sin \frac{\gamma}{2}}{1 + f' \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}} S_1 = \frac{2 \cdot 0,97 \cdot \sin \frac{24^\circ}{2}}{1 + 0,97 \cdot \operatorname{tg} \frac{24^\circ}{2}} \cdot 61,5 \approx 20 \text{ კგ}.$$

ნორმალი წნევა ხუნდის გვერდით წახნაგებზე

$$N_s = \frac{P_s}{2f} = \frac{20}{2 \cdot 0,3} = 33,3 \text{ კგ}.$$

ხუნდის სიმაღლე (ნახ. 10)

$$h = \frac{N_s \cos \frac{\varphi_0}{2}}{[q]} = \frac{33,3 \cdot \cos \frac{36^\circ}{2}}{10} \approx 3,14 \text{ სმ},$$

სადაც ხუნდებისათვის, რომელიც ტყავითაა შემოკრული, კუთრი წნევა

$[q] = 20 \div 30$ კგ/სმ, ხოლო ხის ხუნდებისათვის $[q] = 5 \div 10$ კგ/სმ და მიღებულია $[q] = 10$ კგ/სმ. მივიღოთ, რომ $h = 30$ მმ. ფარდობა

$$\xi = \frac{D_{\text{მინ}}}{h} = \frac{100}{30} = 3,33$$

და ფარდობა (ნახ. 10)

$$v = \frac{a}{h + \delta}$$

გამოითვლება ფორმულით

$$v = (\sqrt{D} - 1) \xi \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} + (2 \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} + 0,5) = (\sqrt{2,2} - 1) 3,33 \operatorname{tg} \frac{36^\circ}{2} + (2 \operatorname{tg} \frac{36^\circ}{2} + 0,5) \approx 1,668.$$

გარეზინებული ღვედის სისქე მივიღოთ ფარდობიდან

$$\delta = \frac{D_{\text{მინ}}}{16} \div \frac{D_{\text{მინ}}}{40} = \frac{100}{30} \approx 3,33 \text{ მმ}.$$

ГОСТ 101-54-დან ავიღოთ $\delta = 3,75$ მმ, მაშინ

$$a = v(h + \delta) = 1,668(30 + 3,75) \approx 58 \text{ მმ}.$$

მივიღოთ, რომ კონსტრუქციულად $a=70$ მმ, მაშინ ხუნდის ზემო ნახევრის უმცირესი ფუძე იქნება (ნახ. 10)

$$a_0 = a - 2 \frac{h}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} = 70 - 2 \frac{30}{2} \operatorname{tg} \frac{36^\circ}{2} \approx 60 \text{ მმ.}$$

9) ხუნდების შემოწმება სიმტკიცეზე.

კუმშვაზე გამოწმებით ფორმულით

$$\sigma_s = \frac{N_s \cos \frac{\varphi_0}{2}}{c_{\text{საშ}} h} = \frac{33,3 \cdot \cos \frac{36^\circ}{2}}{1,38 \cdot 3} \approx 6,7 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც

$$c_{\text{საშ}} = c - \frac{h}{2} \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = 17 - 15 \operatorname{tg} \frac{24^\circ}{2} = 13,8 \text{ მმ};$$

ხუნდების ზემო ნახევარს ღუნვაზე გამოწმებით ფორმულით

$$\sigma_{\text{ღ}} = \frac{N_s a_{\text{საშ}} \sin \frac{\varphi_0}{2}}{4 \frac{c_{\text{საშ}}}{6} \left(\frac{h}{2} \right)^2} = \frac{33,3 \cdot 6,5 \cdot \sin \frac{36^\circ}{2}}{4 \cdot \frac{1,38}{6} \left(\frac{3}{2} \right)^2} \approx 32 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც

$$a_{\text{საშ}} = \frac{a + a_0}{2} = \frac{70 + 60}{2} = 65 \text{ მმ.}$$

მთლიანი ძაბვა

$$\sigma = \sigma_s + \sigma_{\text{ღ}} = 6,7 + 32 = 38,7 \text{ კგ/სმ}^2,$$

რაც ხის ხუნდებისათვის დასაშვებია ($[\sigma] \leq 150 \text{ კგ/სმ}^2$).

10) ხუნდების შემაერთებელი ჰანჭიკების შემოწმება სიმტკიცეზე.

მოჭერის ძალა, თუ ხახუნის კოეფიციენტი ხესა და გარეზინებულ ღვედს შორის $f=0,35$, იქნება

$$V = \frac{P_s}{f \cdot n} = \frac{20}{0,35 \cdot 2 \cdot 2} = 14,3 \text{ კგ.}$$

სადაც i მოხახუნე ზედაპირების რიცხვია და n —ჰანჭიკების რიცხვი. შესაბამისად, ძაბვა ჰანჭიკებში

$$\sigma = \frac{1,3 \cdot V}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{1,3 \cdot 14,3}{\frac{3,14 \cdot 0,3961^2}{4}} \approx 152 \text{ კგ/სმ}^2,$$

რაც დასაშვებია ფლ. 3-ის ჰანჭიკებისათვის.

11) ღვედის განიკვეთის გაანგარიშება.

ГОСТ 101-54-ის მიხედვით $a_0=60$ მმ-ის შესაბამისად მივიღოთ გარეზინებული ღვედი, სიგანით $b=60$ მმ, სამი ფენით და სისქით $\delta=3,75$ მმ. ტოლქმედი ძაბვა ასეთი ღვედისათვის

$$\sigma = \frac{S_1}{b_{\text{შეშ}} \delta} + \frac{\rho v^2}{b_{\text{შეშ}} \delta g} + E_{\text{ღ}} \frac{\delta}{D_{\text{შეშ}}},$$

სადაც ღვედის მუშა სიგანე

$$b_{\text{მუშ}} = b - 2d_3 = 60 - 2 \cdot 5 = 50 \text{ მმ.}$$

ხუნდების წონა

$$G_1 = C_{\text{საზ}} \frac{h}{2} a_{\text{საზ}} \gamma.$$

თხმელის მოცულობითი წონა $\gamma = 0,6 \text{ გ/სმ}^3$.

ხუნდის ზემო ნახევრის წონა

$$G'_1 = 1,38 \cdot \frac{3}{2} \cdot 6,5 \cdot 0,6 = 8,05 \text{ გ.}$$

ხუნდის ქვემო ნახევრისათვის

$$a''_{\text{საზ}} = \frac{a_0 + \left(a_0 - \frac{h}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} \right)}{2} = \frac{60 + \left(60 - 15 \operatorname{tg} \frac{36^\circ}{2} \right)}{2} = 57,5 \text{ მმ,}$$

$$G''_1 = 1,38 \cdot \frac{3}{2} \cdot 5,75 \cdot 0,6 = 7,16 \text{ გ.}$$

სუფთა ქანჭიკის წონა $M5 \times 40 = 7,491 \text{ გ.}$

სუფთა ქანჩის წონა $M5 = 1,52 \text{ გ.}$

ზემო საფენის წონა $0,1 \cdot 1,0 \cdot 6,0 \cdot 7,8 = 4,68 \text{ გ.}$

ქვემო საფენის წონა $0,1 \cdot 1,0 \cdot 4,0 \cdot 7,8 = 3,12 \text{ გ.}$

ღვედის წონა (ხუნდების ერთი ბიჯის სიგრძეზე)

$$G_2 = b \cdot z \cdot \gamma_{\text{ღვ}} = 6,0 \cdot 0,375 \cdot 2 \cdot 1,4 = 6,28 \text{ გ,}$$

სადაც მიღებულია, რომ მოცულობითი წონა გარეზინებული ღვედისათვის

$$\gamma_{\text{ღვ}} = 1,4 \text{ გ/სმ}^3.$$

ხუნდის მთლიანი წონა

$$G = 8,05 + 7,16 + 2 \cdot 7,491 + 2 \cdot 1,52 + 4,68 + 3,12 + 6,28 = 46,312 \text{ გ.}$$

ხუნდების რიცხვი ღვედის 1 გრძ. მეტრზე

$$z'_0 = \frac{1000}{t} = \frac{1000}{20} = 50$$

და

$$p = G z'_0 = 46,312 \cdot 50 = 2315,60 \text{ გ} = 2,3156 \text{ კგ.}$$

ღვედის უდიდესი სიჩქარე

$$v_{\text{მაქს}} = \frac{\pi D_{\text{მაქს}} n_{\text{II}}}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 1435}{60 \cdot 1000} \approx 11,2 \text{ მ/წმ.}$$

თუ მივიღებთ, რომ $E_{\text{ღვ}} = 850 \text{ კგ/სმ}^2$, მაშინ ჩასმით მივიღებთ

$$\sigma = \frac{61,5}{5,0 \cdot 0,375} + \frac{2,3156 \cdot 11,2^2}{5,0 \cdot 0,375 \cdot 9,81} + 850 \frac{0,375}{10,0} = 80,8 \text{ კგ/სმ}^2.$$

სიმტკიცის მარაგი იქნება

$$n = \frac{\sigma_{\text{დრ}}}{\sigma} = \frac{440}{80,8} \approx 5, \text{ რაც მისაღებია.}$$

ვარიატორის პირველი ესკიზური შეთანწყობა (ნახ. 12)

უდიდესი დიამეტრი

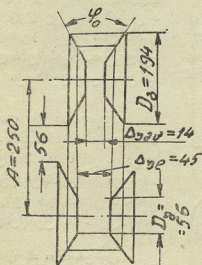
$$D_8 = D_{\text{აკს}} + h + \delta + 10 = 150 + 30 + 3,75 + 10 = 193,75 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ $D_8 = 194 \text{ მმ.}$

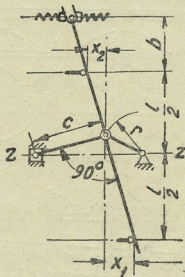
უმცირესი დიამეტრი

$$D_3 = D_{\text{ინ}} - (h + \delta + 10) = 100 - (30 + 3,75 + 10) = 56,25 \text{ მმ. მივიღოთ } D_3 = 56 \text{ მმ.}$$

ამ განგარიშების დროს მიღებული იყო რადიალური ღრეჩო 5 მმ.



ნახ. 12.



ნახ. 13.

უდიდესი და უმცირესი მანძილი კონუსებს შორის

$$\Delta_{\text{უბ}} = 0,5(h + \delta) - 10 \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} = 0,5(30 + 3,75) + 10 \operatorname{tg} \frac{36^\circ}{2} = 13,65 \text{ მმ} \approx 14 \text{ მმ};$$

$$\Delta_{\text{ვლ}} = a - 2(h + \delta + 5) \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} = 70 - 2(30 + 3,75 + 5) \operatorname{tg} \frac{36^\circ}{2} = 45 \text{ მმ.}$$

შეთანწყობი ნახაზის შედგენის დროს შემოწმდება კონუსებს შორის სარეგულირო მოწყობილობის ლილვის მოთავსების შესაძლებლობა (ნახ. 12-ზე ზომა 56 მმ).

რეგულირების მექანიზმი მივიღოთ მრუდმხარა-ბარბაცია (ნახ. 13). c და r ზომების განსაზღვრისათვის ვიპოვოთ სიდიდე

$$k = \frac{D_{\text{აკს}} - D_{\text{ინ}}}{2A} \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2} = \frac{150 - 100}{2 \cdot 250} \operatorname{tg} \frac{36^\circ}{2} = 0,0325.$$

მივიღოთ, რომ $\frac{c}{r} = 3$, მაშინ

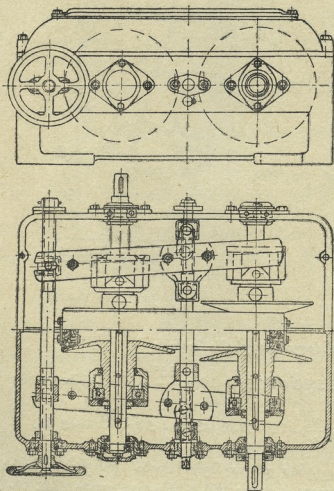
$$r = \frac{1}{2\pi} \frac{k^2}{1 - \sqrt{1 - \left(\frac{c}{r}\right)^2} \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{2}} \cdot \frac{A}{250} =$$

$$= \frac{1}{2.3,14} \frac{0,0325^2}{1 - \sqrt{1 - 3^2 \cdot 0,0325^2}} \cdot \frac{250}{\operatorname{tg} \frac{36^\circ}{2}} = 13 \text{ მმ.}$$

შესაბამისად

$$c = 3r = 3 \cdot 13 = 36 \text{ მმ.}$$

ვარიატორის დაგეგმარება. ზემოთ მიღებული ზომების მიხედვით ხდება ვარიატორის დაგეგმარება მე-14 ნახაზის შესაბამისად. ვარი-



ნახ. 14.

ტორის სხვა კვანძებისა და დეტალების სიმტკიცეზე გა-

ანგარიშების შემდეგ გაიანგარიშება და შემოწმდება ლილვები, საკისრები და სოგმანები ჩვეულებრივი მეთოდით.

3. გაიანგარიშეთ ხრახნული წნეხის კონსტრუქციული მოსაზრებით და შემდეგ შემოწმდება სიმტკიცეზე.

დგარისა და დამხმარე ნაწილების (ხრახნის, სახელურის და სხვა) ზომები შეირჩევა კონსტრუქციული მოსაზრებით და შემდეგ შემოწმდება სიმტკიცეზე.

საკონტროლო ამოცანები

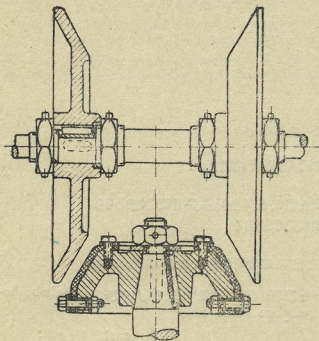
1. გაიანგარიშეთ ცილინდრულსაგორავებიანი ფრიქციული გადაცემა, თუ: სიმძლავრე წამყვან ლილვზე $N_1 = 8$ კვტ; ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 1450$ ბრ/წთ; გადაცემის რიცხვი $i = 2$; საგორავების მასალა ფოლადი III X 15, საგორავების სიგანე განსაზღვრეთ კუმშვის ზედაპირული წნევის ფორმულით.

2. გაიანგარიშეთ 1 მაგალითში აღნიშნული მონაცემების მიხედვით ცილინდრულსაგორავებიანი ფრიქციული გადაცემა, თუ

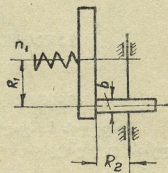
ერთ-ერთი საგორავი დამზადებულია ტექსტოლიტისაგან და მეორე ფოლად 45-საგან.

3. გაიანგარიშეთ ხრახნული წნეხის კონსტრუქციული მოსაზრებით და შემდეგ შემოწმდება სიმტკიცეზე.

4. გაიანგარიშეთ შუბლა ვარიატორის მიმყოლი საგორავის R_2 და b ზომები, თუ იგი გადასცემს სიმძლავრეს $N_1=1$ კვტ; ბრუნთა რიცხვი წუთში $n_1=1500$; მაქსიმალური გადაცე-



ნახ. 15.



ნახ. 16.

მის რიცხვი $i_{\text{გკს}} = \frac{n_1}{n_2} = 5$; როცა $i=1$, მაშინ ბადროს მუშა რადიუსი $R_1=121$ მმ (ნახ. 16); წამყვანი ბადრო დაზნადებულია ფლ. 3-საგან; მიმყოლი საგორავი კი ტექსტოლი-ტისაგან.

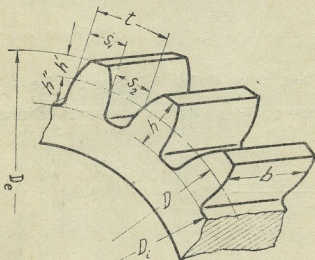
II ტ ა 3 0

კბილანური გადასემა

გადასემა ცილინდრული წორკბილანებიანი კბილანებით

ძირითადი საანგარიშო ფორმულები და ზონაცემები

მოდულის საშუალებით გამოსახული ცილინდრული კბილა თვლების კბილების ელემენტების ნორმალური ზომებია (ნახ. 17):



ნახ. 17.

$$D = m\alpha; \quad t = m\pi;$$

$$h = (2,2 \div 2,35)m;$$

$$h' = m; \quad h'' = (1,2 \div 1,35)m;$$

$$S_1 = 1,53m; \quad S_2 = 1,61m.$$

დამუშავებული კბილა
თვლებისათვის

$$S_1 = S_2 = 0,5t = 0,5m\pi;$$

$$b = (6 \div 120)m; \quad D_e = D + 2h';$$

$$D_i = D - 2h''.$$

$$\text{მოდული } m = \frac{t}{\pi}; \quad \text{გა-}$$

მოთვლის შედეგად მიღებული მოდული უნდა შეესაბამდეს სტანდარტს OCT 1597 (ცხრ. 4).

ცხრილი 4

კბილანების მოდული (მმ) OCT 1597-ის მიხედვით

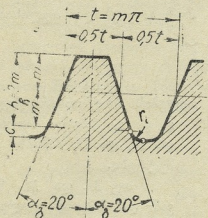
0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; (2,75); 3; (3,75); 4; (4,25); 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 33; 36; 39; 42; 45; 50.

შენიშვნა: 1. მოდულების მოცემული რიგი გრძელდება კბილა თვლების ყველა სახეზე, როგორცაა: ცილინდრული, კონუსური, ჰეა და ირიბკბილანებიანი (უკანასკნელისათვის აიღება ნორმალური მოდული); 2. ფრჩხილებში ჩასმული მოდულების გამოყენებას გარიდებია.

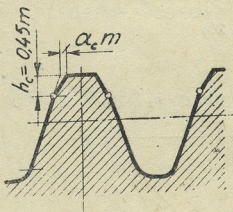
კბილების პროფილი ევოლვენტური ან ციკლოიდურია. ამჟამად ГОСТ 3058-54-ის მიხედვით სტანდარტიზებულია ევოლვენტური პროფილი.

ГОСТ 3058-54-ის მიხედვით კბილა თვლების გამოსავალ პროფილად მიღებულია კბილ-ბიანი ლარტყა (ნახ. 18), რომელიც კბილა თვალთან შემოჭოვრების შედეგად განსაზღვრავს მოსაკრეპელი კბილა თვლის ფორმასა და ნომინალურ ზომებს.

სტანდარტით გათვალისწინებულია: პროფილის კუთხე $\alpha_g = 20^\circ$; ჩასვლის სიღრმე $h_g = 2m$ და ამ სიღრმეში მისი პროფილი სწორხაზოვანია; რადიალური ღრეჩო ცილინდრული კბილა-ნებისათვის $r = 0,25m$, კონუსურისათვის $r = 0,20m$, ცილინდრული კბილა თვლებისათვის სატრეხლატი და შეფერით დამუშავებისას დასაშვებია $r = 0,35m$.



ნახ. 18.



ნახ. 19.

მომრგვალების რადიუსი გამოსავალი კონტურის კბილის ფესვთან ცილინდრული კბილა-ნებისათვის $r_g = 0,40$, კონუსურისათვის $r_g = 0,20m$.

გარე მოდების ცილინდრული კბილანებისათვის, თუ წრიული სიჩქარე მეტია მე-5 ცხრილში აღნიშნულზე, გამოყენებული უნდა იქნეს გამოსავალი კონტური, რომელსაც წვე-როში პროფილი ჩამოჭრილი აქვს (ნახ. 19). ჩამოჭრის სიღრმის კრე-ფიციენტი სიხუსტის ხარისხისა და მოდულის მიხედვით აიღება: მე-6 სიხუსტის ხარისხისათვის $a_c = 0,01 \div 0,005$; მე-7 სიხუსტის ხარისხისათვის $a_c = 0,015 \div 0,006$; მე-8 სიხუსტის ხარისხისათვის $a_c = 0,02 \div 0,008$.

ცხრილი 5

კბილა თვალი	კბილა თვლის სიხუსტის ხარისხი		
	6	7	8
წრიული სიჩქარე მ/წმ			
სწორკბილა	10	6	4
ირიბკბილა	16	10	6

ეგოლვენტური პროფილის

გადახურვის კოეფიციენტი (ნახ. 20).

$$\varepsilon = \frac{ab}{t \cos \alpha} = \frac{V(R_1')^2 - \rho_1'^2 + V(R_2')^2 - \rho_2'^2 - A \sin \alpha}{m \pi \cos \alpha}$$

თუ $\frac{h'}{m} = f_0$, მაშინ

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{\left(\frac{z_1}{2} + f_0\right)^2 - \left(\frac{z_1}{2} \cos \alpha\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{z_2}{2} + f_0\right)^2 - \left(\frac{z_2}{2} \cos \alpha\right)^2} - \frac{z_1 + z_2}{2} \sin \alpha}{\pi \cos \alpha}$$

კერძო შემთხვევაში, როცა $\alpha = 20^\circ$ და $f_0 = 1$, მაშინ

$$\varepsilon = \frac{1}{5,9} [V(z_1 + 2)^2 - 0,88z_1^2 + V(z_2 + 2)^2 - 0,88z_2^2 - 0,34(z_1 + z_2)].$$

დაახლოებით კი

$$\varepsilon = 1,913 - \frac{2,562(5+i)}{z_1 + z_2}$$

როცა $\alpha = 20^\circ$ და $f_0 = 1$, მაშინ

$$\varepsilon = 1,53 - \frac{1,645(5+i)}{z_1 + z_2} \quad \text{ან} \quad \varepsilon = 1,878 - 3,18 \left(\frac{1}{z_{\text{კბ}}} + \frac{1}{z_{\text{გბ.ო.}}} \right).$$

გადაცემის რიცხვი ორი ერთად მომუშავე კბილა თვისათვის (ნახ. 20)

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{z_2}{z_1},$$

სადაც n_1 და n_2 წამყვანი და მიმყოლი კბილა თვლების ბრუნთა რიცხვებია;

z_1 და z_2 კბილთა რიცხვები და D_1 და D_2 საწყისი დიამეტრები.

თუ M_1 და M_2 წამყვან და მიმყოლ ლილვებზე მოქმედი მომენტებია, მაშინ

$$i = \frac{M_2}{M_1 \eta},$$

სადაც η გადაცემის მარგი ქმედების კოეფიციენტი და $\eta = 0,92 - 0,98$; საკისრების მ. ქ. კ. $\eta_{\text{საკ.}}$ -ის გათვალისწინებით, თუ f ხახუნის კოეფიციენტი საკისრებში

$$\eta = \eta_{\text{საკ.}} \eta_{\text{გვ.}} = (1 - 0,2f) \cdot (0,95 \div 0,99).$$

როდესაც გადაცემა რამდენიმე წყვილი კბილანული გადაცემისაგან შედგება, მაშინ მთლიანი გადაცემის რიცხვი ცალკეული წყვილის გადაცემის რიცხვის ნამრავლს წარმოადგენს, ე. ი.

$$i = i_1 i_2 i_3 \dots$$

როდესაც კბილის სისქე საწყის წრეხაზე განსხვავდება 0,5%-დან, მაშინ გვაქვს კორეგირებული კბილანა. თუ კბილების მოჭრა ხდება ლარტყისებური ტიპის მჭრელი იარაღით, მაშინ კორეგირებული კბილანის მისაღებად D დიამეტრიანი წრეხაზე ლარტყის მიმართ მოძრაობის დროს უსარილოდ უნდა მიგორავდეს არა საშუალო $g'g'$ ხაზზე, არამედ მის პარალელურ $g'g'$ ხაზზე (ნახ. 21). მანძილს ამ ხაზებს შორის ეწოდება გამოსავა-

ლი კონტურის გადანაცვლება, რომელიც მოდულისაგან დამოკიდებულია გამოისახება ξ_m სიდიდით, სადაც ξ მიხრის კოეფიციენტი. როცა $\xi=0$, მაშინ $E=\frac{D}{2}$; როცა $\xi>0$, მაშინ $E>\frac{D}{2}$ (ნახ. 21) და როცა $\xi<0$,

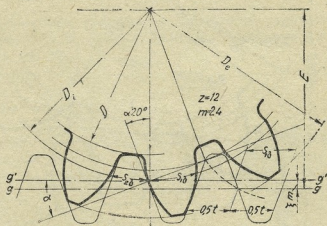
მაშინ $E<\frac{D}{2}$. კბილების კო-

რეგირებისათვის გამოყენება მიხრის კოეფიციენტი $\xi>0$.

კბილანის კბილების მოჭრის დროს ლარტყული ტიპის იარაღით მინიმალური მიხრის კოეფიციენტი

$$\xi_{\text{მინ}} = f_0 - \frac{\xi_{\text{მინ}}}{2} \sin^2 \alpha.$$

არაკორეგირებული კბილანებისათვის, როდესაც კბილების შეჭრა ჯერ კიდევ არ ხდება, კბილებიანი ლარტყული ტიპის იარაღით მოჭრის დროს მინიმალურ კბილთა რიცხვი



ნახ. 21.

$$\xi_{\text{მინ}} = \frac{2f_0}{\sin^2 \alpha}.$$

როცა $\alpha=20^\circ$ და $f_0=1$, მაშინ $\xi_{\text{მინ}} \approx 17$; შესაბამისად, გამოსავალი კონტურის გადანაცვლების სიდიდე $\xi_m = \frac{17-\xi}{17} m$.

მაგალითად, თუ $z=12$ და $m=24$, მაშინ $D=mz=24 \cdot 12=288$ მმ; პროფილის გადანაცვლების სიდიდე კი იქნება

$$\xi_m = \frac{17-\xi}{17} m = \frac{17-12}{17} 24 = 7,06 \text{ მმ.}$$

კბილანის გარე დიამეტრი (ნახ. 21)

$$D_e = D + 2(m + \xi_m) = 288 + 2(24 + 7,06) = 350,12 \text{ მმ;}$$

კბილანის ღრმულების წრეხაზის დიამეტრი

$$D_i = D - 2(1,2m - \xi_m) = 288 - 2(1,2 \cdot 24 - 7,06) = 244,52 \text{ მმ.}$$

როცა კბილანა დამზადებულია გამოსავალი კონტურის დადებითი მიხრით, ე. ი. როცა $\xi_1 > 0$ და კბილა თვალისმიერი ტოლი უარყოფითი მიხრით, ე. ი. $\xi_2 < 0$, მაშინ გვაქვს სიმბალთი კორექცია. ამგვარად, სიმბალთი კორექციის დროს

$$\xi_1 = -\xi_2 \text{ და } \xi_{\text{სა}} = \xi_1 + \xi_2 = 0.$$

სიმბალთი კორექცია იხმარება მაშინ, როცა $\xi_{\text{სა}} < \xi_{\text{მინ}}$, $\frac{\xi_2}{\xi_1} > 3$ და

შეგერბის წრეხაზების დიამეტრებია (ნახ. 22)

$$D_{e1} = D_1 + 2f_0m + 2\xi_1m; \quad D_{e2} = D_2 + 2f_0m + 2\xi_2m.$$

ცენტრთაშორისი მანძილიც უფრო მეტია, ვიდრე არაკორეგირებულ გადაცემებში. კუთხური კორექცია გამოიყენება ძირითადად სწორკბილებიანი ცილინდრული კბილანებისათვის. ასეთ გადაცემაში ჩვეულებრივ $\xi_1 > 0$ და $\xi_2 > 0$. მიხრის კოეფიციენტების სიდიდეები მოცემულია სპეციალურ ლიტერატურაში ცხრილებისა და გრაფიკების სახით.

მაგალითი. გავიანგარიშოთ სწორკბილებიანი ცილინდრული კბილანური გადაცემის გეომეტრიული ზომები, თუ: $z_1=20$; $z_2=45$; $m=4$ მმ. კბილები მოჭრილია ლატუხული ტიპის იარაღით; ამასთანავე $f_0=1$; $c=0,25m$; $\alpha=20^\circ$.

გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა. გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{45}{20} = 2,25.$$

გაგრძელებული გადაცემის რიცხვებისათვის $i=2\div 5$ -მდე ვისარგებლოთ გაანგარიშების მეთოდით, რომელიც პროფ. ვ. ნ. კუდრიავეცევი ეკუთვნის. რადგანაც კორეგირებულ გადაცემებში ცენტრთაშორისი A მანძილი მეტია არაკორეგირებულის A_0 მანძილზე, ამიტომ ფარდობა

$$\frac{A-A_0}{m} = \frac{A-0,5mz_x}{m} = a$$

იქნება ცენტრთაშორისი მანძილის გადახრის კოეფიციენტი და როგორც ევოლუენტური მოდების თეორიიდან ცნობილია [8, 9, 14]

$$A-A_0=am < \xi_x m.$$

დამატებითი გადანაცვლები კოეფიციენტი $\Delta h = \xi_x + a$.

ξ_1 და Δh კოეფიციენტების განსაზღვრისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ მე-6 ცხრილით [14].

ც ხ რ ი ლ ი 6

ξ_1 და Δh კოეფიციენტები, როცა $i=2\div 5$

z_1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
Δh	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25
ξ_1	0,59	0,66	0,73	0,80	0,86	0,92	0,98	1,04	1,10	1,22

z_1	21	22	24	25	26	28	30	32	34	36	38
Δh	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
ξ_1	1,27	1,31	1,39	1,43	1,46	1,55	1,63	1,71	1,77	1,85	1,92

ჩვენი შემთხვევისათვის, როცა $z_1=20$, მე-6 ცხრილიდან ვპოულობთ $\Delta h=0,25$ და $\xi_1=1,22$.

ξ_2 კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ვისარგებლოთ მე-7 ცხრილით. როცა $z_1=20$ და $z_2=45$, მაშინ $\xi_2=0,606$.

თუ ცენტრთაშორისი მანძილის ფარდობითი გადახრის კოეფიციენტს აღვნიშნავთ λ_0 -ით, ე. ი.

$$\lambda_0 = \frac{A-A_0}{A_0}$$

და ფარდობითი გადახრის კოეფიციენტს ξ_0 -ით, ე. ი.

$$\xi_0 = \frac{2\xi_x}{z_x}$$

მაშინ ჩვენი შემთხვევისათვის

$$\xi_0 = \frac{2\xi_3}{\xi_3} = \frac{2(\xi_1 + \xi_2)}{\xi_1 + \xi_2} = \frac{2(1,22 + 0,606)}{20 + 45} = 0,05618.$$

მე-8 ცხრილიდან ξ_0 -ის მიხედვით ვპოულობთ $\alpha' = 26^\circ 20'$ და $\lambda_0 = 0,04850$.

ცხრილი 7

ξ_2 კოეფიციენტი, როცა $i = 2 \div 5$

$\xi_1 \backslash \xi_2$	10	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25
20	0,397	0,364	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	0,458	0,425	0,401	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	0,517	0,486	0,463	0,458	0,451	0,445	—	—	—	—	—	—	—
35	0,571	0,542	0,522	0,518	0,512	0,505	0,499	—	—	—	—	—	—
40	0,625	0,596	0,577	0,575	0,569	0,564	0,560	0,547	0,509	0,481	—	—	—
45	0,673	0,648	0,632	0,628	0,624	0,620	0,616	0,606	0,566	0,538	0,508	0,481	—
50	0,721	0,696	0,684	0,682	0,677	0,674	0,671	0,662	0,623	0,594	0,564	0,535	0,505
55	—	0,745	0,731	0,731	0,728	0,727	0,722	0,716	0,677	0,647	0,618	0,588	0,559
60	—	0,789	0,78	0,779	0,778	0,777	0,773	0,769	0,729	0,697	0,668	0,636	0,610
65	—	—	0,825	0,826	0,827	0,825	0,823	0,820	0,778	0,748	0,719	0,687	0,658
70	—	—	0,866	0,870	0,872	0,874	0,871	0,868	0,828	0,797	0,768	0,736	0,705
75	—	—	—	0,909	0,914	0,917	0,920	0,916	0,876	0,846	0,816	0,786	0,756
80	—	—	—	—	0,954	0,957	0,961	0,965	0,924	0,991	0,859	0,828	0,797
85	—	—	—	—	—	0,998	1,001	1,008	0,964	0,933	0,901	0,868	0,838
90	—	—	—	—	—	—	1,042	1,048	1,005	0,975	0,941	0,911	0,878
95	—	—	—	—	—	—	—	1,088	1,045	1,013	0,982	0,952	0,918
100	—	—	—	—	—	—	—	1,129	1,087	1,057	1,025	0,993	0,962
105	—	—	—	—	—	—	—	—	1,31	1,098	1,066	1,035	1,005
110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,140	1,108	1,076	1,047
115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,150	1,117	1,084
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,155	1,122
125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,159

ცხრილი 8

λ_0 და ξ_0 კოეფიციენტების ზოგიერთი მნიშვნელობა სწორკბილებიანი ცილინდრული და კონუსური კბილანებით გადაცემის გეომეტრიული ზომების განგარიშებისათვის

წუთები	20°		21°		22°		23°	
	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0
0	0,00000	0,00000	0,00655	0,00671	0,01349	0,01415	0,02085	0,02238
5	053	053	700	730	409	480	148	310
10	106	107	768	789	469	547	211	383
15	160	161	825	850	529	613	275	457
20	214	216	882	910	590	680	339	530
25	268	271	939	972	651	748	403	605
30	0,00323	0,00326	0,00997	0,01033	0,01712	0,01816	0,02468	0,02681
35	377	383	0,01055	0,01055	773	885	533	756
40	432	439	113	158	835	955	598	833
45	487	496	172	222	897	0,02024	664	910
50	543	554	231	286	959	0,02024	730	988
55	599	600	290	350	0,02022	166	796	0,03066
60	0,00655	0,00671	0,01349	0,01415	0,02085	0,02238	0,02862	0,03145

წუთე- ბი	24°		25°		26°		27°	
	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0
0	0,02862	0,03145	0,03684	0,04141	0,04550	0,05232	0,05464	0,06724
5	929	224	754	228	625	327	543	529
10	996	304	825	316	699	424	621	633
15	0,03063	385	896	405	774	521	700	739
20	131	467	967	494	850	618	780	845
25	199	549	0,04025	565	910	696	843	931
30	0,03267	0,03631	0,04111	0,04674	0,05001	0,05815	0,05939	0,07061
35	336	715	184	766	078	915	0,06020	169
40	405	798	256	857	154	0,06015	100	278
45	474	883	329	950	231	117	181	389
50	544	969	403	0,05043	309	218	263	500
55	613	0,04054	476	137	386	321	345	611
60	0,03684	0,04141	0,04550	0,05232	0,05464	0,06424	0,06427	0,07724

წუთე- ბი	28°		29°		30°		31°	
	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0	λ_0	ξ_0
0	0,06427	0,07724	0,07440	0,09138	0,08507	0,10673	0,09628	0,12338
5	509	838	527	261	598	807	724	482
10	592	952	614	385	689	942	820	628
15	675	0,08067	702	510	781	0,11077	917	775
20	759	182	790	636	874	213	0,10014	922
25	843	299	878	763	967	351	112	0,13071
30	0,06927	0,08416	0,07967	0,09890	0,09060	0,11489	0,10210	0,13220
35	0,07012	535	0,08056	0,10018	154	628	308	371
40	097	654	145	148	248	768	407	523
45	182	774	235	278	342	909	506	675
50	268	894	325	409	437	0,12051	606	829
55	354	0,09016	415	540	532	194	706	983
60	0,07440	0,09138	0,08507	0,10673	0,09628	0,12338	0,10807	0,14139

შესაბამისად, კბილანური გადაცემის ცენტრთაშორისი მანძილი (ნახ. 23)

$$A = \frac{m\lambda_0}{2} (1 + \lambda_0) = \frac{4 \cdot 65}{2} (1 + 0,04850) = 136,30 \text{ მმ.}$$

გამყოფი წრეხაზების დიამეტრები:

$$D_{\delta 1} = m\lambda_1 = 4 \cdot 20 = 80 \text{ მმ.}$$

$$D_{\delta 2} = m\lambda_2 = 4 \cdot 45 = 180 \text{ მმ.}$$

ძირითადი წრეხაზების რადიუსები:

$$r_1 = 0,5 D_{\delta 1} \cos \alpha = 0,5 \cdot 80 \cdot \cos 20^\circ = 37,59 \text{ მმ.}$$

$$r_2 = 0,5 D_{\delta 2} \cos \alpha = 0,5 \cdot 180 \cdot \cos 20^\circ = 84,57 \text{ მმ.}$$

საწყისი წრეხაზების დიამეტრები:

$$D_1 = D_{\delta 1} (1 + \lambda_0) = 80 (1 + 0,04850) = 83,88 \text{ მმ.}$$

$$D_2 = D_{\delta 2} (1 + \lambda_0) = 180 (1 + 0,04850) = 188,72 \text{ მმ.}$$

ღრმულების წრეხაზების დიამეტრები:

$$D_{i1} = D_{\delta 1} - 2f_0 m - 2c + 2\xi_1 m = 80 - 2 \cdot 1 \cdot 4 - 2 \cdot 0,25 \cdot 4 + 2 \cdot 1,22 \cdot 4 = 79,76 \text{ მმ.}$$

$$D_{i2} = D_{\delta 2} - 2f_0 m - 2c + 2\xi_2 m = 180 - 2 \cdot 1 \cdot 4 - 2 \cdot 0,25 \cdot 4 + 2 \cdot 0,606 \cdot 4 = 174,848 \text{ მმ.}$$

ევოლუციური თეორიის საფუძველზე კბილის ნებისმიერ სიმაღლეზე მისი სისქე (ნახ. 24) განისაზღვრება ფორმულით

$$S_x = 2r_x \left(\frac{\pi}{2\zeta} + \frac{2\zeta}{\zeta} \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{inv} \alpha \right),$$

სადაც $\operatorname{inv} \alpha_x = \operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x$ და 24-ე ნახაზის მიხედვით

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \frac{ka}{r} = \frac{k_0 a}{r} = \frac{r(\alpha_x + \theta_x)}{r} = \alpha_x + \theta_x; \text{ ანუ } \theta_x = \operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x.$$

კბილანის კბილის სისქის შვერების წრებაზე შესამოწმებლად, ჩვენი შემთხვევისათვის, წინა ფორმულიდან გვაქვს

$$S_{e1} = 2r'_1 \left(\frac{\pi}{2\zeta_1} + \frac{2\zeta_1 \operatorname{tg} \alpha}{\zeta_1} + \operatorname{inv} \alpha - \operatorname{inv} \alpha' \right),$$

სადაც

$$\cos \alpha' = \frac{r_1}{r'_1} = \frac{37,59}{95,76/2} = 0,788; \quad \alpha' = 37^\circ 59';$$

შესაბამისად

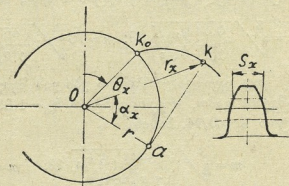
$$\operatorname{inv} \alpha' = \operatorname{inv} 37^\circ 59' =$$

$$= \operatorname{tg} 37^\circ 59' - 37,9833^\circ \frac{\pi}{180} = 0,11788;$$

$$\operatorname{inv} \alpha = \operatorname{inv} 20^\circ =$$

$$= \operatorname{tg} 20^\circ - 20^\circ \frac{\pi}{180} = 0,014904.$$

ჩასმით მივიღებთ



ნახ. 24.

$$S_1' = 95,76 \left(\frac{3,14}{2 \cdot 20} + \frac{2 \cdot 1,22 \cdot 0,364}{20} + 0,014904 - 0,11788 \right) = 1,9 \text{ მმ},$$

გ. ი.

$$S_1' = \frac{1,9 \text{ მმ}}{m} = \frac{1,9}{4} \text{ მმ} = 0,475 \text{ მმ} > 0,2 \text{ მმ}, \text{ რაც მისაღებია.}$$

კბილა თვლის კბილის სისქეს შვერების წრებაზე შემოწმება ალარ სპირტდება, რადგანაც $\zeta_2 < \zeta_1$ და $\zeta_2 > \zeta_1$.

გადახურვის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{1}{2,95m} [\sqrt{R_2'^2 - r_1'^2} + \sqrt{R_2'^2 - r_2'^2} - A \sin \alpha'] = \\ &= \frac{1}{2,95 \cdot 4} [\sqrt{47,88^2 - 37,59^2} + \sqrt{95,424^2 - 84,57^2} - 136,30 \cdot \sin 26^\circ 20'] = 1,13, \end{aligned}$$

რაც მისაღებია.

ცილინდრული სწორკბილგებიანი კბილანების მოდულის საანგარიშო ძირითადი ფორმულები

ცილინდრული სწორკბილგებიანი კბილანებით გადაცემა კონსტრუქციის მიხედვით შეიძლება იყოს ღია, ნახევრადღია და დახურული; წრიული სიჩქარის მიხედვით: ზედმიწევნით ნელმავალი ($v < 1$ მ/წმ), ნელმავალი ($v < 3$ მ/წმ) და საშუალო სიჩქარის ($v > 3$ მ/წმ).

ღია და ნახევრადღია ნელმავალი კბილანური გადაცემების მოდულის გაანგარიშება კბილის ღუნვის სიმტკიცის პირობიდან, როცა წრიული სიჩქარე ნაკლებია 1მ/წმ, ხდება ფორმულებით

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64M_{\text{გზ}}}{y[\sigma]_{\text{ფ}\varphi\chi}} \text{ მმ; } m = 10 \sqrt[3]{\frac{455N}{y[\sigma]_{\text{ფ}\varphi\chi n}} \text{ მმ; } m = \sqrt[3]{\frac{P}{y[\sigma]_{\text{ფ}\varphi\pi}} \text{ მმ;}}$$

როცა წრიული სიჩქარე მეტია 1 მ/წმ, მაშინ

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64M_{\text{გზ}}K}{y[\sigma]_{\text{ფ}\varphi\chi k_{\text{გ}}}} \text{ მმ; } m = 10 \sqrt[3]{\frac{455NK}{y[\sigma]_{\text{ფ}\varphi\chi n k_{\text{გ}}}} \text{ მმ; } m = \sqrt[3]{\frac{PK}{y[\sigma]_{\text{ფ}\varphi\pi k_{\text{გ}}}} \text{ მმ.}$$

თუ გავითვალისწინებთ კბილის შესუსტებას მისი 10—20%-ით გაცვეთის დაშვების გამო, კოეფიციენტით $k_{\text{გ}} = 1,25-1,5$ და გეომეტრიული კოეფიციენტით $x_1 = 0,94$, მაშინ

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64M_{\text{გზ}}Kk_{\text{გ}}}{y[\sigma]_{\text{ფ}\varphi\chi k_{\text{გ}}x_1}} \text{ მმ; } m = 10 \sqrt[3]{\frac{455NKk_{\text{გ}}}{y[\sigma]_{\text{ფ}\varphi\chi n k_{\text{გ}}x_1}} \text{ მმ.}$$

ამ ფორმულიდან გამოთვლილი მოდული უნდა შეესაბამებოდეს მოდულების სტანდარტს (ОСТ 1597).

ზემომოყვანილი მოდულის ფორმულებში შემავალი სიდიდეებია:

P —კბილანის საწყის წრეხაზზე მოქმედი წრიული ძალა, კგ-ით;

$M_{\text{გზ}} = 716200 \frac{N}{n}$ კგმმ—კბილანის ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი;

N —კბილანის გადასაცემი სიმძლავრე, ცხ. ძ-ით;

n —კბილანის ლილვის ბრუნთა რიცხვი, წუთში;

χ —აქვე კბილანის კბილთა რიცხვი და ხელით გადაცემის შემთხვევაში კბილთა მინიმალური რიცხვი აიღება $\chi_{\text{მინ}} = 10 \div 12$; მანქანით გადაცემის დროს $\chi_{\text{მინ}} = 16 \div 17$; მეორე კბილა თვლის კბილთა რიცხვი გამოითვლება გადაცემის რიცხვის ფორმულიდან

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

გადაცემის რიცხვი თითოეული წყვილი კბილანური გადაცემისათვის აიღება: ხელისამძრავიან მსუბუქ გადაცემებში $i \leq 10$; მანქანისამძრავიან მსუბუქ გადაცემებში $i \leq 6$, ხოლო მძიმე გადაცემებში $i \leq 4$.

ლუნგავზე დასაშვები ძაბვა $[\sigma]_{\text{ფ}}$ შეიძლება შევარჩიოთ მე-9 ცხრილის მიხედვით.

ზოგიერთი მასალის მექანიკური მახასიათებლები: $\sigma_{\text{დრ}}$, $\sigma_{\text{დენ}}$, σ_{-1} [მპა].

მასალა	$\sigma_{\text{დრ}}$ კგ/სმ ²	$\sigma_{\text{დენ}}$ კგ/სმ ²	σ_{-1} კგ/სმ ²	ლუნჯაზე დასაშვები $[\sigma_0]$ ძაბვები კგ/სმ ² დატვირთვებისათვის		
				I	II	III
ფლ. 2	34—42	19—23	17—21	1100—1300	960—1200	750—930
ფლ. 3	37—45	21—25	18—22	1200—1400	1000—1300	800—1000
ფლ. 4	45—50	23—27	21—24	1250—1450	1100—1400	900—1100
ფლ. 5	50—60	28—39	22—26	1550—1800	1200—1600	950—1200
ფლ. 6	60—70	34—38	28	1800—2100	1350—1850	1050—1400
ფლ. 7	70—80	38—44	34	2100—2450	1500—2200	1100—1700
ფოლადი 30 (ნორმ $t=900^\circ$)	48	29	—	1050—1250	700—800	—
ფოლადი 40 (ნორმ $t=860^\circ$)	57	32	—	1250—1500	800—950	—
ფოლადი 50 (ნორმ $t=830^\circ$)	63	35	—	1300—1650	900—1000	—
ფოლადი 40X (წითლობა ზეთში $t=850^\circ$; მოშვება $t=580^\circ$)	100	80	—	1900—2300	1150—1200	—
ფოლადის ფოლადი 35.I	50	28	—	1050—1200	700	—
სმმული ფოლადი 45.I	55	32	—	1100—1300	800	—
რუხი სასხმელო თუჯი	12—28	—	—	420—550	350	—
	15—32	—	—	480—600	400	—
	18—36	—	—	540—650	450	—
ფოსფოროვანი ბრინჯაო БРОФ10-1	25—35	—	—	800	560—800	450—640
სილიციუმიანი თითბერი ЛК80-3.I	30	—	—	600—1200	—	—
	25	—	—	—	—	—
ტექსტოლიტი ИТ	14,5	—	—	500	—	—
ИТК	16	—	—	—	—	—
ტყავი	—	—	—	560	—	—
ბაკელიტი	—	—	—	560	—	—
გეტინაქსი	—	—	—	350	—	—
ზე (წიფელა)	—	—	—	290	—	—

შენიშვნა: ალნიშვნა I—ძაბვის სიდიდეა მუდმივი სიდიდის და ერთი და იმავე მიმართულების დატვირთვის დროს; II—ცვლადი, პულსირებული დატვირთვის დროს და III—ნიშანცვლადი დატვირთვის დროს.

შესაბამისად ლუნჯაზე დასაშვები ძაბვა

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = \frac{[\sigma_0]_{\text{ლ}}}{k_{\sigma}}$$

სადაც k_{σ} ძაბვების კონცენტრაციის ეფექტური კოეფიციენტი და აიღება:

ნორმალისებული და გაუმჯობესებული ფოლადებისათვის $k_{\sigma}=1,4-1,8$

წითლობილი ფოლადებისათვის $k_{\sigma}=1,8-2$

დაცემენტებული, დაახოტებული ან დაციანებული კბილანებისათვის $k_{\sigma}=1,2$;

თუჯისათვის $k_{\sigma}=1,3$.

ხშირად, თუ კბილი ცალმხრივ მუშაობს (პულსირებული ციკლი), ლუნჯაზე დასაშვები ძაბვა გამოითვლება ფორმულებით

$$[\sigma_0]_{\text{ლ}} = \frac{1,4\sigma_{-1}}{n k_{\sigma}}, \quad \text{ან} \quad [\sigma_0]_{\text{ლ}} = \frac{2\sigma_{-1}}{n k_{\sigma} \left(1 + \frac{\sigma_{-1}}{k_{\sigma} \sigma_{\text{დრ}}}\right)},$$

სადაც ფოლადისათვის $\sigma_{-1}=0,25 (\sigma_{\text{დრ}} + \sigma_{\text{დენ}}) + 500$ კგ/სმ² ან იგი ცხრილებიდან აიღება; n —თუშისწროების კოეფიციენტი და აიღება:

ჰ კოეფიციენტის მნიშვნელობები

დამუშავებული ჩამოსხმით მიღებული კბილები (ხელითა და მანქანურ ამძრავებში)	$\psi=6 \div 8$
ტლანქად დამუშავებული კბილები (ხელითა და მანქანურ ამძრავებში)	$\psi=10 \div 12$
დამუშავებული კბილები (მანქანურ ამძრავებში)	$\psi=10-37$
ხუსტად დაღარული კბილები (ხეთის აბაზანებში მომუშავე გადაცემებში) . .	$\psi=15-20$

და მეტი

$k_{\Sigma} = (0,75-0,9)\varepsilon$ — გადახურვის პრაქტიკული კოეფიციენტი, სადაც ε არის თეორიულად გამოთვლილი გადახურვის კოეფიციენტი.

K — დატვირთვის კოეფიციენტი ითვალისწინებს გადაცემის მუშაობის ინდივიდუალურ თავისებურებებს და

$$K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}},$$

სადაც $k_{\text{კონც}}$ დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს კბილა თვლების, ლილვებისა და მათი საყრდენების დეფორმაციის გავლენას კბილის სიგრძეზე დატვირთვის განაწილებაზე და ლილვებზე კბილანების სიმეტრიულად და არაკონსოლური განლაგების დროს $k_{\text{კონც}}=1$, ხოლო კონსოლური განლაგების შემთხვევაში $k_{\text{კონც}}=1,1$.

$k_{\text{დინ}}$ დინამიკურობის კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს დამზადების სიზუსტისა და წრიული სიჩქარის გავლენას და დაახლოებით შეიძლება ავიღოთ:

$$\begin{aligned} \text{როცა } v < 3 \text{ მ/წმ (9 სიზუსტის ხარისხი) } k_{\text{დინ}} &= 1,1 \div 1,45; \\ \text{" } v &= 3 \div 8 \text{ მ/წმ (8 " ") } k_{\text{დინ}} &= 1,4 \div 1,55; \\ \text{" } v &= 8 \div 12 \text{ მ/წმ (7 " ") } k_{\text{დინ}} &= 1,4 \div 1,55. \end{aligned}$$

საპროექტო გაანგარიშების დროს, როცა წრიული სიჩქარე ჯერ კიდევ არაა ცნობილი, შეიძლება მივიღოთ:

ლილვის საყრდენების მიმართ კბილა თვლების სიმეტრიულად განლაგებისას

$$K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}} \approx 1,3;$$

არასიმეტრიული და კონსოლური განლაგებისას

$$K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}} \approx 1,5.$$

დაახლოებით წინდაწინ შეიძლება ავიღოთ $K=1,4 \div 1,6$.

პლასტმასებისაგან დამზადებული კბილანებისათვის დატვირთვის კოეფიციენტი აიღება

$$K = \frac{1}{\gamma k_{\text{დინ}}},$$

სადაც γ გაცვეთის კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს გადაცემის მუშაობის მთელი დროის განმავლობაში უმცირესი კბილანის კბილის ცვეთას; აიღება $\gamma=0,5 \div 0,9$, ხოლო $k_{\text{დინ}}$ — დინამიკურობის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

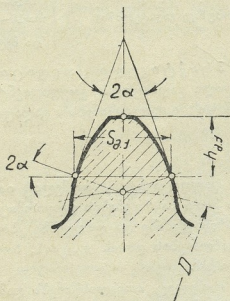
$$k_{\text{დინ}} = \frac{159}{200 + 197v} + 0,25;$$

v — კბილანური გადაცემის წრიული სიჩქარე, მ/წმ-ით.

ამგვარად, მიღებული სტანდარტული მოდულის მიხედვით გამოითვლება წყვეილი კბილა თვლებისათვის ძირითადი ზომები: $D_1 = m z_1$; $D_2 = m z_2$; $b = \phi m$ და სხვ.

თუ კბილა თვლების ძირითადი ზომები აღებულია წინასწარ, მაშინ კბილის შემოწმება ლუნაზე შეიძლება ფორმულით

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{2M_{\Sigma} K}{D y b m \pi \cos \alpha} \leq [\sigma]_{\Sigma}$$



ნახ. 25.

სწრაფმავალ გადაცემებში კბილის ლილვის ბრუნთა რიცხვი უნდა განსხვავდებოდეს კრიტიკული ბრუნთა რიცხვისაგან არა ნაკლები 30%-ით; კრიტიკული ბრუნთა რიცხვი გამოითვლება ფორმულით

$$n_{კრ} = \frac{300}{V f} \text{ ბრ/წთ,}$$

სადა f კბილანის ლილვის მაქსიმალური ჩაღუნეა სმ-ით.

ასეთი გაანგარიშების შემდეგ გამოითვლება კბილანისა და კბილა თვლის ელემენტების ზომები.

დაბოლოს, კბილის ზომების გასაზომად განსაზღვრავენ კბილის სისქესა და სიმაღლეს მუდმივი ქორდის მიმართ (ნახ. 25).

არაკორეგირებული კბილანებისათვის კბილის სისქე მუდმივ ქორდაზე შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$S_{a,კ} = \frac{m \pi}{2} \cos^2 \alpha;$$

კბილის ზომები $S_{a,კ}$ და $h_{a,კ}$ ნახაზზე უნდა იყოს აღნიშნული. მათი ზოგერთი მნიშვნელობა არაკორეგირებული კბილანებისათვის მოცემულია მე-12 ცხრილში.

ცხრილი 12

კბილის ზომები კბილანისათვის გაზომვისას არაკორეგირებული კბილა თვლებისათვის, როცა $\alpha = 20^\circ$ და $f_0 = 1$

m მმ	$S_{a,კ}$ მმ	$h_{a,კ}$ მმ	m მმ	$S_{a,კ}$ მმ	$h_{a,კ}$ მმ	m მმ	$S_{a,კ}$ მმ	$h_{a,კ}$ მმ
2	1,387	0,748	5	6,935	3,738	14	19,419	10,466
1,25	1,734	0,935	5,5	7,629	4,112	15	20,806	11,214
1,5	2,081	1,121	6	8,323	4,486	16	22,193	11,962
1,75	2,427	1,308	6,5	9,016	4,859	18	24,967	13,457
2	2,774	1,495	7	9,710	5,223	20	27,742	14,952
2,25	3,121	1,682	8	11,097	5,981	22	30,516	16,448
2,5	3,468	1,869	9	12,484	6,728	24	33,290	17,942
3	4,161	2,243	10	13,871	7,476	26	36,064	19,438
3,5	4,855	2,617	11	15,258	8,224	28	38,838	20,932
4	5,548	2,990	12	16,645	8,971	30	41,612	22,424
4,5	6,242	3,364	13	18,032	9,719			

A მანძილი განისაზღვრება ფორმულით

$$A = (i \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{[\tau]_{\text{ფ}_3}}\right)^2 \left(\frac{N}{n_{\text{ფელ}}}\right)_{\text{საანგ}} \frac{1}{\phi_1}}.$$

თუ ცნობილია ცენტრთაშორისი A მანძილი, მაშინ კბილის სიგრძე განისაზღვრება ფორმულით

$$b = \left(\frac{100000}{A[\tau]_{\text{ფ}_3}}\right)^2 \left(\frac{N}{n_{\text{ფელ}}}\right)_{\text{საანგ}} (i \pm 1)^3.$$

კბილის სიგრძის კოეფიციენტი $\phi_1 = \frac{b}{A} = 0,2 \div 1,2$ აიღება

ГОСТ 2185-55-დან.

როცა მოდების კუთხე განსხვავდება სტანდარტული მოდების $\alpha = 20^\circ$ კუთხისაგან, მაშინ ზემომოყვანილ ფორმულებში რიცხობრივი კოეფიციენტის 100000-ის მაგივრად უნდა ჩაისვას სიდიდე

$$100000 \sqrt{\frac{0,643}{\sin 2\alpha}}.$$

თუ კბილანურ გადაცემებში ორივე ან ერთ-ერთი კბილა თვალი ფოლადისაგან არაა დამზადებული, მაშინ ზემომოყვანილ ფორმულებში კოეფიციენტი 100000 უნდა გამრავლდეს სიდიდეს $\sqrt{\frac{E}{2150000}}$, სადაც E ფეექტუ-რი დრეკადობის მოდულია და

$$E = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2}.$$

E_1 და E_2 წამყვანი და მიმყოლი კბილა თვლების მასალების დრეკადობის მოდულებია. როცა რუხი თუჯის კბილანა მუშაობს რუხი თუჯის კბილა თვალზე, მაშინ $E = 900000$ კგ/სმ², ხოლო როცა თუჯი მუშაობს ფოლადზე, მაშინ $E = 1280000$ კგ/სმ².

ძვერაზე დასაშვებები ძაბვა, როცა გადაცემაზე მუდმივი დატვირთვა მოქმედებს და კბილანის მასალის სისაღე $H_B < 350$ -ზე, თერმულად დამუშავებელი კბილანებისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$[\tau]_{\text{ფ}_3} = 0,575 \sigma_{-1} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_B}},$$

ხოლო თერმულად დამუშავებული კბილანებისათვის

$$[\tau]_{\text{ფ}_3} \approx 9,2 H_B \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_B}},$$

სადაც σ_{-1} კბილანის მასალის ამტანიანობის ზღვარია და აიღება ცხრილებიდან, ან გამოითვლება ფორმულით

$$\sigma_{-1} = 0,25 (\sigma_{\text{ფ}_6} + \sigma_{\text{ფ}_5}) + 500 \text{ კგ/სმ}^2;$$

N_0 კბილა თვლის კბილების მასალაში ძაბვათა მუშა ციკლების რიცხვი გადაცემის მუშაობის მთელი დროის განმავლობაში გამოითვლება ფორმულით

$$N_0 = 60 a n_{\text{საშ}} T;$$

აქ a , გასაანგარიშებელი კბილა თვლის კბილის მოდების რიცხვია მისი ერთი შემობრუნების განმავლობაში;

$n_{\text{საშ}}$ —ბრუნთა რიცხვების საშუალო მნიშვნელობა დროის მიხედვით და

$$n_{\text{საშ}} = \frac{\sum n_i T_i}{\sum T_i},$$

n_i —კბილა თვლის ბრუნთა საშუალო რიცხვი მგრეხავი მომენტის მოქმედების დროის განმავლობაში;

T_i —გადაცემის მუშაობის პერიოდში მგრეხავი მომენტის მოქმედების ხანგრძლიობა, საათებში გამოსახული;

T —გადაცემის მუშაობის საათების საერთო რიცხვი.

გადაცემაზე ცვლადი დატვირთვის მოქმედების დროს $[T]_{\text{მკ}}$ -ის ფორმულაში N_0 -ის მაგივრად უნდა ჩაისვას ძაბვათა ციკლის ეკვივალენტური რიცხვი $N_{\text{მკ}} = 60 a n_{\text{საშ}} T_{\text{მკ}}$, სადაც $T_{\text{მკ}}$ —მაქსიმალურ მომენტზე დაყვანილი გადაცემის მუშაობის საათების რიცხვია და

$$T_{\text{მკ}} = T \frac{t_{\text{მკ}}}{t_{\text{ცოკლ}}};$$

ეკვივალენტური დრო ციკლის განმავლობაში

$$t_{\text{მკ}} = \left(\frac{M_1}{M_{\text{გრ}}} \right)^3 \frac{n_1}{n} t_1 + \left(\frac{M_2}{M_{\text{გრ}}} \right)^3 \frac{n_2}{n} t_2 + \dots + \left(\frac{M_n}{M_{\text{გრ}}} \right)^3 \frac{n_n}{n} t_n \text{ წმ},$$

სადაც n_1, n_2, \dots, n_n საანგარიშო კბილა თვლის ბრუნთა რიცხვებია M_1, M_2, \dots, M_n დატვირთვების შესაბამისად;

n —საანგარიშო კბილა თვლის საშუალო ბრუნთა რიცხვი;

t_1, t_2, \dots, t_n —დატვირთვების M_1, M_2, \dots, M_n მოქმედების დრო;

$t_{\text{ცოკლ}}$ —ციკლის ხანგრძლიობა;

$M_{\text{გრ}}$ —მაქსიმალური მგრეხავი მომენტი;

კბილა თვლების მუდმივი ბრუნთა რიცხვის დროს მთელი ციკლის განმავლობაში მგრეხავი მომენტების მაგივრად შეიძლება აღებული იქნეს გადასაცემი სიმძლავრეები და მაშინ

$$t_{\text{მკ}} = t_1 + t_2 \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^3 + t_3 \left(\frac{N_3}{N_1} \right)^3 + \dots$$

შეიძლება აგრეთვე $T_{\text{მკ}}$ გამოითვალოს T დროის განმავლობაში მუდმივი ბრუნთა რიცხვისა და დატვირთვების ცვლის შესაბამისად დამოკიდებულიებიდან

$$T_{\text{მკ}} = t + \frac{t_1}{4 M_{\text{გრ}}^3} (M_1 + M_{\text{გრ}})(M_1^2 + M_{\text{გრ}}^2) + \frac{t_2}{4 M_{\text{გრ}}^3} (M_2 + M_{\text{გრ}})(M_2^2 + M_{\text{გრ}}^2) + \dots,$$

სადაც t, t_1, t_2, \dots დატვირთვების შესაბამისი დროა მუშაობის მთელი დროის განმავლობაში.

როცა კბილის ზედაპირის შრის სისაღე $H_E > 350$ -ზე, მაშინ

$$(\tau)_{\text{კ}} = C_1 R_c \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_8}}; \quad [\tau]_{\text{კ}} = C_2 R_{\text{კგულახი}} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_8}}; \quad [\tau]_{\text{კ}} = (6 \div 8) H_E \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_8}}.$$

C_1 და C_2 კოეფიციენტები და კბილის სისაღე R_c და $R_{\text{კგულახი}}$ აიღებენ მე-13 ცხრილიდან.

C_1 , C_2 , R_c და $R_{\text{კგულახი}}$ მნიშვნელობანი

ცხრილი 13

კბილა თვალი	R_c	$R_{\text{კგულახი}}$	C_1	C_2
მთლიანად წრთობილი, მცირედი მოშვებით	40—55	—	92	—
მაღალღეირებული ფოლადები. დაცემენტებული კბილები მაგარი გულათი (12XH3, 20XH3, 12XH4A, 18XHBA, 18XHT და სხვ.)	55—65	30 40	103 110	— —
დაცემენტებული ლეგირებული ფოლადები	55—65	30 40	92 103	— —
დაცემენტებული ნახშირბადოვანი ფოლადები, 15 და 20	55—65	—	80	—
დაცინებული დიდი გადატვირთვის გარეშე მუშაობის დროს	50 55 60 60 55—60 50—60	≤ 40 ≤ 44 ≤ 45 45 40 35	103 103 103 — — —	— — — 125 125 125
დაზოტებული დიდი გადატვირთვების გარეშე მუშაობის დროს	55 60 60 55—60	36 40 35 30	103 103 — —	— — 148 135

თუ N_8 ძაბვათა ციკლის ბაზური რიცხვია, მაშინ, როცა $N_8 > N_8$, ზემოთაღებული ფორმულებისათვის მე-14 ცხრილის შესაბამისად იღებენ $N_8 = N_8$.

N_8 კოეფიციენტის მნიშვნელობანი

ცხრილი 14

მძრ კგ/მმ²	70 და ნაკლები	80	90	100—100	—	—
R_c	—	—	—	—	40—45	55—65
N_8	$10 \cdot 10^6$	$15 \cdot 10^6$	$20 \cdot 10^6$	$30 \cdot 10^6$	$100 \cdot 10^6$	$250 \cdot 10^6$

მიღებულია რომ, როცა მასალის სისაღე $H_E < 350$ -ზე, მაშინ აიღება $N_8 = 10^7$, ხოლო როცა $H_E > 350$, მაშინ— $N_8 = 25 \cdot 10^7$.

თუჯის კბილა თვლებისათვის აიღება

$$[\tau]_{\text{ფ}} = 0,5 \sigma_{\text{ფ,ლ}} \sqrt{\frac{10^7}{N_0}},$$

სადაც $\sigma_{\text{ფ,ლ}}$ — მასალის სიმტკიცის ზღვარია ლუნვის დროს, და თუ $N_0 > 10^8$, მაშინ აიღება $N_0 = 10^8$.

ზოგიერთ შემთხვევაში მიახლოებითი გაანგარიშებისათვის ძვრის დასაზღვრება გამოთვლიან ემპირიული ფორმულებით; როცა $H_B \leq 350$ ზე, მაშინ

$$[\tau]_{\text{ფ}} = 0,15 (\sigma_{\text{ფ}} + \sigma_{\text{ფენ}}) + 300 \text{ კგ/სმ}^2;$$

ან

$$[\tau]_{\text{ფ}} = 0,6 \sigma_{-1},$$

სადაც ნახშირბადოვანი ფოლადისათვის $\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_{\text{ფ}}$; ლეგირებული ფოლადისათვის $\sigma_{-1} \approx 0,35 \sigma_{\text{ფ}} + (700 - 1200) \text{ კგ/სმ}^2$.

როცა კბილის მასალის სისალე $H_B > 350$ ზე, მაშინ

$$[\tau]_{\text{ფ}} \approx 7,2 H_B \text{ კგ/სმ}^2.$$

მასალის შერჩევა კბილანისა და კბილა თვლისათვის შეიძლება მე-15 ცხრილის მიხედვით.

ცხრილი 15

რეკომენდებული მასალები კბილანისა და კბილა თვლისათვის, როცა $H_B \leq 350$

კბილანის მასალის მარკა	კბილა თვლის მასალის მარკა	კბილანის მასალის მარკა	კბილა თვლის მასალის მარკა
ფოლადი 45	ფოლადი 35 " 35.I	ან 35X 40X	ფოლადი 50 " 55 " 40I-I
" 50	ფლ. 5 ფოლადი 35 " 45.I	ფოლადი 30XTC	ფოლადი 35X " 40X " 40I-C
" 55	ფლ. 6 ფოლადი 45 " 55.I	" 40XH	" 35X " 40X " 40XH
" 50I	ფლ. 6 ფოლადი 45 " 55	" 18XHBA	" 40XH

რეკომენდებული მასალები კბილანის და კბილა თვლისათვის, როცა $H_B > 350$

კბილანის მასალის მარკა	კბილა თვლის მასალის მარკა
ფოლადი 45 ან ფოლადი 50 ფლ. 6 ფოლადი 55 ან ფოლადი 50I ფოლადი 35X ან ფოლადი 40X ფოლადი 40XH ფოლადი 18XHBA	ფოლადი 35 ფლ. 5 ფოლადი 45 ან ფლ. 6 ფოლადი 50 ან ფოლადი 55 ფოლადი 35X ან ფოლადი 40X ფოლადი 40XH

ზოგიერთი მასალის მექანიკური მახასიათებლები მოცემულია მე-16 ცხრილში.

კბილა თვლების ზოგიერთი მასალის მექანიკური მახასიათებლები

მასალის მარკა	სტანდარტი	ნაშადის დიამეტრი მმ	მექანიკური მახასიათებლები			სისაღე		თერმომამუშავება
			σ _{0.2} კგ/მმ²	σ _{0.2} კგ/მმ²	σ _{0.2} კგ/მმ²	გულისი H ₅	ზედაპირის H _{RC}	
თუჯის სპეკლები	რ. თ. 15-32 რ. თ. 21-40	ГОСТ 1412-54	32 40			160—225 170—230		
მთლიანფორ- მული თუჯის სპ.	მ. რ. თ. 28-48 მ. რ. თ. 32-52		48 42			170—240 170—240		
ფლ. 5	ГОСТ 380-60	100-მდე	55	28				
		100—300	47	24				
		300—500	46	23				
		500—750	45	22				
ფლ. 6.	ГОСТ 380-60	100-მდე	65	31				
		100—300	58	29				
		300—500	56	28				
		500—750	54	27				
ფოლადი 35	ГОСТ 2335-50	100-მდე	52	27				
		100—300	50	26	24	150—180	19	ნორმალისაცია
		300—500	48	24				
		500—750	46	23				
ფოლადი 45	ГОСТ 2335-50	500—750	65	50	27	270—300	27—32	წრთობა
		100-მდე	60	30				ნორმალისაცია
		100—300	58	29				
		300—500	56	28		167—217		
		500—750	54	27				
			70	32	28—30	190—210	19—20	ნორმალისაცია (წრთო- ბა მაღალი მოწყობით (გაუმჯობესება) წრთობა
ფოლადი 50	ГОСТ 23355-0	100-მდე	62	32				
		100—300	60	30				
		300—500	58	29		180—229		ნორმალისაცია

ფოლადი 55	ГОСТ 2335-50	100-მდე 100-300 300-500	66 64 62	33 32 31		185-229		ნორმალიზაცია
ფოლადი 50 Г	ГОСТ 1050-52	80-მდე 100-300	68 62	37 32		190-229		ნორმალიზაცია
ფოლადი 50 Г2		80-მდე 100-300	75 68 85	41 34 42	36	195-229 240	24-25	ნორმალიზაცია გაუმჯობესება
ფოლადი 60 Г		250-მდე	70-80	35		194-222		გაუმჯობესება
ფოლადი 35 СГ	ГОСТ 4343-48	120-მდე 120-150 150-180 180-250	90-100 85-95 80-90 75-85 70	70 60 55 50 40	40-42 36 32	257-285 243-271 230-257 215-243 200-220	25-28 22-25 21-24	გაუმჯობესება ნორმალიზაცია
ფოლადი 20 X			75 100	52 80	35 47-50	200-220 270-300	20-22 58-62	ნორმალიზაცია ცუმენტაცია
ფოლადი 35 X		600-მდე 600-100 100-120	95 75 70	75 50 45		190-220		ნორმალიზაცია
ფოლადი 40 X		60-მდე 100-200 200-300 300-600	100 78 75 70	80 50 50 45		200-230		ნორმალიზაცია
		120-მდე 120-150 150-180 180-250	90-100 85-95 80-90 75-85 110-135	70 60 55 50 90-105	40-47 50-69	257-285 243-271 230-257 215-243	23-26 35-42	გაუმჯობესება წრთობა
ფოლადი 30 XГC		60-მდე 100-160 160-250	110 90 80	85 70 65		215-250		ნორმალიზაცია

მასალის მარკა	სტანდარტი	ნაშადის დიაგნოზიკური, მმ	მექანიკური მახასიათებლები			სისხლე		თერმოდამუწვევა
			$\sigma_{\text{დკ}} \text{ კგ/სმ}^2$	$\sigma_{\text{დკ}} \text{ კგ/სმ}^2$	$\sigma_{-1} \text{ კგ/სმ}^2$	გულასი H_E	ზედაპირის H_{E_s}	
ფოლადი 40XH	ГОСТ 4343-48	60-მდე 60-100 100-300 300-500	100 85 80 75	80 60 58 56		220-250		ნორმალიზაცია
		150-მდე 150-180 180-250	90-100 85-95 80-90	70 60 55-60	44-47 40-42	270-300 250-280 235-265	28-30 24-28	წრთობა გაუმჯობესება
ფოლადი 16XHBA		60-მდე 150-მდე	115 110	85 80				
ფოლადი 18XГМ			110	100	50		56-62	ცემენტაცია, წრთობა დაბალი მოშვებით
ფოლადი 15X2Г2Т			110-140	100-105	50-60		33-38	ცემენტაცია, წრთობა დაბალი მოშვებით
ფოლადი 12XH8			100	80	47-50	310-340	56-62	ცემენტაცია, წრთობა დაბალი მოშვებით
ფოლადი 12X2H4A	ГОСТ 977-53		120	115	54-58	300-320	60-65	ცემენტაცია, წრთობა დაბალი მოშვებით
ფოლადი 35Л			50	28		143-187		ნორმალიზაცია
ფოლადი 40Л			53	30		153-196		ნორმალიზაცია
ფოლადი 45Л			55	32				
ფოლადი 55Л			60	35				
ფოლადი 40ГЛ			65	33				
ტექსტოლიტი $E=(60 \div 100) \cdot 10^3 \text{ კგ/სმ}^2$	ЛТР ЛГ		10 8,5	6,5				
მერკნის პლასტიკები $E=(160 \div 200) \cdot 10^3 \text{ კგ/სმ}^2$	ДСПГ		10-12					

K დატვირთვის კოეფიციენტი და

$$K = k_{კონ} k_{დინ}$$

სადაც $k_{კონ}$ დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი, რომლის დაახლოებითი მნიშვნელობა მოცემულია მე-17 ცხრილში ფოლადის კბილანებით გადაცემისათვის კბილის ზედაპირის სისაღით $H_E \geq 350$, მე-8 სიხუსტის ხარისხის დროს.

ცხრილი 17

კონცენტრაციის კოეფიციენტი $k_{კონ}$

$\psi_{კბ} = \frac{b}{D_{კბ}} = \psi_1 \frac{(i+1)}{2}$ $(\psi_1 = \frac{b}{A})$	საყრდენების სიმეტრიული მდებარეობა კბილა თვლვბ-თან ახლოს	კბილანა მდებარეობს საყრდენების მიმართ არასიმეტრიულად		კბილანა კონ-სოლუბრი ბარეობა
		მეტად ხისტი ლილვი ნაკლებად ხისტი ლილვი $(\frac{l}{d_{ლილ}} < 2,5 \div 3)$	$(\frac{l}{d_{ლილ}} > 3)$	
0,2	1,0	1,0	1,05	1,15
0,4	1,0	1,04	1,10	1,22
0,6	1,03	1,08	1,16	1,32
0,8	1,06	1,13	1,22	1,45
1,0	1,10	1,18	1,29	—
1,2	1,14	1,23	1,36	—
1,4	1,19	1,29	1,45	—
1,6	1,25	1,35	1,55	—
1,8	1,32	—	—	—
2,0	1,44	—	—	—

შენიშვნა: 1. უფრო მაღალი სიხუსტის ხარისხისათვის (მე-7 და ნაკლები ხარისხები) ცხრილის მნიშვნელობები $k_{კონ} > 1,05$ შეიძლება შემცირდეს, ხოლო უფრო ნაკლები სიხუსტის ხარისხისათვის (მე-9 და უფრო მაღალი ხარისხები) $k_{კონ}$ უნდა გადიდდეს $5 \div 10\%$ -ით, 2 თუ გადაცემაში ერთ-ერთი კბილანა თუჯისაა, მაშინ ცხრილის მნიშვნელობები $k_{კონ} > 1,05$ უნდა შემცირდეს 5% -ით. 3. ტექსტოლიტის კბილანით გადაცემის შემთხვევაში $k_{კონ} = 1,4$, როცა კბილის ზედაპირის სისაღე ერთ-ერთი კბილანისათვის მაინც $H_E < 350$ -ზე, მაშინ ცვლადი დატვირთვის შემთხვევაში

$$k_{კონ} = \frac{k_{კონ} \cdot ცხრილი + 1}{2}$$

მუდმივი დატვირთვის მოქმედების დროს ($H_E < 350$) $k_{კონ} = 1$.

$k_{დინ}$ დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დაახლოებით შეიძლება ავიღოთ მე-18 ცხრილიდან.

ცხრილი 18

დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი $k_{დინ}$ სწორკბილა კბილანებისათვის

სიხუსტის ხარისხი	კბილა თვლის კბილის ზედაპირის სისაღე	წრიული სირქარე მ/წმ			
		< 1	$1 \div 3$	$3 - 8$	$8 \div 12$
6	≤ 350	—	—	1,2	1,3
	> 350	—	—	1,2	1,3
7	≤ 350	—	1,25	1,45	1,55
	> 350	—	1,2	1,3	1,4
8	≤ 350	1	1,35	1,55	—
	> 350	1	1,3	1,4	—
9	≤ 350	1,1	1,45	—	—
	> 350	1,1	1,4	—	—

დაახლოებითი გაანგარიშებისათვის აიღებენ $K=1,4-1,6$.

შემოწმებითი გაანგარიშებისათვის ხშირად დინამიკურობის კოეფიციენტს განსაზღვრავენ ფორმულებით:

$$\text{როცა } H_E > 350\text{-ზე, მაშინ } k_{\text{დინ}} = 1 + \frac{u}{p_n \text{ მაქს}};$$

$$\text{როცა } H_E \leq 350\text{-ზე, მაშინ } K_{\text{დინ}} = 1 + \frac{0,5u}{p_n \text{ მაქს}},$$

სადაც

$$p_n \text{ მაქს} = \frac{2M_{\text{გრ.კმ მაქს}} k_{\text{კონს}}}{D_{\text{კბ}} \cos \alpha} = \frac{75 N_{\text{მაქს}} k_{\text{კონს}}}{\nu b \cos \alpha} \text{ კგ/სმ.}$$

u —დინამიკური დატვირთვა სწორკბილა კბილანებისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$u = 0,8v \sqrt{\frac{A\Delta}{i}}$$

აქ i გადაცემის რიცხვია,

A —ცენტრთაშორისი მანძილი,

$\Delta = \Delta_0$ —შ—ცდომილება მიკრონებში,

Δ_0 —მაქსიმალური ცდომილება კბილანისა და კბილა თვლის ბიჯებს შორის და

$$\Delta_0 = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}.$$

Δ_1 და Δ_2 ცდომილება ძირითად ბიჯებში (ზღვრული გადახრები) და ГОСТ 1643-56-ის მიხედვით აიღება მე-19 ცხრილიდან; ψ —მაკომპენსირებელი ცდომილება და $\psi=5$ მიკრ; როცა $\Delta_0 < 10$ მიკრ-ზე, მაშინ $\psi = \frac{\Delta_0}{2}$; როცა $u > 16,5$ ($\Delta_0 - \psi$), მაშინ აიღება $u = 16,5$ ($\Delta_0 - \psi$).

ცხრილი 19

ზღვრული გადახრები ძირითად ბიჯებში ГОСТ 1643-56-ის მიხედვით

ნორმალური მოდული m მმ	სიხუსტის ხარისხი				
	5	6	7	8	9
$1 \div 2,5$ $2,5 \div 6$	± 6 ± 7	± 10 ± 11	± 16 ± 18	± 25 ± 28	— ± 45
$6 \div 10$ $10 \div 16$	± 9 $\pm 11,5$	± 14 ± 19	± 22 ± 30	± 36 ± 48	± 55 ± 75
$16 \div 30$ $30 \div 50$	—	—	± 45 —	± 70 ± 105	± 110 ± 170

შენიშვნა: 5 სიხუსტის ხარისხი იზარება მაშინ, როცა სწორკბილებიანებში $v > 15$ მ/წმ; არასწორკბილებიანებში $v > 25$ მ/წმ; 6 სიხუსტის ხარისხის კბილანები მიიღება მოგორვის მეთოდით მაღალ სიხუსტიან ჩარხებზე მოჭრისას და იზარება მაშინ, როცა სწორკბილებიანებში $v < 15$ მ/წმ; არასწორკბილებიანებში— $v < 25$ მ/წმ; 7 სიხუსტის ხარისხის კბილანები მიიღება მოგორვის მეთოდით ზუსტ ჩარხებზე მოჭრისას და იზარება მაშინ, როცა სწორკბილებიანებში $v < 10$ მ/წმ და არასწორკბილებიანებში— $v < 15$ მ/წმ; 8 სიხუსტის ხა-

რისხის კბილანები მიიღება მოფარვის ან სხვა მეთოდით მოჭრისას და იხმარება მაშინ, როცა სწორკბილანებში $v < 6$ მ/წმ და არასწორკბილანებში $v < 10$ მ/წმ; 9 სიხუსტის ხარისხის კბილანები ნებისმიერი მეთოდით ძლიერება და იხმარება სწორკბილანებში, როცა $v < 3$ მ/წმ და არასწორკბილანებში $v < 5$ მ/წმ.

კბილების უმეოფმებითი გაანგარიშება ამტანიანობაზე ლუნვის ძაბვების მიხედვით

ლუნვის ძაბვები კბილის ძირში გამოითვლება ფორმულით: კბილანისათვის

$$\sigma_{\text{კ.კ.}} = \left(\frac{\tau_{\text{მ.გ.}}}{900} \right)^2 \frac{z_{\text{კ.ბ.}}}{y_{\text{კ.ბ.}}} \frac{i}{(i \pm 1) \cos \beta} \leq [\sigma]_{\text{კ.კ.}};$$

კბილა თვლისათვის

$$\sigma_{\text{ლ.კ.ბ.თ.}} = \frac{y_{\text{კ.ბ.}}}{y_{\text{კ.ბ.თ.}}} \sigma_{\text{კ.ბ.}} \leq [\sigma]_{\text{ლ.კ.ბ.თ.}}$$

საპროექტო გაანგარიშების დროს ხშირად სარგებლობენ ფორმულებით: კბილანისათვის

$$\left(\frac{z_{\text{კ.ბ.}}}{y_{\text{კ.ბ.}}} \right)_{\text{მაქს.}} = \left(\frac{900}{[\tau]_{\text{მ.გ.}}} \right)^2 \frac{[\sigma]_{\text{კ.კ.}} (i \pm 1) \cos \beta}{i};$$

კბილა თვლისათვის

$$\left(\frac{z_{\text{კ.ბ.თ.}}}{y_{\text{კ.ბ.თ.}}} \right)_{\text{მაქს.}} = \left(\frac{900}{[\tau]_{\text{მ.გ.}}} \right)^2 [\sigma]_{\text{ლ.კ.ბ.თ.}} (i \pm 1) \cos \beta.$$

ამ ფორმულებში β კბილის დახრის კუთხეა და სწორკბილანებში $\beta = 0$; თუ მასალა ფოლადისაგან განსხვავდება, მაშინ კოეფიციენტი 900 შეიცვლება $900 \sqrt{\frac{E}{2150000}}$ -ით.

ლუნვის დასაშვები ძაბვა კბილის ცალმხრივი დატვირთვისას გამოითვლება ფორმულით

$$[\sigma]_{\text{ლ.}} = \frac{\sigma_0}{n' k_{\sigma}} \sqrt[9]{\frac{5 \cdot 10^6}{N_{\text{გ.}}}};$$

კბილის ორივე მხარის მუშაობისას

$$[\sigma]_{\text{ლ.}} = \frac{\sigma_{-1}}{n' k_{\sigma}} \sqrt[9]{\frac{5 \cdot 10^6}{N_{\text{გ.}}}};$$

ფოლადის და თუჯის კბილანებისათვის

$$[\sigma]_{\text{ლ.}} = \frac{1,4 \cdot \sigma_{-1}}{n' k_{\sigma}} \sqrt[9]{\frac{5 \cdot 10^6}{N_{\text{გ.}}}}.$$

აქ მოყვანილ ფორმულებში: σ_0 — კბილანების ამტანიანობის ზღვარი; n' — სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი, რომელიც იღებდა: ფოლადისა და თუჯის სხმულისათვის, როცა თერმოდამუშავება არ ხდება, $n' = 2$, როცა თერმულად დამუშავებულია $n' = 1,8$; ფოლადის სხმულის ან ნაჭედებისათვის ზედაპირული წრთობის ან ცემენტაციის დროს $n' = 2,5$; ნაჭედებისათვის მოცუ-

ლობითი წრთობისას $n'=2$, ხოლო ნორმალისაციისა ან გაუმჯობესებისას $n'=1,6$.

N_6 ძაბვათა ციკლების მუშა რიცხვია და განისაზღვრება ისე, როგორც ეს კონტაქტური ძაბვების განხილვის დროს იყო აღნიშნული. საფეხურიანი რეჟიმით დატვირთვის დროს N_6 -ეს მაგივრად უნდა ჩაისვას $N_{გვ}$ —ძაბვათა ციკლების ეკვივალენტური რიცხვი, რომელიც კონტაქტური ძაბვების დროს განხილული ფორმულებით გამოითვლება, მხოლოდ ხარისხის მაჩვენებელი რიცხვი 3 შეიცვლება რიცხვით 9; $k_σ$ ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენ-ტია კბილის ძირში და აიღება კბილთა რიცხვის მიხედვით

z	20	30	40	60	100
$k_σ$	1,24	1,34	1,37	1,41	1,45

დახურული კბილა გადაცემების გაანგარიშების ჯოგინმართი სხვა მეთოდი

ძვრის კონტაქტურ ძაბვაზე გაანგარიშება მომენტის საშუალებით

ზოგჯერ დახურული კბილანური გადაცემების გაანგარიშება ხდება წამყვან ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტის საშუალებით. ამ შემთხვევაში ძვრის კონტაქტური ძაბა განი-საზღვრება ფორმულით

$$\tau_{dg} = \sqrt{\frac{16M_{გვ}EK}{100bD_{გვ}^2 \sin 2\alpha}} \frac{i\pm 1}{i} = 0,18 \sqrt{\frac{M_{გვ}E}{A^2 b k_{გვ} \sin 2\alpha}} \frac{(i\pm 1)^3}{i} \leq [\tau]_{გვ};$$

როცა $\alpha=20^\circ$, მაშინ

$$\tau_{dg} = \sqrt{\frac{M_{გვ}KE(i\pm 1)}{4bD_{გვ}^2 i}} \leq [\tau]_{გვ};$$

(კორეგირებული კბილა გადაცემისათვის

$$\tau_{dg} = \sqrt{\frac{8M_{გვ}KE}{100bD_{გვ}^2 \operatorname{tg} \alpha' \cos^3 \alpha}} \frac{i\pm 1}{i} \leq [\tau]_{გვ}.$$

სადაც α' მოდების საექსპლუატაციო კუთხეა).

საპროექტო გაანგარიშების დროს ცენტრთაშორისი მანძილი განისაზღვრება ფორმუ-ლით

$$A = (i\pm 1) \sqrt[3]{\frac{M_{გვ}KE}{16\psi_1[\tau]_{გვ}^3 i}} = 48(i\pm 1) \sqrt[3]{\frac{M_{გვ}K}{\psi_1 i [\tau]_{გვ}^3}}.$$

კბილის ღუნის შემოწმება ხდება ფორმულით

$$\sigma_{ღ.კ.ბ} = \frac{P_n K}{\pi \gamma_{გვ} m b} = \frac{2M_{გვ}}{D_{გვ} \cos \alpha} \frac{K}{\pi \gamma_{გვ} m b} \leq [\sigma]_{ღ.კ.ბ};$$

$$\sigma_{ღ.კ.ბ.თ} = \sigma_{ღ.კ.ბ} \frac{\gamma_{გვ}}{\gamma_{გვ.თ}} < [\sigma]_{ღ.კ.ბ.თ}.$$

ამ ფორმულებში E დავყვანილი დრეკადობის მოდულია კგ/სმ²-ით, K —დატვირთვის კოე-ფიციენტი. დანარჩენი სიდიდეები იგივეა, რაც ზემოთ იყო აღნიშნული.

კუმშვის ზედაპირულ ქაზმებზე გაანგარიშება

კუმშვის ზედაპირული ძაბვის სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით

$$\sigma_{\text{ზედ}} = 0,59 \frac{i \pm 1}{Ai} \sqrt{\frac{1}{\sin 2\alpha}} \sqrt{\frac{i \pm 1}{b}} E M_{\text{გრკონცკდინ}} \leq [\sigma]_{\text{ზედ}} \text{ კგ/სმ}^2.$$

საპროექტო გაანგარიშების დროს განისაზღვრება ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = (i \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{0,59}{[\sigma]_{\text{ზედ}}}\right)^2 \frac{E}{\sin 2\alpha} \frac{M_{\text{გრკონცკდინ}}}{\psi_1}} \text{ სმ.}$$

როცა ორივე კბილანა ფოლადისგანაა დამზადებული და $\sin 2\alpha = 0,643$, მაშინ

$$A = (i \pm 1) \sqrt[3]{\left(\frac{1070}{[\sigma]_{\text{ზედ}}}\right)^2 \frac{M_{\text{გრკონცკდინ}}}{\psi_1}} \text{ სმ;}$$

$$\sigma_{\text{ზედ}} = 1070 \frac{i \pm 1}{Ai} \sqrt{\frac{M_{\text{გრ}}(i \pm 1)}{b}} \text{ კონცკდინ } < [\sigma]_{\text{ზედ}} \text{ კგ/სმ}^2.$$

თუ გადაცემაში ერთ-ერთი კბილანა თუჯისაა, მაშინ ფორმულაში სიდიდე 1070 შეიცვლება სიდიდით 915, ხოლო ტექსტოლიტის კბილანისათვის—270-ით.

დასაშვები კუმშვის კონტაქტური ძაბვა განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$[\sigma]_{\text{ზედ}} = \sigma_{\text{ზედ}} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_B}}.$$

თუ დატვირთვა იცვლება საფეხურებით, მაშინ N_B -ეს მაგივრად ჩაისმება $N_{\text{გკ}}$. მასალის კონტაქტური ამტანანობის ზღვარი გამოითვლება დამოკიდებულებით

$$\sigma_{\text{ზედ}} = C_B H_B \text{ ან } \sigma_{\text{ზედ}} = C_R R_C.$$

C_B და C_R კოეფიციენტების მნიშვნელობა აიღება მე-20 ცხრილიდან.

ზოგჯერ გაანგარიშება ხდება ფორმულებით:

$$\sigma_j = \frac{290000}{Ai} \sqrt{\frac{(i \pm 1)^2}{b} \frac{NK}{n_{\text{კ.ბ.}}}} < [\sigma]_{\text{კ}} \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$A = (i \pm 1) \sqrt[3]{\frac{(290000)^2}{[\sigma]_{\text{კ}}^2} \frac{NK}{n_{\text{კ.ბ.}} \psi_1}} \text{ სმ,}$$

სადაც, როცა $H_B \leq 350$, მაშინ $[\sigma]_{\text{კ}} \leq 3$ მეფე;

როცა $H_B \geq 350$, მაშინ $[\sigma]_{\text{კ}} \leq 420 H_{RC}$.

ცხრილი 20

C_B და C_R კოეფიციენტები, როცა $N_B = 10^7$

კბილა თვლების მასალა	თერმო- დამუშავება	კბილის ზედა- პირის სისალე	კოეფიციენ- ტები C_B ან C_R
ნებისმიერი მარკის ნახშირბადოვანი ან ლეგირებული ფოლადები	გამოწვა, ნორმა- ლიზაცია ან გაუმჯობესება	$H_B \leq 350$	$C_B = 25$
მაღალღებრივებული ქრომნიკელიანი ფო- ლადები მარკით: 12XH3A, 20XH3A, 12XH4A, 18XIT და მსგავსი	ცემენტია	$R_C = 55 \div 63$	$C_R = 310$
ლეგირებული ფოლადები მარკით 20XH, 12XH2, 20X, 15X, 15XM, 20XΦ			$C_R = 280$
ნახშირბადოვანი ფოლადები მარკით 15, 20, 15Γ, 20Γ			$C_R = 220$
ნახშირბადოვანი ან ლეგირებული ფოლა- დები მარკით 40, 45, 35X, 40X, 40XH	მოცულობითი ან ზედაპირული ჭრითობა	$R_C = 40 \div 55$	$C_R = 240$
რუხი თუჯი რ. თ. 24—44-დან 35—56-მდე		$H_B = 170 \div 270$	$C_B = 15$

დაწესებული კბილანური გადაცემის—კედუტორის სპკომპტო განგაკრუმების მსვლელობა კვრის კონტაქტური კაბჰმების მინდვით

განგაკრუმებისათვის შეიძლება მოცემული იყოს: გადასაცემი სიმძლავრე N ცხ. ძ. ან N კვტ; ბრუნთა რიცხვები წუთში n_1 და n_2 ; დამუშავების სიხუსტის ზარისხი, მანქანის დანიშნულება, მუშაობის რეჟიმი და სხვ. განგაკრუმება შეიძლება გავარმოთ შემდეგი მიმდევრობით.

1. განისაზღვრება საერთო გადაცემის რიცხვი i ; შეუსაბამდება იგი სტანდარტს (ГОСТ 2185-55) და განაწილება ცალკეულ საფეხურებზე იმავე სტანდარტის მიხედვით;
2. განისაზღვრება თვითებული ლილვის ბრუნთა რიცხვი და მათზე მოქმედი მომენტები;
3. შეირჩევა მასალა კბილანისა და კბილა თვლისათვის;
4. გამოითვლება ძვრახე და ღუნვაზე დასაშვები ძაბვები— $[\sigma]_1$ და $[\sigma]_2$ კბილანისა და კბილა თვლისათვის;

5. გამოითვლება ჯერ ნელმავალი საფეხურის ცენტრთაშორისი მანძილი— $A_{ნელ}$; ამისათვის ГОСТ 2185-55-დან წინდაწინ დაიშვება $\psi_{A_{ნელ}}$ (განივრი ტიპის კბილანებისათვის $\psi_A \geq 0,6$; საშუალო ტიპის კბილანებისათვის $\psi_A = 0,4 \div 0,6$; ვიწრო ტიპის კბილანებისათვის $\psi_A = 0,2 \div 0,3$). გამოითვლება დატვირთვის კოეფიციენტი და შესაბამისად გამოთვლილი $A_{ნელ}$ -ის მიხედვით ГОСТ 2185-55-დან ამოიწერება ზაზლავის $A_{შვ}$; შესაბამისად, იჭიდანვე ამოიწერება სწრაფმავალი საფეხურის ცენტრთაშორისი მანძილი $A_{სწვ}$.

თუ რედუქტორი არასერიული წარმოებისაა, მაშინ ცენტრთაშორისი მანძილი შეიძლება სტანდარტული არ იყოს;

6. გამოითვლება ნელმავალი საფეხურის ძირითადი ზომები:

$$D_1 = \frac{2A_{ნელ}}{i_{ნელ} + 1}; D_2 = D_1 i_{ნელ}; b = \psi_{A_{ნელ}} A_{ნელ} \text{ და სხვ.}$$

7. შეირჩევა ჯამური კბილთა რიცხვი z_3 და გამოითვლება კბილანისა და კბილა თვლის კბილთა რიცხვები

$$z_1 = \frac{z_3}{i_{ნელ} + 1}; z_2 = i_{ნელ} z_1;$$

ან უმცირესი კბილანის კბილთა რიცხვს დაეყუვებთ წინდაწინ, რომლის მიხედვით მეორის კბილთა რიცხვს გამოვთვლით;

8. შესაბამისად, მოდულის სიდიდე იქნება

$$m = \frac{D_1}{z_1} \text{ ან } m = \frac{2A_{ნელ}}{z_3},$$

რომელიც OCT 1597-თან უნდა იყოს შეთანხმებული. საბოლოოდ შერჩეული მოდულის მიხედვით გადაინგაკრუმება ძირითადი ზომები და შემოწმდება ცენტრთაშორისი მანძილი;

9. შემოწმებითი განგაკრუმებისათვის განისაზღვრება $\alpha_{კვ}$, რომლის მიხედვით შემოწმდება კბილანა და კბილა თვალი ამტანიანობაზე ღუნვის ძაბვების მიხედვით. დაზუსტდება და შემოწმდება დატვირთვის K კოეფიციენტი;

10. ანალოგიურად გაინგაკრუმება სწრაფმავალი საფეხურიც უკვე ცნობილი $A_{სწვ}$ —ცენტრთაშორისი მანძილის მიხედვით;

11. გაინგაკრუმება კბილანისა და კბილა თვლის ყველა ელემენტი და შედგება მათი კონსტრუქციული ნაბაზები;

12. გამოიჩაზება გადაცემის სქემა მასშტაბში. დანიშნება გარსაცმი და კბილანების ლილვების საყრდენები. შემოწმდება გადაცემა გაზურებაზე. ამისათვის ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით განისაზღვრება გარსაცმის საჭირო F ფართობი, რომელიც სითბოს ასხივებს და იგი ნაღები უნდა იყოს გარსაცმის ნამდვილ ფართობზე, ე. ი. შესრულებული უნდა იყოს პირობა

$$F = \frac{632N(1-\gamma)}{h_{0,6}} \leq F_0,$$

სადაც N არის გადასაცემი სიმძლავრე, ცხ. ძ;

γ —გადაცემის მარგი ქმედების კოეფიციენტი;

$$k_0 - \text{სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი და } k_0 = 7 \div 15 \frac{\text{კ. კალ}}{\text{მ}^2 \text{ საათ } 1^\circ \text{C}};$$

t_0 — ტემპერატურათა სხვაობა გარსაცმის შიგნით მოთავსებული ზეთისა და გარემო ჰაერის ტემპერატურებს შორის და $t_0 = 30^\circ \div 70^\circ \text{C}$.

გარსაცმის ფართობში (F_2) ძირის ფართობი არ შედის, რადგან იგი სითბოს არ ასხივებს. თუ ზემოაღნიშნული პირობა არ იქნება შესრულებული, მაშინ გარსაცმის ფართობი უნდა გადიდდეს დამატებითი წიბოების მოწყობით, ან რედუქტორზე მოეწყოს ჰაერმბერავი, ანდა ზეთში მოთავსდეს კლანჩილა მილი, რომელშიც იმთავითვე გამაცივებელი წყალი;

13. უნდა დაინიშნოს საყრდენებში საკისრებისა და საქუსლეების სახეები; მოხდეს ლილვების წინასწარი, მიახლოებითი და დახუსტებითი გაანგარიშებები სათანადო ეპიურების აგებით და საკისრებისა და საქუსლეების შერჩევა და შემოწმებითი გაანგარიშება;

14. ასეთი გაანგარიშების შემდეგ ხდება რედუქტორის სამწყობო და მუშა ნახაზების შედგენა; სათანადოდ, გარსაცმის ზომები და მისი მოწყობილობა აღებული უნდა იქნეს ემპირიული თანაფარდობით და სტანდარტების ცხრილებიდან.

ცილინდრული კბილა ჩედუქტორების ძირითადი პარამეტრები ГОСТ 2185-55-ის მიხედვით

სტანდარტი ГОСТ 2185-55 ვრცელდება ერთ-, ორ- ან სამსაფეხურიან რედუქტორებზე, რომლებიც შესრულებულია როგორც დამოუკიდებელი აგრეგატები ცილინდრული — სწორკბილებიანი, ირიბკბილებიანი ან შევრონული ევოლვენტური კბილა თვლებით.

21-ე ცხრილში მოცემულია ГОСТ 2185-55-დან ამოწერილი ზოგიერთი ძირითადი პარამეტრები.

ცენტრალური A მანძილი, მმ-ით

ცხრილი 21

ერთსაფეხურიანი და თანაღორბა ორსაფეხურიანი (ორღორბა) გა- დაცემები	A	100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 900, 1000, 1200, 1400; 1600, 1800, 2000, 2200, 2400
--	-----	--

ორსაფეხუ- რიანი სამ- ღაცემები	ნელმოვალი საფეხური $A_{\text{ნელ}}$	150	175	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
		100	125	150	175	200	250	280	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800
სამსაფეხური- ანი გადაცემები	სწრაფმოვალი საფეხური $A_{\text{სწრ}}$	$A_{\text{ნელ}}$	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400		
		$A_{\text{სწრ}}$	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400

ტორსული მოდული m_n ან ნორმალური მოდული m_n

1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; (6,5); 7; 8; 9; 10; 11; 12; (13); 14; (15); 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30.

ფრჩხილებში ჩასმული მოდული შეძლებისდაგვარად არ იზმარება.

$$\text{სიგანის კოეფიციენტი } \psi_1 = \frac{b}{A}$$

0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2.

შევრონული კბილანების $B = \psi_1 A$ სიგანეში არ შედის ფრჩხის გამოსავალი ღარის სიგანე.

სხვადასხვა სიგანის შეუღლებული კბილა თვლებისათვის ψ_1 მნიშვნელობა განისაზღვრება უფრო ვიწრო კბილანებისათვის.

გადაცემის რიცხვი ცილინდრული რედუქტორებისათვის
ერთსაფეხურიანი რედუქტორებისათვის

z	1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,24; 2,5; 2,8; 3,15; 3,55; 4; 4,5; 5; 5,6; 6,3; 7,1; 8; 9; 10;
-----	---

ორსაფეხურიანი რედუქტორებისათვის (რეკომენდებული)

ორსაფეხურიანი სამღერძა
რედუქტორები

ორსაფეხურიანი ორღერძა
(თანაღერძა) რედუქტორები

ჩნომ	ჩნრ	ჩნელ	$i = \text{ჩნრ} \cdot \text{ჩნელ}$
8	2		8
9	2,24		8,96
10	2,5	4	10,0
11,2	2,8		11,2
12,5	3,15		11,6
14	3,15		14,17
16	3,55	4,5	15,97
18	4		18,0
20	4,5		20,25
22,4	4,5		22,5
25	5	5	25
28	5,6		28
31,5	6,3		31,5
35,5	6,3	5,6	35,28
40	7,1		39,76
45	8		44,8
50	9		50,4

ჩნომ	ჩნრ	ჩნელ	$i = \text{ჩნრ} \cdot \text{ჩნელ}$
8	2,5		7,87
9	2,8	3,15	8,82
10	3,15		9,92
11,2	2,8		11,2
12,5	3,15	4	12,6
14	3,55		14,7
16	4,0		16,0
18	4	4,5	18,0
20	4,5		20,25
22,4	4,5	5	22,5
25	5		25,0
28	5	5,6	28,0
31,5	5	6,3	31,5
35,5	5,6		35,28
40	6,3		39,69
45	6,3	7,1	44,73
50	7,1		50,41

სამსაფეხურიანი რედუქტორებისათვის (რეკომენდებული)

ჩნომ	ჩნრ	ჩშუალ	ჩნელ	$i = \text{ჩნრ} \cdot \text{ჩშუალ} \cdot \text{ჩნელ}$
40	2			40
45	2,24			44,8
50	2,5	4		50,0
56	2,8			56,0
63	3,15		5	63,0
71	3,15			70,87
80	3,55			79,87
90	4	4,5		90,0
100	4,5			101,25
112	5			112,5

ჩნომ	ჩნრ	ჩშუალ	ჩნელ	$i = \text{ჩნრ} \cdot \text{ჩშუალ} \cdot \text{ჩნელ}$
125	5	4,5		126,0
140	5		5,6	140,0
160	5,6	5		156,8
180	6,3			176,4
200	6,3			197,57
224	6,3	5,6		222,26
250	7,1			250,49
280	7,1	6,3	6,3	281,80
315	8			317,52
355	8	7,1		357,84
400	9			402,57

შენიშვნა: 1. ცალკეული საფეხურების გადაცემის რიცხვები ცხრილებში მოცემულია ისეთნაირად, რომ რედუქტორის საერთო გადაცემის რიცხვის გადახრა ნომინალური გადაცემის რიცხვიდან მოთავსდეს სტანდარტით გათვალისწინებულ დასაშვებ ზღვრებში ($\pm 2,5\%$, როცა $i = 1,25 \div 4,5$ და $\pm 4\%$, როცა $i = 5 \div 10$; ორ-, სამსაფეხურიანი რედუქტორის ყველა გადაცემის რიცხვისათვის $\pm 4\%$).

2. როცა $\psi_1 > 0,4$, მაშინ დაცული უნდა იყოს პირობა $\psi_1 \leq \frac{4}{i+1}$; უკიდურეს შემთხვევაში $\psi_1 \leq \frac{5}{i+1}$.

რედუქტორის რეკომენდებული პარამეტრები სწორკბილბიანი კბილა თვლებისათვის
ან შევრანული კბილა თვლებისათვის სტანდარტული ტორსული მოდულით

A მმ	100	125	150	175	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
m ან m _გ მმ	ზა															
1	200*	250*	300*	350*	400*	500*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,25	160*	200*	240*	280*	320*	400*	480*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	133	166	200*	233	266	333	400*	466	—	—	—	—	—	—	—	—
1,75	114	142	171	200*	228	285	342	400*	457	514	—	—	—	—	—	—
2	100*	125*	150*	175*	200*	250*	300*	350*	400*	450*	500*	—	—	—	—	—
2,25	—	111	133	155	177	222	266	311	355	400*	444	488	—	—	—	—
2,5	—	100*	120*	140*	160*	200*	240*	280*	320*	360*	400*	440*	480*	—	—	—
3	—	—	100*	116	133	166	200*	233	266	300*	333	366	400*	433	466	500*
3,5	—	—	—	100*	114	142	171	200*	228	257	285	314	342	371	400*	428
4	—	—	—	—	100*	125*	150*	175*	200*	225*	250*	275*	300*	325*	350*	375*
4,5	—	—	—	—	—	111	133	155	177	200*	222	244	266	288	310	333
5	—	—	—	—	—	100*	120*	140*	160*	180*	200*	220*	240*	260*	280	300*
5,5	—	—	—	—	—	—	109	127	145	163	181	200*	218	236	254	272
6	—	—	—	—	—	—	100*	116	133	150*	166	183	200*	216	233	250*
7	—	—	—	—	—	—	—	100*	114	128	142	157	171	185	200	214
8	—	—	—	—	—	—	—	—	100*	112	125*	137	150*	162	175*	187
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100*	111	122	133	144	155	166
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100*	110	120*	130*	140*	150*
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	109	118	127	136
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100*	108	116	125*
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100*	107

შენიშვნა: კბილთა რიცხვების ჯამი, რომლებიც ცხრილში აღნიშნულია * ნიშნით, შეიძლება გამოიყენონ მოდულის კორექციის გარეშე ან კორექციით $\xi_{კ.ბ} = -\xi_{კ.ბ}$; ჯ, რომლებიც * ნიშნით არ არის აღნიშნული, შეიძლება განხორციელდეს ჯამური გადაწყვეტის მინიმალური დადებითი მნიშვნელობით.

მაგალითები

მაგალითი 1. ვიანგარიშით ჯალამბარის ცილინდრული კბილანები, თუ მისი ტვირთამწეობა არის $Q = 700$ კგ; დოლის დიამეტრი, რომელზედაც ტვირთამწევი ბაგირი ეხვევა, $D_{\text{დ}} = 250$ მმ; სახელურის სიგრძე $l = 400$ მმ (იძლევა $l = 300 \div 400$ მმ) და სახელურებზე, რომლებიც წამყვანი ლილვის ორივე მხარეს მდებარეობს, მუშაობს ორი მუშა (თითოეული მუშის ძალა საანგარიშოდ გათვალისწინებულია $P_0 = 20$ კგ, ნახ. 26).

განგარიშება. წამყვანი ლილვზე მუშების მიერ შექმნილი მგრეხავი მომენტი

$$M_0 = 2P_0 l = 2 \cdot 20 \cdot 40 = 1600 \text{ კგსმ} = 16000 \text{ კგმმ.}$$

დოლის ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი

$$M_{\text{დ}} = Q \frac{D_{\text{დ}}}{2} = 700 \frac{25}{2} = 8750 \text{ კგსმ.}$$

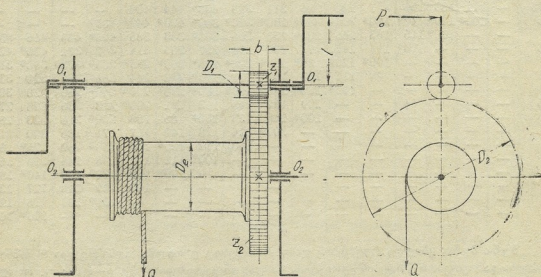
გადაცემის რიცხვის დაახლოებითი სიდიდით განისაზღვრება ფორმულით

$$i_{\text{ღ}} = \frac{M_{\text{ღ}}}{M_{\text{გ}}} = \frac{8750}{1600} = 5,47.$$

ასეთი გადაცემის რიცხვისათვის სრულიად საკმარისი იქნება კბილანების ერთი წყვილი (რადგანაც $i < 10$). თუ წყვილი კბილანებისა და საყრდენების მარგი ქმედების კოეფიციენტად მივიღებთ $\eta_{\text{გგ}} = 0,95$, ხოლო დოლის მარგი ქმედების კოეფიციენტად (დოლზე ბაგირის დახვევისაგან გამოწვეული დანაკარგების გასათვალისწინებლად) $\eta_{\text{ღ}} = 0,96$, მაშინ ჯალაშხარის გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{i_{\text{ღ}}}{\eta_{\text{გგ}} \eta_{\text{ღ}}} = \frac{5,47}{0,95 \cdot 0,96} \approx 6,$$

რაც მისაღებია ($i < 10$ — ხელით გადაცემები).



ნახ. 26.

დავუშვათ, რომ კბილანის კბილთა რიცხვი $z_1 = 12$, მაშინ კბილა თვლის კბილთა რიცხვი $z_2 = i z_1 = 6 \cdot 12 = 72$.

კბილანისა და კბილა თვლის მასალად მივიღოთ რუხი თუჯი, მარკით რ. თ. 12-28 (ГОСТ 1412-54), რომლისთვისაც ლუნვაზე დასაშვებ ძაბვად მივიღოთ $[\sigma]_{\text{ღ}} = 3,5 \text{ კგ/მმ}^2$ (ცხრ. 9); მივიღოთ აგრეთვე, რომ $\psi = 8$ (ცხრ. 11); მოდების კუთხე $\alpha = 20^\circ$; კბილის ფორმის კოეფიციენტი, როცა $z_1 = 12$, გამოვთვალოთ ფორმულით

$$y = 0,154 - \frac{0,912}{z_1} = 0,154 - \frac{0,912}{12} = 0,078.$$

მოდულს ვანგარიშობთ ფორმულით

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{\text{გ}}}{y [\sigma]_{\text{ღ}} \psi z_1}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 16000}{0,078 \cdot 3,5 \cdot 8 \cdot 12}} \approx 7,3 \text{ მმ}.$$

ГОСТ 1597-ის მიხედვით ვიღებთ $m = 8 \text{ მმ}$ (ცხრ. 4). გამოვთვლით კბი-

ლანების ძირითად ზომებს: მოდების ბიჯს $t = m\pi = 8 \cdot 3,14 = 25,12$ მმ; საწყისი წრეხაზების დიამეტრები

$$D_1 = m\chi_1 = 8 \cdot 12 = 96 \text{ მმ}; \quad D_2 = m\chi_2 = 8 \cdot 72 = 576 \text{ მმ}.$$

კბილის სიგრძე $b = \psi m = 8 \cdot 8 = 64$ მმ; კბილანისათვის მივიღოთ, რომ $b_1 = 67$ მმ; კბილა თვლისათვის $b_2 = 65$ მმ.

კბილის შემოწმებისათვის განვსაზღვროთ კბილანაზე მოქმედი წრიული ძალა

$$P = \frac{2M_a}{D_1} = \frac{2 \cdot 1600}{9,6} \approx 334 \text{ კგ}.$$

შესაბამისად, კბილში არსებული ძაბვის სიდიდე

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{P}{\gamma b m \pi} = \frac{334}{0,078 \cdot 6,5 \cdot 0,8 \cdot 3,14} \approx 260 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\Sigma} = 350 \text{ კგ/სმ}^2.$$

კბილის შევრისა და ღრმულის სიმაღლეები (ნახ. 27)

$$h' = m = 8 \text{ მმ}; \quad h'' = 1,2m = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ მმ}.$$

ვინაგარიშით კბილანის ელემენტების ზომები ($D_1 = 96$ მმ, ნახ. 27).

შევრებისა და ღრმულების წრეხაზების დიამეტრები

$$D_{e1} = D_1 + 2h' = 96 + 2 \cdot 8 = 112 \text{ მმ};$$

$$D_{i1} = D_1 - 2h'' = 96 - 2 \cdot 9,6 = 76,8 \text{ მმ}.$$

კბილანის ლილვის დიამეტრი გამოვთვალოთ გრეხაზე სიმტკიცის პირობიდან, ფორმულით

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_a}{0,2[\tau]_{\text{გრ}}}} = \sqrt[3]{\frac{1600}{0,2 \cdot 250}} \approx 3,2 \text{ სმ},$$

სადაც ფლ 3 მასალის ლილვისათვის მიღებულია, რომ $[\tau]_{\text{გრ}} = 250 \text{ კგ/სმ}^2$.

მივიღოთ

$$d_1 = 35 \text{ მმ}.$$

მორგვის დიამეტრი

$$D_0 = (1,8 \div 2)d_1 = 1,8 \cdot 35 = 63 \text{ მმ}.$$

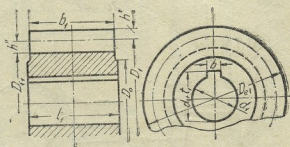
მორგვის სიგრძედ მივიღოთ

$$l_1 = 70 \text{ მმ}.$$

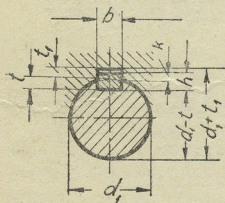
ლილვის დიამეტრის $d_1 = 35$ მმ შესაბამისად ვირჩევთ „სოგმანი 10×8×70 ГОСТ 8782-58“ და სოგმანის ზომები ГОСТ 8788-58 დან იქნება (ნახ. 28),

$$b \times h = 10 \times 8 \text{ მმ}; \quad k = 4,2 \text{ მმ};$$

$$d_1 - t = d_1 - 4,5 = 35 - 4,5 = 30,5 \text{ მმ};$$



ნახ. 27.



ნახ. 28.

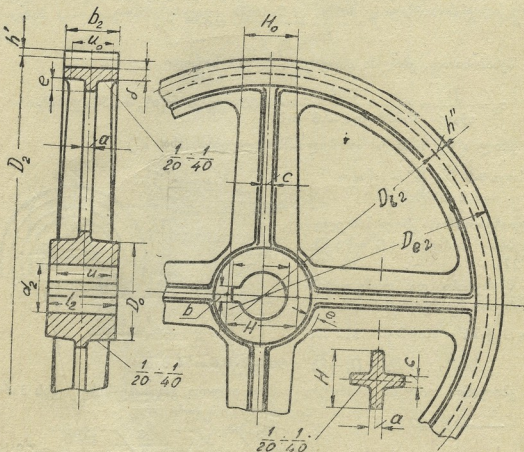
$$d_1 + t_1 = d_1 + 3,6 = 35 + 3,6 = 38,6 \text{ მმ};$$

სოგმანის საანგარიშო სიგრძე მომრგვალებულთაფიანი სოგმანისათვის

$$l_{\text{საანგ}} = l_1 - b = 70 - 10 = 60 \text{ მმ};$$

შერჩეულ სოგმანს ვამოწმებთ თელვაზე

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{M_{\text{გრ}}}{0,5 d_1 k l_{\text{საანგ}}} = \frac{1600}{0,5 \cdot 35 \cdot 0,42 \cdot 6} \approx 360 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{თელ}} = 800 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ (თუჯი).}$$



ნახ. 29.

კბილა თვლის $D_2 = 576$ მმ ელემენტების ზომებია (ნახ. 29): შვერებისა და ღრმულების წრეხაზების დიამეტრები

$$D_{e2} = D_2 + 2h' = 576 + 2 \cdot 8 = 592 \text{ მმ};$$

$$D_{i2} = D_2 - 2h'' = 576 - 2 \cdot 9,6 = 556,8 \text{ მმ}.$$

ფერსოს სისქე

$$\delta \approx 1,6m = 1,6 \cdot 8 \approx 13 \text{ მმ}.$$

მანების რიცხვი

$$A_3 = \frac{1}{6} \sqrt{D_2} = \frac{1}{6} \sqrt{576} \approx 4.$$

ხშირად მანების რიცხვს აიღებენ ქვემოთყვანილი ცხრილის მიხედვით

საწყისი წრეხაზის დიამეტრი	400÷600	700÷1500	1600÷3000
მანების რიცხვი	4	6	8

მანის ზომა ლილვზე

$$H = \sqrt[3]{\frac{90P \cdot 0,5D_2}{A_2[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{90 \cdot 334 \cdot 0,5 \cdot 57,6}{4 \cdot 350}} \approx 8,5 \text{ სმ.}$$

მანის ზომა ფეროსთან

$$H_0 = 0,8H = 0,8 \cdot 8,5 = 6,8 \text{ სმ;}$$

$$a = \frac{H}{5} = \frac{8,5}{5} = 1,7 \text{ სმ; } c = (0,8 \div 1)a = 0,8 \cdot 1,7 \approx 1,4 \text{ სმ;}$$

$$u = b_2 = 6,5 \text{ სმ;}$$

$$u_0 = 0,8u = 0,8 \cdot 6,5 = 5,2 \text{ სმ;}$$

$$e \approx 13 \text{ მმ.}$$

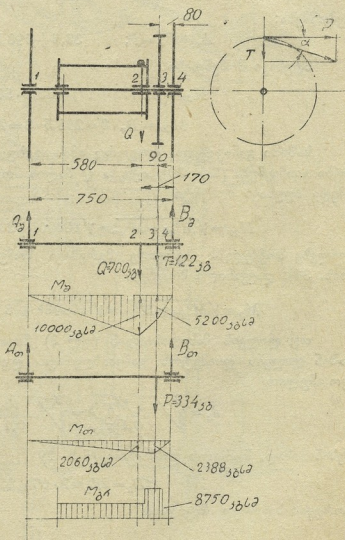
კბილა თვლის ლილვის დიამეტრის გაანგარიშებისათვის განვსაზღვროთ დაახლოებით ლილვზე მოქმედი დატვირთვები. ლილვზე მოქმედებს წრიული ძალა $P = 334 \text{ კგ}$ და რადიალური დატვირთვა

$$T = P \operatorname{tg} \alpha = 334 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \approx 122 \text{ კგ.}$$

მივიღოთ, რომ ლილვის საყრდენებს შორის მანძილი $l_0 = 750 \text{ მმ}$ (ნახ. 30). წინასწარ დავუშვათ დანარჩენი მანძილები, როგორც ეს აღნიშნულია 30-ე ნახაზზე.

თუ მხედველობაში არ მივიღებთ კბილა თვლისა და დოლის წონებს და ბაგირის ყველაზე არახელსაყრელ მდებარეობად ჩავთვლით დოლის მარჯვენა კიდე, დაახლოებით დოლის მორგვის შუა ადგილას, მაშინ აქ იმოქმედებს $Q = 700 \text{ კგ}$ ძალა, მარცხენა საყრდენში დატვირთვა აღარ იქნება და საყრდენების რეაქციები და მლუნავი მომენტები იქნება:

შვეულ სიბრტყეში



ნახ. 30.

$$A_2 75 - 700 \cdot 17 - 122 \cdot 8,0 = 0; \text{ აქედან } A_2 = 172 \text{ კგ};$$

$$B_2 = 75 - 122 (75 - 8) - 700 (75 - 17) = 0; \text{ აქედან } B_2 = 650 \text{ კგ}.$$

შემოწმება:

$$A_2 + B_2 = Q + T; \quad 172 + 650 = 822 \text{ კგ} = 700 + 122 \text{ კგ}.$$

მლუნავი მომენტები 2 და 3 განივკვეთების მიმართ იქნება

$$M_{22} = A_2 (75 - 17) = 172 \cdot 58 \approx 10000 \text{ კგსმ (} Q \text{ ძალის მოდების ადგილას);}$$

$$M_{33} = B_2 \cdot 8 = 650 \cdot 8 = 5200 \text{ კგსმ (კბილა თვლის კვეთში).}$$

თარაზულ სიბრტყეში

$$A_{\sigma} = \frac{P \cdot 8}{75} = \frac{334 \cdot 8}{75} = 35,5 \text{ კგ}; \quad B_{\sigma} = \frac{P(75 - 8)}{75} = \frac{334 \cdot 67}{75} \approx 298,5 \text{ კგ}.$$

შემოწმება:

$$A_{\sigma} + B_{\sigma} = P; \quad 35,5 + 298,5 = 334 \text{ კგ}.$$

მლუნავი მომენტები

$$M_{2\sigma} = A_{\sigma} (75 - 17) = 35,5 \cdot 58 \approx 2060 \text{ კგსმ};$$

$$M_{3\sigma} = B_{\sigma} \cdot 8 = 298,5 \cdot 8 = 2388 \text{ კგსმ}.$$

საშიში განივკვეთი, როგორც ამას აგებული მლუნავი მომენტების ებიუ-რები გვიჩვენებს (ნახ. 30), იქნება Q ძალის მოდების ადგილას, სადაც ტოლ-ქმელი მლუნავი მომენტი

$$M_{2\sigma} = \sqrt{M_{22}^2 + M_{32}^2} = \sqrt{10000^2 + 2060^2} \approx 10198 \text{ კგსმ}.$$

ლილვზე მოქმედებს აგრეთვე მგრეხავი მომენტი $M_{\sigma\sigma} = M_{3\sigma} = 8750 \text{ კგსმ}$ (ნახ. 30); დაყვანილი მომენტი

$$M_{\sigma} = \sqrt{M_{2\sigma}^2 + M_{3\sigma}^2} = \sqrt{10198^2 + 8750^2} \approx 13400 \text{ კგსმ}.$$

თუ ლილვის მასალისათვის (ფლ 3) მივიღებთ, რომ $[\sigma]_{\sigma} = 650 \text{ კგ/სმ}^2$, მაშინ ლილვის დიამეტრს განვსაზღვრავთ ლუნვაზე სიმტკიცის პირობიდან ფორმულით

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_{\sigma}}{0,1[\sigma]_{\sigma}}} = \sqrt[3]{\frac{13400}{0,1 \cdot 650}} \approx 6,0 \text{ სმ}.$$

შესაბამისად, მორგვის დიამეტრი (ნახ. 29)

$$D_0 = 2d_2 = 2 \cdot 6,0 = 12,0 \text{ მმ};$$

მორგვის სიგრძელ მივიღოთ

$$l_2 = b_2 + 0,05R_2 = 65 + 0,05 \frac{576}{2} \approx 80 \text{ მმ}.$$

ГОСТ 8788-58-დან შერჩეულია „სოგმანი $18 \times 11 \times 80$ ГОСТ 8789-58“; სოგმანის ზომები, ГОСТ 8788-ის თანახმად (ნახ. 28), არის $b \times h = 18 \times 11$ მმ; $d_2 - t = 60 - 5,5 = 54,5$ მმ; $d_2 + t_1 = 60 - 5,6 = 54,4$ მმ; $k = 6,8$ მმ.

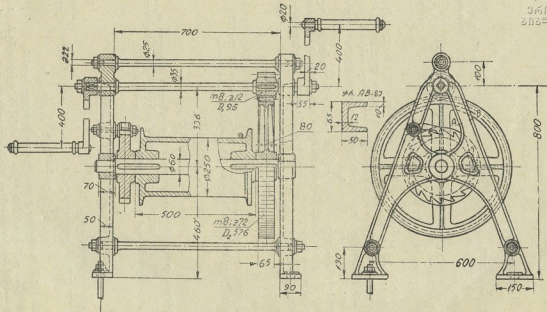


Fig. 31.

სოგმანის შესამოწმებლად განვსაზღვრავთ სოგმანის საანგარიშო სიგრძის მომრგვალებულთაფიანი სოგმანისათვის

$$l_{\text{საანგ}} = l_2 - b = 80 - 18 = 62 \text{ მმ.}$$

შესაბამისად, თელვისაგან გამოწვეული ძაბვა

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{M_{\text{თელ}}}{0,5d_2 k_{\text{საანგ}}} = \frac{8750}{0,5 \cdot 6 \cdot 0,68 \cdot 0,2} \approx 680 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{თ}} \approx 800 \text{ კგ/სმ}^2,$$

რაც მისაღებია.

31-ე ნახაზზე გამოსახულია მსგავსი ჯალამბარის კონსტრუქციის ორი ხედი. ჯალამბარის დოლის ღერძზე წამოგებულია ხრუტუნა, რომლის დანიშნულებაა ტვირთის შეკავება ნებისმიერ სიმაღლეზე.

მაბალითი 2. ვიანგარიშით სწორკბილებიანი ცილინდრული კბილანებით გადაცემა ელექტროძრავიდან მანქანის ერთ-ერთ ლილვზე, თუ ძრავის სიმძლავრე $N=10$ ცხ. ძ და აქვს $n_{\text{ძრ}}=1460$ ბრ/წთ, ხოლო მანქანის ლილვს— $n_2=250$ ბრ/წთ. ლილვზე კბილა თელის დაყენების მიხერხებულობისათვის იგი უნდა შედგებოდეს ორი ნახევრისაგან.

განგარიშება. დიდი ბრუნთა რიცხვის გამო მოსალოდნელია კბილანების დიდი წრიული სიჩქარე, ამიტომ, უხმაურო გადაცემის მიზნით, კბილანა უნდა დავაშაღოთ ტექსტოლიტ IIT-საგან, კბილა თვალი კი თუჯისაგან. გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_{\text{ძრ}}}{n_2} = \frac{1460}{250} \approx 5,8.$$

მივიღოთ, რომ კბილთა რიცხვები $z_1=18$; $z_2=i z_1=5,8 \cdot 18 \approx 105$. კბილანური გადაცემის მოდული გამოვთვალოთ ფორმულით

$$m = 10 \sqrt[3]{\frac{455 K N}{\gamma [\sigma] \psi z_1 n_1 k_\Sigma}}.$$

მივიღოთ, რომ ტექსტოლიტისათვის მე-9 ცხრილის მიხედვით $\sigma_{\text{დრ.ლ}} = 14,5$ კგ/მმ²; თუ გავითვალისწინებთ ძაბვების კონცენტრაციას კბილის ძირში, კოეფიციენტი $k_\Sigma \approx 1,3$ და სიმტკიცის მარაგს $n=4$, მაშინ

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{\sigma_{\text{დრ.ლ}}}{n k_\Sigma} = \frac{14,5}{4 \cdot 1,3} = 2,76 \text{ კგ/მმ}^2;$$

კბილის სიგანის კოეფიციენტი $\psi=10$;

კბილის ფორმის კოეფიციენტი, როცა $z_1=18$, 41-ე ცხრილის მიხედვით $\gamma=0,098$.

გადაცემის მუშაობის რეჟიმის კოეფიციენტად მივიღოთ $k_p=1,0$.

კბილანების დამზადების სიზუსტისა და სიჩქარის კოეფიციენტის გასათვალისწინებლად წინდაწინ დავუშვათ, რომ მოსალოდნელ ფარგლებში წრიული სიჩქარე $v \approx 8$ მ/წმ და ცვეთის კოეფიციენტი $\gamma=1$, მაშინ

$$k_{\text{დონ}} = \frac{159}{200+197v} + 0,25 = \frac{159}{200+197 \cdot 8} + 0,25 \approx 0,34;$$

$$k = \frac{1}{\gamma k_{\text{დონ}}} = \frac{1}{1 \cdot 0,34} \approx 3.$$

გადახურვის პრაქტიკულ კოეფიციენტად მივიღოთ $k_{\Sigma} = 0,8\varepsilon$, სადაც თეორიული გადახურვის კოეფიციენტს, თუ მოდების კუთხე $\alpha = 20^\circ$ და კბი-
ლი ნორმალური სიმაღლისაა, ე. ი. $h' = m$, გამოვთვლით ფორმულით

$$\varepsilon = \frac{[V(\chi_1+2)^2 - 0,88 \cdot \chi_1^2 - 0,34\chi_1] + [V(\chi_2+2)^2 - 0,88\chi_2^2 - 0,34 \cdot \chi_2]}{5,9} =$$

$$= \frac{[V(18+2)^2 - 0,88 \cdot 18^2 - 0,34 \cdot 18] + [V(105+2)^2 - 0,88 \cdot 105^2 - 0,34 \cdot 105]}{5,9} = 1,7;$$

შესაბამისად

$$k_{\Sigma} = 0,8\varepsilon = 0,8 \cdot 1,7 \approx 1,36.$$

მიღებული მნიშვნელობების მოდულის ფორმულაში ჩასმის შედეგად მი-
ვიღებთ

$$m = 10 \sqrt[3]{\frac{455 \cdot 3 \cdot 10}{0,098 \cdot 2,76 \cdot 10 \cdot 18 \cdot 1460 \cdot 1,36}} \approx 5,3 \text{ მმ.}$$

OCT 1597-ის მიხედვით მივიღოთ $m = 6$ მმ.

აღებული მოდულის მიხედვით საწყისი წრეხაზების დიამეტრები

$$D_1 = m\chi_1 = 6 \cdot 18 = 108 \text{ მმ}; \quad D_2 = m\chi_2 = 6 \cdot 105 = 630 \text{ მმ.}$$

წამყვან ლილეზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი

$$M_1 = 71620 \frac{N}{n_{\text{ძრ}}} = 71620 \frac{10}{1460} \approx 490 \text{ კგსმ.}$$

წრიული ძალა

$$P = \frac{2M_1}{D_1} = \frac{2 \cdot 490}{10,8} \approx 91 \text{ კგ.}$$

კბილის სიგრძე კბილანისათვის

$$b = \psi m = 10 \cdot 6 = 60 \text{ მმ.}$$

წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,91 \cdot 1460}{60} \approx 7 \text{ მ/წმ;}$$

შესაბამისად

$$k_{\text{დონ}} = \frac{159}{200+197 \cdot 7} + 0,25 \approx 0,349; \quad k = \frac{1}{1 \cdot 0,349} \approx 2,86.$$

ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა კბილანის კბილში

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{Pk}{\gamma b m \pi k_{\Sigma}} = \frac{91 \cdot 2,86}{0,098 \cdot 6 \cdot 0,6 \cdot 3,14 \cdot 1,36} \approx 173 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ}} = 276 \text{ კგ/სმ}^2.$$

კბილა თვლისათვის $\gamma_{კბ.თ} = 0,18$ (ცხრ. 10) და რადგანაც მას თუჯისა-
გან ვამზადებთ, ამიტომ მისი კბილის ლუნვის სიმტკიცე უზრუნველყოფილი
იქნება.

კბილის ზომებია (ნახ. 17):

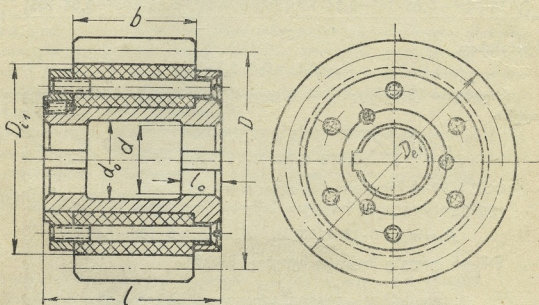
$$h' = m = 6 \text{ მმ}; h'' = 1,25m = 1,25 \cdot 6 = 7,50 \text{ მმ}; h = 2,25m = 2,25 \cdot 6 = 13,50 \text{ მმ}.$$

მივიღოთ, რომ კბილის სიგრძე კბილა თვლისთვის $b_{კბ.თ} = 65 \text{ მმ}$.

$D_1 = 108 \text{ მმ}$ დიამეტრიანი კბილანისათვის (ნახ. 32) შევრებისა და ღრმუ-
ლების წრეხაზების დიამეტრები

$$D_{e1} = D_1 + 2h' = 108 + 2 \cdot 6 = 120 \text{ მმ};$$

$$D_{i1} = D_1 - 2h'' = 108 - 2 \cdot 7,5 = 93 \text{ მმ}.$$



ნახ. 32.

კბილანა შეიძლება დავამზადოთ 32-ე ნახაზზე გამოსახული კონსტრუქ-
ციის მსგავსად. მისი ლილვის დიამეტრი გამოვთვალოთ ფორმულით

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_1}{0,2[\tau]_{გრ}}} = \sqrt[3]{\frac{490}{0,2 \cdot 200}} \approx 2,3 \text{ სმ}.$$

მივიღოთ, რომ $d_1 = 35 \text{ მმ}$.

მივიღოთ აგრეთვე $d_0 = 1,16d_1 = 1,16 \cdot 35 \approx 41 \text{ მმ}$.

კბილანის დანარჩენი ზომები იანგარიშება ჩვეულებრივი ხერხით.

$D_2 = 630 \text{ მმ}$ დიამეტრიანი კბილა თვლის (ნახ. 33) შევრებისა და ღრმუ-
ლების წრეხაზების დიამეტრები

$$D_{e2} = D_2 + 2h' = 630 + 2 \cdot 6 = 642 \text{ მმ};$$

$$D_{i2} = D_2 - 2h'' = 630 - 2 \cdot 7,5 = 615 \text{ მმ}.$$

ფეროსის სისქედ მივიღოთ $\delta = 1,6m = 1,6 \cdot 6 \approx 10 \text{ მმ}$;

ფეროსის გამზავრებელი ნეკნის სიმაღლედ $e \approx \delta = 10 \text{ მმ}$.

მანების რიცხვი

$$A_3 = \left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{7} \right) \sqrt{D_2} = \left(\frac{1}{6} \div \frac{1}{7} \right) \sqrt{630} \approx 4.$$

მანის სიგანე ღერძზე

$$H = \sqrt[3]{\frac{90PR_2}{A_3[\sigma]_T}} = \sqrt[3]{\frac{90 \cdot 91 \cdot 63}{4 \cdot 300 \cdot 2}} \approx 6,2 \text{ სმ},$$

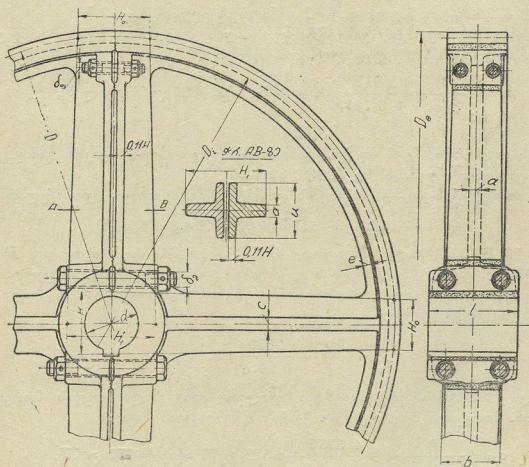
სადაც თუჯისათვის მიღებულია, რომ

$$[\sigma]_T \approx 300 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მანის სხვა ზომები

$$H_0 = 0,8H = 0,8 \cdot 6,2 \approx 5 \text{ სმ};$$

$$a = 0,2H = 0,2 \cdot 6,2 = 1,24 \text{ სმ}.$$



ნახ. 33.

კბილა თვლის ლილვზე მოქმედი მგრესხავი მომენტი

$$M_2 = M_1 i \eta_{\text{კ}} = 490 \cdot 5,8 \cdot 0,97 \approx 2800 \text{ კგსმ}.$$

ლილვის დიამეტრი

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_2}{0,2[\tau]_{\text{კ}}}} = \sqrt[3]{\frac{2800}{0,2 \cdot 120}} \approx 4,9 \text{ სმ}.$$

მივიღოთ, რომ კონსტრუქციულად $d_2 = 6$ სმ.
მორგვის დიამეტრი

$$D_0 = 2d_2 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ სმ.}$$

მორგვის სიგრძე

$$l_2 = 1,8d_2 = 1,8 \cdot 60 \approx 100 \text{ მმ} > b_{კ.თ} + 0,05R_2 = 65 + 0,05 \frac{630}{2} \approx 81 \text{ მმ.}$$

რადგანაც, ამოცანის პირობის თანახმად, კბილა თვალი უნდა დამზადდეს ორი ნახევრისაგან, ამიტომ განვსაზღვროთ ნახევრების ურთიერთშემადგენელი ჰანჭიკების დიამეტრები.

ფერსოსთან მდებარე ორი ჰანჭიკის დიამეტრი განვსაზღვროთ ფორმულით

$$d_{\text{ფ}} = (0,3 - 0,4)m\pi = 0,4 \cdot 6 \cdot 3,14 = 7,6 \text{ მმ.}$$

ГОСТ 8724-58-დან მივიღოთ, რომ კონსტრუქციულად $d_{\text{ფ}} = 12$ მმ.

ვამოწმებთ მათ გაკიშვაზე წრიული ძალის მიხედვით, ცენტრიდანული ძალის მხედველობაში მიუღებლად, ფორმულით

$$\sigma_{\text{ფ}} = \frac{P}{\pi \frac{d_{\text{ფ}}^2}{4}} = \frac{91}{4 \cdot 0,744} \approx 31 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ფ}} = 380 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ (ფლ 3),}$$

სადაც ფერსოსთან მდებარე ჰანჭიკების რიცხვი $\chi = 4$ და ჰანჭიკის განივკვეთის ფართობი $F = 0,744 \text{ სმ}^2$ (ГОСТ 8724-58).

მორგვთან მდებარე ჰანჭიკების დიამეტრი გამოვთვალოთ ფორმულით

$$d_3 = 0,12d_2 + (8 - 15) \text{ მმ} = 0,12 \cdot 60 + 8 \approx 15,2 \text{ მმ.}$$

ГОСТ 8724-58-დან მივიღოთ, რომ $d_3 = 16$ მმ, რომლისთვისაც $F' = 1,41 \text{ სმ}^2$. ვამოწმებთ ჰანჭიკებს გაკიშვაზე. თუ არ მივიღებთ მხედველობაში ლილვზე კბილა თელის სოგმანით დამაგრებას, მაშინ ჰანჭიკებზე მოქმედ P_0 ძალას განვსაზღვრავთ ფორმულით

$$P_0 = \frac{PR_2}{fd_3} = \frac{2800}{0,15 \cdot 6} \approx 3120 \text{ კგ,}$$

სადაც f ხახუნის კოეფიციენტია ლილვისა და კბილა თელის მორგვს შორის. მორგვთან მდებარე $\chi = 4$ ჰანჭიკის შემთხვევაში გვაქვს

$$\sigma_{\text{ფ}} = \frac{P}{\chi \frac{\pi d_{\text{ფ}}^2}{4}} = \frac{4 \cdot 3120}{4 \cdot 3,14 \cdot 1,34^2} \approx 550 \text{ კგ/სმ}^2 \approx [\sigma]_{\text{ფ}} = 550 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც $d_{\text{ფ}1} = 1,34$ სმ ჰანჭიკის ხრახნუთხვილის შიგა დიამეტრია.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ კბილა თვალი ლილვზე აგრეთვე სოგმანითაა დამაგრებული, არსებული ძაბვა მისაღებია.

შედგენილი მანის მთლიანი სიგანე ღერძზე

$$H_1 = 1,4H = 1,4 \cdot 6,2 \approx 8,7 \text{ სმ;}$$

შესაბამისად

$$H'_1 = 0,8H_1 = 0,8 \cdot 8,7 \approx 7 \text{ სმ.}$$

წიბოს სისქე $\approx 0,11 \cdot H = 0,11 \cdot 6,2 \approx 0,7 \text{ სმ.}$

მაგალითი 3. ვიანგარიშით ფრიქციული ჯალამბარის ძირითადი ზომები. ჯალამბარის სქემა წარმოდგენილია 34 ა ნახ-ზე და იგი შედგება ფრიქციული და კბილანური გადაცემისაგან, დოლისაგან, რომელზედაც ეხვევა ტვირთამწევი ბაგირი და ჩამრთავ-ამომრთავ ბერკეტთა სისტემისაგან. ჯალამბარის წამყვანი ლილვი მოძრაობაში მოდის $D_b = 450 \text{ მმ}$ საღვედე ბორბლით, რომლის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 190 \text{ ბრ/წთ.}$ ასაწევი ტვირთის მაქსიმალური წონა $Q = 500 \text{ კგ,}$ ტვირთის აწევის სიჩქარე $v \approx 0,3 \text{ მ/წმ}$ და დოლის დია-მეტრი $D_d = 350 \text{ მმ.}$

განგარიშება. თუ მივიღებთ, რომ მთლიანი მარგი ქმედების კოეფიციენტი

$$\eta = \eta_{\text{დოლ}} \eta_{\text{კა}} \eta_{\text{ფრ}} \eta_{\text{ლე}} \eta_{\text{ჭაღ}} = 0,92 \cdot 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,8 \approx 0,65,$$

მაშინ ელექტროძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N = \frac{Qv}{75\eta} = \frac{500 \cdot 0,3}{75 \cdot 0,65} \approx 3,1 \text{ ცხ. d.}$$

მიღებული სიმძლავრის მიხედვით ელექტროძრავების კატალოგებიდან შეირჩევა ელექტროძრავი, ამოიწერება მისი ტიპი, სიმძლავრე და ბრუნთა რიცხვი. ვიანგარიშება ელექტროძრავიდან ჯალამბარის საღვედე ბორბალზე მოწყობილი ლევდური გადაცემა. ვიანგარიშების შედეგად მიღებულია, რომ $D_b = 450 \text{ მმ}$ და $n_1 = 190 \text{ ბრ/წთ.}$

დოლის ბრუნთა რიცხვი

$$n_d = \frac{60v}{\pi D_d} = \frac{60 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 0,35} \approx 16,34 \text{ ბრ/წთ.}$$

საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_d} = \frac{190}{16,34} \approx 11,6.$$

მივიღოთ კბილანური გადაცემისათვის კბილთა რიცხვები $z_1 = 18$ და $z_2 = 60$, მაშინ

$$i_{\text{კბ}} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{60}{18} \approx 3,33.$$

შესაბამისად, ფრიქციული თვლებისათვის გადაცემის რიცხვი

$$i_{\text{ფრ}} = \frac{i}{i_{\text{კბ}}} = \frac{11,6}{3,33} \approx 3,48.$$

მივიღოთ, რომ $i_{\text{ფრ}} = 3,6$, მაშინ დოლის ბრუნთა რიცხვი

$$n_d = \frac{n_1}{i_{\text{ფრ}} i_{\text{კბ}}} = \frac{190}{3,6 \cdot 3,33} \approx 16 \text{ ბრ/წთ}$$

და შესაბამისად, ბაგირის სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_{\text{ლ}} n_{\text{ლ}}}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,35 \cdot 16}{60} \approx 0,293 \text{ მ/წმ.}$$

დოლის ლილვზე მოქმედი მგრძნავი მომენტი, თუ დოლისა და ლილვების მ. ქ. კ. $\eta_{\text{ლ}} = 0,92$, იქნება

$$M_{\text{ლ}} = \frac{Q D_{\text{ლ}}}{2 \eta_{\text{ლ}}} = \frac{500 \cdot 35}{2 \cdot 0,92} \approx 9500 \text{ კგსმ};$$

შუალედ ლილვზე მოქმედი მგრძნავი მომენტი

$$M_2 = \frac{M_{\text{ლ}}}{i_{\text{კ}} \eta_{\text{კ}}} = \frac{9500}{3,33 \cdot 0,96} \approx 3000 \text{ კგსმ} = 30000 \text{ კგმმ};$$

წამყვან ლილვზე მოქმედი მომენტი

$$M_1 = \frac{M_2}{i_{\text{ფრ}} \eta_{\text{ფრ}}} = \frac{3000}{3,6 \cdot 0,95} \approx 875 \text{ კგსმ.}$$

ცილინდრული კბილანების გადაცემის ძირითადი ზომების გასაანგარიშებლად განვსაზღვრავთ მოდულს. კბილანების მასალად მივიღოთ თუჯი ГОСТ 1412-54-ის მიხედვით, მარკა რ. თ. 15-32, რომლის $[\sigma]_{\text{ლ}} = 4,0 \text{ კგ/მმ}^2$, მე-9 ცხრილის მიხედვით. ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტად კბილის ძირში მივიღოთ $k_{\sigma} = 1,5$, მაშინ

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = \frac{[\sigma_0]_{\text{ლ}}}{k_{\sigma}} = \frac{4,0}{1,5} \approx 2,66 \text{ კგ/მმ}^2.$$

წინასწარ დავუშვათ, რომ კბილანის წრიული სიჩქარე $v_{\text{კ}} \approx 0,5 \text{ მ/წმ}$, მაშინ დამზადების მე-9 სიზუსტის ხარისხისათვის მივიღოთ $k_{\text{კონ}} = 1,1$, დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი კბილანის არასიმეტრიული მდებარეობისას $k_{\text{კონ}} = 1,1$;

მე-10 ცხრილიდან, როცა $z_1 = 18$, ვპოულობთ $\gamma = 0,09$; მივიღოთ აგრეთვე, რომ $\psi = \frac{b}{m} = 7$; შესაბამისად, მოდულის სიდიდე

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 k_{\text{ფინ}} k_{\text{კონ}} M_2}{\gamma [\sigma]_{\text{ლ}} \psi z_1}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 30000}{0,09 \cdot 2,66 \cdot 7 \cdot 18}} \approx 9,1 \text{ მმ.}$$

ОСТ 1597-დან ვიღებთ, რომ $m = 10 \text{ მმ}$.

შესაბამისად, კბილანების ძირითადი ზომები

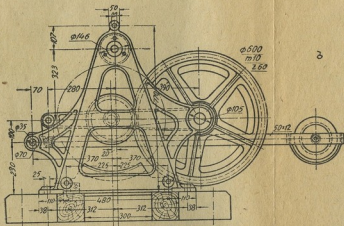
$$D_1 = m z_1 = 10 \cdot 18 = 180 \text{ მმ}; \quad D_2 = m z_2 = 10 \cdot 60 = 600 \text{ მმ}; \quad b = \psi m = 7 \cdot 10 = 70 \text{ მმ.}$$

კბილანის და კბილა თვლის დანარჩენ ზომებს ვიანგარიშებთ ისე, როგორც ეს 1-ლ მაგალითში იყო აღნიშნული.

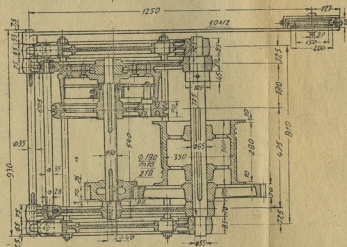
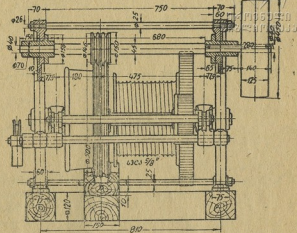
ფრთხილად გადაცემის ძირითადი ზომების გასაანგარიშებლად მივიღოთ, რომ წამყვანი საგორავის დიამეტრი $D_{\text{ფ1}} = 146 \text{ მმ}$, მაშინ მიმყოლი საგორავის დიამეტრი

$$D_{\text{ფ2}} = D_{\text{ფ1}} i_{\text{ფრ}} \eta_{\text{ფრ}} = 146 \cdot 3,6 \cdot 0,95 \approx 498 \text{ მმ.}$$

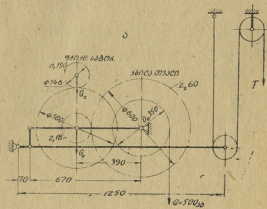
მივიღოთ, რომ $D_{\text{ფ2}} = 500 \text{ მმ}$.



2



600. 34. 3. 0.



საგორავებზე მოქმედი წრიული ძალა

$$P = \frac{2M_1}{D_{\Sigma 1}} = \frac{2 \cdot 875}{14,6} \approx 120 \text{ კგ.}$$

ფრიქციული საგორავები დამზადებულია სოლისებური ღარებით. მივიღოთ, რომ ღარის ნახევარი კუთხე $\gamma = 15^\circ$; ხახუნის კოეფიციენტი $f = 0,15$; ღარის სიღრმე $h = 1,2$ სმ, მაშინ ფრიქციულ თვლებში ლილვების ღერძის მართობად საჭიროა დასაჭირებელი ძალის სიდიდე

$$Q_0 = \frac{cP}{f} (\sin \gamma + f \cos \gamma) = \frac{1,0 \cdot 120}{0,15} (0,259 + 0,15 \cdot 0,996) \approx 326 \text{ კგ.}$$

თუ მივიღებთ, რომ ღარების რიცხვი $z = 3$, მაშინ ღარში კუთრი წნევის სიდიდე

$$q = \frac{Q_0}{2zhtg\gamma} = \frac{326}{2 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 0,268} \approx 167 \text{ კგ/სმ} > [q] = 150 \text{ კგ/სმ.}$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ მაქსიმალური ტვირთი იშვიათად იქნება ასაწევი და გადაცემა ხანგამოშვებით იმუშავებს, მაშინ ასეთი სიდიდის კუთრი წნევა შეიძლება დატოვოთ.

დამკერი Q_0 ძალა აღიძვრება მოძრავჰალიან ბერკეტთა სისტემით. ბაგირის ბოლოს საჭირო T დაჰიმულობის განსასაზღვრავად, გარდა Q_0 ძალისა, გათვალისწინებული უნდა იქნეს გადამცემ ლილვზე მდებარე თვლების, მუხრუჭის და ბერკეტების საკუთარი წონა. მივიღოთ, რომ დაახლოებით ეს წონებია $G_0 = 120$ კგ; გავითვალისწინოთ აგრეთვე ჰალების მ. ქ. კ. $\eta_3 = 0,8$, მაშინ

$$T \geq (326 + 120) \frac{390}{670} \frac{70}{1250} \frac{1}{2 \cdot 0,8} \approx 9,1 \text{ კგ.}$$

ჰალების მაგივრად შეიძლება აგრეთვე ბერკეტის ბოლოზე ხრახნის მოწყობა.

შესრულებული ჯალამბრის ერთ-ერთი სახე წარმოდგენილია 34 ბ ნახაზზე.

მაბალითი 4. ვიანგარიშით ასფალტბეტონის დასამზადებელი მანქანის საშრობი დოლის მოძრაობაში მოსაყვანი ძრავის სიმძლავრე და ცილინდრული კბილანებით გადაცემის ძირითადი ზომები, თუ დოლის ზომები წინასწარ მოცემულია და $L = 5000$ მმ; $D_{\Sigma} = 1000$ მმ. დანარჩენი სიდიდეები ნაჩვენებია 35-ე ნახაზზე.

განგარიშება. ძრავის მთლიანი სიმძლავრის გამოსათვლელად საჭიროა ცალ-ცალკე გამოითვალოს იგი მუშაობის დროს აღძრული ყოველი წინააღმდეგობისათვის.

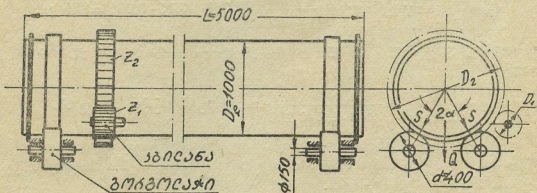
საშრობი დოლი ბრუნავს გორგოლაჰებზე, რომელთაც იგი ეყრდნობა ფოლადის ბანდაების საშუალებით (ნახ. 35). დოლის ბრუნვა ხდება ცილინდრული სწორკბილებიანი კბილანებით (კბილანა მოთავსებულია შუალედ ლილვზე, კბილა თვალი კი სარტყელივითაა შემოხვეული საშრობ დოლზე).

ასფალტბეტონის მანქანის მოცემული მწარმოებლობის მიხედვით გამოითვლება ცალკეული მანქანების უმთავრესი ზომები. სპეციალური გამოთვლე-

ბით მიღებულია, რომ საშრობ დოლს აქვს $n=15$ ბრ/წთ და 35-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ზომები.

დოლი დამზადებულია ფოლადისაგან, კედლის სისქით $\delta=6$ მმ და აქვს წონა $q_1=1000$ კგ. გამოთვლით მიღებულია აგრეთვე, რომ დოლში მოთავსებულ მინერალურ მასას უჭირავს დოლის დიამეტრის მეოთხედი სიმაღლე და მისი წონა არის $q_2=2500$ კგ, მაშინ საშრობი დოლის მთლიანი წონა

$$Q=q_1+q_2=1000+2500=3500 \text{ კგ.}$$

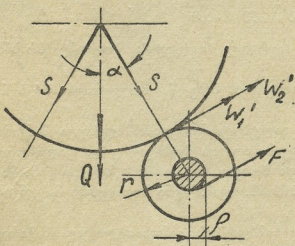


ნახ. 35.

საშრობი დოლის ბრუნვის დროს უნდა გადაილახოს შემდეგი წინააღმდეგობანი:

1. გორვის ხახუნი ბანდაჟებსა და გორგოლაკებს შორის;
2. სრილის ხახუნი საკისრებში გორგოლაკების სატაცებისაგან და

3. მინერალური მასის გადაგორების წინააღმდეგობა საშრობ დოლში.



ნახ. 36.

გორგოლაკები საშრობი დოლის მარჯვენა და მარცხენა მხარეს ისეთნაირადაა მოთავსებული, რომ ბანდაჟებთან შეხების წერტილში გავლებული ნორმალური შვეულთან შეადგენს $\alpha=30^\circ$ კუთხეს. შესაბამისად, გორგოლაკებზე მოქმედი ნორმალური წნევა

$$S = \frac{Q}{2 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{3500}{2 \cdot \cos 30^\circ} = 1900 \text{ კგ.}$$

გორვის ხახუნის წინააღმდეგობა მარჯვენა და მარცხენა გორგოლაკების ბანდაჟთან შეხების წერტილში, თუ ხახუნის მომენტი ერთ მხარეს განლაგებული გორგოლაკებისათვის (ნახ. 36)

$$M_{\text{ხახ}} = W_1' r, \quad \text{ტოლია} \quad W_1' = \frac{M_{\text{ხახ}}}{r} = \frac{S k}{r}$$

და მთლიანად

$$W_1 = 2 W'_1 = \frac{2Sk}{r},$$

სადაც k გორგის ხახუნის კოეფიციენტი და ფოლადისათვის აიღებთ $k \approx 0,002$ მ, r — გორგოლაქების რადიუსი და $= 0,2$ მ; ჩასმით მივიღებთ

$$W_1 = \frac{2 \cdot 1900 \cdot 0,002}{0,2} = 38 \text{ კგ.}$$

სრიალის ხახუნის წინააღმდეგობა W_2 გორგოლაქების სატაცებისა და კისრებში, გორგოლაქის ფერსოს მიმართ (ნახ. 36), თუ ხახუნის კოეფიციენტი $f = 0,1$ და საკისრებზე მოქმედი ხახუნის ძალა

$$F = 2Sf = 2 \cdot 1900 \cdot 0,1 = 380 \text{ კგ}$$

ტოლია

$$W_2 = \frac{Fp}{r} = \frac{2 \cdot 380 \cdot 0,075}{0,2} = 142 \text{ კგ,}$$

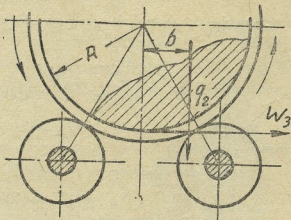
სადაც გორგოლაქის სატაცის რადიუსი $= 0,075$ მ.

დოლში მოთავსებული მინერალური ნივთიერება იწვევს აგრეთვე წინააღმდეგობას მისი ცალ მხარეს გადაგორებისას და მისი წონა იძლევა მომენტს დოლის ბრუნვის წინააღმდეგ (ნახ. 37). ამ წინააღმდეგობას განესაზღვრავთ მომენტთა ტოლობიდან

$$W_3 R = q_2 b,$$

სადაც b მინერალური მასის წონის (ძალის) მხარია; გამოთვლის შედეგად მიღებულია, რომ $b \approx 0,3$ მ; მაშინ

$$W_3 = q_2 \frac{b}{R} = 2500 \frac{0,3}{0,5} = 1500 \text{ კგ.}$$



ნახ. 37.

მთლიანი წინააღმდეგობა საშრობი დოლის ბრუნვის დროს

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = 38 + 142 + 1500 = 1680 \text{ კგ.}$$

საშრობი დოლის წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{2\pi R n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 15}{60} \approx 0,8 \text{ მ/წმ.}$$

სიმძლავრე, რომელიც საჭიროა დოლის მოძრაობაში მოსაყვანად, მ. ქ. კის $\eta = 0,8$ გათვალისწინებით, იქნება

$$N_1 = \frac{Wv}{75\eta} = \frac{1680 \cdot 0,8}{75 \cdot 0,8} = 22,4 \text{ ცხ. ძ.} \approx 23 \text{ ცხ. ძ.}$$

საშრობი დოლის მოძრაობაში მოსაყვანად საჭირო იქნება აგრეთვე

მოძრაობის დასაწყისში ინერციის ძალების დასაძლევად დაახლოებით სიმძლავრის მარაგი 20%-ით, ამიტომ საბოლოოდ

$$N=1,2N_1=1,2 \cdot 23 \approx 28 \text{ ცხ. d.}$$

მიღებული სიმძლავრის მიხედვით ელექტროძრავების კატალოგებიდან შეიძლება შეირჩეს ძრავი, მაგალითად, АОП 82-6 სიმძლავრით, $N_{\text{ძრ}}=28$ კვტ; ბრუნთა რიცხვით $n_{\text{ძრ}}=980$ ბრ/წთ.

შერჩეული ძრავის შესაბამისად საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_{\text{ძრ}}}{n} = \frac{980}{15} = 65,5.$$

საშრობი დოლის ცილინდრული კბილანებით
გადაცემის გაანგარიშება

კბილანის კბილზე მოქმედებს წრიული ძალა $P=W=1680$ კგ. კბილანების მასალად მივიღოთ ფლ 2, რომლის $[\sigma_{\text{II}}]_{\text{ფ}}=960$ კგ/სმ² მე-9 ცხრილის მიხედვით. თუ ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტად მივიღებთ

$$k_{\sigma}=2, \text{ მაშინ } [\sigma]_{\text{ფ}} = \frac{[\sigma_{\text{II}}]_{\text{ფ}}}{k_{\sigma}} = \frac{960}{2} = 480 \text{ კგ/სმ}^2 = 4,8 \text{ კგ/მმ}^2.$$

მივიღოთ $\psi=6$; კბილანის კბილთა რიცხვი $z_1=20$, მაშინ მე-10 ცხრილით $y=0,089$ და, შესაბამისად, მოდული

$$m = \sqrt{\frac{P}{y[\sigma]_{\text{ფ}}\psi}} = \sqrt{\frac{1680}{0,089 \cdot 4,8 \cdot 6 \cdot 3,14}} \approx 14,9 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ, რომ ОСТ 1597-დან $m=16$ მმ (რომ მანძილი კბილანისა და დოლის ცენტრებს შორის გაიზარდოს რელექტორის მოთავსების მიზნით).

კბილის ძირის სიმაღლე

$$h''=1,25m=1,25 \cdot 16=20 \text{ მმ.}$$

ბანდაჟირებული კბილანის ფეროსო მინიმალური სისქე $\delta \approx 1,6m=1,6 \cdot 16=25,6$ მმ. თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ ბანდაჟები დოლზე ქეჩვით უნდა წამოეგოს, ან სპეციალური სამაგრებები მოეწყოს, მაშინ ავიღოთ კონსტრუქციულად $\delta \approx 165$ მმ; შესაბამისად, კბილა თვლის საწყისი წრეხაზის დიამეტრი

$$D_2 = D_{\text{ფ}} + 2(\delta + h'') = 1000 + 2(165 + 20) = 1365 \text{ მმ.}$$

კბილა თვლის კბილთა რიცხვი

$$z_2 = \frac{D_2}{m} = \frac{1365}{16} \approx 85.$$

დაზუსტებული საწყისი წრეხაზის დიამეტრი

$$D_2 = mz_2 = 16 \cdot 85 = 1360 \text{ მმ.}$$

ამგვარად, კბილანური გადაცემის ძირითადი ზომები $D_1 = mz_1 = 16 \cdot 20 =$

$=320$ მმ; $D_2=1360$ მმ. კბილის სიგრძე $b=4m=6 \cdot 16=96$ მმ; გადაცემის რიცხვი

$$i_0 = \frac{z_0}{z_1} = \frac{85}{20} = 4,25;$$

წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი

$$n_2 = n_1 i_0 = 15 \cdot 4,25 = 64 \text{ ბრ/წთ.}$$

ელექტროძრავსა და წამყვან ლილვს შორის უნდა მოთავსდეს რედუქტორი, რომლის გადაცემის რიცხვი

$$i_{\text{რედ}} = \frac{i}{i_0} = \frac{65,5}{4,25} = 15,3.$$

მიღებული $i_{\text{რედ}}$ -ის მიხედვით ГОСТ 2185-55-დან შეირჩევა რედუქტორის გადაცემის რიცხვი, რომლის მიხედვით გაინგარიშება რედუქტორი.

მაბალრიი 5. ვიანგარიშით თარაზული სწორკბილა ცილინდრული ერთსა-ფეხურიანი რედუქტორი 38-ე ნახაზზე ნაჩვენები სქემის შესაბამისად, თუ იგი გადამცემი მექანიზმია ელექტროძრავიდან ლენტურ ტრანსპორტიორზე და სიმძლავრე რედუქტორის მიმყოლ ლილვზე არის $N=18$ ცხ. ძ. რედუქტორის ნელმავალი ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_2 \approx 200$ ბრ/წთ. რედუქტორის მუშაობის დროს ბიძგები საშუალო ძალისაა; სამსახურის დრო 5 წელია და მუშაობს ორ ცვლაში, წელიწადში 300 დღეს.

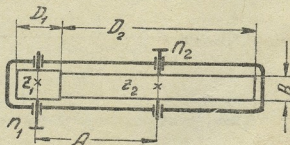
განგარიშება. I. ელექტროძრავის შერჩევა და კინემატიკური გაანგარიშება.

1. განვსაზღვროთ მიახლოებით რედუქტორის მ. ქ. კ., რისთვისაც მივიღოთ, რომ ზეთის აბაზანაში მომუშავე ერთი წყვილი კბილანისათვის $\eta_{\text{კბ}}=0,98$; ერთი წყვილი გორვისხაზუნიანი საკისრებისათვის $\eta_{\text{საკ}} \approx 0,99$ და მთლიანად

$$\eta = \eta_{\text{კბ}} \eta_{\text{საკ}} = 0,98 \cdot 0,99 \approx 0,96.$$

2. ელექტროძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N_0 = \frac{N}{\eta} = \frac{18}{0,96} \approx 18,8 \text{ ცხ. ძ.} \approx 13,8 \text{ კვტ.}$$



ნახ. 38.

ცხრილებიდან შერჩეულია AO 72-6 ტიპის ელექტროძრავი, სიმძლავრით $N_{\text{ძრ}}=14$ კვტ; $n_{\text{ძრ}}=980$ ბრ/წთ.

3. განვსაზღვრავთ რედუქტორის გადაცემის რიცხვს; რადგანაც $n_1=n_{\text{ძრ}}$, ამიტომ

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{980}{200} = 4,9.$$

ГОСТ 2185-55-დან (ცხრ. 21) ვიღებთ $i=5$, რომლის მიხედვით ნელმავალი ლილვის ბრუნთა რიცხვი

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{980}{5} = 196 \text{ ბრ/წთ (5\% გადახრა მოცემულიდან დასაშვებია).}$$

II. კბილანისა და კბილა თვლისათვის მასალების შერჩევა და დასაშვები ძაბვების განსაზღვრა

1. კბილანისათვის, მე-15 ცხრილის მიხედვით, მასალად ავირჩიოთ ფოლადი 40X, რომლის მექანიკური მახასიათებლებია (ცხრ. 16): $\sigma_{\text{ღრ}} = 78 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\text{ღე}} = 50 \text{ კგ/მმ}^2$ (გათვალისწინებულა, რომ კბილანისათვის ნაშაღის ზომები იქნება $100 \div 200 \text{ მმ}$).

კბილა თვლისათვის, მე-15 ცხრილიდან, შესაბამისად, მასალად ავირჩიოთ ფოლადის სხმული 40I. II, რომლის მექანიკური მახასიათებლებია: $\sigma_{\text{ღრ}} = 65 \text{ კგ/მმ}^2$ და $\sigma_{\text{ღე}} = 33 \text{ კგ/მმ}^2$.

2. დასაშვები ძაბვების გამოსათვლელად ჯერ განვსაზღვროთ ამტანიაობის ზღვარი: კბილანისათვის

$$\sigma_{-1\text{კბ}} = 0,25(\sigma_{\text{ღრ}} + \sigma_{\text{ღე}}) + 5 = 0,25(78 + 50) + 5 \approx 37 \text{ კგ/მმ}^2;$$

კბილა თვლისათვის

$$\sigma_{-1\text{კბ.თ}} = 0,25(\sigma_{\text{ღრ}} + \sigma_{\text{ღე}}) + 5 = 0,25(65 + 33) + 5 \approx 29,5 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ლუნვაზე დასაშვები ძაბვებია: კბილანისათვის

$$[\sigma_0]_{\text{კბ}} = \frac{2\sigma_{-1\text{კბ}}}{nk_{\sigma} \left(1 + \frac{\sigma_{-1\text{კბ}}}{k_{\sigma}\sigma_{\text{ღრ}}}\right)} = \frac{2 \cdot 37}{1,4 \cdot 1,6 \left(1 + \frac{37}{1,6 \cdot 78}\right)} \approx 25,5 \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც მიღებულია, რომ სიმტკიცის მარაგი $n = 1,4$ და ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი კბილის ძირში $k_{\sigma} = 1,6$;

კბილა თვლისათვის

$$[\sigma_0]_{\text{კბ.თ}} = \frac{2 \cdot \sigma_{-1\text{კბ.თ}}}{nk_{\sigma} \left(1 + \frac{\sigma_{-1\text{კბ.თ}}}{k_{\sigma}\sigma_{\text{ღრ}}}\right)} = \frac{2 \cdot 29,5}{1,8 \cdot 1,5 \left(1 + \frac{29,5}{1,5 \cdot 65}\right)} \approx 16,8 \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც მიღებულია, რომ $n = 1,8$ და $k_{\sigma} = 1,5$.

ძვრაზე დასაშვები ძაბვა კბილა თვლისათვის გამოვთვალოთ ფორმულით

$$[\tau]_{\text{კვ}} = 0,575\sigma_{-1\text{კბ.თ}} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_0}}, \quad \checkmark$$

სადაც N_0 ძაბვათა ციკლების მუშა რიცხვია გადაცემის მუშაობის მთელი დროის განმავლობაში, როცა მოდებათა რიცხვი $a = 1$ ტოლია.

$$N_0 = 60an_2T = 60 \cdot 1 \cdot 5 \text{ წელი } 300 \text{ დღე } 16 \text{ საათი} \approx 283000000 = 28,3 \cdot 10^7.$$

რადგანაც მე-14 ცხრილის მიხედვით, როცა მასალის $\sigma_{\text{ღრ}} = 65 \text{ კგ/მმ}^2$, გვაქვს $N_0 = 10^7 < N_0 = 28,3 \cdot 10^7$, ამიტომ მივიღოთ, რომ $N_0 = N_1 = 10^7$; შესაბამისად

$$\sqrt[6]{\frac{10^7}{N_0}} = 1 \text{ და}$$

$$\checkmark [\tau]_{\text{კვ}} = 0,575 \cdot 29,5 \cdot 1 \approx 17 \text{ კგ/მმ}^2.$$

III. ცენტრთაშორისი მანძილის განსაზღვრა

ცენტრთაშორისი მანძილის განსაზღვრავად ვსარგებლობთ ფორმულით

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{[\tau]_{\text{ფი}}}\right)^3 \frac{N \cdot K}{n_2 \phi_1}};$$

1. მივიღოთ, რომ რედუქტორი ვიწრო სერიისაა, რომლისთვისაც $\phi_1 = 0,3$;

2. გამოვთვალოთ დატვირთვის კოეფიციენტი $K = k_{\text{კონ}} k_{\text{ღინ}}$;
როცა

$$\frac{b}{D_1} = \phi_1 \frac{i+1}{2} = 0,3 \frac{5+1}{2} = 0,9,$$

$k_{\text{კონ}} = 1,07$ (ცხრ. 17); თუ მოსალოდნელ წრიულ სიჩქარედ დავუშვებთ $v = 4,5$ მ/წმ, მაშინ კბილანების მე-7 ხარისხის სიზუსტისათვის, მე-18 ცხრილიდან $k_{\text{ღინ}} = 1,45$; შესაბამისად

$$K = k_{\text{კონ}} k_{\text{ღინ}} = 1,07 \cdot 1,45 \approx 1,55.$$

3. ცენტრთაშორისი მანძილი მიღებული მნიშვნელობების ჩასმის შემდეგ.

$$A = (5+1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{1700 \cdot 5}\right)^3 \frac{18 \cdot 1,55}{196 \cdot 0,3}} \approx 24,3 \text{ სმ.}$$

ГОСТ 2185-55-დან (ცხრ. 21) მივიღოთ

$$A = 250 \text{ მმ.}$$

4. დავუშვათ, რომ კბილთა რიცხვების ჯამი $z_x = 100$ (ცხრ. 21), მაშინ

$$z_1 = \frac{z_3}{i+1} = \frac{100}{5+1} \approx 16,4; \text{ მივიღოთ } z_1 = 17;$$

შესაბამისად

$$z_2 = z_3 - z_1 = 100 - 17 = 83.$$

ასეთი კბილთა რიცხვის დროს გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{83}{17} = 4,88,$$

რაც დაახლოებით შეადგენს $2,4\%$ -ით გადახრას მოცემულიდან, ამიტომ იგი დასაშვებია.

ნამდვილი ბრუნთა რიცხვი

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{980}{4,88} \approx 200 \text{ ბრ/წთ.}$$

5. მოდების მოდული

$$m = \frac{2A}{z_3} = \frac{2 \cdot 250}{100} = 5 \text{ მმ, რაც შეესაბამება OCT 1597.}$$

6. კბილანისა და კბილა თელის ძირითადი ზომებია (ნახ. 38):

$$D_1 = m z_1 = 5 \cdot 17 = 85 \text{ მმ; } D_{e1} = D_1 + 2h' = 85 + 2 \cdot 5 = 95 \text{ მმ;}$$

$$D_2 = m z_2 = 5 \cdot 83 = 415 \text{ მმ; } D_{e2} = D_2 + 2h' = 415 + 2 \cdot 5 = 425 \text{ მმ;}$$

$$b = \phi_1 A = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ მმ.}$$

კბილანისათვის

$$b_{\phi} = b + 5 \text{ მმ} = 75 + 5 = 80 \text{ მმ.}$$

IV. შემოწმებითი გაანგარიშება

1. კბილანის წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 980}{60 \cdot 1000} \approx 4,35 \text{ მ/წმ};$$

2. წრიული ძალა

$$P = \frac{75 N_0}{v} = \frac{75 \cdot 18,8}{4,35} \approx 322 \text{ კგ.}$$

3. დინამიკურობის კოეფიციენტის გამოსათვლელად ეპოულობთ დინამიკურ დატვირთვის ფორმულით

$$u = 0,8v \sqrt{\frac{A(\Delta_0 - \Phi)}{i}}.$$

მაქსიმალური ცდომილება კბილანისა და კბილა თვლის ბიჯებს შორის $\Delta_0 = \sqrt{\Delta t_1^2 + \Delta t_2^2}$; მე-19 ცხრილიდან ავიღოთ $m=5$ მმ-ის შესაბამისად $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 18$ მკ (დამუშავების სიზუსტის მე-7 ხარისხი— $V < 10$ მ/წმ);

$$\Delta_0 = \sqrt{\Delta t_1^2 + \Delta t_2^2} = \sqrt{18^2 + 18^2} \approx 27,5 \text{ მკ.}$$

მაკომპენსირებელ კოეფიციენტად მივიღოთ $\Phi = 5$ მკ (რადგან $\Delta_0 > 10$ მკ); შესაბამისად

$$u = 0,8 \cdot 4,35 \sqrt{\frac{25(27,5 - 5)}{4,88}} \approx 37 \text{ კგ/სმ.}$$

კუთრი დატვირთვა

$$p_n = \frac{P}{b \cos \alpha} = \frac{322}{7,5 \cdot \cos 20^\circ} \approx 45,5 \text{ კგ/სმ.}$$

დინამიკურობის კოეფიციენტი

$$k_{\text{დინ}} = 1 + \frac{0,5u}{p_n} = 1 + \frac{0,5 \cdot 37}{45,5} \approx 1,41.$$

4. დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონ}} k_{\text{დინ}} = 1,07 \cdot 1,41 \approx 1,51.$$

5. კბილანისა და კბილა თვლის ამტანურობაზე შესამოწმებლად ლუნვის ძაბვების მიხედვით განვსაზღვრავთ ძვრის ძაბვას

$$\tau_{\text{ძვ}} = \frac{100000}{Ai} \sqrt{\frac{N \cdot K}{n_2} \frac{(i+1)^3}{b}} = \frac{100000}{25 \cdot 4,88} \sqrt{\frac{18,8 \cdot 1,51}{200} \frac{(4,88+1)^3}{7,5}} \approx 1590 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\text{ძვ}} = 1700 \text{ კგ/სმ}^2.$$

შესაბამისად, ლუნვის ძაბვა კბილანისათვის

$$\sigma_{\text{ლ.კბ}} = \left(\frac{\tau_{\text{ძვ}}}{900} \right)^2 \frac{\gamma_1}{\gamma_{\text{კბ}}} \frac{i}{i+1} = \left(\frac{1590}{900} \right)^2 \frac{17}{0,089} \frac{4,88}{4,88+1} \approx 500 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ.კბ}} = 2550 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც $\gamma_1 = 17$; $\gamma_{\text{კბ}} = 0,089$; $\gamma_{\text{კბ.თ}} = 0,17$ (ცხრ. 10);

კბილა თვლისათვის

$$\sigma_{\text{ლ.კბ.თ}} = \sigma_{\text{ლ.კბ}} \frac{\gamma_{\text{კბ}}}{\gamma_{\text{კბ.თ}}} = 500 \frac{0,089}{0,14} \approx 318 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ.კბ.თ}} = 1680 \text{ კგ/სმ}^2.$$

V. კბილანისა და კბილა თვლის ელემენტების გაანგარიშება

კბილანის გამყოფი დიამეტრი $D_1=85$ მმ; შვერების წრეხაზის დიამეტრი $D_{e1}=95$ მმ (ნახ. 27); კბილანის სიგრძე $b_{კ}=80$ მმ; ღრმულების წრეხაზის დიამეტრი

$$D_{i1}=D_1-2h''=85-2\cdot 1,25\cdot 5=72,5 \text{ მმ.}$$

კბილანის ლილვზე მოქმედი მგრესივი მომენტი

$$M_1=71620 \frac{N_0}{n_1}=71620 \frac{18,8}{980}\approx 1380 \text{ კგსმ.}$$

თუ დავუშვებთ, რომ კბილანა ლილვთან ერთად მთლიანია, მაშინ კბილანის ლილვის მასალა იგივეა, რაც კბილანისა, ე. ი. ფოლადი 40X; ლილვის წინასწარი გაანგარიშებისათვის მივიღოთ, რომ $[\tau]_{კ\%}=200$ კგ/სმ², მაშინ ლილვის დიამეტრი

$$d_1=\sqrt[3]{\frac{M_1}{0,2[\tau]_{კ\%}}}=\sqrt[3]{\frac{1380}{0,2\cdot 200}}\approx 3,25 \text{ სმ.}$$

რადგანაც წამყვანი ლილვი დრეკადი ქუროს საშუალებით მიერთებულია ელექტროძრავის ლილვთან, რომლის დიამეტრი ელექტროძრავების ცხრილებიდან არის $d_{კ\%}=55$ მმ, ამიტომ სტანდარტებიდან შევარჩიოთ დრეკადი ქურო MYBII, რომლის ხვრეტი ერთ მხარეს გაჩარხულია ძრავის ლილვის დიამეტრის შესაბამისად, ხოლო მეორე მხარეს რედუქტორის წამყვანი ლილვის დიამეტრის მიხედვით.

მივიღოთ, რომ საკისრების დასაყენებელ ადგილებში ლილვის დიამეტრი $d=45$ მმ, რადგანაც კბილანის დიამეტრი ლილვის გაორკეცებულ დიამეტრზე ნაკლებია, ამიტომ კბილანა აღებული გვაქვს ლილვთან ერთად მთლიანად დამზადებული (ნახ. 44). მივიღოთ, რომ ქუროს დასაყენებელ ადგილას ლილვის დიამეტრი $d=38$ მმ, ხოლო სიგრძე $l=70$ მმ.

კბილა თვლის გამყოფი წრეხაზის დიამეტრი D_2 415 მმ; შესაბამისად $D_{e2}=425$ მმ;

$$D_{i2}=D_2-2h''=415-2\cdot 1,25\cdot 5=402,5 \text{ მმ;}$$

$b=75$ მმ (ნახ. 29 და 39).

ფერსოს სისქე

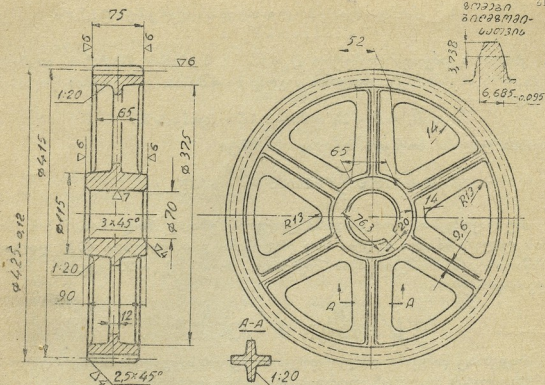
$$\delta\geq(1,5m+5)\sqrt[3]{\frac{\gamma}{150}}=(1,5\cdot 5+5)\sqrt[3]{\frac{83}{150}}\approx 10,3 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ, რომ $\delta=14$ მმ, ან $d_1=D_{e2}-10m=425-10\cdot 5=375$ მმ; $a\approx 0,75\delta=0,75\cdot 14=10,5$ მმ; მივიღოთ, რომ $a=12$ მმ, რაც დაახლოებით შეადგენს $a=(1,2-2)\sqrt{d_{ლილ}}=1,2\sqrt{70}=11,6$ მმ ≈ 12 მმ.

მანების რიცხვი აიღება $A_3=6$ (უფრო ხშირად რედუქტორში მანების რიცხვს 6-ზე ნაკლებს არ იღებენ).

მანის სიგანე გამოვთვალოთ ფორმულით

$$H\geq m\sqrt[3]{\frac{B\left(\frac{\gamma}{15}\right)^2}{m}}=5\sqrt[3]{\frac{75\left(\frac{83}{15}\right)^2}{5}}\approx 39 \text{ მმ.}$$



ამდებოდა ამჟამად მთავრობის

N°	ՔՆԼԵԴՐԵԼ	ԵԼԵԿՏՐՈՆԻԿԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
1	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
2	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
3	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
4	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
5	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
6	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
7	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
8	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
9	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ
10	ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱՆԻՑ ԵՄԻՍՏԻՆԻԱԿԱՆ ՄԵԶԻՆԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԴԵԿՏԵՐ	ԼՈՐԵՄԵՆ

636. 39.

მიღებულ ზომას დაცენიანეთ ლილვის დიამეტრისაგან დამოკიდებულ-
ბით. ლილვის დიამეტრის წინასწარი მნიშვნელობა განესაზღვროთ დაახლო-
ებით გრესაზე სიმტკიცის პირობიდან

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_2}{0,2[\tau]_{36}}} = \sqrt[3]{\frac{6600}{0,2 \cdot 200}} \approx 5,5 \text{ м},$$

მადაც $M_2 = M_1 i \eta = 1380 \cdot 4,88 \cdot 0,98 \approx 6600$ კგსმ.

ვითვალისწინებთ რა, რომ სოფმანის ღარი ასუსტებს ლილვს და აგრეთ-
ვე d_2 დიამეტრი ტოლგამძლეა წამყვან d_1 დიამეტრთან შეფარდებით, მივი-
ღოთ, რომ კონსტრუქციულად $d_2 = 70$ მმ. შესაბამისად

$$H \geq 0,8d_2 = 0,8 \cdot 70 = 56 \text{ мм};$$

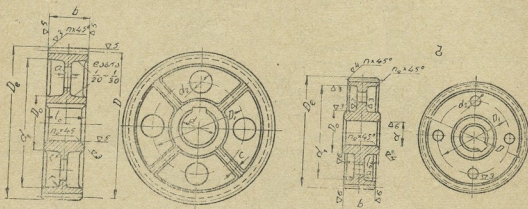
შევიღოთ $H=65$ მმ;

მაშინ $H_0 = 0,8H = 0,8 \cdot 65 = 52$ მმ; $c = 0,8a = 0,8 \cdot 12 = 9,6$ მმ; მივიღოთ, რომ $c = 10$ მმ; $D_0 = 1,6d_2 = 1,6 \cdot 70 \approx 115$ მმ; $l_0 = 1,25d_2 = 1,25 \cdot 70 = 87,5$ მმ; მივი-

ლოთ $l_0 = 90$ მმ; $e = 0,2d_2 = 0,2 \cdot 70 = 14$ მმ; $n = 0,5m = 0,5 \cdot 5 = 2,5$ მმ;
 $R \approx 0,25H = 0,25 \cdot 65 \approx 16$ მმ.

ლილვის დიამეტრის $d_2 = 70$ მმ მიხედვით შეირჩევა სოგმანი ГОСТ 8785 58-დან და შემოწმდება იგი.

ჩამოსხმით-დამზადებული კბილა თვლის კონსტრუქცია შეიძლება აგრეთვე უმანოც იყოს; მაშინ მას ბადროში ხერტები აქვს გაკეთებული. ასეთი კბილანის კონსტრუქცია და ზომები მოცემულია 40 ა ნახაზზე. 40 ბ ნახ-ზე წარმოდგენილია ნაჭედი კბილანის კონსტრუქცია და ზომები, 41 ნახ-ზე კი — ასეთი კბილა თვლის შედუღებული ვარიანტი.



ნახ. 40.

სხმული კბილანებისათვის (ნახ. 40 ა)

$$D_e < 600 \text{ მმ}; D_0 = (1,6 - 1,7)d; d_1 = D_e - 10mn; D_1 = 0,5(d_1 + D_0);$$

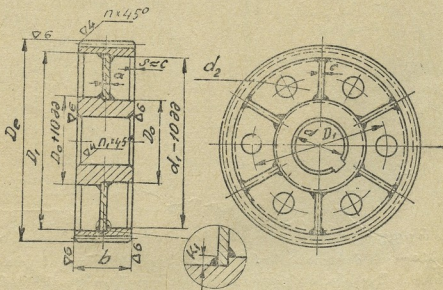
$$d_2 = (0,3 + 0,35) \cdot (d_1 - D_0); a = (1,2 \div 2)\sqrt{d} \geq 10 \text{ მმ}; \text{ ან } a = 0,3b; c = (0,75 \div 0,8)a;$$

$$n = 0,5mn; r = 10 \text{ მმ}; l_0 \geq b; d = \frac{D_0}{3,8 \div 6}.$$

ნაჭედი კბილანისათვის (ნახ. 40 ბ)

$$D_e \leq 500 \text{ მმ}; D_0 = 1,6d; a = 0,3b; d_1 = D_e - 10mn; D_1 = 0,5(d_1 + D_0);$$

$$d_2 = 0,25(d_1 - D_0); n = 0,5mn; l_0 = (1,2 \div 1,5)d > b.$$



ნახ. 41. $D_e < 1000$ მმ; $b < 150$ მმ; $D_0 = 1,6d$; $d_1 = D_e - 10mn$; $D_1 = 0,5(d_1 + D_0)$; $d_2 = \frac{d_1 - D_0}{5}$;
 $n = 0,5mn$; $a = 0,4\sqrt{d} \geq 8$ მმ; $c = 0,8a$; $s \approx c$; $k_1 = 0,1$, $d > 4$ მმ.



რედუქტორის ძირითადი ზომების განსაზღვრის შემდეგ ხდება მისი ექიზური ნახაზის შედგენა. ამისათვის საჭიროა რედუქტორის გარსაცმის კორპუსისა და სახურავის ძირითადი ზომების განსაზღვრა. განსაზღვრავთ მის 42-ე ნახაზზე აღნიშნული ზომებისათვის, 22-ე ცხრილში მოყვანილი თანფარდობებისათვის.

გარსაცმის ზომები

ზომები გასაანგარიშებელი რელქ-
ტორის გარსაცმისათვის

$\bar{b}=0,025A+5$ მმ [ან $\bar{b}=0,03A+(2+5)$ მმ];
 $\bar{b}_1=0,02A+5$ მმ [ან $\bar{b}_1=(0,8+1)\bar{b}$];
 $b=1,5\bar{b}$ [ან $b=(1,5+2)\bar{b}$];
 $b_1=1,5\bar{b}_1$ [ან $b_1=(1,5+2)\bar{b}_1$];
 $p=(2,35+3)\bar{b}$;
 $p_1=1,5\bar{b}$; $p_2=(2,25+2,75)\bar{b}$;
 $m=0,85\bar{b}$;
 $m_1=(0,8+1)\bar{b}_1$;
 $d_0=0,036A+12$ მმ;
 $d_1=0,75d_0$ [ან $d_1=(1,2+1,5)\bar{b}$];
 $d_2=(0,5+0,6)d_0$;
 $d_3=(0,4+0,5)d_0$; აიღება საკისრის გარე D დია-
მეტრის მიხედვით: როცა $D=30-60$ მმ, მა-
შინ $d_3=8$ მმ, როცა $D=65-90$ მმ, მაშინ
 $d_3=10$ მმ; როცა $D=95-110$ მმ, მაშინ
 $d_3=12$ მმ.
მათი რიცხვი, როცა $d_{\text{ლილ}} \leq 85$, აიღება $n=4$;
როცა $d_{\text{ლილ}} \geq 85$, $n=6$.
 $d_4=(0,3+0,4)d_0$ [ან $d_4=(0,9+1)\bar{b}_1$]; $c_1=1,2d_0+$
 $+(5+8)$ მმ და მას ვიღებთ ცხრილიდან

პანჭი- კი	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M22 და M24	M27	M30
c_1 მმ	12	15	18	22	26	30	36	40	42
c_2 მმ	10	13	14	18	21	26	30	34	36
D_0	15	20	25	30	40	45	48	55	60
R_0 მკმ	5	5	5	5	8	8	10	10	10
γ	3	3	3	3	5	5	5	8	8

$c_3=(2+2,5)\bar{b}_1$ [ან $c_3=(2+2,5)\bar{b}_1$];
 $k=c_1+c_3$; $R=c_2$;
 $e=(1-1,2)d_1$;
 h —აიღება კონსტრუქციულად;
 $l_1=c_1+R+(3-5)$ მმ $\geq k$
 $n=1,5\bar{b}$; $n_1=2,5d_1$
 $f=(1,5+2,5)\bar{b}$;
 $a=1,2\bar{b}$.

$\bar{b}=0,025 \cdot 250+5=12$ მმ;
 $\bar{b}_1=0,02 \cdot 250+5=10$ მმ;
 $b=1,5 \cdot 12=18$ მმ;
 $b_1=1,5 \cdot 10=15$ მმ;
 $P=2,35 \cdot 12=28$ მმ;
 $m=0,85 \cdot 12=10$ მმ;
 $m_1=0,85 \cdot 10=8,5$ მმ;
 $d_0=0,036 \cdot 250+12=21$ მივიღოთ
 $d_0=M20$ (ГОСТ 8724-58);
 $d=0,75 \cdot 20=15$ მმ; მივიღოთ
 $d_1=M16$ (ГОСТ 8724-58);
 $d_2=0,6 \cdot 20=12$ მმ; მივიღოთ
 $d_3=M16$ (ГОСТ 8724-58);

$d_3=0,5 \cdot 20=10$ მმ; მივიღოთ
 $d_3=M10$ (ГОСТ 8724-58);

$d_4=0,4 \cdot 20=8$ მმ; მივიღოთ
 $d_4=M8$ (ГОСТ 8724-58).

კორპუსის ზემო სარტყლისათვის საკის-
რების ადგილას $c_1=26$ მმ. კორ-
პუსის ზემოსარტყლისათვის $c_1=$
 $=22$ და ა. შ. (c_1 , c_2 , D_0 , R_0 და γ
აიღება პანჭიკის დიამეტრებისა-
თვის M20, M16 და M12 მმ).

$e=1,2 \cdot 16=19$ მმ;

$l_1=26+21+4=51$ მმ;

$n=1,5 \cdot 10=15$ მმ; $n_1=2,5 \cdot 8=20$ მმ;

$f=2 \cdot 12=25$ მმ;

$a=1,2 \cdot 12=15$ მმ.

D , D_1 და D_2 დიამეტრები შეირჩევა საკისრის გარე დიამეტრის ან მა-
თი ჩასასმელი ჭიქების დიამეტრის მიხედვით. საკისრის ზუღეები დაიხურება
ხუფებით რომელთა ზომები აიღება ცხრილებიდან ან 43-ე ნახაზზე ნაჩვენები
თანაფარდობების მიხედვით.

კორპუსის ფუძის სიგრძე და სიგანე დაინიშნება კონსტრუქციულად
 $L=630$ მმ; $B=265$ მმ.

საფუძელის პანჭიკების რიცხვი

$$n = \frac{L+B}{200+300} = \frac{630+265}{250} \approx 4.$$

კორპუსის და სახურავის ურთიერთმდებარეობა ფიქსირებულია ორი კონსტრუქციული ვარიანტით.

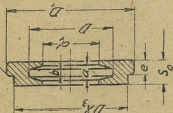
პირველი ვარიანტი

1:45°

D_{X_3} - საიწმინდო ბარის დიამეტრი
 $D_0 = D_{X_3} + e$

D_{X_3} მმ	e მმ	S მმ
40-80	5	10
85-110	6	12
115-170	8	15

a_1 - მონტაჟის მანძილი

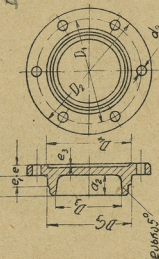


მეორე ვარიანტი

D_{X_3} - საიწმინდო ბარის დიამეტრი
 $D_1 = D_{X_3} + 8$ მმ, $e = 6-8$ მმ

D_{X_3} მმ	40	50	60	70	80	90	100
D_1	48	58	68	78	88	98	108
D	31	36	41	46	51	56	61
a	6	9	9	9	9	9	9
b	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
S_0	9	12	12	12	12	12	15

მეორე ვარიანტი



D_{X_3} - საიწმინდო ბარის დიამეტრი
 $D_1 = D_{X_3} + 2,5 d_3$ (აქ d_3 - საიწმინდო ბარის დიამეტრი)

$D_2 = D_{X_3} + 2,5 d_3 + 2S$ (S - საიწმინდო ბარის სიღრმე)

($S = 0,1 d_3 + 3-5$ მმ, $S \geq 7-8$ მმ)

$D_3 = D_1 + (2,5-3) d_3$, $D_3 = (0,85-0,9) D_{X_3}$

$D_4 = D_1 - (2,5-3) d_3$, $e = 1,2 d_3$

$d_2 = d_3 + 1-2$ მმ, $e_3 = 1-2$ მმ

$D_5 = D_1 + 15-20$ მმ

$S_1 = (2-2,5) b$

$D_6 = D_{X_3} + 1-2$ მმ

$D_7 = D_{X_3} + 2,5$ მმ

D_{X_3} მმ	d_3 მმ	მონტაჟი
30-60	8	4
65-90	10	4-6
95-120	12	6

ნახ. 43.

ასეთი განგარიშების შემდეგ გამოიხატება რელუქტორის საერთო ხედის სქემატური ნახაზი, რომლის მიხედვით ხდება ლილვების შემოწმებითი განგარიშება.

VII. ლილვების მიახლოებითი გაანგარიშება და საკისრების შერჩევა

1. რედუქტორის წამყვან ლილვზე მოქმედებს კბილანის წრიული ძალა $P = 322$ კგ, რომელიც შევსული მიმართულებისაა, და აგრეთვე ნორმალური P_n ძალისაგან გამოწვეული რადიალური ძალა

$$T = P \tan \alpha = 322 \tan 20^\circ \approx 118 \text{ კგ.}$$

T ძალა თარახული მიმართულებისაა.

წამყვან ლილვზე მოქმედებს აგრეთვე მგრეხავი მომენტი $M_1 = 1380$ კგსმ.

საყრდენების მდებარეობა კბილანის მიმართ მივიღოთ სიმეტრიული, ხოლო მანძილები საკისრების შუა ხაზებიდან კბილანის ღერძამდე ავიღოთ კონსტრუქციულად არსებული კონსტრუქციების შესაბამისად; $l = 85$ მმ (რედუქტორის საერთო ხელის ან სქემატური ნახაზიდან).

საანგარიშო სქემა წამყვანი ლილვისათვის თავის მომენტთა ებიურებით გათვალისწინებულია 44-ე ნახ.ზე.

2. განვსაზღვრავთ საყრდენების რეაქციებს:

$$R_{A\beta} = R_{B\beta} = \frac{P}{2} =$$

$$= \frac{322}{2} = 161 \text{ კგ;}$$

$$R_{A\tau} = R_{B\tau} = \frac{T}{2} =$$

$$= \frac{118}{2} = 59 \text{ კგ.}$$

3. მლუნავი მომენტი

P ძალის მოღების ადგილას—კბილანის შუაში

$$M_P = R_{B\beta} l = 161 \cdot 8,5 \approx 1370 \text{ კგსმ;}$$

$$M_T = R_{B\tau} l = 59 \cdot 8,5 \approx 500 \text{ კგსმ.}$$

ტოლქმედი მლუნავი მომენტი

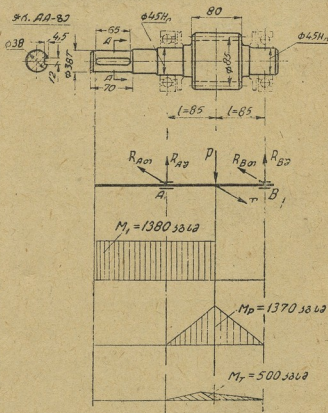
$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_P^2 + M_T^2} = \sqrt{1370^2 + 500^2} \approx 1460 \text{ კგსმ.}$$

4. დაყვანილი მომენტი

$$M_{\Sigma 1} = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + (\beta M_{\delta 1})^2} = \sqrt{1460^2 + (0,75 \cdot 1380)^2} \approx 1880 \text{ კგსმ.}$$

5. ძაბვა ლილვის იმ კვეთში, სადაც $D_{11} = 72,5$ მმ,

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma 1}}{W} = \frac{1880}{0,1 \cdot 7,25^3} \approx 49 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\Sigma} = 500 \text{ კგ/სმ}^2.$$



ნახ. 44.

ამგვარად ლილვი საკმაოდ დიდი მარაგითაა, რაც მცირე და საშუალო რელუქტორებში ხშირად გვხვდება.

6. ტოლქმელი რეაქცია

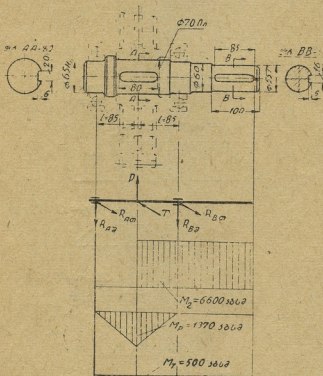
$$R_A = R_B = \sqrt{R_{A0}^2 + R_{A0}^2} = \sqrt{161^2 + 59^2} \approx 171 \text{ კგ.}$$

7. საკისრების შესარჩევად განვსაზღვროთ შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი, რისთვისაც დავუშვათ სასურველი ხანგრძლიობა $n=10000$ საათი. რადგანაც ლილვზე დერძის მიმართულების დატვირთვა არ მოქმედებს, ამიტომ შევარჩიოთ რადიალური ბურთულა საკისარი. ასეთ საკისრებში საშუალო ძალის ბიძგებისათვის შეიძლება მივიღოთ ცხრილებიდან [19] კოეფიციენტი $k_b=1,5$ და რადგანაც ბრუნავს საკისრის შიგა რგოლი, ამიტომ $k_k=1$; შესაბამისად, შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$C = R_A k_b k_k (n_1 h)^{0,3} = 171 \cdot 1,5 \cdot 1 (980 \cdot 10000)^{0,3} = 259 \cdot 126 = 32600,$$

სადაც $(n_1 h)^{0,3} = (980 \cdot 10000)^{0,3}$ -ის მნიშვნელობა აღებულია ცხრილიდან.

ГОСТ 8338-57-ის მიხედვით შერჩეულია საშუალო სერიის საკისარი № 309, რომელსაც აქვს $d_{\text{ლილ}} = 45$ მმ; გარე დიამეტრი $D = 100$ მმ; სიგანე $B = 25$ მმ და $C = 57000$.



ნახ. 45.

8. მიმყოფ ლილვზე მოქმედებს ძალები: $P = 322$ კგ, $T = 118$ კგ და მომენტი $M_2 = 6600$ კგსმ. დატვირთვის სქემა და მლუნავი მომენტების ეპიურები ნაჩვენებია 45-ე ნახაზზე.

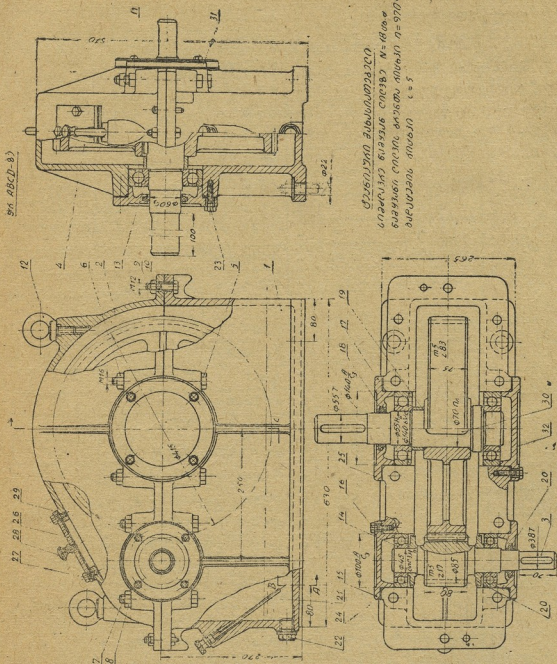
რადგანაც ძალები იმავე სიდიდისაა, რაც წამყვან ლილვზე, მხოლოდ საწინააღმდეგო მიმართულების, და კბილა თვალის საყრდენებს შორის შუა ადგილასაა მოთავსებული, ამიტომ რეაქციებისა და მლუნავი მომენტების სიდიდეებიც იგივე იქნება. დაყვანილი მომენტი კბილა თვლის შუა კვეთში

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M^2 + (\beta M_{\text{გრ}})^2} = \sqrt{1460^2 + (0,75 \cdot 6600)^2} \approx 5920 \text{ კგსმ.}$$

როგორც აღნიშნული იყო, ლილვის დიამეტრი $d_2 = 70$ მმ და

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{W} = \frac{5920}{0,1 \cdot 7^3} = 172 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma] = 500 \text{ კგ/სმ}^2.$$

9. დიამეტრები საკისრების დასაყენებელ ადგილებში მივიღოთ d_2 დიამეტრზე ნაკლები, სახელდობრ, $d_0 = 65$ მმ. საკისრების სტანდარტებიდან (ГОСТ 8338-57) შერჩეულია რადიალური ერთრიგის საშუალო სერიის № 313



ტურბინის მასშტაბი
სიმაღლე 100მმ, სიგანე 100მმ
საშუალო ღრუნი ბრუნის მიმართ $\eta = 97\%$
ბაქსაძის მიხედვით 1:5

ნახ. 46.

ბურთულა საკისარი, რომელსაც აქვს შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი $C=106000$.

შერჩეული საკისრის შემოწმება საჭირო აღარ არის, რადგანაც მასზე მოქმედებს იგივე დატვირთვები, რაც წამყვან ლილვზე, ხოლო მისი ბრუნთა რიცხვი გაცილებით ნაკლებია და შესაბამისად შრომისუნარიანობის კოეფიციენტიც ნაკლები, ვიდრე წამყვან ლილვზე.

ასეთნაირად გაანგარიშების შემდეგ შეიძლება დამუშავდეს რედუქტორის საერთო ზედის საბოლოო ნახაზი (ნახ. 46).

რედუქტორის ნახაზთან მოთავსდება სპეციფიკაციის ცხრილი (იხ. გვ. 86). საერთო ზედის მიხედვით წარმოებს ლილვების შემოწმებითი და დაზუსტებითი გაანგარიშება და მისი ნაწილების დაღებულებაც.

32	01.20.32	საკისრის სახურავი	1	ცხ 12—28		
31	01.20.31	საკისრის სახურავი	1	ცხ 12—28		
30	01.20.30	სოფმანი პრიზმატული	1	ფოლადი 45	OCT HKM4085	H20X12X 80
29	01.20.29	შუასადები	1	ტექნ. მუყაო		
28	01.20.28	სასულე	1	ფლ 3		
27	01.20.27	ბრანნი M8X30	4	ფლ 3		
26	01.20.26	საძრომის სახურავი	1	ფლ 3		
25	01.20.25	შუასადები ნაკრები	—	ფლ 3		ნაკრები
24	01.20.24	შუასადები ნაკრები	—	ფლ 3		ნაკრები
23	01.20.23	ბრანნი M10X50	8	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
22	01.20.22	საცობი 1M30	1			
21	01.20.21	ხეთის დონის მაჩვენებელი	1	კომპლექტი		
20	01.20.20	ხეთამრეკლი	2	ფლ 3		
19	01.20.19	მილისა Ø70	1	ფლ 3		
18	01.20.18	შემკვრივება Ø50	1	ქეჩა		
17	01.20.17	საკისრის სახურავი	1	ცხ 12-28		
16	01.20.16	ბრანნი M8 X 40	8	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
15	01.20.15	საკისრის სახურავი	1	ცხ 12-28		
14	01.20.14	ბურთულა საკისარი № 309	2	კომპლექტი	OCT 6121-39	
13	01.20.13	ბურთულა საკისარი № 313	2	კომპლექტი	OCT 6121-39	
12	01.20.12	რიმპანკი M16	2	ფოლადი 25	ГОСТ 4751-52	
11	01.20.11	წკირი 10X75	2	ფოლადი 45	ГОСТ 3129-46	
10	01.20.10	ქანჩი M10	4	ფლ 3	ГОСТ 5915-57	
9	01.20.09	ქანჩი M12X70 ტ. 0	4	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
8	01.20.08	ქანჩი M16	4	ფლ 3	ГОСТ 5915-57	
7	01.20.07	ქანჩი M16X175 ტ. 0	4	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
6	01.20.06	ქანჩი M16	4	ფლ 3	ГОСТ 5915-51	
5	01.20.05	ქანჩი M16X210 ტ. 0	4	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
4	01.20.04	კბილა თვალი m-5; ჯ-83	1	ფოლადი 40T.1		
3	01.20.03	ლილვი კბილანათი: m=ა; ჯ=17	1	ფოლადი 40X		
2	01.20.02	სახურავი გარსაცმის	1	ნ.თ. 15-32		
1	01.20.01	კორპუსი გარსაცმის	1	ნ.თ. 15-32		

მასშტაბი	აღნიშვნა	დასახელება	რაოდენობა	მასალა	სტანდარტი	შენიშვნა
რედუქტორი ერთსაფეხურიანი ცილინდრული						მასშტაბი 1:5
						№ №
დახაზა				სპი		
შეამოწმა				მანქანათა ნაწილების	ფაკ.	
მიიღო				კათედრა	კურსი	
					ჯგ.	

VIII. სოგმანების შერჩევა და შემოწმება

1. სწრაფმავალი ლილვი და კბილანა ერთ მთლიანს წარმოადგენს და ამიტომ აქ სოგმანი აღარ გვაქვს, ხოლო ლილვზე ქუროს დასაყენებელ ადგილას, სადაც $d=38$ მმ, სოგმანის ზომები აღებულია ГОСТ 8788-58-დან ზომებით $b \times h=12 \times 8$ მმ; $k=4,4$ მმ, ხოლო ქუროს МУВН-6 მიხედვით სოგმანის სიგრძე მივიღოთ $l_0=65$ მმ (ნახ. 44).

გამოწმებთ სოგმანს თელვზე ფორმულით

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{2M_1}{dk(l_0-b)} = \frac{2 \cdot 1380}{3,8 \cdot 0,44(6,5-1,2)} \approx 310 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{თელ}} = 1200 \text{ კგ/სმ}^2.$$

2. მიმყოლ ლილვზე, კბილანის დასაყენებელ ადგილას, $d_2=70$ მმ-თვის ГОСТ 8788-58-ის მიხედვით შერჩეულია სოგმანი $b \times h=20 \times 12$ მმ; $k=7,4$ მმ; სოგმანის სიგრძე, კბილა თელის მორგების სიგრძის მიხედვით, მიღებულია $l=80$ მმ (ნახ. 45). მასში თელვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე იქნება

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{2M_2}{dk(l-b)} = \frac{2 \cdot 6600}{7 \cdot 0,74(8-2)} \approx 424 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{თელ}} = 1200 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მიმყოლ ლილვზე, ქუროს დასაყენებელ ადგილას, მიღებულია $d=55$ მმ; $l=100$ მმ, რომლისთვისაც სტანდარტიდან შერჩეულია სოგმანი, ზომით $b \times h \times l=18 \times 11 \times 85$ მმ; $k=6,8$ მმ. შესაბამისად

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{2M_3}{dk(l-b)} = \frac{2 \cdot 6600}{5,5 \cdot 0,68(8,5-1,8)} \approx 525 \text{ კგ/სმ}^2 = 1200 \text{ კგ/სმ}^2.$$

IX. ლილვების დაზუსტებითი გაანგარიშება

ლილვების დაზუსტებითი გაანგარიშება ხდება მას შემდეგ, როცა მისი საბოლოო ზომები დადგენილია და იგი გამოხაზულია ამწყობ ნახაზში ან მუშა ნახაზის სახით. ჩვენი შემთხვევისათვის ლილვები წარმოდგენილია 44 და 45 ნახაზებზე. შემოწმებითი გაანგარიშება მდგომარეობს ამტანიანობის სიმტკიცის მარაგის შემოწმებაში.

1. განესაზღვრავეთ სწრაფმავალი ლილვისათვის სიმტკიცის მარაგს საშიშ ადგილას, ამასთანავე ვთვლით, რომ ნორმალური ძაბვები იცვლება სიმეტრიული ციკლით, ხოლო მხები-პულსირებულით.

ლილვის მასალა, რადგანაც იგი კბილანასთან მთლიანია, არის ფოლადი 40X, რომლისთვისაც მე-16 ცხრილის მიხედვით $\sigma_{\text{ფ}}=78$ კგ/მმ²; $\sigma_{\text{ფ},6}=50$ კგ/მმ²; $\sigma_{-1}=37$ კგ/მმ²; $\tau_{-1}=0,58\sigma_{-1}=0,58 \cdot 37 \approx 21,5$ კგ/მმ².

ნორმალური ძაბვები კბილანის შუა კვეთისათვის ძალზე მცირე სიდიდის იქნება; შესაბამისად სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტიც დიდი და ამიტომ მას აქ აღარ განესაზღვრავეთ.

ლილვზე ქუროს დაყენების ადგილას ლილვი განიცდის გრეხას და სოგმანის ღარისაგან ძაბვების კონცენტრაციას.

სიმტკიცის მარაგი მხები ძაბვების მიხედვით განისაზღვრება ფორმულით [1; 6; 8; 9]

$$n = n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_{\tau} + \psi_{\tau} \tau_m},$$

სადაც მზებში ძაბვების ციკლის ამპლიტუდა და საშუალო ძაბვა

$$\tau_e = \tau_m = \frac{\tau_{\text{მაქს}}}{2} = \frac{1}{2} \frac{M_1}{W_{\text{გნტო}}}$$

წინალობის ნამდვილი პოლარული მომენტი W_p (ნახ. 44) ტოლია

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 3,8^3}{16} - \frac{2 \cdot 0,45(3,8 - 0,45)^2}{2 \cdot 3,8} =$$

$$= 10,8 - 0,798 \approx 10 \text{ სმ}^3;$$

აქ ლილვის დიამეტრის $d=38$ მმ-ის მიხედვით ГОСТ 8788-58-დან $t=4,5$ მმ; $b=12$ მმ. შესაბამისად

$$\tau_e = \tau_m = \frac{1}{2} \cdot \frac{1380}{10} = 69 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ცხრილებიდან [1; 6; 8] აღებული მასშტაბური ფაქტორი $\varepsilon_e=0,73$ და კონცენტრაციის ეფექტური კოეფიციენტი ერთსოფმანიანი ლილვისათვის $k_e=1,77$, აგრეთვე ნახშირბადოვანი და ლეგირებული ფოლადებისათვის კოეფიციენტი $\psi_e=0,1$; შესაბამისად სიმტკიცის მარაგი

$$n = n_e = \frac{2150}{\frac{1,77}{0,73} \cdot 69 + 0,1 \cdot 69} = 12,2.$$

როგორც მოსალოდნელი იყო, სიმტკიცის მარაგი დიდი გამოვიდა.

2. განვსაზღვრავთ სიმტკიცის მარაგს ნელმავალი ლილვისათვის კბილანის შუა კვეთის მიმართ.

ლილვის მასალად მიღებული გვაქვს ფოლადი 45, რომლის მექანიკური მაჩასიათებლებია: $\sigma_{\text{ღრ}}=60 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\text{ღვ}}=30 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{-1} \approx 0,43$ $\sigma_{\text{ღვ}}=0,43 \cdot 60 \approx 26 \text{ კგ/მმ}^2$; $\tau_{-1} \approx 0,58$ $\sigma_{-1}=0,58 \cdot 26 \approx 15 \text{ კგ/მმ}^2$.

ამტანიანობის სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი ნორმალური ძაბვების მიხედვით, თუ ჩავთვლით, რომ ისინი იცვლებიან სიმეტრიული ციკლით, განისაზღვრება ფორმულით (სიმეტრიულ ციკლში, როგორც ვიცით, $\sigma_m=0$)

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{k_{\tau}} \sigma_e},$$

სადაც ლუნვის ნორმალური ძაბვების ამპლიტუდა არის

$$\sigma_e = \tau_{\text{მაქს}} = \frac{M}{W_{\text{გნტო}}}; \quad M = M_{\text{ლ}} = 1460 \text{ კგსმ};$$

$$W_{\text{გნტო}} = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = \frac{3,14 \cdot 7^3}{32} - \frac{2 \cdot 0,6(7 - 0,6)^2}{2 \cdot 7} = 33,8 - 3,52 \approx 30,28 \text{ სმ}^3;$$

$$\sigma_e = \frac{M}{W_{\text{გნტო}}} = \frac{1460}{30,28} \approx 48,5 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ცხრილებიდან [1] აღებულია მასშტაბური ფაქტორი $\varepsilon_e=0,76$ და კონ-

კორპუსს მოწყობილი აქვს ზეთის დონის მაჩვენებელი და ზეთის გამო-
საშვებად სპეციალური საცობი. ზეთის მთლიანად გამოსაშვებად გარსაცმის
ძირს შიგნიდან აქვს ოდნავი დაქანება.

2. საკისრების გასაზეთად საკისრების ტიპის და მისი ბრუნთა რიცხვის
მიხედვით ცხრილებიდან შერჩეულია სქელი ზეთი სოლიდოლი II.

აღენიშნავთ რედუქტორის შერჩეული კონსტრუქციის ზოგიერთ თავი-
სებურებას: 1) საკისრების შიგნითა რგოლის დამაგრება განხორციელებულია
ლილვზე ქეჭვით დასმით (დასაყენებელი ადგილი დამუშავებულია მე-2 კლა-
სის სიზუსტით ხვრეტის სისტემაში).

2) ორივე ლილვზე საკისრების გარე რგოლები დამაგრებულია ერთი
მხრიდან საკისრის კვანძის სახურავით, რომელიც აფიქსირებს ლილვს დერძი-
თი მიმართულებით. ტემპერატურული ღრგო საკისრის გარე რგოლსა და
სახურავს შორის უზრუნველყოფილია მარეგულირებელი ლითონის შუასა-
ღები ნაკერებით, რომელიც მოთავსებულია კორპუსსა და საკისრის სახურავის
მილტუქს შორის.

3) საკისრის კვანძის გამკვრივება განხორციელებულია ქეჩის რგოლების
საშუალებით.

4) კბილა თვალი ლილვზე ფიქსირებულია ერთი მხრიდან ლილვის მხა-
რულით, მეორე მხრიდან—განმბრჯენი მილით, რომელიც უშუალოდ საკისრის
შიგა რგოლს ებრჯინება.

5) რედუქტორი ფილაზე მიემაგრება ოთხი ქანჭიკის საშუალებით. ქან-
ჭიკების შერჩეული დიამეტრი შემოწმებული უნდა იყოს სიმტკიცეზე, რისთ-
ვისაც გამოთვლიან გადამყირაბებელ მომენტს $M_0 \approx M_{\text{სფ}} + M_{\text{ფელ}} + M_{\text{ფ}}$. მსუბუქ
და საშუალო რედუქტორებში რედუქტორის წონისაგან გამოწვეულ მომენტს
 $M_{\text{ფ}} = Q_{\text{სფ}} \cdot x$ ხშირად მხედველობაში არ ღებულობენ. განისაზღვრება ყველაზე
მეტად დატვირთულ ქანჭიკზე მოქმედი დატვირთვა, რომლის მიხედვით ქან-
ჭიკი შემოწმდება. ჩვენი შემთხვევისათვის ყველაზე მეტად დაშორებულ ქან-
ჭიკზე მოქმედი დატვირთვის მიახლოებითი მნიშვნელობაა

$$P_1 = \frac{M_0 l_1}{2(l_1^2 + l_2^2)} = \frac{(1380 + 6600)55}{2(55^2 + 8^2)} \approx 105 \text{ კგ},$$

შესაბამისად ძაბვა ქანჭიკებში

$$\sigma_{\text{ჭ}} = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot P_1}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 1,3 \cdot 105}{3,14 \cdot 1,675^2} \approx 63 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ჭ}} \approx 410 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მაგალითი 6. საჭიროა გავიანგარიშოთ საავიაციო რედუქტორის წყვილი
კბილანური გადაცემის ძირითადი ზომები, თუ გადასაცემა სიმძლავრე $N =$
 $= 1600$ ცხ. ძ. კბილანის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 2700$ ბრ/წთ და იგი კონსოლუ-
რი მდებარეობისა; კბილა თვლის ბრუნთა რიცხვი $n_2 = 1800$ ბრ/წთ. მუშაო-
ბის საერთო ხანგრძლიობა 1000 საათია.

განგარიშება. 1. გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2700}{1800} = 1,5.$$

2. ნორმალური მგრეხავი მომენტი

$$M_1 = 71620 \frac{N}{n_1} = 71620 \frac{1600}{2700} \approx 42500 \text{ კგსმ.}$$

3. მასალად შევარჩიეთ მაღალეგირებული ფოლადი მე-15 და მე-16 ცხრილებიდან, ფოლადი 12X2H4A, რომელსაც აქვს: $\sigma_{\text{დრ}} = 120 \text{ კგ/სმ}^2$; $\sigma_{\text{ღვ}} = 115 \text{ კგ/სმ}^2$; $\sigma_{-1} = 56 \text{ კგ/სმ}^2$; $H_{\text{ბგლასი}} = 300 \div 320$; $H_{\text{RC ზედაპირის}} = 60 \div 65$.

ძვრაზე დასაშვები ძაბვა კბილა თვლისათვის განესაზღვროთ ფორმულით

$$[\tau]_{\text{ფ}} = C_1 H_{\text{RC}} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_{\text{ფ}}}} = 103 \cdot 60 \sqrt[6]{\frac{10^7}{10,8 \cdot 10^7}} \approx 4200 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც მე-13 ცხრილის მიხედვით ფოლადისათვის 12X2H4A მიღებულია $C_1 = 103$; $H_{\text{RC}} = 60$; ძაბვათა ციკლი $N_{\text{ფ,ბ}} = 60 n_2 T_{\text{სთ}} = 60 \cdot 1800 \cdot 1000 \approx 10,8 \cdot 10^7$; მე-14 ცხრილის მიხედვით $N_{\text{ფ}} = 250 \cdot 10^6$ და რადგანაც $N_{\text{ფ,ბ}} = 10,8 \cdot 10^7 < N_{\text{ფ}} = 250 \cdot 10^6$, ამიტომ მიღებულია, რომ $N_{\text{ფ,ბ}} = 10,8 \cdot 10^7$.

ლუნვაზე დასაშვები ძაბვა გამოვთვალოთ ფორმულით

$$[\sigma_0]_{\text{ლ}} = \frac{1,4 \sigma_{-1}}{n k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 5600}{1,8 \cdot 1,2} \approx 3640 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც დატვირთებული კბილა თვლებისათვის მიღებულია ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი $k_{\sigma} = 1,2$ და სიმტკიცის მარაგი $n = 1,8$.

რადგანაც კბილანის მასალა იგივეა, რაც კბილა თვლისათვის, ლუნვის დასაშვები ძაბვაც იგივე იქნება, ხოლო

$$[\tau]_{\text{ფ,კბ}} = C_1 H_{\text{RC}} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_{\text{ფ,კბ}}}} = 103 \cdot 65 \sqrt[6]{\frac{10^7}{16,2 \cdot 10^7}} \approx 4200 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც $N_{\text{ფ,კბ}} = 60 n_1 T_{\text{საათ}} = 60 \cdot 2700 \cdot 1000 = 16,2 \cdot 10^7 < N_{\text{ფ}} = 250 \cdot 10^6$.

4. პირობის თანახმად, კბილანა ლილვზე კონსოლური მდებარეობისა;

მივიღოთ, რომ $\psi_1 = \frac{b}{A} = 0,3$, მაშინ

$$\frac{b}{D_1} = \psi_1 \frac{i+1}{2} = 0,3 \frac{1,5+1}{2} \approx 0,4.$$

5. დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი $\frac{b}{D_1} = 0,4$ -ის მიხედვით,

მე-17 ცხრილიდან $k_{\text{კონც}} = 1,28$; დატვირთვის დინამიკურობის კოეფიციენტი 6 ხარისხის სიზუსტისათვის $k_{\text{დინ}} = 1,4$ (ცხრ. 18).

შესაბამისად დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}} = 1,28 \cdot 1,4 = 1,8.$$

6. ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{[\tau]_{\text{ფ,კბ}}}\right)^2 \frac{N \cdot K}{n_2 \psi_1}} = (1,5+1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{4200 \cdot 1,5}\right)^2 \frac{1600 \cdot 1,8}{1800 \cdot 0,3}} \approx 27,6 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ $A \approx 280 \text{ მმ}$ (მანძილი არასტანდარტულია).

7. გამოვთვალოთ სიდიდე

$$\left(\frac{\chi_1}{y}\right)_{\text{მაქს}} = \left(\frac{900}{[\tau]_{\text{დგ.კბთ}}}\right)^2 [\sigma_0]_{\text{კ}} \frac{i+1}{i} = \left(\frac{900}{4200}\right)^2 3640 \frac{1,5+1}{1,5} \approx 276,$$

რასაც მე-10 ცხრილის მიხედვით შეესაბამება კბილების მაქსიმალური რიცხვი კბილანისათვის $\chi_1 = 37$; მივიღოთ, რომ $\chi_1 = 32$; მაშინ $\chi_2 = i\chi_1 = 1,5 \cdot 32 = 48$.

8. გადაცემის მოდული

$$m = \frac{2A}{\chi_1 + \chi_2} = \frac{2 \cdot 280}{32 + 48} = 7 \text{ მმ (OCT 1597),}$$

შესაბამისად

$$D_1 = m\chi_1 = 7 \cdot 32 = 224 \text{ მმ; } D_2 = m\chi_2 = 7 \cdot 48 = 336 \text{ მმ;}$$

კბილის სიგრძე

$$b = \phi_1 A = 0,3 \cdot 280 = 84 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ, რომ $b = 85 \text{ მმ.}$

შემოწმებითი გაანგარიშება

1. წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 224 \cdot 2700}{60 \cdot 1000} \approx 31,7 \text{ მ/წმ.}$$

2. კბილის პროფილის ნორმალური მიმართულების დატვირთვა

$$P_n = \frac{2M_1}{D_1 \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 42500}{22,4 \cdot \cos 20^\circ} \approx 4050 \text{ კგ.}$$

კუთრი დატვირთვა კბილის სიგრძეზე

$$p = \frac{P_n}{b} = \frac{4050}{8,5} \approx 470 \text{ კგ/სმ.}$$

3. ზღვრული გადახრა ძირითად ბიჯში, მე-19 ცხრილის მიხედვით, 5 სი-
ზუსტის ხარისხისათვის, როცა $m = 7 \text{ მმ}$, არის $\Delta f_1 = \Delta f_2 = 14 \text{ მკ}$; შესაბამისად,
მაქსიმალური ცდომილება $\Delta_0 = \sqrt{\Delta f_1^2 + \Delta f_2^2} = \sqrt{14^2 + 14^2} \approx 19,9 \text{ მკ}$ და $\Delta_0 - \vartheta =$
 $= 19,9 - 5 = 14,9 \text{ მკ}$. დინამიკური დატვირთვა

$$u = 0,8v \sqrt{\frac{A(\Delta_0 - \vartheta)}{i}} = 0,8 \cdot 31,7 \sqrt{\frac{28 \cdot 14,9}{1,5}} \approx 420 \text{ კგ/სმ.}$$

მაქსიმალური შესაძლებელი დინამიკური დატვირთვა

$$u_{\text{მაქს}} = 16,5(\Delta_0 - \vartheta) = 16,5 \cdot 14,9 \approx 246 \text{ კგ/სმ.}$$

რადგანაც $u_{\text{მაქს}} < u$, ამიტომ, მივიღოთ, რომ $u = 246 \text{ კგ/სმ}$, შესაბამისად, დინა-
მიკურობის კოეფიციენტი, რადგანაც $H_B < 350$,

$$k_{\text{დინ}} = 1 + \frac{0,5u}{p} = 1 + \frac{0,5 \cdot 246}{470} \approx 1,27.$$

4. დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონფ}} k_{\text{დინ}} = 1,28 \cdot 1,27 = 1,63.$$

5. ძვრის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე

$$\tau_{d3} = \frac{100000}{A_i} \sqrt{\frac{N \cdot K(i+1)^3}{n_2 b}} = \frac{100000}{28 \cdot 1,5} \sqrt{\frac{1600 \cdot 1,63 (1,5+1)^3}{1800 \cdot 8,5}} = 3940 \text{ კგ/სმ}^2$$

რაც მხოლოდ მცირეთი განსხვავდება დასაშვები ძაბვისაგან.

6. ლუნვის ძაბვის სიდიდე კბილანის კბილებში

$$\sigma_{\text{ლ.კბ}} = \frac{P_n K}{y_1 \pi m b} = \frac{4050 \cdot 1,63}{0,123 \cdot 3,14 \cdot 0,7 \cdot 8,5} \approx 2860 \text{ კგ/სმ}^2$$

სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი

$$n = \frac{1,4 \sigma_{-1}}{\sigma_{\text{ლ.კბ.კვ}}} = \frac{1,4 \cdot 5600}{2860 \cdot 1,2} \approx 2,28$$

კბილა თვლის კბილებში

$$\sigma_{\text{ლ.კბ.თ}} = \sigma_{\text{ლ.კბ}} \frac{y_1}{y_2} = 2860 \frac{0,123}{0,144} \approx 2450 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$n = \frac{1,4 \sigma_{-1}}{\sigma_{\text{ლ.კბ.თ.კვ}}} = \frac{1,4 \cdot 5600}{2450 \cdot 1,2} \approx 2,66$$

შევამოწმოთ კბილის მუშა ზედაპირის სისაღე

$$H_{R_{\text{კბ}}} = H_{R_{\text{კბ.თ}}} \sqrt[6]{i} = 60 \sqrt[6]{1,5} \approx 64,$$

რაც შეესაბამება მიღებულ სისაღეს.

ამგვარად, საბოლოოდ კბილანისა და კბილა თვლის ძირითადი ზომებია:

$$D_1 = 224 \text{ მმ}; D_{e1} = 224 + 2 \cdot 7 = 238 \text{ მმ}; D_{i1} = 224 - 2 \cdot 1,2 \cdot 7 = 206,5 \text{ მმ};$$

$$D_2 = 336 \text{ მმ}; D_{e2} = 336 + 2 \cdot 7 = 350 \text{ მმ}; D_{i2} = 336 - 2 \cdot 1,2 \cdot 7 = 318,5 \text{ მმ}.$$

კბილანების ელემენტების გაანგარიშება ხდება ჩვეულებრივი წესით.

მაგალითი 7. განესაზღვროთ რა მასალისაგან უნდა დამზადდეს საერთო დანიშნულების რედუქტორის კბილანა და კბილა თვალი, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N = 30$ ცხ. ძ.; ბრუნთა რიცხვები $n_1 = 940$ ბრ/წთ; $n_2 = 250$ ბრ/წთ;

გადაცემის რიცხვი $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{940}{250} = 3,76$; ცენტრთაშორისი მანძილი $A = 250$ მმ;

კბილანის სიგანე $b = 65$ მმ. გადაცემის სამსახურის დრო 6 წელია, დღელამეში 16 საათის მუშაობით. გადაცემის მუშაობისას მოსალოდნელია ბიძგები.

გაანგარიშება. 1. ნორმალური მგრესხავი მომენტი

$$M_1 = 71620 \frac{N}{n_1} = 71620 \frac{30}{940} \approx 2280 \text{ კგსმ}.$$

2. დატვირთვის კოეფიციენტის წინასწარი მნიშვნელობისათვის ვბოულობთ

$$\frac{b}{D_1} = \psi_1 \frac{i+1}{2} = \frac{65}{250} \frac{3,76+1}{2} = 0,62; \quad k_{\text{კონ}} = 1,1 \quad (\text{ცხრ. 17});$$

$$k_{\text{ტენ}} = 1,5 \quad (\text{ცხრ. 18}); \quad K = k_{\text{კონ}} k_{\text{ტენ}} = 1,1 \cdot 1,5 = 1,65.$$

3. საწყისი წრეხაზის დიამეტრი

$$D_1 = \frac{2A}{i+1} = \frac{2 \cdot 250}{3,76+1} \approx 105 \text{ მმ};$$

4. ძვრის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე

$$\tau_{\text{ძვ}} = \frac{100000}{Ai} \sqrt{\frac{NK(i+1)^3}{n_2 b}} = \frac{100000}{25 \cdot 3,76} \sqrt{\frac{30 \cdot 1,65 (3,76+1)^3}{250 \cdot 6,5}} \approx 1920 \text{ კგ/სმ}^2.$$

5. $\tau_{\text{ძვ}}$ -ის მიხედვით დაენიშნოთ მასალა:

კბილა თვლისათვის მე-16 ცხრილის მიხედვით შევარჩიოთ ფოლადი 45 მაღალი მოშვებით (გაუმჯობესებული), რომელსაც აქვს:

$$\sigma_{\text{ღრ}} = 80 \text{ კგ/მმ}^2; \sigma_{\text{ღვ}} = 45 \text{ კგ/მმ}^2; \sigma_{-1} = 34 \text{ კგ/მმ}^2; H_B = 220.$$

ასეთი მასალისათვის ძვრაზე დასაშვები ძაბვა

$$[\tau]_{\text{ძვ}} = 9,2 H_B \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_0}} = 9,2 \cdot 220 \sqrt[6]{\frac{10^7}{15 \cdot 10^6}} \approx 1900 \text{ კგ/სმ}^2,$$

რაც ახლოა $\tau_{\text{ძვ}} = 1920 \text{ კგ/სმ}^2$ -თან. აქ მიღებულია, რომ $N_0 = 60 n_2 T = 60 \cdot 250 \cdot 6$ წელი 300 დღე $\cdot 16$ საათი $\approx 42,1 \cdot 10^7$, რაც საგრძნობლად მეტია $N_0 = 15 \cdot 10^6$ (ცხრ. 14), ამიტომ $N_0 = N_2 = 15 \cdot 10^6$.

თუ მივიღებთ, რომ $n = 2$ და $k_{\sigma} = 1,45$, მაშინ ლუნვის დასაშვები ძაბვა

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = \frac{1,4 \sigma_{-1}}{n k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 3400}{2 \cdot 1,45} \approx 1650 \text{ კგ/სმ}^2.$$

კბილანისათვის მასალის სისაღე გამოვთვალოთ ფორმულით

$$H_{B30} = H_{B30, \text{თ}} \sqrt[6]{i} = 220 \sqrt[6]{3,76} \approx 272.$$

ასეთ სისაღეს მე-16 ცხრილის მიხედვით შეესაბამება ფოლადი 40XH, წრთობილი, რომელსაც აქვს: $\sigma_{\text{ღრ}} = 90 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\text{ღვ}} = 70 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{-1} = 44 \text{ კგ/მმ}^2$; $H_B = 280$.

ძვრაზე დასაშვები ძაბვა

$$[\tau]_{\text{ძვ}} = 9,2 H_{B30} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_0}} = 9,2 \cdot 280 \sqrt[6]{\frac{10^7}{20 \cdot 10^6}} \approx 2300 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც

$$N_0 = 60 n_1 T = 60 \cdot 940 \cdot 6 \cdot 300 \cdot 16 > N_2 = 20 \cdot 10^6 \quad (\text{ცხრ. 14}).$$

ლუნვაზე დასაშვები ძაბვა

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = \frac{1,4 \sigma_{-1}}{n k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 4400}{2 \cdot 1,25} \approx 2460 \text{ კგ/სმ}^2.$$

6. განესაზღვროთ

$$\left(\frac{z_1}{y_1} \right) = \left(\frac{900}{[\tau]_{\text{ძვ}}} \right)^2 [\sigma]_{\text{ლ}} \frac{i+1}{i} = \left(\frac{900}{1900} \right)^2 2460 \frac{3,76+1}{3,76} \approx 700,$$

რასაც მე-10 ცხრილის მიხედვით შეესაბამება კბილანისათვის მაქსიმალური

კბილთა რიცხვი $\chi_1 = 100$. მივიღოთ, რომ $\chi_1 = 21$, მაშინ $\chi_2 = i\chi_1 = 3,76 \cdot 21 \approx 79$; $i = \frac{79}{21} = 3,77$, რაც ახლოა მოცემულთან.

ასეთი კბილთა რიცხვების დროს გვაქვს:

$$m = \frac{D_1}{\chi_1} = \frac{105}{21} = 5 \text{ მმ (OCT 1597)}; D_2 = m\chi_2 = 5 \cdot 79 = 395 \text{ მმ.}$$

შემოწმებითი გაანგარიშება

1. წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 105 \cdot 940}{60 \cdot 1000} \approx 5,76 \text{ მ/წმ.}$$

ასეთი სიჩქარის დროს მე-19 ცხრილის მიხედვით კბილანები დამზადებული უნდა იყოს მე-8 ხარისხის სიზუსტით.

2. დინამიკურობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის მე-19 ცხრილიდან მე-8 ხარისხის სიზუსტისათვის, როცა $m = 5$ მმ, ვპოულობთ $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 28$ მკ; $\Delta_0 = \sqrt{28^2 + 28^2} \approx 39,5$; $\Delta = \Delta_0 - \Phi = 39,5 - 5 = 34,5$ მკ;

შესაბამისად, დინამიკური დატვირთვა

$$u = 0,8v \sqrt{\frac{A\Delta}{i}} = 0,8 \cdot 5,17 \sqrt{\frac{25 \cdot 34,5}{3,77}} \approx 63 \text{ კგ/სმ};$$

$$p = \frac{2M_1}{D_1 b \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 2280}{10,5 \cdot 6,5 \cdot \cos 20^\circ} \approx 71 \text{ კგ/სმ},$$

შესაბამისად, დინამიკურობის კოეფიციენტი

$$k_{\text{დინ}} = 1 + \frac{0,5u}{p} = 1 + \frac{0,5 \cdot 63}{71} \approx 1,44,$$

რაც მცირე სიდიდით განსხვავდება დაშვებული კოეფიციენტისაგან, ამიტომ შემდგომი დაზუსტების გაანგარიშება საჭირო აღარ არის.

მაგალითი 8. გავიანგარიშოთ სწორკბილეზიანი ცილინდრული რედუქტორის კბილანური გადაცემა, თუ გადასაცემა სიმძლავრე $N = 60$ ცხ. ძ. კბილანის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 960$ ბრ/წთ; გადაცემის რიცხვი $i = 3,85$; გადაცემის საშსახურის დრო 5 წელია და დღელამეში მუშაობს 16 საათს ორი ცვლით. სტანდარტული ცენტრთაშორისი მანძილის დასაცავად და მოდების პარამეტრების გასაუმჯობესებლად საჭიროა გადაცემის კბილანური მოდების კორეგირება.

წინასწარი გაანგარიშება

1. წამყვან ლივზე მოქმედი მგრეზავი მომენტი

$$M_1 = 71620 \frac{N}{n_1} = 71620 \cdot \frac{60}{960} \approx 4470 \text{ კგსმ.}$$

2. ასეთი დატვირთვისათვის მასალად მივიღოთ (ცხრ. 15): კბილანისა-

თვის ფოლადი 45, გაუმჯობესებული, რომელსაც აქვს $[\tau]_{\text{ფ}} = 1900 \text{ კგ/სმ}^2$; $[\sigma]_{\text{ფ}} = 1650 \text{ კგ/სმ}^2$ (გამოთვლილია წინა მაგალითების ანალოგიურად); კბილათელისათვის ფოლადი 45II, რომელსაც აქვს: $[\tau]_{\text{ფ}} = 1600 \text{ კგ/სმ}^2$; $[\sigma]_{\text{ფ}} = 950 \text{ კგ/სმ}^2$.

3. მივიღოთ აგრეთვე, რომ

$$\phi_1 = \frac{b}{A} = 0,4; \quad k_{\text{კონკ}} = 1,1; \quad k_{\text{ლინ}} = 1,6;$$

$$K = k_{\text{კონკ}} k_{\text{ლინ}} = 1,1 \cdot 1,6 \approx 1,76.$$

4. ცენტრთაშორისი მანძილი განესაზღვროთ ფორმულით

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{[\tau]_{\text{ფ}} i}\right)^2 \frac{N \cdot K}{n_2 \phi_1}} =$$

$$= (3,85+1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{1600 \cdot 3,85}\right)^2 \frac{60 \cdot 3,85 \cdot 1,76}{960 \cdot 0,4}} \approx 31 \text{ სმ.}$$

5. ГОСТ 2185-55-ის მიხედვით მივიღოთ, რომ $A = 300 \text{ მმ}$. მივიღოთ აგრეთვე:

$$z_1 = 20; \quad z_2 = i z_1 = 3,85 \cdot 20 = 77;$$

მაშინ მოღებული

$$m = \frac{2A}{z_x} = \frac{2 \cdot 300}{20 + 77} = 6,2 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ, რომ OCT 1597-ის მიხედვით $m = 6 \text{ მმ}$.

6. ცენტრთაშორისი მანძილი გადაწვევებზე მოღებაში

$$A_0 = \frac{m z_x}{2} = \frac{6 \cdot 97}{2} = 291 \text{ მმ.}$$

ცენტრთაშორისი მანძილის ფარდობითი გადახრის კოეფიციენტი

$$\lambda_0 = \frac{A - A_0}{A_0} = \frac{300 - 291}{291} = 0,031.$$

მე-4 ცხრილიდან კუთხური კორექციისათვის ინტერპოლაციით ვპოულობთ:

$$\text{როცა } \lambda_0 = 0,03063, \text{ მაშინ } \alpha' = 24^\circ 15' \text{ და } \xi_0 = 0,03385;$$

$$\text{როცა } \lambda_0 = 0,03131, \text{ მაშინ } \alpha' = 24^\circ 20' \text{ და } \xi_0 = 0,03467.$$

შესაბამისად

$$\alpha' = 24^\circ 15' + \frac{24^\circ 20' - 24^\circ 15'}{0,03131 - 0,03063} (0,031 - 0,03063) \approx 24^\circ 18'.$$

$$\xi_0 = 0,03385 + \frac{0,03467 - 0,03385}{0,03131 - 0,03063} \cdot (0,031 - 0,03063) \approx 0,03434.$$

შესაბამისად ჯამური კორექციის კოეფიციენტი

$$\xi_x = 0,5 \lambda_x \xi_0 = 0,5 \cdot 97 \cdot 0,03434 \approx 1,660.$$

7. ვახდენთ მჭრელი იარაღის ჯამური მიხრის კოეფიციენტის განაწილებას.

მე-6 და მე-7 ცხრილებიდან ვპოულობთ

$$\xi_{1\text{ცხრ}} = 1,22; \quad \xi_{2\text{ცხრ}} = 0,916.$$

მივიღოთ

$$\xi_1 = \frac{\xi_x}{\xi_{1\text{ცხრ}} + \xi_{2\text{ცხრ}}} \quad \xi_{1\text{ცხრ}} = \frac{1,660}{1,22 + 0,916} \cdot 1,22 \approx 0,95;$$

$$\xi_2 = \frac{\xi_x}{\xi_{1\text{ცხრ}} + \xi_{2\text{ცხრ}}} \quad \xi_{2\text{ცხრ}} = \frac{1,660}{1,22 + 0,916} \cdot 0,916 \approx 0,708.$$

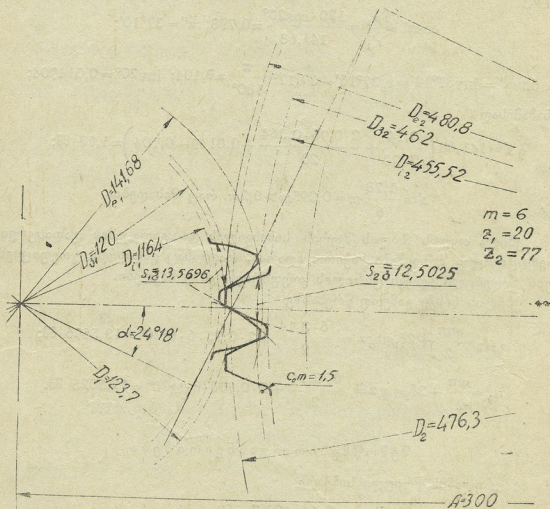
კბილანური მოდების გეომეტრიული
გაანგარიშება (ნახ. 47)

გამყოფი წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_{\delta 1} = m\alpha_1 = 6 \cdot 20 = 120 \text{ მმ}; \quad D_{\delta 2} = m\alpha_2 = 6 \cdot 77 = 462 \text{ მმ}.$$

საწყისი წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_1 = D_{\delta 1}(1 + \lambda_0) = 120(1 + 0,031) = 123,7 \text{ მმ};$$



ნახ. 47.

$$D_2 = D_{\delta 2}(1 + \lambda_0) = 462(1 + 0,031) = 476,3 \text{ მმ.}$$

ღრმულების წრებაზების დიამეტრებია:

$$D_{i1} = D_{\delta 1} - 2m(f_0 + c_0 - \xi_1) = 120 - 2 \cdot 6(1 + 0,25 - 0,95) = 116,4 \text{ მმ};$$

$$D_{i2} = D_{\delta 1} - 2m(f_0 + c_0 - \xi_2) = 462 - 2 \cdot 6(1 + 0,25 - 0,708) = 455,52 \text{ მმ.}$$

კბილების სიმაღლეა:

$$h = \frac{2f_0 + c_0}{2(f_0 + c_0)} \left(A - \frac{D_{i1} + D_{i2}}{2} \right) = \frac{2 \cdot 1 + 0,25}{2(1 + 0,25)} \left(300 - \frac{116,4 + 455,52}{2} \right) \approx 12,64 \text{ მმ.}$$

შვერების წრებაზების დიამეტრებია:

$$D_{e1} = D_{i1} + 2h = 116,4 + 2 \cdot 12,64 = 141,68 \text{ მმ};$$

$$D_{e2} = D_{i2} + 2h = 455,52 + 2 \cdot 12,64 = 480,8 \text{ მმ.}$$

კბილის შვერის სიმახვილეს განვსაზღვრავთ ფორმულით

$$s' = 2r'_1 \left(\frac{\pi}{2\alpha_1} + \frac{2\xi_1 \operatorname{tg} \alpha}{\alpha_1} + \operatorname{inv} \alpha - \operatorname{inv} \alpha'' \right),$$

სადაც

$$\cos \alpha'' = \frac{r_1}{r'_1} = \frac{120 \cdot \cos 20^\circ}{141,68} \approx 0,798; \alpha'' = 37^\circ 10';$$

$$\operatorname{inv} \alpha'' = \operatorname{inv} 37^\circ 10' = \operatorname{tg} 37^\circ 10' - 37,17^\circ \frac{\pi}{180^\circ} \approx 0,104; \operatorname{inv} 20^\circ = 0,014904;$$

შესაბამისად

$$s' = 141,68 \left(\frac{3,14}{2 \cdot 20} + \frac{2 \cdot 0,95 \cdot 0,364}{20} + 0,0149 - 0,104 \right) \approx 1,78 \text{ მმ};$$

$$s' = \frac{1,78}{6} m = 0,295 m > 0,2 m, \text{ რაც მისაღებია.}$$

კბილა თვლის კბილის შვერის სიმახვილის და გადაცემის გადახურვის კოეფიციენტის შემოწმება საჭირო აღარაა, რადგანაც გადახრის კოეფიციენტები მიღებული გვაქვს ცხრილის კოეფიციენტებზე ნაკლები.

კბილის სისქე გამყოფ წრებაზზე

$$s_{12} = \frac{m\pi}{2} + 2\xi_1 m \operatorname{tg} \alpha = \frac{6 \cdot 3,14}{2} + 2 \cdot 0,95 \cdot 6 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 13,5696 \text{ მმ};$$

$$s_{22} = \frac{m\pi}{2} + 2\xi_2 m \operatorname{tg} \alpha = \frac{6 \cdot 3,14}{2} + 2 \cdot 0,708 \cdot 6 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 12,5025 \text{ მმ.}$$

შემოწმებითი გაანგარიშება

1. კბილანის წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 123,7 \cdot 960}{60 \cdot 1000} \approx 6,22 \text{ მ/წმ};$$

2. დინამიკურობის კოეფიციენტი, რადგანაც $H_E < 350$ -ზე, გამოვთვალოთ ფორმულით

$$k_{\text{დინ}} = 1 + \frac{0,5u}{p}.$$

მე-7 ხარისხის სიზუსტის კბილანებისათვის მე-19 ცხრილის მიხედვით გვაქვს $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 18$ მიკრ; შესაბამისად ჯამური ცდომილება

$$\Delta_0 = \sqrt{\Delta t_1^2 + \Delta t_2^2} = \sqrt{18^2 + 18^2} \approx 27,5 \text{ მიკრ.}$$

თუ მაკომპენსირებელი კოეფიციენტები $\Phi = 5$ მიკრ, მაშინ

$$u = 0,8v \sqrt{\frac{A(\Delta_0 - \Phi)}{i}} = 0,8 \cdot 6,22 \sqrt{\frac{30(27,5 - 5)}{3,85}} \approx 66 \text{ კგ/სმ};$$

თუ კბილის სიგრძე $b = \psi_1 A = 0,4 \cdot 30 = 12$ სმ, მაშინ

$$p = \frac{2M_1}{D_1 b \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 4470}{12,37 \cdot 12 \cdot \cos 20^\circ} \approx 64 \text{ კგ/სმ};$$

შესაბამისად

$$k_{\text{დინ}} = 1 + \frac{0,5 \cdot 66,5}{64} \approx 1,52.$$

3. დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონს}} k_{\text{დინ}} = 1,1 \cdot 1,52 = 1,67.$$

4. ძვრის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე

$$\tau_{\text{ძვ}} = \sqrt{\frac{8M_1 K E(i+1)}{100b D_1^2 \cos^2 \alpha \tan \alpha i}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 4470 \cdot 1,67 \cdot 2,15 \cdot 10^6 (3,85 + 1)}{100 \cdot 12 \cdot 12,37^2 \cdot 0,939 \cdot 0,4511 \cdot 3,85}} \approx 1500 \text{ კგ/სმ}^2,$$

რაც დაახლოებით 5%-ით ნაკლებია დასაშვებზე.

5. რადგანაც

$$P = \frac{2M_1}{D_1 \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 4470}{12,37 \cdot \cos 20^\circ} \approx 792 \text{ კგ},$$

ამიტომ ღუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა კბილანაში

$$\sigma_{\text{ღ.კბ.}} = \frac{PK}{\gamma \pi m b} = \frac{792 \cdot 1,67}{0,106 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 12} \approx 555 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma_0]_{\text{ღ}} = 1650 \text{ კგ/სმ}^2.$$

კბილა თვლისათვის

$$\sigma_{\text{ღ.კბ.თ}} = \frac{792 \cdot 1,67}{0,158 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 12} \approx 374 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma_0]_{\text{ღ}} = 950 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ირიბაპილზებიანი ცილინდრული კბილანები

უმთავრესი საანგარიშო ფორმულები

$$\text{გადაცემის რიცხვი } i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1};$$

$$\text{კბილის სიგრძე (ნახ. 48) } b_n = \frac{b}{\cos \beta};$$

კბილის დახრის კუთხე $\beta \approx 6^\circ \div 30^\circ$;

ნორმალ ბიჯი $t_n = t_s \cos \beta$;

ნორმალ მოდული $m_n = m_s \cos \beta$;

ტორსული მოდული $m_s = \frac{m_n}{\cos \beta}$;

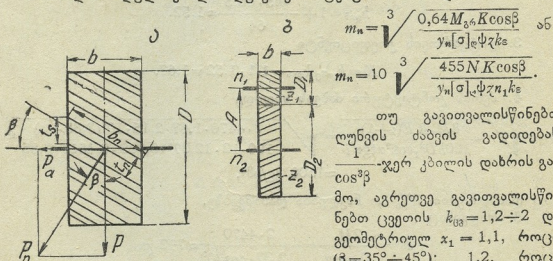
საწყისი წრეხაზის დიამეტრი $D = m_s z = \frac{m_n}{\cos \beta} z$;

კბილანის წრიული ძალა $P = \frac{2M_{\delta\phi}}{D} = \frac{2M_{\delta\phi} \cos \beta}{z m_n}$;

კბილანის რადიალური ძალა $T = P \frac{\tan \alpha}{\cos \beta}$;

კბილანის ღერძული ძალა $P_a = P \tan \beta$.

ნორმალ მოდული კბილის ღუნვაზე სიმტკიცის პირობიდან



ნახ. 48.

$$m_n = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{\delta\phi} K k_{\beta\beta} \cos^3 \beta}{\gamma_n [\sigma] \phi z k_{\epsilon} x_1}} \quad \text{ან} \quad m_n = 10 \sqrt[3]{\frac{455 N K k_{\beta\beta} \cos^3 \beta}{\gamma_n [\sigma] \phi z n_1 k_{\epsilon} x_1}}$$

კბილის ფორმის კოეფიციენტი γ_n აიღება ცხრილებიდან (ცხრ. 10) დაყვანილი კბილთა რიცხვის მიხედვით

$$z_{\epsilon} = \frac{z}{\cos^3 \beta};$$

გადახურვის კოეფიციენტი $k_{\epsilon} = 0,8 \epsilon_s$, სადაც

$$\epsilon_s = \frac{\sqrt{(z_1 - 2f_0 \cos \beta)^2 - (z_1 \cos \alpha_s)^2} + \sqrt{(z_2 + 2f_0 \cos \beta)^2 - (z_2 \cos \alpha_s)^2} - (z_1 + z_2) \sin \alpha_s}{2\pi \cos \alpha_s};$$

$$f_0 = \frac{h'}{m_n}; \quad \tan \alpha_s = \frac{\tan \alpha}{\cos \beta}.$$

დატვირთვის კოეფიციენტი $K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}}$, სადაც დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტად შეიძლება მივიღოთ $k_{\text{კონც}} = 1,0 \div 1,3$ და აირჩევა ისე, როგორც სწორკბილებიანებში. დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტის დაახლოებით მნიშვნელობად, როცა $b \geq \frac{2,5m}{\sin \beta}$ აიღება

როცა $v < 3$ მ/წმ.	$k_{\text{დინ}} = 1,0$
„ $v = 3-8$ მ/წმ	$k_{\text{დინ}} = 1,0-1,1$
„ $v = 8-12$ მ/წმ	$k_{\text{დინ}} = 1,1-1,2$
„ $v = 12-18$ მ/წმ	$k_{\text{დინ}} = 1,2-1,4$

თუ კბილანას უფრო ნაკლები სიგანე აქვს, მაშინ $k_{\text{დინ}}$ ცხრილებიდან (ცხრ. 23) აიღება.

დანარჩენი სრდიდეები ისეთნაირადვე გაიანგარიშება, როგორც სწორკბილებიანებში.

ირიბკბილენიანი და შევსონული კბილანებით გადაცემის გაანგარიშება კონტაქტური კაზმების მიხედვით

ცილინდრული ირიბკბილენიანი და შევსონული კბილანებით გადაცემის გაანგარიშება ძვრის კონტაქტური ძაბვების მიხედვით ფოლადის კბილანებისათვის, როცა მოღების კუთხე $\alpha = 20^\circ$ -ს, ხდება ფორმულებით:

ძვრის კონტაქტური ძაბვა

$$\tau_{\text{ძვ}} = \frac{80000}{Ai} \sqrt{\frac{NK}{n_{\text{ნელ}}}} \frac{(i+1)^2}{b} = 80000 \sqrt{\frac{2P_{\text{საანგ}}(i+1)}{71620D_{\text{კა.მბ}}}}$$

ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\left(\frac{80000}{[\tau]_{\text{ძვ.ირ}} i}\right)^2 \frac{NK}{n_{\text{ნელ}} \phi_1}} \text{ სმ}$$

ძვრაზე დასაშვები ძაბვა შეიძლება გამოითვალოს ფორმულებით: როცა მასალის სისაღე $H_B \leq 350$ -ზე, მაშინ

$$[\tau]_{\text{ძვ.ირ}} = 0,46 \sigma_{-1} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_0}} \approx 7,3 H_B \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_0}};$$

როცა $H_B > 350$ -ზე, მაშინ

$$[\tau]_{\text{ძვ.ირ}} = 210 \sqrt[3]{R_c} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_0}}.$$

გადაცემაზე ცვლადი დატვირთვის მოქმედების დროს კონტაქტური ძაბვების ფორმულაში N_0 -ს მაგივრად ჩაისვება $N_{\text{მკვ}}$.

დატვირთვის კოეფიციენტი $K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}}$; $k_{\text{კონც}}$ — დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი განისაზღვრება ისე, როგორც სწორკბილებიანებში.

დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტის საორიენტაციო მნიშვნელობა მოცემულია 23-ე ცხრილში.

დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი $k_{დინ}$ ირბეპილებიანი კბილანებისათვის

სიხუსტის ბარისი	კბილა თვლის კბილის ზედაპირის სისალე H_F	წრითული სიჩქარე v მ/წმ				
		3	3÷8	8÷12	12÷18	18÷25
6	≤ 350	—	1	1,1	1,2	1,4
	> 350	—	1	1	1,1	1,2
7	≤ 350	1	1	1,2	1,3	1,5
	> 350	1	1	1,1	1,2	1,3
8	≤ 350	1,1	1,3	1,4	—	—
	> 350	1,1	1,2	1,3	—	—
9	≤ 350	1,2	1,4	—	—	—
	> 350	1,2	1,3	—	—	—

დახურული ირბეპილებიანი გადაცემების გაანგარიშების წოგნიერთი სხვა მეთოდი

ზოგიერთ შემთხვევაში ირბეპილებიანი კბილანური გადაცემის გაანგარიშებას ახდენენ წამყვან ლილეზე მოქმედი მგრეზავი მომენტის მიხედვით, მაშინ

$$\tau_{დგ} = \sqrt{\frac{16}{100} \frac{M_1 K E \cos^2 \beta}{e'_s b D_1^2 \sin 2\gamma_n}} \frac{i+1}{i} = [\tau]_{დგ.ირ},$$

როცა $\alpha = 20^\circ$, მაშინ

$$\tau_{დგ} = \sqrt{\frac{M_1 K E \cos^2 \beta}{4 b D_1^2 e'_s}} \frac{i+1}{i} = [\tau]_{დგ.ირ}$$

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\frac{M_1 K E \cos^2 \beta}{16 \psi_1 [\tau]_{დგ.ირ} e'_s i}} \text{ სმ,}$$

სადაც $e_s = 1,5$ წინასწარი გაანგარიშებისათვის, ზოლო შემოშვებითი გაანგარიშებისათვის განსაზღვრავენ e_s და შემდეგ $e'_s = 0,9 e_s$.

კუმშვის ხედაპირულ ძაბვებზე გაანგარიშების შემთხვევაში, როცა, $\alpha = 20^\circ$, მაშინ

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\left(\frac{1000}{i[\sigma]_{ხელ}}\right)^2 \frac{M_{კბ.მ} K}{\psi_1}} \text{ სმ; } \sigma_{ხელ} = 1000 \frac{i+1}{A i} \sqrt{\frac{M_{კბ.მ} (i+1) K}{b}} = [\sigma]_{ხელ},$$

აბ

$$A \approx (i+1) \sqrt[3]{\left(\frac{250000}{[\sigma]_{ქ}}\right)^2 \frac{N K}{n_{კბ.მ} \psi_1}} \text{ სმ; } \sigma_{ქ} = \frac{250000}{A i} \sqrt{\frac{(i+1)^3}{b} \frac{N K}{n_{კბ.მ}}};$$

კბილის ლენვაზე შესამოწმებლად ესარგებლობთ ფორმულით

$$\sigma_{ლ} = C \frac{M_{კბ.მ} K (i+1)}{A i b m \pi \gamma} = [\sigma]_{ლ} \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც კოეფიციენტი C , რომელიც დამოკიდებულია კბილის დაბრის კუთხეზე, აიღება $C = 0,75 \div 0,5$ დაბრისათვის $\beta = 8^\circ \div 45^\circ$. პლასტიკური ფოლადებისათვის $H_F \leq 350$ გვაქვს:

$$[\sigma]_{ლ} = \frac{\sigma_{დგ}}{n_{ლ}}; n_{ლ} = 1,2 \div 1,5; [\sigma]_{ქ} \leq 3 \sigma_{დგ}; \text{წრთობილი ფოლადებისათვის } H_F \geq 350 - [\sigma]_{ლ} \leq \frac{\sigma_{დგ}}{n_{ლ} k \sigma};$$

$$n_{ლ} = 2,5 \div 3; [\sigma]_{ქ} \leq 420 H_{RC}.$$

მაგალითები

მაგალითი 1. გავიანგარიშოთ ცილინდრული ირიბკბილებიანი კბილანე-
ბით გადაცემის ძირითადი ზომები, თუ გადასაცემაა სიმძლავრე $N=20$ კვტ =
=27,2 ცხ. ძ; წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_1=160$ ბრ/წთ; მიმყოლის
 $n_2=32$ ბრ/წთ. გადაცემაში მოსალოდნელია 50% გადატვირთვა; კბილის
დახრის კუთხე $\beta \approx 15^\circ$.

გავანგარიშება. 1. გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{160}{32} = 5.$$

მივიღოთ კბილთა რიცხვები: $z_1=18$; $z_2=i z_1=5 \cdot 18=90$;

კბილანის სიგანე $b=\psi m_n=25m_n$.

2. კბილანისა და კბილა თვლის მასალად, რადგანაც მანქანური გადაცე-
მა საკმაო სიმძლავრით ხდება, მივიღოთ ფოლადი 35, რომელსაც მე-16
ცხრილის მიხედვით აქვს: $\sigma_{დრ}=65$ კგ/მმ²; $\sigma_{დენ}=50$ კგ/მმ²; $\sigma_{-1}=27$ კგ/მმ².

კბილანისათვის ღუნვაზე დასაშვებ ძაბვად მივიღოთ

$$[\sigma]_{\text{ღ}} = \frac{2\sigma_{-1}}{nk_{\sigma}(1+\psi_{\sigma})} = \frac{2 \cdot 27}{2 \cdot 1,8(1+0,11)} \approx 13,5 \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც სიმტკიცის მარაგი $n=2$ (ნაჭედი ფოლადისათვის $n=1,6 \div 2$); ძაბვების
კონცენტრაციის კოეფიციენტი $k_{\sigma}=1,8$ (ნახშირბადოვანი ან ლეგირებული
ფოლადებისათვის $k_{\sigma}=1,8 \div 2$); კოეფიციენტი $\psi_{\sigma}=0,11$ (იგი დამოკიდებულია
ამტანიანობის ზღვრების ფარდობაზე სიმეტრიული და პულსირებული ციკლე-
ბის დროს და ნახშირბადოვან ფოლად 35-თვის $\psi_{\sigma}=0,11$; ნახშირბადოვან
ფოლად 65-75-თვის $=0,18$; ქრომნიკელიანი ფოლადისთვის $\psi_{\sigma}=0,25$).

3. დაყვანილი კბილთა რიცხვი კბილანისათვის

$$z_{1\text{ღ}} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{18}{\cos^3 15^\circ} \approx 20,2.$$

შესაბამისად, კბილის ფორმის კოეფიციენტი მე-10 ცხრილის მიხედვით
 $y_n=0,104$.

4. კბილის დამზადების სიზუსტე მივიღოთ მე-9 ხარისხის სიზუსტით, მაშინ
 $k_{\text{დ}}=1,17$; $k_{\text{კონფ}}=1$.

თუ გავითვალისწინებთ 50%-ით გადაცემის გადატვირთვას, მაშინ დატ-
ვირთვის კოეფიციენტი

$$K=1,5k_{\text{კონფ}}k_{\text{დ}}=1,5 \cdot 1 \cdot 1,17 \approx 2,55.$$

5. მოდების კუთხე ტორსულ სიბრტყეში

$$\text{tg} \alpha_{\sigma} = \frac{\text{tg} \alpha}{\cos \beta} = \frac{\text{tg} 20^\circ}{\cos 15^\circ} \approx 0,3768; \alpha_{\sigma} = 20^\circ 39'.$$

გადახურვის კოეფიციენტი ტორსულ სიბრტყეში

$$\varepsilon_s = \frac{\sqrt{(z_1 + 2f_0 \cos \beta)^2 - (z_1 \cos \alpha_s)^2} + \sqrt{(z_2 + 2f_0 \cos \beta)^2 - (z_2 \cos \alpha_s)^2}}{2\pi \cos \alpha_s} - \frac{z_1 + z_2}{2\pi} \operatorname{tg} \alpha_s =$$

$$= \frac{\sqrt{(18 + 2 \cdot 1 \cos 15^\circ)^2 - (18 \cos 20^\circ 39')^2} + \sqrt{(90 + 2 \cdot 1 \cos 15^\circ)^2 - (90 \cos 20^\circ 39')^2}}{2 \cdot 3,14 \cdot \cos 20^\circ 39'} -$$

$$- \frac{18 + 90}{2 \cdot 3,14} \operatorname{tg} 20^\circ 39' \approx 1,66.$$

მივიღოთ, რომ $k_s = 0,8\varepsilon_s = 0,8 \cdot 1,66 \approx 1,35$.

6. ნორმალური მოდული

$$m_n = 10 \sqrt[3]{\frac{455 N K \cos \beta}{y_n [\sigma] \varphi z_1 n_1 k_s}} = 10 \sqrt[3]{\frac{455 \cdot 27,2 \cdot 2,55 \cdot \cos 15^\circ}{0,104 \cdot 13,5 \cdot 25 \cdot 18 \cdot 160 \cdot 1,35}} \approx 5,36 \text{ მმ.}$$

ОСТ 1597-დან მივიღოთ, რომ $m_n = 6$ მმ.

7. შესაბამისად, ტორსული მოდული

$$m_s = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{6}{\cos 15^\circ} = 6,2112 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ

$$m_s = 6,2 \text{ მმ; მაშინ } \cos \beta = \frac{m_n}{m_s} = \frac{6}{6,2} = 0,9677; \beta = 14^\circ 35'.$$

კბილანის სიგანე $b = \phi m_n = 25 \cdot 6 = 150$ მმ.

საწყისი დიამეტრებია:

$$D_1 = m_s z_1 = 6,2 \cdot 18 = 111,6 \text{ მმ; } D_2 = m_s z_2 = 6,2 \cdot 90 = 558 \text{ მმ.}$$

კბილანის წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 111,6 \cdot 160}{60 \cdot 1000} \approx 0,935 \text{ მ/წმ.}$$

8. კბილანის სიგანის შესაპოვნებლად დაცული უნდა იქნეს პირობა

$$\phi = 25 > \frac{\pi}{\sin 14^\circ 35'} \approx 12,4,$$

ამიტომ გადაცემის სიმდოვრის პირობა დაცულია.

9. კბილანისა და კბილა თვლის შეერთების წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_{e1} = D_1 + 2f_0 m_n = 111,6 + 2 \cdot 1 \cdot 6 = 123,6 \text{ მმ;}$$

$$D_{e2} = D_2 + 2f_0 m_n = 558 + 2 \cdot 1 \cdot 6 = 570 \text{ მმ;}$$

ღრმულების წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_{i1} = D_1 - 2 \cdot 1,25 m_n = 111,6 - 2 \cdot 1,25 \cdot 6 = 96,6 \text{ მმ;}$$

$$D_{i2} = D_2 - 2 \cdot 1,25 m_n = 558 - 2 \cdot 1,25 \cdot 6 = 543 \text{ მმ.}$$

კბილანების და კბილა თვლის დანარჩენი ელემენტები გაიანგარიშება სწორკბილეზიანი კბილანების მსგავსად.

მაბალთი 2. გავიანგარიშოთ შევრონული კბილანებით გადაცემა, თუ გადასაცემა სიმძლავრე $N = 40$ (კვ. დ. და ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 585$ ბრ/წთ;

გადაცემის რიცხვი $i=4$; კბილის დახრის კუთხე $\beta=34^\circ$ (ნახ. 49). კბილანის მასალა ფოსფოროვანი ბრინჯაოა, კბილა თვლისა კი—ფლ 5.
განგარიშება. კბილანზე მოქმედი მგრესავი მომენტი

$$M_1 = 71620 \frac{N}{n_1} = 71620 \frac{40}{585} \approx 4900 \text{ კგსმ.}$$

მიმყოლ ლილვზე მოქმედი მომენტი

$$M_2 = M_1 i \eta = 4900 \cdot 4 \cdot 0,95 \approx 18600 \text{ კგსმ.}$$

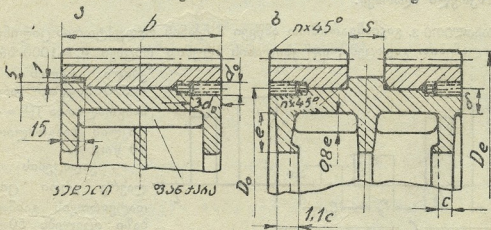
ფოსფოროვანი ბრინჯაოსათვის მე-9 ცხრილის მიხედვით მივიღოთ $[\sigma]_{\text{ფლ}} = 8,4 \text{ კგ/მმ}^2$, მაშინ, თუ მივიღებთ, რომ $k_s=2$, გვექნება

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = \frac{[\sigma]_{\text{ფლ}}}{k_s} = \frac{8,4}{2} = 4,2 \text{ კგ/მმ}^2.$$

მივიღოთ აგრეთვე $\psi = \frac{b}{m_n} = 15$; $\chi_1 = 24$;

$$\chi_2 = i \chi_1 = 4 \cdot 24 = 96; \quad \chi_{1\text{ლ}} = \frac{\chi_1}{\cos^3 \beta} = \frac{24}{\cos^3 34^\circ} = 42,3;$$

$$b < 300 \text{ მმ}; D_e < 500 \text{ მმ} \quad b > 300 \text{ მმ}; D_e > 500 \text{ მმ}$$



$$D_o = \left(\frac{2i}{i+1} - 0,12 \right) A; \quad \delta = 0,06 A, \quad c = 0,6 \sqrt{d};$$

$$e = 0,2 d, \quad s = 10 m_n$$

ნახ. 49 ა.

$\gamma_n = 0,136$ (ცხრ. 10); შესაბამისად მოდულის დაახლოებითი სიდიდეა

$$m_n = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot M_1 \cos \beta}{\gamma_n [\sigma]_{\text{ლ}} \psi \chi_1}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 49000 \cdot \cos 34^\circ}{0,136 \cdot 4,2 \cdot 15 \cdot 24}} \approx 5,02 \text{ მმ.}$$

ОСТ 1597-ის მიხედვით მივიღოთ, რომ $m_n = 5$ მმ.

შესაბამისად ტორსული მოდული

$$m_s = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{5}{\cos 34^\circ} = \frac{5}{0,829} \approx 6,03 \text{ მმ.}$$

საწყისი წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_1 = m_s z_1 = 6,03 \cdot 24 = 144,72 \text{ მმ;}$$

$$D_2 = m_s z_2 = 6,03 \cdot 96 = 578,88 \text{ მმ.}$$

შვერებისა და ღრმულების წრეხაზების დიამეტრები იქნება:

$$D_{e1} = D_1 + 2h' = 144,72 + 2 \cdot 5 = 154,72 \text{ მმ;}$$

$$D_{i1} = D_1 - 2h'' = 144,72 - 2 \cdot 1,2 \cdot 5 = 132,72 \text{ მმ;}$$

$$D_{e2} = D_2 + 2h' = 578,88 + 2 \cdot 5 = 588,88 \text{ მმ;}$$

$$D_{i2} = D_2 - 2h'' = 578,88 - 2 \cdot 1,2 \cdot 5 = 566,88 \text{ მმ.}$$

კბილების პროფილის გამოსახაზად დაყვანილი დიამეტრებია:

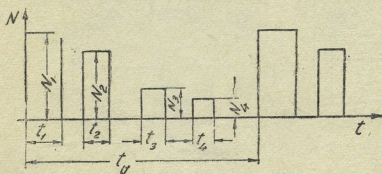
$$D_{1\phi} = \frac{D_1}{\cos^2 \beta} = \frac{144,72}{\cos^2 34^\circ} \approx 212 \text{ მმ;}$$

$$D_{2\phi} = \frac{D_2}{\cos^2 \beta} = \frac{578,88}{\cos^2 34^\circ} \approx 845 \text{ მმ,}$$

რომელთა მიხედვით და დაყვანილი კბილა რიცხვით (შეიძლება შეირჩეს კბილების მჭრელი მლარავი.

გაბალითი 3. გავიანგარიშოთ ამწვევი მანქანის რედუქტორის ცილინდრული კბილანებით გადაცემა, თუ კბილანის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 1000$ ბრ/წთ,

კბილა თვლის — $n_2 = 320$ ბრ/წთ; ჩართვის ხანგრძლიობა $\text{II B} = 40\%$; ციკლის ხანგრძლიობა — 10 წთ.



ნახ. 50.

გადაცემის სიმძლავრე ერთი ციკლის დატვირთვის განმავლობაში იცვლება 50-ე ნახაზზე გამოსახული გრაფიკის მიხედვით. ამასთანავე:

$$N_1 = 160 \text{ ცხ. დ. და } t_1 = 1,5 \text{ წთ; } N_2 = 120 \text{ ცხ. დ. და } t_2 = 1 \text{ წთ;}$$

$$N_3 = 20 \text{ ცხ. დ. და } t_3 = 0,75 \text{ წთ; } N_4 = 10 \text{ ცხ. დ. და } t_4 = 0,75 \text{ წთ.}$$

რედუქტორის სამსახურის დრო 5 წელია და დღეღამეში მუშაობს 16 საათს ორი ცვლით.

3. დატვირთვის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის მივიღოთ, რომ $\psi_1 = 0,3$, მაშინ $\frac{b}{D_1} = \psi_1 \frac{i+1}{2} = 0,3 \frac{3,12+1}{2} \approx 0,6$ და შესაბამისად მე-17 ცხრილიდან $k_{კონ} = 1,1$; თუ სიჩქარეს დავუშვებთ წინდაწინ $v \approx 10$ მ/წმ, მაშინ მე-7 სიზუსტის ხარისხისათვის მე-18 ცხრილიდან $k_{ღონ} = 1,5$ და შესაბამისად

$$K = k_{კონ} k_{ღონ} = 1,1 \cdot 1,5 = 1,65.$$

4. მივიღოთ: კბილის დახრის კუთხე $\beta = 9^\circ$; ГОСТ 2185-55-დან $i = 3,15$, მაშინ ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = (i+1) \sqrt[3]{\left(\frac{80000}{[\tau]_{0,6} i}\right)^2 \frac{N \cdot K}{n_2 \psi_1}} = (3,15+1) \sqrt[3]{\left(\frac{80000}{1460 \cdot 3,15}\right)^2 \frac{160 \cdot 1,65}{320 \cdot 0,3}} \approx 39 \text{ მმ.}$$

ГОСТ 2185-55-დან მივიღოთ, რომ $A = 400$ მმ.

5. განვსაზღვროთ სიდიდე

$$\left(\frac{\chi_{1\mathcal{L}}}{\gamma_n}\right) = \left(\frac{900}{[\tau]_{0,6}}\right)^2 \frac{[\sigma_0]_{\mathcal{L}}}{\cos^2 \beta} \frac{i+1}{i} = \left(\frac{900}{1460}\right)^2 \frac{1320}{0,98} \cdot \frac{3,15+1}{3,15} \approx 680;$$

მე-19 ცხრილიდან ასეთ მნიშვნელობას შეესაბამება $\chi_{1\mathcal{L}} = 100$; მივიღოთ, რომ $\chi_1 < \chi_{1\mathcal{L}}$, სახელდობრ, $\chi_1 = 24$, მაშინ $\chi_2 = i\chi_1 = 3,15 \cdot 24 \approx 75$, ნორმალ მოდულად მივიღოთ

$$m_n = (0,01 - 0,02) A = 0,02 \cdot 400 = 8 \text{ მმ,}$$

მაშინ კბილის დახრის კუთხე

$$\cos \beta = \frac{m_n \chi_2}{2A} = \frac{8(24+75)}{2 \cdot 400} = 0,99; \quad \beta = 8^\circ 6' 34''.$$

შესაბამისად საწყისი წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_1 = \frac{m_n \chi_1}{\cos \beta} = \frac{8 \cdot 24}{0,99} = 193,84 \text{ მმ}; \quad D_2 = \frac{m_n \chi_2}{\cos \beta} = \frac{8 \cdot 75}{0,99} \approx 606,16 \text{ მმ.}$$

ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{193,84 + 606,16}{2} = 400 \text{ მმ (ГОСТ 2185-55).}$$

კბილანის სიგანე $b = 0,3A = 0,3 \cdot 400 = 120$ მმ.

შემოწმებითი გაანგარიშება

1. წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 193,84 \cdot 1000}{60 \cdot 1000} \approx 10,2 \text{ მ/წმ.}$$

2. რადგანაც წრიული სიჩქარე ზემოთ დაშვებულს დავმთხვავ, ამიტომ K კოეფიციენტი იგივე იქნება, ე. ი. $K = 1,65$.

3. გადაცემის რიცხვის ნამდვილი სიდიდე

$$i = \frac{\chi_2}{\chi_1} = \frac{75}{24} = 3,12.$$

შესაბამისად ძვრის ძაბვის სიდიდე

$$\tau_{\text{კვ}} = \frac{80000}{Ai} \sqrt{\frac{NK}{n_2} \frac{(i+1)^3}{b}} = \frac{80000}{40 \cdot 3,12} \sqrt{\frac{160 \cdot 1,65}{320} \frac{(3,12+1)^3}{12}} \approx 1420 \text{ კგ/სმ}^2,$$

რაც მცირედ განსხვავდება ზემოთ მიღებული დასაშვები ძაბვისაგან.

4. ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდეებია: კბილანისათვის

$$\sigma_{\text{კვ}} = - \frac{PK \cos^2 \beta}{\gamma_{\text{კვ}} \pi m_n \frac{b \varepsilon_s'}{\cos \beta}} = \frac{1270 \cdot 1,65 \cdot 0,98}{0,124 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot \frac{12 \cdot 1,53}{0,99}} \approx 400 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც

$$P = \frac{2M_1}{D_1 \cos \alpha \cos \beta} = \frac{2 \cdot 11450}{19,384 \cdot 0,94 \cdot 0,99} \approx 1270 \text{ კგ};$$

$$M_1 = 71620 \frac{N_1}{n_1} = 71620 \frac{160}{1000} \approx 11450 \text{ კგსმ};$$

$\varepsilon'_s = 0,9 \varepsilon_s = 0,9 \cdot 1,711 \approx 1,53$; $\varepsilon_s = 1,711$ გამოთვლილია ε_s -ის ფორმულით $\gamma_{\text{კვ}}$ და $\gamma_{\text{კვ.თ}}$ -ის მნიშვნელობანი აღებულია მე-10 ცხრილიდან დაყვანილი; კბილთა რიცხვების მიხედვით.

სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი

$$n = \frac{1,4 \sigma_{-1}}{\sigma_{\text{კვ}} k \sigma} = \frac{1,4 \cdot 3400}{400 \cdot 1,44} \approx 8,3.$$

კბილა თვლისათვის

$$\sigma_{\text{კვ.თ}} = \sigma_{\text{კვ}} - \frac{\gamma_{\text{კვ}}}{\gamma_{\text{კვ.თ}}} = \frac{400 \cdot 0,129}{0,180} \approx 280 \text{ კგ/სმ}^2;$$

სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი

$$n = \frac{1,4 \sigma_{-1}}{\sigma_{\text{კვ.თ}} k \sigma} = \frac{1,4 \cdot 2500}{280 \cdot 1,44} \approx 8,7.$$

კბილანის ძირითადი ზომებია:

$$D_1 = 193,84 \text{ მმ}; \quad D_{11} = D_1 + 2m_n = 193,84 + 2 \cdot 8 = 209,84 \text{ მმ};$$

$$D_{11} = D_1 - 2 \cdot 1,2m_n = 193,84 - 2 \cdot 1,2 \cdot 8 = 173,84 \text{ მმ}.$$

კბილა თვლის ძირითადი ზომებია:

$$D_2 = 606,16 \text{ მმ}; \quad D_{22} = D_2 + 2m_n = 606,16 + 2 \cdot 8 = 622,16 \text{ მმ};$$

$$D_{22} = D_2 - 2 \cdot 1,2m_n = 606,16 - 2 \cdot 1,2 \cdot 8 = 586,16 \text{ მმ}.$$

მაგალითი 4. საჭიროა დაგეგმარდეს ორსაფეხურიანი თანალერბა რედუქტორი ლენტური კონვეიერის ამძრავისათვის 51-ე ნახაზზე გამოსახული სქემის თანახმად. კონვეიერი მუშაობს დღელამეში ორი ცვლით 16 საათის განმავლობაში, წელიწადში 300 დღეს. რედუქტორის სამსახურის დრო 10 წელი.

მუშაობის გრაფიკი შემდეგია: $t_1 = 2$ საათის განმავლობაში ლენტის წევის ძალა არის $P_1 = 1200$ კგ; $t_2 = 6$ საათის განმავლობაში კი — $P_2 = 1000$ კგ. დოლის დიამეტრი $D_{\text{დ}} = 500$ მმ და ლენტის სიჩქარე $v = 0,8$ მ/წმ.

განგარიშება. I. ელექტროძრავის შერჩევა

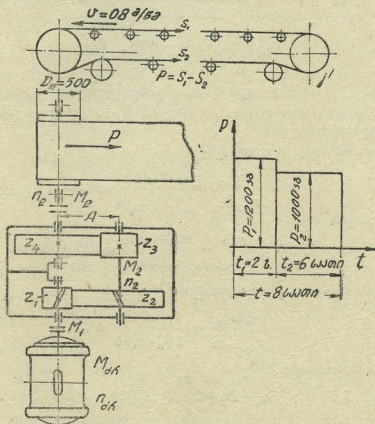
1. წინასწარ მივიღოთ მარგი ქმედების კოეფიციენტები: წყვილი კბილანისათვის $\eta_{კა} = 0,98$; წყვილი საკისრებისათვის $\eta_{საკ} = 0,99$; დოლის საყრდენისათვის $\eta_{დ} = 0,97$; მაშინ

$$\eta = \eta_{კა}^2 \eta_{საკ}^2 \eta_{დ} = 0,98^2 \cdot 0,99^2 \cdot 0,97 \approx 0,905.$$

2. ელექტროძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N_0 = \frac{P_1 v}{75 \eta} = \frac{1200 \cdot 0,8}{75 \cdot 0,905} \approx 14,2 \text{ ცხ. } d \approx 10,5 \text{ კვტ.}$$

ელექტროძრავების კატალოგებიდან [9;10] ვირჩევთ ელექტროძრავს ტიპი AO 73-8, სიმძლავრით $N_{დრ} = 14$ კვტ, ბრუნთა რიცხვით $n_{დრ} = 735$ ბრ/წთ.



ნახ. 51.

II. კინემატიკური განგარიშება

1. კონვეიერის წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი

$$n_{ლ} = \frac{60 v}{\pi D_{ლ}} = \frac{60 \cdot 0,8}{3,14 \cdot 0,5} \approx 30,5 \text{ ბრ/წთ.}$$

2. საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_{დრ}}{n_{ლ}} = \frac{735}{30,5} \approx 24.$$

3. დაახლოებით ერთნაირად რომ იყოს ზეთში ჩაშვებული ორივე წყვილის კბილა თვლები, სწრაფმავალი წყვილისათვის გადაცემის რიცხვი განსაზღვროთ ფორმულით

$$i_{სწრ} = \sqrt{i} - (0,01 \div 0,05)i = \sqrt{24} - 0,01 \cdot 24 \approx 4,66.$$

ГОСТ 2185-55-დან მივიღოთ, რომ $i_{სწრ} = 4,5$;

ნელმავალი საფეხურის გადაცემის რიცხვი

$$i_{ნელ} = \frac{i}{i_{სწრ}} = \frac{24}{4,5} \approx 5,32.$$

ГОСТ 2185-55-დან მივიღოთ, რომ $i_{ნელ} = 5$;

შესაბამისად, საერთო გადაცემის რიცხვი

$i_{რედ} = i_{სწრ} i_{ნელ} = 4,5 \cdot 5 = 22,5$, რაც შეესაბამება ГОСТ 2185-55-ის მიხედვით თანაღრდა რედუქტორების გადაცემის რიცხვს.

4. ლილვების ბრუნთა რიცხვებია:

$$n_1 = n_{ძრ} = 735 \text{ ბრ/წთ}; \quad n_2 = \frac{n_{ძრ}}{i_{სწრ}} = \frac{735}{4,5} \approx 164 \text{ ბრ/წთ};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{ნელ}} = \frac{164}{5} = 32,6 \text{ ბრ/წთ}.$$

5. ლენტის სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_3 n_3}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,5 \cdot 32,6}{60} \approx 0,86 \text{ მ/წმ}.$$

III. რედუქტორის კბილანური გადაცემის სიმტკიცეზე გაანგარიშება

1. მივიღოთ: რედუქტორის სწრაფმავალი საფეხურისათვის (ირიბკბილებიანი კბილანები) $\psi_1 = \frac{b}{A_{სწრ}} = 0,2$; ნელმავალი საფეხურისათვის (სწორკბილებიანი კბილანები) $\psi_1 = \frac{b}{A_{ნელ}} = 0,4$.

2. კბილანებისათვის მასალად მივიღოთ ფოლადი 50, რომელსაც აქვს $\sigma_{ღრ} = 60 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{ღენ} = 30 \text{ კგ/მმ}^2$; კბილა თვლებისათვის—ფოლადი 35, რომელსაც აქვს $\sigma_{ღრ} = 46 \text{ კგ/მმ}^2$ და $\sigma_{ღენ} = 23 \text{ კგ/მმ}^2$ (ცხრ. 15 და 16).

3. ამტანიანობის ზღვრის სიდიდე კბილანისათვის

$$\sigma_{-1\text{კბ}} = 0,25(\sigma_{ღრ} + \sigma_{ღენ}) + 5 = 0,25(60 + 30) + 5 \approx 27,5 \text{ კგ/მმ}^2;$$

კბილა თვლისათვის

$$\sigma_{-1\text{კბ.თ}} = 0,25(\sigma_{ღრ} + \sigma_{ღენ}) + 5 = 0,25(46 + 23) + 5 \approx 22,5 \text{ კგ/მმ}^2.$$

4. ლუნვის დასაშვები ძაბვები

$$[\sigma_0]_{\text{კბ}} = \frac{2\sigma_{-1\text{კბ}}}{n k_{\sigma} \left(1 + \frac{\sigma_{-1\text{კბ}}}{k_{\sigma} \sigma_{ღრ}}\right)} = \frac{2 \cdot 27,5}{2 \cdot 1,8 \left(1 + \frac{27,5}{1,8 \cdot 60}\right)} \approx 12,3 \text{ კგ/მმ}^2;$$

$$[\sigma]_{\text{დ.ბ.თ}} = \frac{2\sigma_{-1\text{ბ.თ}}}{nk_{\sigma}\left(1 + \frac{\sigma_{-1\text{ბ.თ}}}{k_{\sigma}\sigma_{\text{დრ}}}\right)} = \frac{2 \cdot 22,5}{2 \cdot 1,8\left(1 + \frac{22,5}{1,8 \cdot 46}\right)} \approx 9,9 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც მიღებულია, რომ სიმტკიცის მარაგი $n=2$ და ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი $k_{\sigma}=1,8$.

5. ძვრაზე დასაშვები კონტაქტური ძაბვების განსაზღვრისათვის ებოლულობთ მაქსიმალური და ნომინალური მომენტების სიდიდეს:

$$M_{\text{დ.მაქს}} = \frac{P_1 D_{\text{დ}}}{2\eta_{\text{დ}}} = \frac{1200 \cdot 50}{2 \cdot 0,97} \approx 31000 \text{ კგსმ.}$$

$$M_{\text{დ.ნომ}} = \frac{P_2 D_{\text{დ}}}{2\eta_{\text{დ}}} = \frac{1000 \cdot 50}{2 \cdot 0,97} \approx 25800 \text{ კგსმ.}$$

რადგანაც ცვლადი დატვირთვა გვაქვს, რედუქტორის მუშაობის ეკვივალენტური დროის განსაზღვრისათვის ებოლულობთ რედუქტორის მუშაობის სრულ დროს საათებში მაქსიმალური და ნომინალური მომენტების შესაბამისად:

$$t_{\text{მაქს}} = 2 \text{ ცვ. } 2 \text{ საათი } 300 \text{ დღე } 10 \text{ წ} = 12000 \text{ საათი;}$$

$$t_{\text{ნომ}} = 2 \text{ ცვ. } 6 \text{ საათი } 300 \text{ დღე } 10 \text{ წ} = 36000 \text{ საათი.}$$

მუშაობის ეკვივალენტური დრო

$$T_{\text{ეკვ}} = t + t_1 \frac{n_1}{n} \left(\frac{M_1}{M_{\text{მაქს}}} \right)^3 + t_2 \frac{n_2}{n} \left(\frac{M_2}{M_{\text{მაქს}}} \right)^3 + \dots$$

ჩვენ შემთხვევისათვის

$$T_{\text{ეკვ}} = t_{\text{მაქს}} + t_{\text{ნომ}} \left(\frac{M_{\text{ნომ}}}{M_{\text{მაქს}}} \right)^3 = 12000 + 36000 \left(\frac{25800}{31000} \right)^3 = 32900 \text{ საათი.}$$

დატვირთვის ეკვივალენტური რიცხვი

$$N_{\text{ეკვ}} = 60 \text{ ან } T_{\text{ეკვ}} = 60 \cdot 1 \cdot 32,6 \cdot 32900 \approx 64 \cdot 10^6.$$

მაგრამ რადგანაც, მე-14 ცხრილის მიხედვით, როცა $\sigma_{\text{დრ}} = 46 \text{ კგ/სმ}^2$, მაშინ $N_8 = 10 \cdot 10^6 < N_{\text{ეკვ}} = 64 \cdot 10^6$, ამიტომ მივიღეთ $N_{\text{ეკვ}} = N_8 = 10^7$.

შესაბამისად ძვრის კონტაქტური ძაბვებია:

$$[\tau_{\text{ძვ}}]_{\text{დრ}} = 0,46 \sigma_{-1\text{ბ.თ}} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_{\text{ეკვ}}}} = 0,46 \cdot 22,5 \cdot 1 \approx 10,3 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$[\tau_{\text{ძვ}}]_{\text{სწ}} = 0,575 \sigma_{-1\text{ბ.თ}} \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_{\text{ეკვ}}}} = 0,575 \cdot 22,5 \cdot 1 \approx 13 \text{ კგ/სმ}^2.$$

6. რედუქტორის ლილვზე მოქმედი მაქსიმალური მომენტებია: $M_{\text{დ.მაქს}} = 31000 \text{ კგსმ.}$

$$M_{\text{დ.მაქს}} = \frac{M_{\text{დ.მაქს}}}{i_{\text{ნელ}} \eta_{\text{ძვ}} \eta_{\text{სავ}}} = \frac{31000}{5 \cdot 0,98 \cdot 0,99} \approx 6350 \text{ კგსმ;}$$

$$M_{1\text{მაქს}} = \frac{M_{2\text{მაქს}}}{i_{\text{სფრ}} \eta_{\text{კბ}} \eta_{\text{საკ}}} = \frac{6350}{4,5 \cdot 0,98 \cdot 0,99} \approx 1440 \text{ კგსმ} <$$

$$< M_{\text{ძრ}} = 71620 \frac{N_{\text{ძრ}}}{n_{\text{ძრ}}} = 71620 \frac{14 \cdot 1,36}{735} \approx 1850 \text{ კგსმ},$$

ამიტომ შერჩეული ძრავი მისაღებია.

7. რედუქტორის ნელმავალი საფეხურის ცენტრთაშორისი მანძილის $A_{\text{ნელ}}$ გაანგარიშება. დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ვპოულობთ ფარდობას

$$\frac{b}{D_1} = \psi_1 \frac{i_{\text{ნელ}} + 1}{2} = 0,4 \frac{5+1}{2} = 1,2.$$

კბილანების დამზადების 8 სიზუსტის ხარისხისათვის მე-17 ცხრილიდან ნაკლებად ზისტი ლილვებისათვის ვპოულობთ $k'_{\text{კონც}} = 1,36$ და რადგანაც ცვალებადი დატვირთვა გვაქვს, ამიტომ

$$k_{\text{კონც}} = \frac{k'_{\text{კონც}} + 1}{2} = \frac{1,36 + 1}{2} \approx 1,19.$$

დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი მე-8 სიზუსტის ხარისხისათვის მე-18 ცხრილიდან, როცა $H_B < 350$ -ზე, არის $k_{\text{დინ}} = 1,35$, შესაბამისად დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}} = 1,19 \cdot 1,35 \approx 1,6.$$

8. ცენტრთაშორის მანძილს განსაზღვრავთ ფორმულით

$$A_{\text{ნელ}} = (i_{\text{ნელ}} + 1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{[\tau_{\text{ძვ}}]_{\text{სფ}} i_{\text{ნელ}}} \right)^2 \frac{NK}{n \psi_1}} = (i_{\text{ნელ}} + 1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{[\tau_{\text{ძვ}}]_{\text{სფ}} i_{\text{ნელ}}} \right)^2 \frac{M_{2\text{მაქს}} K}{71620 \psi_1}} =$$

$$= (5+1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{1300 \cdot 5} \right)^2 \frac{31000 \cdot 1,6}{71620 \cdot 0,4}} \approx 44,2 \text{ სმ}.$$

ГОСТ 2185-55-დან მივიღოთ, რომ $A_{\text{ნელ}} = 450$ მმ; $A_{\text{სფრ}} = 450$ მმ (თანაღებრა რედუქტორი).

9. მაქსიმალური კბილთა რიცხვი კბილანისათვის, როცა

$$\left(\frac{z_3}{y_3} \right)_{\text{მაქს}} = \left(\frac{900}{[\tau_{\text{ძვ}}]_{\text{სფ}}} \right)^3 [\sigma]_{\text{ლკბ}} \frac{i_{\text{ნელ}} + 1}{i_{\text{ნელ}}} = \left(\frac{900}{1300} \right)^2 1230 \frac{5+1}{5} \approx 700,$$

მე-10 ცხრილის მიხედვით იქნება $z_{3\text{მაქს}} = 100$; მივიღოთ $z_3 = 25$, მაშინ $z_4 = i_{\text{ნელ}} z_3 = 5 \cdot 25 = 125$.

შესაბამისად, გადაცემის ძირითადი პარამეტრებია:

საწყისი წრეხაზების დიამეტრები

$$D_3 = \frac{2A_{\text{ნელ}}}{i_{\text{ნელ}} + 1} = \frac{2 \cdot 450}{5+1} = 150 \text{ მმ}.$$

$$D_4 = i_{\text{ნელ}} D_3 = 5 \cdot 150 = 750 \text{ მმ};$$

მოდული

$$m = \frac{D_3}{z_3} = \frac{150}{25} = 6 \text{ მმ (OCT 1597)}.$$

კბილის სიგრძე

$$b = \psi_1 A_{\text{გელ}} = 0,4 \cdot 450 = 180 \text{ მმ};$$

კბილანის კბილის სიგრძე

$$b_{\text{კ}} = b + 5 \text{ მმ} = 180 + 5 = 185 \text{ მმ}.$$

შვერების წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_{\text{გ}} = D_{\text{გ}} + 2h' = 150 + 2 \cdot 6 = 162 \text{ მმ};$$

$$D_{\text{კ}} = D_{\text{კ}} + 2h' = 750 + 2 \cdot 6 = 762 \text{ მმ}.$$

ღრმულების წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_{\text{გ}} = D_{\text{გ}} - 2h'' = 150 - 2 \cdot 1,25 \cdot 6 = 135 \text{ მმ};$$

$$D_{\text{კ}} = D_{\text{კ}} - 2h'' = 750 - 2 \cdot 1,25 \cdot 6 = 735 \text{ მმ}.$$

10. შემოწმებითი გაანგარიშება. წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_{\text{კ}} n_{\text{გ}}}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 750 \cdot 32,6}{60 \cdot 1000} \approx 1,28 \text{ მ/წმ}.$$

მივიღოთ კბილანების დამუშავების 8 ხარისხის სისუსტე და როცა $m = 6$ მმ, მე-19 ცხრილის მიხედვით $\Delta t_{\text{კ}} = \Delta t_{\text{კ.მ}} = 35$ მიკრ, მაშინ

$$\Delta_0 = \sqrt{\Delta t_{\text{კ}}^2 + \Delta t_{\text{კ.მ}}^2} = \sqrt{35^2 + 35^2} \approx 49,6 \text{ მიკრ}.$$

შაკომპენსირებელ კოეფიციენტად მივიღოთ $\varphi = 5$ მიკრ, მაშინ

$$\Delta = \Delta_0 - \varphi = 49,6 - 5 = 44,6 \text{ მიკრ};$$

დინამიკური დატვირთვის სიდიდე

$$u = 0,8v \sqrt{\frac{A_{\text{გელ}} \Delta}{i_{\text{გელ}}}} = 0,8 \cdot 1,28 \sqrt{\frac{45 \cdot 44,6}{5}} = 20,5 \text{ კგ/სმ};$$

კუთრი დატვირთვა

$$p = \frac{2M_{\text{დმკ}}}{D_{\text{კ}} b \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 31000}{75 \cdot 18 \cdot \cos 20^\circ} \approx 48 \text{ კგ/სმ};$$

შესაბამისად

$$k_{\text{დინ}} = 1 + \frac{0,5u}{p} = 1 + \frac{0,5 \cdot 20,5}{48} \approx 1,214.$$

დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}} = 1,19 \cdot 1,214 \approx 1,45;$$

კონტაქტური ძაბვის სიდიდე

$$\tau_{\text{კ}} = \frac{100000}{A_{\text{გელ}} i_{\text{გელ}}} \sqrt{\frac{NK}{n_{\text{გ}}}} \frac{(i_{\text{გ}} + 1)^3}{b} = \frac{100000}{45 \cdot 5} \sqrt{\frac{31000 \cdot 1,45 (5 + 1)^3}{71620 \cdot 18}} \approx 1245 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\text{კ}} = 1300 \text{ კგ/სმ}^2.$$

$\gamma_{\text{გ}}$ და $\gamma_{\text{კ}}$ -ის მიხედვით, მე 10 ცხრილიდან, $\gamma_{\text{კ}} = 0,113$; $\gamma_{\text{კ.მ}} = 0,164$ და ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდეებია

$$\sigma_{\text{ლ.კბ}} = \left(\frac{\tau_{\text{კვ}}}{900} \right)^2 \gamma_{\text{კბ}} \frac{i_{\text{ნელ}}}{i_{\text{ნელ}} + 1} = \left(\frac{1245}{900} \right)^2 \frac{25}{0,113} \cdot \frac{5}{5+1} \approx$$

$$\approx 356 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ.კბ}} = 1230 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{ლ.კბ.თ}} = \sigma_{\text{ლ.კბ}} \frac{\gamma_{\text{კბ}}}{\gamma_{\text{კბ.თ}}} = 356 \frac{0,113}{0,164} \approx 252 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ.კბ.თ}} = 990 \text{ კგ/სმ}^2.$$

11. მოდებში მოქმედი დატვირთვები:

წრიული ძალა

$$P_2 = \frac{2M_{\text{დ.მაქს}}}{D_4} = \frac{2 \cdot 31000}{75} = 830 \text{ კგ};$$

რადიალური ძალა

$$T_2 = P_2 \operatorname{tg} \alpha = 830 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \approx 305 \text{ კგ}.$$

12. სწრაფმავალი საფეხურის გაანგარიშება. ამ საფეხურისათვის გა-
მოთვლილი გვაქვს:

$$A_{\text{სწრ}} = 450 \text{ მმ}; i_{\text{სწრ}} = 4,5; M_{\text{მაქს}} = 6530 \text{ კგსმ}.$$

გადაცემა ირიბკბილებიანია და $\psi_{\text{სწრ}} = 0,2$.

13. გადაცემის ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრისათვის მივიღოთ:
კბილის დახრის კუთხე $\beta = 10^\circ$; მოდების ნორმალური მოდული

$$m_n = (0,01 - 0,02) A_{\text{სწრ}} = (0,01 - 0,02) 450 = 4,5 \div 9 \text{ მმ};$$

OCT 1597-დან მივიღოთ, რომ $m_n = 5 \text{ მმ}$.

ჯამური კბილთა რიცხვი

$$z_x = \frac{2A_{\text{სწრ}} \cos \beta}{m_n} = \frac{2 \cdot 450 \cdot 0,9848}{5} \approx 177,2; \text{ მივიღოთ } z_x = 178;$$

შესაბამისად

$$z_1 = \frac{z_x}{i_{\text{სწრ}} + 1} = \frac{178}{4,5 + 1} \approx 32,4; \text{ მივიღოთ } z_1 = 32,$$

$$z_2 = i_{\text{სწრ}} z_1 = 4,5 \cdot 32 = 144.$$

ალეზული კბილთა რიცხვების მიხედვით გვექნება

$$z_x = z_1 + z_2 = 32 + 144 = 176; \cos \beta = \frac{z_x m_n}{2A_{\text{სწრ}}} = \frac{176 \cdot 5}{2 \cdot 450} = 0,9778; \beta = 12^\circ 6'.$$

გადაცემის რიცხვის ნამდვილი მნიშვნელობა იქნება

$$i_{\text{სწრ}} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{144}{32} = 4,5.$$

14. რადგანაც $\psi_{\text{სწრ}} < 0,4$, ამიტომ შეგვაშეშვით პირობა

$$\psi_1 = \frac{5}{z_x \operatorname{tg} \beta} = \frac{5}{176 \operatorname{tg} 12^\circ 6'} \approx 0,132 < \psi_{\text{სწრ}} = 0,2,$$

ე. ი. როცა $\psi_{\text{სწრ}} = 0,2$, შერჩეული დახრის კუთხე $\beta = 12^\circ 6'$ მისაღებია.

15. საწყისი წრებაზების დამეტრება:

$$D_1 = \frac{m \alpha_1}{\cos \beta} = \frac{5 \cdot 32}{\cos 12^\circ 6'} = 163,63 \text{ მმ};$$

$$D_2 = \frac{m \alpha_2}{\cos \beta} = \frac{5 \cdot 144}{\cos 12^\circ 6'} = 736,37 \text{ მმ};$$

$$A_{\text{სფრ}} = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{163,63 + 736,37}{2} = 450 \text{ მმ}.$$

კბილა თელის მუშა სიგანე

$$b = \psi_{1\text{სფრ}} A_{\text{სფრ}} = 0,2 \cdot 450 = 90 \text{ მმ}.$$

კბილანის სიგანედ მივიღოთ

$$b_{\text{კ}} = b + 5 \text{ მმ} = 90 + 5 = 95 \text{ მმ}.$$

16. შემოწმებითი გაანგარიშება. განვსაზღვრავთ ფარდობას

$$\frac{b}{D_1} = \frac{90}{163,63} = 0,55,$$

შესაბამისად, მე-17 ცხრილიდან, $k'_{\text{კონგ}} = 1,16$ და

$$k_{\text{კონგ}} = \frac{k'_{\text{კონგ}} + 1}{2} = \frac{1,16 + 1}{2} = 1,08.$$

წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 163,63 \cdot 735}{60 \cdot 1000} \approx 6,25 \text{ მ/წმ};$$

შესაბამისად, მე-18 ცხრილიდან, როცა დამუშავების მე-8 სიზუსტის ხარისხია და $H_B < 350$ -ზე, დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი

$$k_{\text{დინ}} = 1,55,$$

დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონგ}} k_{\text{დინ}} = 1,08 \cdot 1,55 \approx 1,66.$$

ძვრის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე კბილის მუშა ზედაპირზე

$$\tau_{\text{ძვ}} = \frac{80000}{A_{\text{სფრ}} \psi_{\text{სფრ}}} \sqrt{\frac{NK}{n_2} \frac{(i_{\text{სფრ}} + 1)^2}{b}} = \frac{80000}{45 \cdot 4,5} \sqrt{\frac{6530}{71620} \frac{1,66 (4,5 + 1)^2}{9}} \approx$$

$$\approx 680 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\text{ძვ}} = 1030 \text{ კგ/სმ}^2.$$

17. კბილის ღუნვის შესამოწმებლად განვსაზღვრავთ: მოღების კუთხეს ტორსულ სიბრტყეში

$$\text{tg} \alpha_s = \frac{\text{tg} \alpha}{\cos \beta} = \frac{\text{tg} 20^\circ}{\cos 12^\circ 6'} \approx 0,372; \quad \alpha_s = 20^\circ 25'.$$

გადახურვის კოეფიციენტი ტორსულ სიბრტყეში, როცა $f_0 = 1$, იქნება

$$\varepsilon_s = \frac{\sqrt{(z_1 + 2f_0 \cos \beta)^2 - (z_1 \cos \alpha_s)^2} + \sqrt{(z_2 + 2f_0 \cos \beta)^2 - (z_2 \cos \alpha_s)^2} - (z_1 + z_2) \sin \alpha_s}{2 \pi \cos \alpha_s} =$$

$$= \frac{\sqrt{(32 + 2 \cdot 1 \cdot 0,9778)^2 - (32 \cdot 0,937)^2} + \sqrt{(144 + 2 \cdot 1 \cdot 0,9778)^2 - (144 \cdot 0,937)^2} - 176 \cdot 0,348}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,937} \approx 1,575.$$

კბილანის წრიული ძალა

$$P_1 = \frac{2M_{\text{ტაქს}}}{D_1} = \frac{2 \cdot 1440}{16,363} \approx 177 \text{ კგ}.$$

კუთრი დატვირთვა კონტაქტური ხაზის 1 სმ-ზე

$$q = \frac{P_1}{0,9\epsilon_b \cos \alpha} = \frac{177}{0,9 \cdot 1,575 \cdot 0,9 \cdot \cos 20^\circ 25'} \approx 15 \text{ კგ/სმ.}$$

დაყვანილი კბილთა რიცხვები და შესაბამისი კბილის ფორმის კოეფიციენტები (ცხრ. 10)

$$z_{1\text{დაყ}} = \frac{z_1}{\cos \beta} = \frac{32}{0,9778^3} \approx 34,4; \quad \gamma_{\text{კბ}} = 0,112;$$

$$z_{2\text{დაყ}} = \frac{z_2}{\cos \beta} = \frac{144}{0,9778^3} \approx 154; \quad \gamma_{\text{კბ.თ}} = 0,181.$$

ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა

$$\sigma_{\text{კბ}} = \frac{qK \cos \beta}{m_n \pi \gamma_{\text{კბ}}} = \frac{15 \cdot 1,66 \cdot \cos^2 12^\circ 6'}{0,5 \cdot 3,14 \cdot 0,112} \approx 138 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{კბ}} = 1230 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{კბ.თ}} = \sigma_{\text{კბ}} \frac{\gamma_{\text{კბ}}}{\gamma_{\text{კბ.თ}}} = 138 \frac{0,112}{0,181} \approx 85 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{კბ.თ}} = 990 \text{ კგ/სმ}^2.$$

18. კბილების მოდებაში მოქმედი დატვირთვებია:

წრიული ძალა $P_1 = 177$ კგ;

$$\text{რადიალური ძალა } T_1 = P_1 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = 177 \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 12^\circ 6'} \approx 66 \text{ კგ};$$

$$\text{ღერძული ძალა } A_1 = P_1 \operatorname{tg} \beta = 177 \operatorname{tg} 12^\circ 6' \approx 38 \text{ კგ.}$$

მიღებული დატვირთვების მიხედვით ხდება ლილვების შემოწმებითი განგარიშება.

შემდგომი გაანგარიშების გამარტივებისათვის ვადგენთ რედუქტორის ძირითადი პარამეტრების შეჯამებით ცხრილს.

19. რედუქტორის ძირითადი პარამეტრების შეჯამებითი ცხრილი

პარამეტრების დასახელება	სწრ. ფშავალი საფეხური	ნელშავალი საფეხური
სიმძლავრე წამყვან ლილვზე	$N_1 = 14,2$ ცხ. ძ.	
საერთო გადაცემის რიცხვი	$i_{\text{სწრ}} = 4,5$	$i_{\text{ნელ}} = 22,5$
თითოეული საფეხურის გადაცემის რიცხვი	$n_1 = 7,35$	$i_{\text{ნელ}} = 5$
ბრუნთა რიცხვები: წამყვანი ლილვის	$n_2 = 164$	ბრ/წთ
შუალედრი ლილვის	$n_3 = 32,6$	ბრ/წთ
მიმყოფი ლილვის	ირიბკბილებიანი	სწორკბილებიანი
გადაცემის სახე	$A_{\text{სწრ}} = A_{\text{ნელ}} = 450$ მმ	
ცენტრთაშორისი მანძილი	$z_1 = 32$	$z_3 = 25$
კბილანის კბილთა რიცხვი	$z_2 = 144$	$z_4 = 125$
კბილა თვლის კბილთა რიცხვი	$\beta = 1^\circ 6'$	$\beta = 0^\circ$
კბილის დახრის კუთხე	$m_n = 5$ მმ	$m = 6$ მმ
მოდული	$\psi_{\text{სწრ}} = 0,2$	$\psi_{\text{ნელ}} = 0,4$
კბილის სიგრძის კოეფიციენტი		
გამყოფი წრეხაზების დიამეტრები:		
წამყვანი	$D_1 = 163,63$ მმ	$D_3 = 150$ მმ
მიმყოფი	$D_2 = 736,37$ მმ	$D_4 = 750$ მმ
კბილა თვლის სიგანე	$b_1 = 90$ მმ	$b_3 = 180$ მმ
კბილანის სიგანე	$b_2 = 95$ მმ	$b_4 = 185$ მმ
მოდებაში მოქმედი დატვირთვები:		
წრიული ძალა	$P_1 = 177$ კგ	$P_3 = 930$ კგ
რადიალური ძალა	$T_1 = 66$ კგ	$T_3 = 305$ კგ
ღერძული ძალა	$A_1 = 38$ კგ	$A_3 = 0$

IV. რედუქტორის ლილვების წინასწარი გაანგარიშება

1. რედუქტორის ლილვებზე მოქმედი მაქსიმალური მგრეხავი მომენტები:

$$M_{1\text{მაქს}} = 1440 \text{ კგსმ}; M_{2\text{მაქს}} = 6350 \text{ კგსმ}; M_{\text{ფ.მაქს}} = 31000 \text{ კგსმ}.$$

2. წამყვანი ლილვი. ლილვის ბოლოს დიამეტრი განესაზღვროთ გრეხაზე სიმტკიცის პირობიდან; მივიღოთ ლილვის მასალისათვის $[\tau]_{\text{გრ}} = 200 \text{ კგ/სმ}^2$, მაშინ

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_{1\text{მაქს}}}{0,2[\tau]_{\text{გრ}}}} = \sqrt[3]{\frac{1440}{0,2 \cdot 200}} \approx 3,3 \text{ სმ}.$$

გავითვალისწინებთ რა, რომ შერჩეულ ელექტროძრავს აქვს დიამეტრი $d = 55 \text{ მმ}$ და შესაბამისად დრეკად ელასტიკურ ქუროს $\text{МВН-ის ГОСТ 2229-55-ის მიხედვით}$ აქვს $d = 50 \text{ მმ}$, ამიტომ ლილვის ბოლოს დიამეტრი მივიღოთ $d_1 = 50 \text{ მმ}$.

ლილვის დიამეტრები სხვა კვეთებში დაენიშნოთ კონსტრუქციულად: საკისრების დასაყენებელ ადგილებში $d'_1 = 60 \text{ მმ}$; კბილანის (χ_1) დასაყენებელ ადგილას $d''_1 = 70 \text{ მმ}$.

3. შუალედი ლილვის დიამეტრი

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_{2\text{მაქს}}}{0,2[\tau]_{\text{გრ}}}} = \sqrt[3]{\frac{6350}{0,2 \cdot 200}} \approx 5,4 \text{ სმ}.$$

მივიღოთ კონსტრუქციულად ლილვის დიამეტრები: კბილა თვლის დაყენების ადგილას $d_2'' = 8 \text{ სმ}$; საკისრების დასაყენებელ ადგილებში $d'_2 = 70 \text{ მმ}$.

4. მიმყოლი ლილვის დიამეტრი

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{ფ.მაქს}}}{0,2[\tau]_{\text{გრ}}}} = \sqrt[3]{\frac{31000}{0,2 \cdot 200}} \approx 9,2 \text{ სმ}.$$

მივიღოთ, რომ საკისრების დასაყენებელ ადგილას $d'_3 = 9 \text{ სმ}$; კბილა თვლის დასაყენებელ ადგილას $d''_3 = 12 \text{ სმ}$.

V. კბილა თვლების ძირითადი კონსტრუქციული ზომები

კბილა თვლისათვის $D_2 = 736,37 \text{ მმ}$. მივიღოთ (ნახ. 29—39): შორგვის დიამეტრი

$$D_0 = 1,6d_3'' = 1,6 \cdot 80 \approx 130 \text{ მმ}.$$

შორგვის სიგრძე

$$l_0 = 1,2d_3'' = 1,2 \cdot 80 = 96 \text{ მმ}; \text{ მივიღოთ } l_0 = 105 \text{ მმ}.$$

ფერსოს სისქე

$$\delta = (1,5m_n + 5) \sqrt{\frac{\tau}{150}} = (1,5 \cdot 5 + 5) \sqrt{\frac{144}{150}} \approx 12,4 \text{ მმ}.$$

მივიღოთ, რომ $\delta = 3m_n = 3 \cdot 5 = 15 \text{ მმ}$.

მანის წიბოს სისქე

$$a = (1,2 - 2) \sqrt{d_3''} = 1,7 \sqrt{80} \approx 15 \text{ მმ}.$$

კბილა თვლისათვის $D_4 = 750 \text{ მმ}$. მივიღოთ (ნახ. 29—39): შორგვის დიამეტრი

$$D_0 = 1,6d_3'' = 1,6 \cdot 12 \approx 19,2 \text{ სმ}; \text{ მივიღოთ } D_0 = 20 \text{ სმ}.$$

მორგების სიგრძე

$$l_0 = b = 180 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ, რომ ფერსოს სისქე

$$\delta \approx 3m = 3 \cdot 6 = 18 \text{ მმ;}$$

მანის წიბოს სისქე

$$a = 1,7\sqrt{d_3''} = 1,7\sqrt{120} \approx 18 \text{ მმ.}$$

D_2 და D_4 კბილა თვლების დანარჩენი ზომები და D_1 და D_3 კბილანების ელემენტების ზომები გაიანგარიშება ისე, როგორც წინა მაგალითებში იყო აღნიშნული.

VI. რედუქტორის კორპუსისა და სახურავის ძირითადი ელემენტების ზომები (ნახ. 42).

რედუქტორის ლილვები რომ ვიანგარიშოთ და საამწყობო ნახაზი შევადგინოთ, საჭიროა გარსაცმის ძირითადი ელემენტების ზომები გამოვთვალოთ. ესენია (42-ე ნახაზის მიხედვით):

$$\delta = 0,125A + 5 \text{ მმ} = 0,125 \cdot 450 + 5 \approx 16 \text{ მმ;}$$

$$\delta_1 = 0,02A + 5 \text{ მმ} = 0,02 \cdot 450 + 5 \approx 13 \text{ მმ;}$$

$$b = 1,5\delta = 1,5 \cdot 16 = 24 \text{ მმ;}$$

$$b_1 = 1,5\delta_1 = 1,5 \cdot 13 \approx 20 \text{ მმ;}$$

$$p = 2\delta = 2 \cdot 16 = 32 \text{ მმ;}$$

$$d_0 = 0,036 \cdot 450 + 12 = 28 \text{ მმ; მივიღოთ } d_0 - M27.$$

$$m = 0,85\delta = 0,85 \cdot 16 \approx 15 \text{ მმ; } m_1 = 0,85\delta_1 = 0,85 \cdot 13 \approx 11 \text{ მმ;}$$

$$d_1 = 0,75d_0 = 0,75 \cdot 27 \approx 20 \text{ მმ; მივიღოთ } d_1 - M20;$$

$$d_2 = 0,6d_0 = 0,6 \cdot 27 \approx 16,4 \text{ მმ; მივიღოთ } d_2 - M16;$$

$$d_3 \approx 0,5d_0 = 0,5 \cdot 27 = 13,5 \text{ მმ; მივიღოთ } d_3 - M12;$$

მივიღოთ 22-ე ცხრილიდან (გვ. 81) M 20-თვის $c_1 \approx 30$ მმ, $c_2 = R = 26$ მმ;

$$M16\text{-თვის } c_1 \approx 26 \text{ მმ; } c_2 \approx 21 \text{ მმ;}$$

$$M27\text{-თვის } c_1 \approx 40 \text{ მმ; } c_2 \approx 34 \text{ მმ;}$$

$$l \geq 1,2d_1 = 1,2 \cdot 20 = 24 \text{ მმ;}$$

$$l_1 = c_1 + R + (3 \div 5) \text{ მმ} = 30 + 26 + 4 = 60 \text{ მმ;}$$

$$k = c_1 + c_2 = 26 + 21 = 47 \text{ მმ;}$$

$$k_{\text{გუფ}} = c_1 + c_2 = 40 + 34 \approx 75 \text{ მმ;}$$

$$n = 1,5\delta_1 = 1,5 \cdot 13 \approx 20 \text{ მმ; } d_4 = 0,4d_0 = 0,4 \cdot 27 \approx 10,7 \text{ მმ;}$$

$$\text{მივიღოთ } d_4 - M10; n_1 \approx 2,5d_4 = 2,5 \cdot 10 = 25 \text{ მმ;}$$

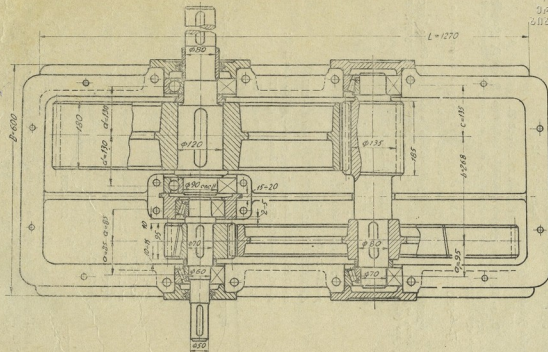
$$f = 2\delta = 2 \cdot 16 = 32 \text{ მმ; } a \approx 1,2\delta = 1,2 \cdot 16 \approx 19 \text{ მმ;}$$

$$n_0 = \frac{L+B}{200-300} = \frac{1270+600}{300} \approx 6.$$

VII. რედუქტორის ესკიზური შეთანწყობა

1. ესკიზურ შეთანწყობას ვახდენთ მხოლოდ რედუქტორის ზედახედიში, თავახდელ მდგომარეობაში (ნახ. 52).

ესკიზური ნახაზის შესაღებად ვირჩევთ მასშტაბს; მასშტაბი უმჯობესია 1:1.



საზვას ვიწყებთ ერთიმეორისაგან $A=450$ მმ-ით დაშორებული ლილგების ღერძების გავლებით.

წამყვანი და შუალედი ლილგებისათვის, რადგანაც მათზე ღერძული ძალა მოქმედებს, საორიენტაციოდ ვნიშნავთ საშუალო ფართო სერიის (ГОСТ 333-55, № 7612 და 7614) რადიალურ მისაბრჯენ გორგოლაკიან საკისრებს, ლილგის დიამეტრების მიხედვით. ბოლო მიმყოლი ლილგისათვის, მისი დიამეტრის $d_3'=90$ მმ მიხედვით, საშუალო სერიის (ГОСТ 8338-57, № 318) ერთრიგ რადიალურ ბურთულა საკისარს.

საკისრებისა და კბილანების ურთიერთგანლაგებისათვის ვუშვებთ, რომ წამყვანი და მიმყოლი ლილგების საკისრების ტორსებს შორის მანძილი 15 ± 20 მმ-ია. შუა საყრდენის სიგანეს ვნიშნავთ ისე, რომ საკისრის ტორსსა და საყრდენის საზღვარს შორის იყოს 2 ± 5 მმ ღრეჩო, კბილანის ტორსსა და საყრდენის საზღვარს შორის ≈ 10 მმ; დავნიშნავთ კბილანებისა და კბილა თელის გაბარიტსა და გამყოფ წრებზეებს; ღრეჩოს კბილანების ტორსსა და კორპუსის კედელს შორის ვიღებთ 10 ± 15 მმ, ხოლო კბილა თელეების გარე ზედაპირსა და კორპუსის კედელს შორის — 15 ± 20 მმ. ეს ზომები საშუალებას გვაძლევს შემოვხაზოთ კორპუსის შიგა კედელი.

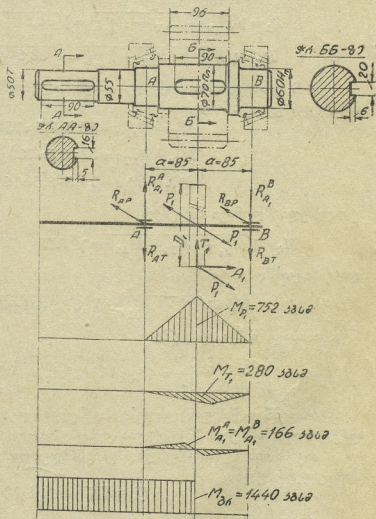
საკისრების გაბარიტს გამოვხაზავთ ისე, რომ ისინი კედლიდან დაშორებული იყოს 2 ± 5 მმ-ით.

ასეთი ნახაზის შედგენისას საშუალება გვეძლევა

განვსაზღვროთ მანძილები: $a=85$ მმ; $b=268$ მმ; $c=135$ მმ; $d=130$ მმ; $a_1=95$ მმ.

2. ლილგების მიახლოებითი გაანგარიშება და საკისრების შერჩევა.

წამყვანი ლილგი (ნახ. 53). 52-ე ნახ-დან მიღებული გვაქვს, რომ $a=85$ მმ; აგრეთვე გამოთვლილი გვაქვს: $P_1=177$ კგ; $T_1=66$ კგ; $A_1=38$ კგ.



ნახ. 53.

განვსაზღვროთ საყრდენების რეაქციები:

$$R_{AP} = R_{BP} = \frac{P_1}{2} = \frac{117}{2} = 88,5 \text{ კგ};$$

$$R_{AT} = R_{BT} = \frac{T_1}{2} = \frac{66}{2} = 33 \text{ კგ};$$

$$R_{A1}^A = R_{A1}^B = \frac{D_1 A_1}{2 \cdot 2a} = \frac{16,363 \cdot 38}{2 \cdot 2 \cdot 8,5} \approx 19,5 \text{ კგ}.$$

ჯამური რეაქციები იქნება:

$$R_A = \sqrt{R_{AP}^2 + (R_{AT} - R_{A1}^A)^2} = \sqrt{88,5^2 + (33 - 19,5)^2} \approx 89,5 \text{ კგ}.$$

$$R_B = \sqrt{R_{BP}^2 + (R_{BT} + R_{A1}^B)^2} = \sqrt{88,5^2 + (33 + 19,5)^2} \approx 103 \text{ კგ}.$$

Б.Б განივკვეთში მოქმედებს მაქსიმალური მღუნავი მომენტი. 53-ე ნახ-ის მიხედვით გვაქვს:

$$M_{P1} = R_{AP} a = 88,5 \cdot 8,5 \approx 752 \text{ კგსმ};$$

$$M_{T1} = R_{AT} a = 33 \cdot 8,5 \approx 280 \text{ კგსმ};$$

$$M_{A1} = R_{A1}^A a = 19,5 \cdot 8,5 \approx 166 \text{ კგსმ};$$

ტოლქმედი მღუნავი მომენტი

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_{P1}^2 + (M_{T1} + M_{A1})^2} = \sqrt{752^2 + (280 + 166)^2} \approx 872 \text{ კგსმ}.$$

დაყვანილი მომენტი

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_{\Sigma}^2 + M_{I_{\Sigma}}^2} = \sqrt{872^2 + 1440^2} \approx 1500 \text{ კგსმ}.$$

შესაბამისად, ძაბვა ლილვში

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{W} = \frac{1500}{0,1 \cdot 7^3} = 43 \text{ კგ/სმ}^2 \leq [\sigma]_{\Sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{n_{k\sigma}} = \frac{2300}{2 \cdot 1,8} \approx 640 \text{ კგ/სმ}^2.$$

რადგანაც წამყვან ლილვზე მოქმედებს ლერძის მიმართულების $A_1 = 38 \text{ კგ}$ დატვირთვა, ამიტომ შერჩეულია კონუსურგოგოლაჭიანი საკისრები.

საკისარის შესამოწმებლად განვსაზღვროთ პირობითი დატვირთვა საკისარზე ფორმულით

$$Q = (Rk_k + mA_x)k_k k_t.$$

თუ დავუშვებთ, რომ ლერძულ დატვირთვის იღებს მარცხენა საკისარი, მაშინ

$$A_{Ax} = A_1 - S_A + S_B, \text{ სადაც } S_A \approx 1,3 R_A \text{tg} \beta = 1,3 \cdot 89,5 \text{tg} 11^\circ \approx 22,5 \text{ კგ};$$

$$S_B = 1,3 R_B \text{tg} \beta = 1,3 \cdot 103 \cdot \text{tg} 11^\circ \approx 26 \text{ კგ};$$

$$A_{Ax} = 38 - 22,5 + 26 = 41,5 \text{ კგ, შესაბამისად}$$

$$Q_A = (89,5 \cdot 1 + 1,8 \cdot 41,5) 1,5 \cdot 1,1 \approx 3000 \text{ კგ}.$$

აქ მიღებულია: $R = 89,5 \text{ კგ}$; $A = A_1 = 38 \text{ კგ}$; $k_k = 1$ (ბრუნავს შიგა რგოლი); $m = 1,8$; $k_B = 1,5$; $k_t = 1,1$, $\beta = 11^\circ$ (სიდიდეები აღებულია საკისრების სტანდარტების ცხრილებიდან [19]); გვაქვს აგრეთვე რომ $(n_1 h)^{0,3} =$

$$=(735 \cdot 48000)^{0,3} \approx 190, \text{ სადაც } h=T=16 \text{ საათი. } 3000 \text{ დღე} \times 10 \text{ წელი} = 48000 \text{ საათი.}$$

მაგრამ რადგანაც საკისარი ცვლადი დატვირთვით მუშაობს, ეკვივალენტური პირობითი დატვირთვის განსაზღვრისათვის ვპოულობთ კოეფიციენტებს: $\alpha_1 = \frac{2 \text{ საათ}}{8 \text{ საათ}} = 0,25$; $\alpha_2 = \frac{6 \text{ საათ}}{8 \text{ საათ}} = 0,75$; $\beta = 1$, რადგან ბრუნთა რიცხვი მუდმივია და პირობითი დატვირთვები $Q_1 = \frac{P_1}{P_1} Q_A = 1 \cdot 300 = 300 \text{ კგ}$;

$$Q_2 = \frac{P_2}{P_1} Q_A = 0,83 \cdot 300 \approx 250 \text{ კგ}; \text{ შესაბამისად } Q_{333} = \sqrt[3,33]{\alpha_1 \beta_1 Q_1^{3,33} + \alpha_2 \beta_2 Q_2^{3,33} + \dots}$$

$$= \sqrt[3,33]{0,25 \cdot 1 \cdot 300^{3,33} + 0,75 \cdot 1 \cdot 250^{3,33}} \approx 282 \text{ კგ.}$$

შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$C = Q_{333}(n_1 h)^{0,3} = 282 \cdot 190 \approx 54000.$$

შერჩეულ კონსუტრუქტორგოლაჰიან საშუალო ფართო სერიის საკისარს № 7612, ГОСТ 333-55-ის მიხედვით აქვს $C = 300000$, ასეთი საკისარი მისაღებად.

შუალედი ლილე (ნახ. 54). 52-ე ნახ-დან გვაქვს: $a_1 = 95 \text{ მმ}$; $b = 268 \text{ მმ}$; $c = 135 \text{ მმ}$; გვაქვს აგრეთვე: $P_1 = 177 \text{ კგ}$; $T_1 = 66 \text{ კგ}$; $A_1 = 38 \text{ კგ}$; $P_2 = 830 \text{ კგ}$; $T_2 = 305 \text{ კგ}$.

განვსაზღვროთ რეაქციები:

P ძალისაგან გვაქვს

$$R_{DP}(a_1 + b + c) - P_2(a_1 + b) + P_1 a_1 = 0;$$

$$R_{DP} = \frac{P_2(a_1 + b) - P_1 a_1}{a_1 + b + c} = \frac{830(9,5 + 26,8) - 177 \cdot 9,5}{9,5 + 26,8 + 13,5} \approx 571 \text{ კგ};$$

$$R_{CP}(a_1 + b + c) + P_1(b + c) - P_2 c = 0;$$

$$R_{CP} = \frac{P_2 c - P_1(b + c)}{a_1 + b + c} = \frac{830 \cdot 13,5 - 177(26,8 + 13,5)}{9,5 + 26,8 + 13,5} \approx 82 \text{ კგ}.$$

შემოწმება დამაკმაყოფილებელია, რადგანაც

$$82 + 177 + 571 = 830, \text{ ე. ი. } 830 = 830 \text{ კგ.}$$

T ძალებისაგან გვაქვს

$$R_{DT}(a_1 + b + c) - T_2(a_1 + b) - T_1 a_1 = 0;$$

$$R_{DT} = \frac{T_2(a_1 + b) + T_1 a_1}{a_1 + b + c} = \frac{305(9,5 + 26,8) + 66 \cdot 9,5}{9,5 + 26,8 + 13,5} \approx 235 \text{ კგ};$$

$$R_{CT}(a_1 + b + c) - T_1(b + c) - T_2 c = 0;$$

$$R_{CT} = \frac{T_1(b + c) + T_2 c}{a_1 + b + c} = \frac{66(26,8 + 13,5) + 305 \cdot 13,5}{9,5 + 26,8 + 13,5} \approx 136 \text{ კგ}.$$

შემოწმება გვაძლევს

$$R_{CT} + R_{DT} = T_1 + T_2; \quad 136 + 235 = 66 + 305; \quad 371 = 371 \text{ კგ.}$$

$$M_T = R_{DT} \cdot c = 235 \cdot 13,5 \approx 3180 \text{ კგსმ};$$

$$M_{A1} = R_{A1}^D \cdot c = 28 \cdot 13,5 \approx 288 \text{ კგსმ}.$$

ტოლქმედი მლუნავი მომენტი

$$M_{\Sigma A} = \sqrt{M_P^2 + (M_T + M_{A1})^2} = \sqrt{7840^2 + (3180 + 288)^2} \approx 8500 \text{ კგსმ}.$$

დაყვანილი მომენტი

$$M_{\Sigma A} = \sqrt{M_{\Sigma A}^2 + M_{2\text{მკვ}}^2} = \sqrt{8500^2 + 5300^2} \approx 10000 \text{ კგსმ}.$$

ლუნვის ძაბვა

$$\sigma_{\Sigma A} = \frac{M_{\Sigma A}}{W} = \frac{10000}{0,1 \cdot 13,5^3} \approx 40,5 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\Sigma};$$

B-B განიკვეთისათვის

$$M_{PB} = R_{CP} a_1 = 82 \cdot 9,5 \approx 770 \text{ კგსმ};$$

$$M_{TB} = R_{CT} a_1 = 136 \cdot 9,5 \approx 1290 \text{ კგსმ};$$

$$M_{A1B} = R_{A1}^D (c + b) = 28(13,5 + 26,8) \approx 1130 \text{ კგსმ}.$$

ტოლქმედი მლუნავი მომენტი

$$M_{\Sigma B} = \sqrt{M_{PB}^2 + (M_{TB} + M_{A1B})^2} = \sqrt{770^2 + (1290 + 1130)^2} \approx 2560 \text{ კგსმ}.$$

$$M_{\Sigma B} = \sqrt{M_{\Sigma B}^2 + M_{2\text{მკვ}}^2} = \sqrt{2560^2 + 5300^2} \approx 5900 \text{ კგსმ}.$$

$$\sigma_{\Sigma B} = \frac{M_{\Sigma B}}{W} = \frac{5900}{0,1 \cdot 8^3} \approx 118 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\Sigma} = 640 \text{ კგ/სმ}^2.$$

საყრდენებისათვის შერჩეული გვაქვს კონსტრუქციული საშუალო ფართო სერიის საკისარი № 7614, რომელსაც ГОСТ 333-55-ის მიხედვით აქვს $C_{საყ} = 380000$; შემოწმებისათვის სტანდარტიდან მივიღოთ: $m = 1,8$; $k_k = 1$; $k_B = 1,5$; $k_t = 1,1$; $\beta = 13^\circ$; $(nh)^{0,3} = (164 \cdot 48000)^{0,3} \approx 117$; გვაქვს აგრეთვე: $R = R_c = 183 \text{ კგ}$; $A = A_1 = 38 \text{ კგ}$ და $n = n_2 = 164 \text{ ბრ/წთ}$;

შრომისუნარიანობის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ვბოლულობთ:

$$S_c \approx 1,3 R_{ctg} \beta = 1,3 \cdot 183 \text{tg} 13^\circ \approx 55 \text{ კგ}; S_D = 1,3 R_{Dtg} \beta = 1,3 \cdot 606 \text{tg} 13^\circ \approx 198 \text{ კგ}; A_{c\beta} = A_1 - S_c + S_D = 38 - 55 + 198 = 181 \text{ კგ}.$$

შესაბამისად პირობითი დატვირთვა

$$Q_c = (R_c k_k + m A_{c\beta}) k_B k_t = (183 \cdot 1 + 1,8 \cdot 181) 1,5 \cdot 1,1 \approx 830 \text{ კგ}.$$

რადგანაც დატვირთვა ცვალებადია, ამიტომ პირობითი დატვირთვა

$$Q_{0,33} = \frac{^{3,33}\sqrt{\alpha_1 \beta_1 Q_1^{3,33} + \alpha_2 \beta_2 Q_2^{3,33} + \dots}}{=} = \frac{^{3,33}\sqrt{0,25 \cdot 1 \cdot 830^{3,33} + 0,75 \cdot 1 \cdot (0,83 \cdot 830)^{3,33} + \dots}}{\approx 660 \text{ კგ}},$$

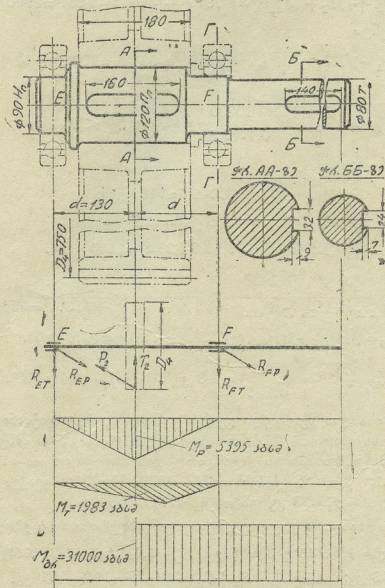
სადაც $\alpha_1 = 0,25$; $\alpha_2 = 0,75$; $\beta_1 = \beta_2 = 1$ (მუდმივი ბრუნთა რიცხვი);

$$Q_1 = 1 \cdot Q_c = 830 \text{ კგ}; Q_2 = 0,85 Q_c = 0,83 \cdot 830.$$

შესაბამისად შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$C = Q_{\text{გვ}}(nh)^{0.3} = 660 \cdot 117 \approx 77500 < C_{\text{სკ}} = 380000$, ამიტომ შერჩეული საკისარი მისაღებია.

მიმყოლი (ბოლო) ლილვი (ნახ. 55). 52-ე ნახ-დან გვაქვს $d = 130$ მმ; გვაქვს აგრეთვე, რომ $P_2 = 830$ კგ; $T_2 = 305$ კგ.



ნახ. 55.

განესაზღვროთ რეაქციები:

P_2 ძალისაგან

$$R_{EP} = R_{FP} = \frac{P_2}{2} = \frac{830}{2} = 415 \text{ კგ.}$$

T_2 ძალისაგან

$$R_{ET} = R_{FT} = \frac{T_2}{2} = \frac{305}{2} = 152,5 \text{ კგ.}$$

ტოლქმედი რეაქცია

$$R_E = \sqrt{R_{EP}^2 + R_{ET}^2} = \sqrt{415^2 + 152,5^2} \approx 445 \text{ კგ.}$$

$$R_F = \sqrt{R_{FP}^2 + R_{FT}^2} = \sqrt{415^2 + 152,5^2} \approx 445 \text{ კგ.}$$

A-A განივკვეთში მღუნავი მომენტები:

$$M_P = R_{EP}d = 415 \cdot 13 = 5395 \text{ კგსმ; } M_T = R_{ET}d = 152,5 \cdot 13 \approx 1983 \text{ კგსმ;}$$

ტოლქმედი მღუნავი მომენტი

$$M_\Sigma = \sqrt{M_P^2 + M_T^2} = \sqrt{5395^2 + 1983^2} \approx 5720 \text{ კგსმ;}$$

დაყვანილი მომენტი

$$M_{\Sigma A} = \sqrt{M_\Sigma^2 + M_{\text{დოლ.მაქს}}^2} = \sqrt{5720^2 + 31000^2} \approx 31400 \text{ კგსმ;}$$

ღუნვის ძაბვა

$$\sigma_\Sigma = \frac{M_{\Sigma A}}{W} = \frac{31400}{0,1 \cdot 12^3} = 196 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_\Sigma \approx 700 \text{ კგ/სმ}^2.$$

საყრდენებისათვის შერჩეულია ერთრიგის რადიალური საშუალო სერიის ბურთულა საკისარი № 318, რომელსაც ГОСТ 8338-57-ის მიხედვით აქვს $C_{\text{საყ}} = 170000$; აგრეთვე ამ საკისრისათვის გვაქვს: [1; 9; 10] $k_B = 1,5$; $k_t = 1$; $n_B = 32,6$ ბრ/წთ; $(nh)^{0,3} = (32,6 \cdot 48000)^{0,3} \approx 75$; $R = R_E = R_F = 445$ კგ; $A = 0$; შესაბამისად

$$Q_E = (R_E k_t + mA) k_B k_t = 445 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \approx 730 \text{ კგ;}$$

$$Q_{\text{მკ}} = \sqrt[3]{\alpha_1 \beta_1 Q_1^{3,33} + \alpha_2 \beta_2 Q_2^{3,33} + \dots} = \\ = \sqrt[3]{0,25 \cdot 1 (1 \cdot 730)^{3,33} + 0,75 \cdot 1 (0,83 \cdot 730)^{3,33}} \approx 602 \text{ კგ;}$$

შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$C = Q_{\text{მკ}} (nh)^{0,3} = 602 \cdot 75 \approx 45000 < C_{\text{საყ}} = 170000,$$

ამიტომ შერჩეული საკისარი მისაღებია.

ასეთი გაანგარიშების შემდეგ წარმოებს რედუქტორის ზედხედის უფრო დაზუსტებით გამოხაზვა. ლილვების გამოხაზვის დროს კბილანების და კბილა თვლების ფიქსაციისათვის მათ ცალ მხარეს ფუკეთებთ ბურცობს, ხოლო მეორე მხარეს მილსაყს, რომელიც ამავე დროს აფიქსირებს საკისრების მდებარეობას. შუალედ ლილვს კბილანასთან ერთად მთლიანს ვამზადებთ.

შუალედი საყრდენის გაჩარხვის გამარტივებისათვის წამყვანი ლილვის საკისრისათვის ვაყენებთ ჰიქას, რომლის გარე დიამეტრი მიმყოფი ლილვის საკისრის გარე დიამეტრის ტოლია.

ყველა ლილვისათვის ვირჩევთ ჩვეულებრივ პრიზმატულ სოგმანებს მომრგვალებული თავით, ГОСТ 8788 58-ის მიხედვით და გამოვსაზავთ მათ. სოგმანის სიგრძეს სტანდარტთან შეთანხმებით ვირჩევთ $5 \div 10$ მმ-ით ნაკლებს კბილანისა და კბილა თვლების მორგავის სიგრძეზე. სოგმანები აუცილებლად უნდა შემოწმდეს.

თუ ასეთნაირად გამოხაზვის შედეგად მნიშვნელოვნად არ შეიცვალა პანძილები საყრდენებს შორის და კბილა თვლების მდებარეობა საყრდენების

მიმართ, მაშინ საყრდენების რეაქციების გადაანგარიშება საჭირო აღარ არის. ჩვენი შემთხვევისათვის მიღებული შეთანწყობა იგივე რჩება.

VIII. ლილვების დაზუსტებითი გაანგარიშება

ასეთი გაანგარიშების დროს ყველა ლილვისათვის განესაზღვრავთ მათ საშიშ კვეთში სიმტკიცის მარაგს; ამასთანავე ვღებულობთ, რომ ნორმალური ძაბვები იცვლება სიმეტრიული ციკლით და მხები ძაბვები—პულსირებულით.

წამყვანი ლილვი (ნახ. 53). ლილვის მასალად მივიღოთ ფოლადი 35, რომელსაც აქვს: $\sigma_{\text{დრ}} = 52 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\text{დენ}} = 27 \text{ კგ/მმ}^2$; მივიღოთ აგრეთვე, რომ

$$\sigma_{-1} = 0,43\sigma_{\text{დრ}} = 0,43 \cdot 52 \approx 23 \text{ კგ/მმ}^2; \tau_{-1} \approx 0,58\sigma_{-1} = 0,58 \cdot 23 \approx 13,3 \text{ კგ/მმ}^2.$$

A-A განივკვეთი განიცდის მხოლოდ გრძხას და ამიტომ სიმტკიცის მარაგს განესაზღვრავთ მხები ძაბვების მიხედვით. რადგანაც ამ განივკვეთში სოგმანისათვის ღარია გაკეთებული, რომლის ზომები ГОСТ 8788-58-დან არის $t=5 \text{ მმ}$ და $b=16 \text{ მმ}$, ამიტომ მისი წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{გეტო}} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = 0,2 \cdot 5^3 - \frac{1,6 \cdot 0,5(5-0,5)^2}{2 \cdot 5} \approx 23,38 \text{ სმ}^3;$$

წამყვან ლილვზე მოქმედებს მომენტი

$$M_{\text{გრ}} = M_{1\text{მაქს}} = 1440 \text{ კგსმ.}$$

შესაბამისად მხები ძაბვების ციკლის ამპლიტუდა და საშუალო ძაბვები

$$\tau_e = \tau_m = \frac{\tau_{\text{მაქს}}}{2} = \frac{M_{\text{გრ}}}{2 W_{\text{გეტო}}} = \frac{1}{2} \frac{1440}{23,38} \approx 31 \text{ კგ/სმ}^2.$$

სიმტკიცის მარაგი

$$n = n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_e + \psi_\tau \tau_m} = \frac{1330}{\frac{1,4}{0,7} 31 + 0,1 \cdot 34} \approx 18,7,$$

სადაც მიღებულია, რომ ნახშირბადოვანი, ფოლადისათვის კოეფიციენტი $\psi_\tau \approx 0,1$ და ლილვების ცხრილებიდან [1; 8] აღებულია $k_\tau = 1,4$; $\varepsilon_\tau \approx 0,70$.

B-B განივკვეთში მოქმედებს მაქსიმალური მღუნავი მომენტი— $M_{\text{ღ}} = 872 \text{ კგსმ}$. ამ განივკვეთში თუ შერჩეული სოგმანისათვის ლილვის დიამეტრის $d_1'' = 70 \text{ მმ}$ მიხედვით გვაქვს $t = 6 \text{ მმ}$ და $b = 20 \text{ მმ}$, მაშინ

$$W_{\text{გეტო}} = 0,1d^3 - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = 0,1 \cdot 7^3 - \frac{2 \cdot 0,6(7-0,6)^2}{2 \cdot 7} \approx 30,77 \text{ სმ}^3.$$

ნომინალური ლუნვის ძაბვების ამპლიტუდა

$$\sigma_e = \sigma_{\text{მაქს}} = \frac{M_{\text{ღ}}}{W_{\text{გეტო}}} = \frac{872}{30,77} \approx 28,4 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ლილვების ცხრილებიდან [1; 8; 9] აღებულია $\varepsilon_\sigma = 0,76$; $k_\sigma = 1,75$. შესაბამისად სიმტკიცის მარაგი ნორმალური ძაბვების მიხედვით

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_e} = \frac{2300}{\frac{1,75}{0,76} 28,4} \approx 35,2.$$

მხები ძაბვების მიხედვით სიმტკიცის მარაგის განსაზღვრისათვის ვპოულობთ:

$$W_{p_{\text{ნეტო}}} = 0,2d^3 - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = 0,2 \cdot 7^3 - \frac{2 \cdot 0,6(7-0,6)^2}{2 \cdot 7} \approx 65,07 \text{ სმ}^3;$$

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\text{მაქს}}}{2} = \frac{M_{1\text{მაქს}}}{2 W_{p_{\text{ნეტო}}}} = \frac{1440}{2 \cdot 65,07} \approx 11,8 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ლილვების ცხრილებიდან ვიღებთ: $\psi_\tau = 0,1$; $k_\tau = 1,4$; $\varepsilon_\tau = 0,65$; შესაბამისად

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_v + \psi_\tau \tau_m} = \frac{1330}{\frac{1,4}{0,65} 11,8 + 0,1 \cdot 11,8} \approx 50.$$

საერთო სიმტკიცის მარაგი

$$n = \sqrt{\frac{n_\sigma^2 n_\tau^2}{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} = \sqrt{\frac{35,2^2 \cdot 50^2}{35,2^2 + 50^2}} \approx 29,2.$$

ამგვარად, ორთავე A-A და B-B განივკვეთში სიმტკიცის მარაგი გაცილებით მეტია მინიმალურად დასაშვებ სიდიდეზე.

შუალედი ლილვი (ნახ. 54). ლილვის მასალა, რადგანაც მასზე კბილანაა ამოკრილი, იგივე იქნება, რაც კბილანისათვის, ე. ი. ფოლადი 50, რომლისთვისაც: $\sigma_{\text{ღრ}} = 60 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\text{ღვ}} = 30 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{-1} \approx 0,43 \sigma_{\text{ღრ}} = 0,43 \cdot 60 = 26 \text{ კგ/მმ}^2$; $\tau_{-1} \approx 0,58 \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 26 \approx 15 \text{ კგ/მმ}^2$.

A-A განივკვეთში მოქმედებს უდიდესი მღუნავი მომენტი და რადგანაც კბილანა ლილვთან ერთად მთლიანია, ამიტომ

$$W_{\text{ნეტო}} = 0,1d^3 = 0,1 \cdot 13,5^3 \approx 246 \text{ სმ}^3; W_p = 0,2d^3 = 0,2 \cdot 13,5^3 \approx 492 \text{ სმ}^3;$$

ნომინალური ლუნვის ძაბვის ამპლიტუდა

$$\sigma_v = \sigma_{\text{მაქს}} = \frac{M_{\text{ღა}}}{W_{\text{ნეტო}}} = \frac{8500}{246} \approx 34,6 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ამპლიტუდა და საშუალო ძაბვები მხები ძაბვების ციკლისათვის

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\text{მაქს}}}{2} = \frac{M_{2\text{მაქს}}}{2 W_p} = \frac{6350}{2 \cdot 492} \approx 5,16 \text{ კგ/სმ}^2.$$

აქაც მივიღოთ, რომ: $\varepsilon_\sigma = 0,61$; $\psi_\tau = 0,1$; $\varepsilon_\tau = 1,52$; $k_\sigma = 1,5$; $k_\tau = 1,4$ [1; 8; 9], მაშინ

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \sigma_v} = \frac{2600}{\frac{1,5}{0,61} 34,6} \approx 30,5;$$

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \tau_v + \psi_\tau \tau_m} = \frac{1500}{\frac{1,4}{0,52} 5,16 + 0,1 \cdot 5,16} \approx 96.$$

მთლიანი სიმტკიცის მარაგი იქნება

$$n = \sqrt{\frac{n\sigma^2 n\tau^2}{n\sigma^2 + n\tau^2}} = \sqrt{\frac{30,5^2 \cdot 96^2}{30,5^2 + 96^2}} \approx 29.$$

ცხადია, ამ განივკვეთში იქნება დიდი სიმტკიცის მარაგი, რადგან კბილანა ლილვთან ერთად მთლიანია.

B-B განივკვეთში ლილვის დიამეტრი $d''_2 = 80$ მმ და, ცხადია, სიმტკიცის მარაგი აქაც გაცილებით მეტი იქნება დასაშვებზე, რასაც მლუნავი მომენტების ეპიურები გვიჩვენებს.

მიმჟოლი (ბოლო) ლილვი (ნახ. 55). რადგანაც ეს ლილვი ყველაზე მეტადაა დატვირთული, ამიტომ მასალად მივიღოთ ფოლადი 45, რომელსაც აქვს: $\sigma_{\text{დო}} = 60$ კგ/მმ²; $\sigma_{\text{დო}} = 30$ კგ/მმ²; $\sigma_{-1} \approx 0,43\sigma_{\text{დო}} = 0,43 \cdot 60 \approx 26$ კგ/მმ²; $\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 26 \approx 15$ კგ/მმ².

B-B განივკვეთი გრეხას განიცდის და $M_{\text{გრ}} = M_{\text{დ.გაქს}} = 31000$ კგმ; $d = 80$ მმ; $t = 7$ მმ; $b = 24$ მმ.

ნეტო განივკვეთისათვის პოლარული წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{ნეტო}} = 0,2 d^3 - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = 0,2 \cdot 8^3 - \frac{2,4 \cdot 0,7(8-0,7)^2}{2 \cdot 8} \approx 97 \text{ სმ}^3.$$

ამპლიტუდა და საშუალო ძაბვები მხები ძაბვების ციკლისათვის

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\text{მაქს}}}{2} = \frac{M_{\text{დ.მაქს}}}{2 W_{\text{ნეტო}}} = \frac{31000}{2 \cdot 97} \approx 162 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ლილვების ცხრილებიდან მივიღოთ: $\psi_v = 0,1$; $\varepsilon_v = 0,62$; $k_v = 1,7$,

მაშინ

$$n_v = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_v}{\varepsilon_v} \tau_v + \psi_v \tau_m} = \frac{1500}{\frac{1,7}{0,62} 162 + 0,1 \cdot 162} \approx 3,25.$$

I-I განივკვეთში საკისარია წამოგებული გარანტირებული ჰექვიით. ძაბვების კონცენტრაციას ადგილი ექნება საკისრის ნაპირებში, მაგრამ მისი მცირე სიგანის გამო გაანგარიშება მოვახდინოთ პირობით შუა კვეთისათვის. ლილვი გრეხას განიცდის და $d = 90$ მმ. ამ კვეთისათვის:

პოლარული წინაღობის მომენტი

$$W_p = 0,2 d^3 = 0,2 \cdot 9^3 \approx 129,5 \text{ სმ}^3$$

და

$$\tau_v = \tau_m = \frac{\tau_{\text{მაქს}}}{2} = \frac{M_{\text{დ.მაქს}}}{2 W_p} = \frac{31000}{2 \cdot 129,5} \approx 120 \text{ კგ/სმ}^2.$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ჩაწნებისაგან გამოწვეული წნევა $p \approx 1$ კგ/მმ², მაშინ შემასწორებელი კოეფიციენტი ლილვების ცხრილებიდან არის $\approx 0,83$; აგრეთვე ლილვისათვის

$$d = 90 \text{ მმ} - \frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} = 0,83 \cdot 3,65 = 3,03 \text{ და შესაბამისად}$$

$$\frac{k_{\tau}}{k_{\varepsilon}} = 1 + 0,6 \left(\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} - 1 \right) = 1 + 0,6(3,03 - 1) = 2,22 [1, 8, 9].$$

სიმტკიცის მარაგი

$$n_{\sigma} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \tau_v + \psi_{\sigma} \tau_m} = \frac{1500}{2,22 \cdot 120 + 0,1 \cdot 120} \approx 5,44.$$

A-A განივკვეთში სიმტკიცის მარაგის განსაზღვრისათვის, რადგანაც შერჩეული სოგმანისათვის $t=9$ მმ და $b=32$ მმ, ამიტომ

$$W_{\text{ნეტო}} = 0,1d^3 - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = \frac{3,2 \cdot 0,9(12-0,9)^2}{2 \cdot 12} \approx 161,2 \text{ სმ}^3;$$

$$W_{\text{პნეტო}} = 0,2d^3 - \frac{bt(d-t)^2}{2d} = 0,2 \cdot 12^3 - \frac{3,2 \cdot 0,9(12-0,9)^2}{2 \cdot 12} \approx 337,2 \text{ სმ}^3.$$

ნორმალური ძაბვების ამპლიტუდა

$$\sigma_v = \sigma_m = \frac{M_{\text{ლ}}}{W_{\text{ნეტო}}} = \frac{5720}{161,2} \approx 35,4 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ამპლიტუდა და საშუალო ძაბვები მხები ძაბვების ციკლისათვის

$$\tau_v = \tau_m = \frac{M_{\text{ღ.მაქს}}}{2 W_{\text{პნეტო}}} = \frac{31000}{2 \cdot 337,2} \approx 46 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ლილვების ცხრილებიდან მივიღოთ, რომ $k_{\sigma}=1,75$; $k_{\tau}=1,65$; $\psi_{\sigma}=0,1$; $\varepsilon_{\sigma} \approx 0,65$; $\varepsilon_{\tau}=0,60$, მაშინ

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_v} = \frac{2600}{\frac{1,75}{0,65} \cdot 35,4} \approx 27,2;$$

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_v + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{1500}{\frac{1,65}{0,6} \cdot 46 + 0,1 \cdot 46} \approx 11,4.$$

საერთო სიმტკიცის მარაგი

$$n = \sqrt{\frac{n_{\sigma}^2 n_{\tau}^2}{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \sqrt{\frac{27,2^2 \cdot 11,4^2}{27,2^2 + 11,4^2}} \approx 10,5.$$

ამგვარად, ლილვის ყველა კვეთში სიმტკიცის მარაგი ნორმალურ და საშვებ სიდიდეზე ($n=2,5 \div 3$) მეტია, ამიტომ ლილვის აღნიშნული ზომები მისაღებია.

IX. სოგმანების სიმტკიცის შემოწმება

სოგმანების მასალად მივიღოთ ნორმალიზებული ფოლადი 45. თელვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე გამოვთვალოთ ფორმულით

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{M_{\text{გზ}}}{0,25dh(l-b)}.$$

განგარიშების შედეგი მოვათავსოთ ცხრილში.

ლილვი	ლილვის დიამეტრი მმ	სოგმანის ზოლები $b \times h \times l$ მმ	მგრეზავი მოძენტი კგ/სმ	$M_{გზ}$ $0,25dh(l-b)$	თვლე კგ/სმ ²
წამყვანი	{ 50 70	16×10×90	1440	1440	150
				$0,25 \cdot 5 \cdot 1(9-1,6)$	
		20×12×90	1440	1440	98
				$0,25 \cdot 7 \cdot 1,2(9-2)$	
შუალედი	80	24×14×100	6350	6350	300
				$0,25 \cdot 8 \cdot 1,4(80-2,4)$	
მიმყოფი	{ 80 120	24×14×140	31000	31000	960
				$0,25 \cdot 8 \cdot 1,4(14-2,4)$	
		32×18×160	31000	31000	460
				$0,25 \cdot 12 \cdot 1,8(16-3,2)$	

მიღებული მუშა ძაბვები ნაკლებია დასაშვებზე.

ასეთი გაანგარიშების შემდეგ გამოიხატება რედუქტორის საერთო ხელი სამ გვერდში მასშტაბში, სათანადო კრიტერიუმით, ზომებითა და სპეციფიკაციით, სტანდარტული ფორმატის ქაღალდზე.

56-ე ნახაზზე წარმოდგენილია მსგავსი ორსაფეხურიანი თანაღერძა ცილინდრულკბილებიანი რედუქტორის სახე, ხოლო ქვემო ცხრილში მოცემულია მისი ნაწილების სპეციფიკაცია.

X. საკისრების, კბილანებისა და კბილა თვლების ჩასმის სახეები, შეზეთვა და აწყობა

საკისრების შიგა რგოლს ვაყენებთ ლილვებზე დამბული ჩასმით, ხოლო გარე რგოლს—მოსრილვე ჩასმით, სიზუსტის მე-2 კლასით.

კბილანებსა და კბილა თვლებს ლილვებზე ვაყენებთ მსუბუქი საწინებო ჩასმით ნახვრეტის სისტემით მე-2 კლასის სიზუსტისათვის.

კბილანური მოდების შეზეთვა ხდება რედუქტორში ჩასმული ზეთის საშუალებით. ზეთი კბილა თვლების ქვემო კბილებს უნდა ფარავდეს.

ზეთის აბაზანის მოცულობა განისაზღვრება $0,3 \div 0,5$ ლიტრით ერთ ცხენის ძალაზე.

საკისრები შეიზეთება იმავე ზეთით, რითაც კბილანები, ზეთის გაშვების საშუალებით, რადგან ამისათვის სწრაფმავალი საფეხურის კბილანებს საკმაო სიჩქარე აქვთ ($v_1 = 6,25$ მ/წმ).

წრიული სიჩქარისათვის $v_1 = 6,25$ მ/წმ და $v_2 = 1,2$ მ/წმ ცხრილებიდან შერჩეულია ზეთი საშუალო სიჩქარისათვის $v = 5$ მ/წმ, სიბლანტით $E_{50} = 11$, რომელსაც შეესაბამება ზეთი „ავტოლი 10“, სიბლანტით $E_{50} \geq 9,5$.

ზეთის დონის კონტროლი ხდება ზეთის დონის კვერთხისგან მარჯვენა-ნეპლით, რომელიც რედუქტორის კორპუსშია მოთავსებული.

რედუქტორის კორპუსის შიგა ნაწილი ზედმიწევნით გასუფთავდება და დაიფარება ზეთზე მდგრადი ჩვეულებრივად წითელი ფერის საღებავით.

41	01.39.41	სოფმანი პრიზმ. H 24×14×1000	1	ფოლადი 45	ГОСТ 8788-58	
40	01.39.40	სოფმანი პრიზმ. H 20×12×90	1	ფოლადი 45	ГОСТ 8788-58	
39	01.39.39	სოფმანი პრიზმ. H 32×18×170	1	ფოლადი 45	ГОСТ 8788-58	
38	01.39.38	ჭანჭიკი M12×50	18	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
37	01.39.37	ჭკირი კონუსური 8×50	2	ფოლადი 45	ГОСТ 3129-46	
36	01.39.36	ჭანჭი M'6	8	ფლ 3	ГОСТ 5915-55	
35	01.39.35	ჭანჭიკი M16×70	8	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
34	01.39.34	საცობი 1M30	1			
33	01.39.33	სასულე	1			კომპლექტი
32	01.39.32	სარტი M25×110	4	ფლ 3	ГОСТ 20001-38	
31	01.39.31	სახურავი	1	ფლ 3		
30	01.39.30	ბრაზნი M10×25	4	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
29	01.39.29	ჭანჭიკი M20×200 ტ. 0.	2	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
28	01.39.28	შუასადები	1	ტექნ.მეცაო		
27	01.39.27	ჭანჭიკი M10×40	2	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
26	01.39.26	ჭანჭიკი M20×250 ტ. 0.	2	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
25	01.39.25	საყელური მონამზარე 20	12	ფოლადი 55	ГОСТ 6402-52	
24	01.39.24	ჭანჭი M20	12	ფლ 3	ГОСТ 5915-51	
23	01.39.23	ჭანჭიკი M20×210 ტ. 0.	4	ფლ 3	ГОСТ 7799-55	
22	01.39.22	რომპანჭიკი M30	2	ფოლადი 25	ГОСТ 4751-52	
21	01.39.21	შუასადები ნაკრები Ø 190	2	ფლ 3		კომპლექტი
20	01.39.20	შუასადები ნაკრები Ø 150	2	ფლ 3		კომპლექტი
19	01.39.19	შუასადები ნაკრები Ø 130	1	ფლ 3		კომპლექტი
18	01.39.18	გამამკერივებელი ქეჩა Ø 55	1	ქეჩა		
17	01.39.17	გამამკერივებელი ქეჩა Ø 90	1	ქეჩა		
16	01.39.16	ჭიჭა	1	6. თ. 15-32		
15	01.39.15	სახურავი საკისრის Ø 190 გამჭოლი	1	6. თ. 12-28		
14	01.39.14	სახურავი საკისრის	1	6. თ. 12-28		
13	01.39.13	სახურავი საკისრის Ø 130 გამჭოლი	1	6. თ. 12-28		
12	01.39.12	სახურავი საკისრის Ø 150	2	6. თ. 12-28		
11	01.39.11	ბურთოლა საკისარი № 318	2	მზა ნაწარმი	ГОСТ 8338-57	
10	01.39.10	გორგოლაქსაკისარი კონუსური № 7614	2	მზა ნაწარმი	ГОСТ 333-55	
9	01.39.09	გორგოლაქსაკისარი კონუსური № 7612	2	მზა ნაწარმი	ГОСТ 333-55	
8	01.39.08	ლილიგი მიმყოლი	1	ფოლადი 35		
7	01.39.07	ლილიგი წამყვანი	1	ფოლადი 35		
6	01.39.06	კბილანა $m=5$; $z=32$	1	ფოლადი 40X		
5	01.39.05	კბილა თვალის $m=5$; $z=144$	1	ფოლადი 55		
4	01.39.04	ლილიგი კბილანათი $m=6$; $z=25$	1	ფოლადი 40X		
3	01.39.03	კბილა თვალის $m=6$; $z=125$	1	ფოლადი 55		
2	01.39.02	სახურავი გარსაცმის	1	6. თ. 15-32		
1	01.39.01	კორპუსი გარსაცმის	1	6. თ. 15-32		
№/მ რიგზე	აღნიშვნა	დასახელება	მასალა	სტანდარტი	შენიშვნა	

რეგულატორი ორსაფეხურიანი ცილინდრული-თანაღერძა

მასშტაბი 1:5

№ | №

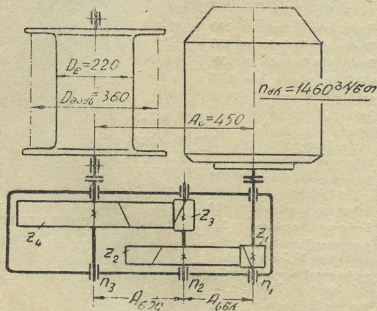
დახაზა				სპი	
შეამოწმა				მანქანათა ნაწილების კათედრა	ფაქ-ტი: კურსი: ჯგუფი:
მიიღო					

კორპუსზე სახურავი დაეხურება მოფიქსირე კონუსური წკირების საშუალებით და ურთიერთ შორის ჭანჭიკებით შემავრდება, ხოლო კორპუსისა და სახურავის პირაპირები დაფარული იქნება ლაქით.

რედუქტორის გარსაცმზე მოწყობილი იქნება ზეთის გამოსაშვები საცობი, ზეთის დონის მაჩვენებელი, რიმპანქიკები, საცქერი ხვრელი, სახურავი ორთქლის გამოსაშვები სასულეთი და სხვ.

მაგალითი 5. საჭიროა გაანგარიშდეს ელექტროჯალამბარის რედუქტორის ძირითადი ზომები 57-ე ნახაზზე აღნიშნული სქემის მიხედვით, თუ ბაგირის წვევის ძალა $S=800$ კგ, სიჩქარე $v=0,7$ მ/წმ და 150 მ სიგრძის ბაგირი დოლზე რამდენიმე რიგად ეხვევა; ჯალამბარის ექსპლოატაციის დრო $T=10000$ საათია; ელექტროძრავის ბრუნთა რიცხვი $n_{დრ}=n_1=1460$ ბრ/წთ; დოლის ბრუნთა რიცხვი $n_2=43,5$ ბრ/წთ. დოლზე მოქმედი მომენტი მისი დიამეტრის ცვლის შესაბამისად იცვლება $M_{დო}=S \frac{D_{დო}}{2}=8800$ კგსმ-დან

$M_{ბაგ}=S \frac{D_{ბაგ}}{2}=14400$ კგსმ-მდე. მანძილი დოლისა და ელექტროძრავის ღერძებს შორის უნდა იყოს $A_0=450$ მმ. რედუქტორი არასტანდარტულია.



ნახ. 57.

გაანგარიშება. 1. საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1460}{43,5} = 33,6.$$

ორსაფეხურიანი ცილინდრული რედუქტორისათვის მივიღოთ, რომ

$$\frac{A_{ნელ}}{A_{სწრ}} = 1,25 \div 1,5; \text{ ჩვენი შემთხვევისათვის } = 1,25;$$

$$\frac{\psi_{1,ნელ}}{\psi_{1,სწრ}} = 1 \div 1,3; \text{ ჩვენი შემთხვევისათვის } = 1,2; \quad \begin{matrix} [\sigma]_{ნელ} = 2, \\ [\sigma]_{სწრ} \end{matrix}$$

მაშინ კოეფიციენტი

$$B = \frac{A_{\text{ნელ}}}{A_{\text{სწრა}}} \sqrt{\left(\frac{[\sigma]_{\text{ნელ}}}{[\sigma]_{\text{სწრა}}}\right)^2 \frac{\phi_{1\text{ნელ}}}{\phi_{1\text{სწრა}}}} = 1,25 \sqrt{2^2 \cdot 1,2} \approx 2,1.$$

შესაბამისად არასტანდარტული რედუქტორისათვის

$$i_{\text{სწრა}} = \frac{i - B^3 \sqrt{i}}{B^3 \sqrt{i} - 1} = \frac{33,6 - 2,1 \cdot \sqrt[3]{33,6}}{2,1 \cdot \sqrt[3]{33,6} - 1} \approx 4,65;$$

$$i_{\text{ნელ}} = \frac{i}{i_{\text{სწრა}}} = \frac{33,6}{4,65} \approx 7,25.$$

2. ნელმავალი საფეხურის ცენტრთაშორისი მანძილის გაანგარიშება. მივიღოთ, რომ

$$\phi_{1\text{ნელ}} = 0,3; \quad \frac{b}{D_{\text{კ}}} = \phi_{1\text{ნელ}} \frac{i_{\text{ნელ}} + 1}{2} = 0,3 \frac{7,25 + 1}{2} \approx 1,24.$$

შესაბამისად საყრდენების არასიმეტრიულად მდებარეობის დროს ნაკლებად ხისტი ლილვებისათვის მე-17 ცხრილიდან, $k'_{\text{კონ}} = 1,4$. რადგანაც დატვირთვა ცვალებადია, ამიტომ

$$k_{\text{კონ}} = \frac{k'_{\text{კონ}} + 1}{2} = \frac{1,4 + 1}{2} = 1,2.$$

დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი, როცა $v = 1$ მ/წმ, ზემოთ აღნიშნული მონაცემების საფუძველზე იქნება

$$k_{\text{დინ}} = 1.$$

მე-15 ცხრილის მიხედვით მასალად შევარჩიოთ: კბილანისათვის ფოლადი 50T; კბილა თელისათვის—ფოლადი 45, რომელსაც აქვს $H_B = 270$.

ძვრის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე გამოვთვალოთ ფორმულით

$$[\tau]_{\text{კ.ორ}} \approx 7,3 H_B \sqrt[6]{\frac{10^7}{N_{\text{მკვ}}}};$$

ძაბვათა ციკლის ეკვივალენტური რიცხვის განსაზღვრისათვის ვპოულობთ ეკვივალენტურ დროს

$$\begin{aligned} T_{\text{მკვ}} &= \frac{T}{4 M_{\text{მკვ}}^2} (M_{\text{მინ}} + M_{\text{მაქს}}) (M_{\text{მინ}}^2 + M_{\text{მაქს}}^2) = \\ &= \frac{10000}{4 \cdot 14400^2} (8800 + 14400) (8800^2 + 14400^2) \approx 5500 \text{ საათი.} \end{aligned}$$

შესაბამისად

$$N_{\text{მკვ-კბ.თ}} = 60 \text{ an} T_{\text{მკვ}} = 60 \cdot 1,43 \cdot 5 \cdot 5500 = 1,43 \cdot 10^7,$$

$$N_{\text{მკვ-კბ}} = N_{\text{მკვ-კბ.თ}} i_{\text{ნელ}} = 1,43 \cdot 10^7 \cdot 7,25 = 10,3 \cdot 10^7.$$

რადგანაც ცხრ. 14-ის მიხედვით $N_b = 10^7 < N_{\text{მკვ}}$, ამიტომ მივიღოთ $N_{\text{მკვ}} = N_b = 10^7$, მაშინ

$$[\tau]_{\text{კ.ორ}}^d = 7,3 \cdot 270 \cdot 1 \approx 1970 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ცენტრთაშორისი მანძილი განესაზღვროთ ფორმულით

$$A_{\text{გელ}} = (i_{\text{გელ}} + 1) \sqrt[3]{\left(\frac{80000}{[\tau]_{\text{დვ.ირ.გელ}}}\right)^2 \frac{N \cdot K}{n_3 \psi_{1\text{გელ}}}} =$$

$$= (7,25 + 1) \sqrt[3]{\left(\frac{80000}{1970 \cdot 7,25}\right)^2 \frac{14400 \cdot 1,2 \cdot 1}{71620 \cdot 0,3}} \approx 24,4 \text{ სმ};$$

წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{A_{\text{გელ.გელ}} n_{\text{კბ.თ}}}{955(i_{\text{გელ}} + 1)} = \frac{24,4 \cdot 7,25 \cdot 43,5}{955(7,25 + 1)} \approx 1 \text{ მ/წმ};$$

ამის მიხედვით შერჩეული კოეფიციენტი $k_{\text{დინ}} = 1$ მისაღებია.

მივიღოთ, რომ $A_{\text{გელ}} = 250 \text{ მმ}$,

მაშინ კბილანების სიგანე

$$b_5 = \psi_{1\text{გელ}} A_5 = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ მმ}.$$

კბილების გაანგარიშება ლუნვაზე. ნორმალური მოდული მივიღოთ

$$m_n = (0,01 \div 0,02) A_5 = 0,015 \cdot 250 = 3,75 \text{ მმ};$$

OCT 1597-ის მიხედვით მივიღოთ $m_n = 3 \text{ მმ}$; მივიღოთ აგრეთვე კბილის დახრის კუთხე $\beta = 20^\circ$, მაშინ Σ ჯამური კბილთა რიცხვი

$$z_{\Sigma} = \frac{2A_{\text{გელ}} \cos \beta}{m_n} = \frac{2 \cdot 250 \cdot \cos 20^\circ}{3} \approx 157.$$

შესაბამისად

$$z_{\text{კბ}} = \frac{z_{\Sigma}}{i_{\text{გელ}} + 1} = \frac{157}{7,25 + 1} \approx 19;$$

მივიღოთ

$$z_{\text{კბ}} = 19; \quad z_{\text{კბ.თ}} = 140, \text{ ე. ი. } z_{\Sigma} = 19 + 140 = 159,$$

მაშინ

$$\cos \beta = \frac{m_n z_{\Sigma}}{2A_5} = \frac{3 \cdot 159}{2 \cdot 250} = 0,954, \text{ ანუ } \beta = 17^\circ 26' 45'';$$

$$i_5 = \frac{z_{\text{კბ.თ}}}{z_{\text{კბ}}} = \frac{140}{19} \approx 7,37;$$

ტორსული მოდული

$$m_s = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{3}{0,954} \approx 3,1446 \text{ მმ}.$$

საწყისი წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_{\text{კბ}} = m_s z_{\text{კბ}} = 3,1446 \cdot 19 \approx 59,75 \text{ მმ};$$

$$D_{\text{კბ.თ}} = m_s z_{\text{კბ.თ}} = 3,1446 \cdot 140 \approx 440,25 \text{ მმ}.$$

შეკრების წრეხაზების დიამეტრებია:

$$D_{\text{კბ}} = D_{\text{კბ}} + 2h' = 59,75 + 2 \cdot 3 = 65,75 \text{ მმ};$$

$$D_{\text{კბ.თ}} = D_{\text{კბ.თ}} + 2h' = 440,25 + 2 \cdot 3 = 446,25 \text{ მმ}.$$

კბილის სისქეს მუდმივ ქორდაზე ნორმალურ კვეთში ვირჩევთ მე-12 ცხრილიდან

$$S_{3,3}=4,161 \text{ მმ.}$$

კბილა თვლისათვის კბილის სისქის უმცირესი შეწვრილება მივიღოთ 24-ე ცხრილიდან მე-8 ხარისხის სიზუსტისათვის ($D_s=320$ მმ)

$$\Delta_m S=0,25 \text{ მმ;}$$

კბილანისათვის ($D_s > 50$ მმ)

$$\Delta_m S=0,115 \text{ მმ;}$$

დაშვება კბილის სისქეზე კბილა თვლისათვის

$$\delta_s=0,095 \text{ მმ;}$$

კბილანისათვის

$$\delta_s=0,055 \text{ მმ.}$$

ცხრილი 24

კბილის სისქის გადახრები მუდმივ ქორდაზე გარე ცილინდრის ბაზაზე
კონტროლისას და გარე დიამეტრების გადახრები X შეუღლებისათვის

გადაზრებები და დაშვებები	ნორ- მალ მო- დული	კბილანის დიამეტრი მმ																								
		50-მდე	50—80	80—120	120—200	200—320	320—500	500—800	800—1250	1250—2000	50-მდე	50—80	80—120	120—200	200—320	320—500	500—800	800—1250	1250—2000							
		მიკრონებით																								
ზღვრული გა- დაზრებები შეფრე- ბის წრეხაზების დიამეტრისა ΔD_s	1÷30	სიზუსტის ხარისხი 7									სიზუსტის ხარისხი 8															
		C_s —OCT 1013-ით									C_s —FOCT 2689-54															
											C_s —OCT 1013-ით									C_s —FOCT 2689-54						
დაშვება რადია- ლურ რტყმაზე შეფრების წრე- ხაზისა E_D	1÷30	23	30	30	36	45	45	52	65	80																
	1÷50										30	45	45	52	65	65	80	100	120							
უმცირესი შეწვ- რილება კბილის სისქისა $\Delta M S$	1÷2,5	90	110	130	150	180	220	280	320	—	95	115	130	160	200	250	300	360	—							
	2,5÷6	90	110	130	150	190	220	280	320	400	100	115	130	160	200	250	300	360	450							
	6÷10	—	115	130	160	190	240	280	320	400	—	120	140	160	200	250	300	360	450							
	10÷16	—	—	130	160	200	240	280	320	400	—	—	150	180	200	250	300	360	450							
	16÷30	—	—	—	160	200	240	300	360	450	—	—	—	180	220	260	320	360	450							
	30÷50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	240	280	320	380	480							
დაშვება კბილის სისქეზე δS	1÷30	30	40	40	48	58	58	60	60	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
	1÷50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	55	58	80	90	95	120	150	180							

ზომა ნახაზზე კბილის სისქის შემოწმებისათვის იქნება: კბილა თვლი-
სათვის

$$4,161-0,25=3,91_{-0,095} \text{ მმ;}$$

კბილანისათვის

$$4,161-0,115=4,05_{-0,055} \text{ მმ.}$$

კბილის შვერის სიმაღლე მუდმივი ქორდიდან, მე-12 ცხრილიდან

$$h_{\text{კ.კ}} = 2,243 \text{ მმ.}$$

გარე დიამეტრზე უნდა დადგინდეს დაშვება 24-ე ცხრილის და სათანადო სტანდარტის მიხედვით: კბილა. თვისათვის $D_{\text{კ.კ.თ}} = 446,25_{-0,12}^{+0,12}$ მმ; კბილანისათვის $D_{\text{კ.კ.}} = 65,75_{-0,06}^{+0,06}$ მმ.

კბილების ლუნვაზე შემოწმებისათვის განვსაზღვროთ დაყვანილი კბილთარიცხვები

$$\angle_{\text{კ.კ.}} = \frac{\gamma_{\text{კ.კ.}}}{\cos \beta} = \frac{19}{0,154^3} \approx 22; \quad \angle_{\text{კ.კ.თ}} = \frac{140}{0,954^3} \approx 163.$$

შესაბამისად, კბილის ფორმის კოეფიციენტებია $\gamma_{\text{კ.კ.}} = 0,11$, $\gamma_{\text{კ.კ.თ}} = 0,166$ (ცხრ. 10) და ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა კბილის ძირში

$$\sigma_{\text{კ.კ.}} = \frac{2M_{\text{კ.კ.თ}} \cos \beta k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}}}{i z m^2 \gamma_{\text{კ.კ.}} \gamma_{\text{კ.კ.თ}} \pi \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 14400 \cdot 0,954 \cdot 1,2 \cdot 1}{7,37 \cdot 0,3^3 \cdot 19 \cdot 0,11 \cdot 7,5 \cdot 3,14 \cdot 0,94} \approx 1080 \text{ კგ/სმ}^2.$$

$$\sigma_{\text{კ.კ.თ}} = \sigma_{\text{კ.კ.}} \cdot \frac{\gamma_{\text{კ.კ.}}}{\gamma_{\text{კ.კ.თ}}} = 1080 \cdot \frac{0,11}{0,166} \approx 710 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ლუნვაზე დასაშვები ძაბვების გამოსათვლელად განვსაზღვროთ

$$\frac{M_{\text{გრ.მინ}}}{M_{\text{გრ.მაქს}}} = \frac{8800}{14400} = 0,61.$$

შესაბამისად, ეკვივალენტური დრო

$$T_{\text{მკვ}} = \frac{T}{10} \left[1 + \frac{M_{\text{მინ}}}{M_{\text{მაქს}}} + \left(\frac{M_{\text{მინ}}}{M_{\text{მაქს}}} \right)^2 + \dots + \left(\frac{M_{\text{მინ}}}{M_{\text{მაქს}}} \right)^9 \right] =$$

$$= \frac{10000}{10} [1 + 0,61 + 0,61^2 + 0,61^3 + 0,61^4 + 0,61^5 + 0,61^6 + 0,61^7 + 0,61^8 + 0,61^9] \approx$$

$$\approx 2500 \text{ საათი.}$$

ციკლთა ეკვივალენტური რიცხვი

$$N_{\text{მკვ}} = 60 \cdot 1 \cdot 43,5 \cdot 2500 = 0,65 \cdot 10^7.$$

შესაბამისად, მუშაობის რეჟიმის კოეფიციენტი

$$k_{\text{რეჟ}} = \sqrt[9]{\frac{10^7}{0,65 \cdot 10^7}} \approx 1,02.$$

მივიღოთ სიმტკიცის მარაგი $n=2$; ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი ქვემო ცხრილის მიხედვით $k_{\sigma_{\text{კ.კ.}}} = 1,25$; $k_{\sigma_{\text{კ.კ.თ}}} = 1,5$.

ზღაფი	20 და ნაკლ.	30	40	60	100 და მეტი
k_{σ}	1,25	1,35	1,40	1,45	1,5

ამტანადობის ზღვარი ფოლად 45-თვის

$$\sigma_{-1} = 0,43 \quad \sigma_{\text{ღრ}} = 0,43 \cdot 8000 = 3440 \text{ კგ/სმ}^2;$$

ლუნგის დასაშვები ძაბვა კბილა თვლისათვის

$$[\sigma]_{\text{ლ.კ.ბ.}} = \frac{1,4\sigma_{-1}}{n k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 3440}{2 \cdot 1,5} 1,02 = 1630 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ამტანიანობის ზღვარი ფოლად 50Г-თვის

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_{\text{ღრ}} = 0,43 \cdot 6500 = 3650 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ლუნგის დასაშვები ძაბვა კბილანისათვის

$$[\sigma]_{\text{ლ.კ.ბ.}} = \frac{1,4 \cdot 3650}{2 \cdot 1,25} 1,02 = 2000 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ამგვარად, სიმტკიცის პირობა დატულია, რადგანაც

$$\sigma_{\text{ლ.კ.ბ.}} = 710 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ.კ.ბ.}} = 1630 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{ლ.კ.ბ.}} = 1080 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ.კ.ბ.}} = 2000 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მოღებვაში მოქმედი დატვირთვები: წრიული ძალა

$$P = \frac{2M_{\text{მაქს}}}{D_{\text{კ.ბ.}}} = \frac{2 \cdot 14400}{44,025} \approx 655 \text{ კგ.}$$

რადიალური ძალა

$$T = Pt g \alpha_s = 655 \cdot 0,381 \approx 250 \text{ კგ.}$$

ღერძული ძალა

$$P_{\pi} = Pt g \beta = 655 \cdot 0,314 \approx 206 \text{ კგ.}$$

სწრაფმავალი საფეხურის გაანგარიშება. ცენტრთაშორისობა

$$A_{\text{სფრ}} = A_0 - A_{\text{ფელ}} = 440 - 250 = 200 \text{ მმ.}$$

გადაცემის რიცხვი

$$i_{\text{სფრ}} = \frac{i}{i_6} = \frac{33,6}{7,37} = 4,57.$$

მაქსიმალური მგრეხავი მომენტი მიმყოფ ლილვზე

$$M_{2\text{მაქს}} = \frac{M_{\text{მაქს}}}{i_6} = \frac{14400}{7,37} = 1950 \text{ კგსმ.}$$

კბილანის სიგანის კოეფიციენტი

$$\psi_{1\text{სფრ}} = \frac{\psi_{1\text{ფელ}}}{1,2} = \frac{0,3}{1,2} = 0,25;$$

$$b_{\text{სფრ}} = \psi_{1\text{სფრ}} A_{\text{სფრ}} = 0,25 \cdot 200 = 50 \text{ მმ.}$$

დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი, როცა

$$\frac{b_{\text{სფრ}}}{D_{\text{კ.ბ.}}} = \psi_{1\text{სფრ}} \frac{i_{\text{სფრ}} + 1}{2} = 0,25 \frac{4,57 + 1}{2} = 0,7,$$

მე-17 ცხრილიდან არის $k'_{\text{კონც}} = 1,13$ და რადგანაც კბილების დატვირთვა ცვალებადია და ადგილი აქვს ნაწილობრივ მიმუშავებას, ამიტომ

$$k_{\text{კონც}} = \frac{1,13 + 1}{2} \approx 1,06;$$

კბილანის საწყისი დიამეტრი დაახლოებით

$$D_{\text{კ}} = \frac{2A_{\text{სფ}}}{i_{\text{სფ}} + 1} = \frac{2 \cdot 200}{4,57 + 1} \approx 69,5 \text{ მმ};$$

წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_{\text{კ}} n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 69,5 \cdot 1460}{60 \cdot 1000} \approx 5,3 \text{ მ/წმ}.$$

დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი, როცა $H_E < 350$, 23-ე ცხრილიდან $k_{\text{დინ}} = 1,3$.

კონტაქტური ძაბვის სიდიდე

$$\begin{aligned} \tau_{\text{კ,ირ}} &= \frac{80000}{A_{\text{სფ}} i_{\text{სფ}}} \sqrt{\frac{NK}{n_2} \frac{(i_{\text{სფ}} + 1)^3}{b}} = \\ &= \frac{80000}{20 \cdot 4,57} \sqrt{\frac{1950}{71620} 1,06 \cdot 1,3 \frac{(4,57 + 1)^3}{5}} \approx 995 \text{ კგ/სმ}^2. \end{aligned}$$

კბილა თვლის კბილების მინიმალურად აუცილებელი სისალე

$$H_E = \frac{\tau_{\text{კ,ირ}}}{7,3} = \frac{995}{7,3} \approx 136.$$

შესაბამისად, მასალად მივიღოთ: კბილა თვლისათვის ფოლადი 35, $H_E \geq 140$; $\sigma_{\text{დრ}} = 50 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{-1} = 2150 \text{ კგ/სმ}^2$; კბილანისათვის — ფოლადი 45; $H_E \geq 190$; $\sigma_{\text{დრ}} = 65 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{-1} = 2800 \text{ კგ/სმ}^2$.

შესაბამისად

$$[\sigma]_{\text{დ,კ}} = \frac{1,4 \cdot \sigma_{-1}}{nk_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 2800}{2 \cdot 1,35} \approx 1450 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$[\sigma]_{\text{დ,კ,თ}} = \frac{1,4 \sigma_{-1}}{nk_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 2150}{2 \cdot 1,5} \approx 1000 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მივიღოთ, რომ $m_n = 2,5 \text{ მმ}$, მაშინ ჯამური კბილთა რიცხვი

$$z_x = \frac{2A_{\text{სფ}} \cos \beta}{m_n} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,94}{2,5} = 150;$$

$$z_{\text{კ}} = \frac{z_x}{i_{\text{სფ}} + 1} = \frac{150}{4,57 + 1} = 27; \quad z_{\text{კ,თ}} = 123.$$

გადაცემის რიცხვი

$$i_{\text{სფ}} = \frac{z_{\text{კ,თ}}}{z_{\text{კ}}} = \frac{123}{27} = 4,59.$$

$$\cos \beta = \frac{m_n z_x}{2A_{\text{სფ}}} = \frac{2,5 \cdot 150}{2 \cdot 200} = 0,93875; \quad \beta = 20^\circ 8' 45''.$$

საბოლოოდ საწყისი დიამეტრებია:

$$D_{\text{კ}} = \frac{m_n z_{\text{კ}}}{\cos \beta} = \frac{2,5 \cdot 27}{0,93875} = 71,903 \text{ მმ}.$$

$$D_{კ.ბ.} = \frac{m \cdot \chi_{კ.ბ.}}{\cos \beta} = \frac{2,5 \cdot 123}{0,93875} = 328,097 \text{ მმ.}$$

დანარჩენი გაანგარიშება ხდება ჩვეულებრივი მეთოდით.

მაგალითი 6. განსაზღვრეთ $\delta = 70^\circ$ კუთხით გადამკვეთლერქებიანი ხრახნული თვლების D_1 და D_2 საწყისი დიამეტრები და აგრეთვე მიმყოლი კბილანის კბილის ღერძთან დახრის კუთხე β_2 , თუ ლილვებს შორის მანძილი $A = 25$ სმ, გადაცემის რიცხვი $i = \frac{n_1}{n_2} = 2$ და ფართობი $\xi = \frac{D_2}{D_1} = 3$.

გაანგარიშება. საწყისი წრეხაზების დიამეტრები წამყვანი და მიმყოლი თვლებისათვის განისაზღვრება ფორმულებით

$$D_1 = \frac{2A}{1 + \xi} = \frac{2 \cdot 25}{1 + 3} = 12,5 \text{ სმ};$$

$$D_2 = \frac{2A\xi}{1 + \xi} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 3}{1 + 3} = 37,5 \text{ სმ.}$$

რადგანაც, მოცემულობის თანახმად, $\beta_1 = \delta - \beta_2 = 70^\circ - \beta_2$, ამიტომ

$$i = \frac{D_2 \cos \beta_2}{D_1 \cos \beta_1} = \frac{D_2}{D_1} \frac{\cos \beta_2}{\cos(70^\circ - \beta_2)};$$

ჩასმით

$$2 = 3 \frac{\cos \beta_2}{\cos(70^\circ - \beta_2)} = 3 \frac{\cos \beta_2}{\cos 70^\circ \cos \beta_2 - \sin 70^\circ \sin \beta_2};$$

აქედან

$$\beta_2 = 50^\circ 56'.$$

მაგალითი 7. გაინგარიშეთ წყვილი ხრახნული კბილანა, რომელთა ღერქები ურთიერთ შორის ადგენენ $\delta = 90^\circ$ კუთხეს, გადასცემს $N = 3$ ცხ. დ. და აქვს $n_1 = 300$ ბრ/წთ, $\chi_1 = 25$. წამყვანი კბილანა დამზადებულია ფოლადისაგან, მიმყოლი კი ბრინჯაოსაგან; ამასთანავე, წრიული სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს $v = 4$ მ/წმ.

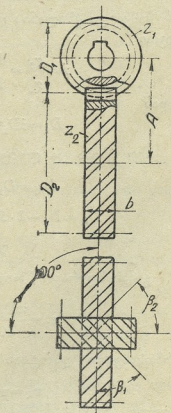
გადაცემის რიცხვი $i = \frac{n_1}{n_2} = 2$; კბილის დახრის კუთხეები $\beta_1 = \beta_2 = 45^\circ$ (ნახ. 58).

გაანგარიშება. მე-9 ცხრალის მიხედვით ბრინჯაოს მასალისათვის მივიღოთ, რომ $[\sigma]_{II} = 560$ კგ/სმ², და თუ ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი $k_\sigma = 2$, მაშინ

$$[\sigma]_{\Sigma} = \frac{[\sigma]_{II}}{k_\sigma} = \frac{560}{2} = 280 \text{ კგ/სმ}^2.$$

წრიული ძალა მოცემული წრიული სიჩქარის მიხედვით

$$P = \frac{75N}{v} = \frac{75 \cdot 3}{4} = 56 \text{ კგ.}$$



ნახ. 58.

$\gamma_1 = 25$ -ის მიხედვით, მე-10 ცხრილიდან გვაქვს

$$\gamma = 0,113.$$

მივიღოთ აგრეთვე, რომ $\psi = 12$, მაშინ

$$m_n = \sqrt{\frac{P}{\gamma[\sigma]_{\phi}\pi}} = \sqrt{\frac{56}{0,113 \cdot 2,8 \cdot 12 \cdot 3,14}} \approx 2,16 \text{ სმ.}$$

OCT 1597-ის მიხედვით მივიღოთ, რომ $m_n = 3$ მმ. საწყისი წრებაზის დიამეტრი ტორსულ ზედაპირზე იქნება

$$D_1 = m_n \gamma_1 = \frac{m_n}{\cos \beta_1} \gamma_1 = \frac{3}{\cos 45^\circ} 25 = 106,08 \text{ მმ.}$$

შვერებისა და ღრმულების წრებაზების დიამეტრებია:

$$D_{11} = D_1 + 2m_n = 106,08 + 2 \cdot 3 = 112,08 \text{ მმ.}$$

$$D_{12} = D_1 - 2 \cdot 1,25m_n = 106,08 - 2 \cdot 1,25 \cdot 3 = 98,58 \text{ მმ.}$$

კბილის სიგრძე

$$b = \psi m_n = 12 \cdot 3 = 36 \text{ მმ.}$$

მიმყოლი კბილანის დიამეტრს განვსაზღვრავთ გადაცემის რიცხვის მიხედვით

$$i = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{D_2 \cos \beta_2}{D_1 \cos \beta_1} = \frac{D_2 \cos \beta_2}{D_1 \cos(90^\circ - \beta_2)} = \frac{D_2}{D_1 \operatorname{tg} \beta_2},$$

აქედან

$$D_2 = i D_1 \operatorname{tg} \beta_2 = 2 \cdot 106,08 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ = 212,16 \text{ მმ.}$$

შვერებისა და ღრმულების დიამეტრებია:

$$D_{21} = D_2 + 2m_n = 212,16 + 2 \cdot 3 = 218,16 \text{ მმ.}$$

$$D_{22} = D_2 - 2 \cdot 1,25m_n = 212,16 - 2 \cdot 1,25 \cdot 3 = 204,66 \text{ მმ.}$$

შემოწმებითი გაანგარიშება

განვსაზღვრავთ წრიულ სიჩქარეს

$$v_1 = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,10608 \cdot 300}{60} \approx 1,66 \text{ მ/წმ.}$$

წარმოსახვითი ლარტყის სიჩქარე

$$v_\omega = v_1 \cos \beta_1 = 1,66 \cdot \cos 45^\circ \approx 1,16 \text{ მ/წმ.}$$

წრიული ძალა

$$P = \frac{75N}{v} = \frac{75 \cdot 3}{1,66} \approx 136 \text{ კგ.}$$

კუთრი წნევის სიდიდე

$$p = \frac{P}{b \cos \alpha} = \frac{136}{3,6 \cdot \cos 20^\circ} \approx 40 \text{ კგ/სმ} < [p] = 150 \text{ კგ/სმ.}$$

ცვეთის მხრივ კბილზე მაქსიმალურად დასაშვები დატვირთვა გამოითვლება ემპირიული ფორმულით

$$P_{\text{ვ}} = D^2 k Q \varphi < P_n,$$

სადაც გადაცემის რიცხვის ფაქტორი

$$Q = \left(\frac{2D_{\text{გ.ბ.}}}{D_{\text{გ.ბ.}} + D_{\text{გ.ბ.}}} \right)^2 = \left(\frac{2 \cdot 212,16}{106,08 + 212,16} \right)^2 \approx 1,8;$$

სრილის სიჩქარე

$$v_{\text{სრ}} = \frac{\pi D_{\text{გ.ბ.}}}{60 \cdot 100 \text{ c/s}} = \frac{3,14 \cdot 106,08 \cdot 300}{60 \cdot 100 \cdot \text{c/s}} \approx 2,4 \text{ მ/წმ};$$

სიჩქარის კოეფიციენტი

$$\varphi = \frac{1 + 0,5 v_{\text{სრ}}}{1 + v_{\text{სრ}}} = \frac{1 + 0,5 \cdot 2,4}{1 + 2,4} \approx 0,65.$$

პირობითი ძაბვის კოეფიციენტი წყვილის ზედმიწევნით მიხედვისას 25-ე ცხრილიდან $k = 0,85$ კგ/სმ², მაშინ

$$P_{\text{ვ}} = 10,608^2 \cdot 0,85 \cdot 1,8 \cdot 0,65 \approx 113 \text{ კგ.}$$

ცხრილი 25

პირობითი ძაბვის კოეფიციენტი k კგ/სმ²

მასალა	წყვილის ერთმანეთთან ზედამიწევნითი მიხედვისას	წყვილის არახანგრძლივი მიხედვისას
ფოლადი ($R_c \geq 50$)—ბრინჯაო	0,84	0,35
ფოლადი ($R_c \geq 50$)—ფოლადი ($R_c \geq 50$)	1,05	0,40
თუჯი—თუჯი ან ბრინჯაო	1,40	0,55
ტექსტოლიტი—თუჯი ან ფოლადი	1,75	0,70

სიმძლავრე, რომელიც შეიძლება გადაეცეს ცვეთის პირობიდან გამომდინარე $N_{\text{ვ}} = \frac{P_{\text{ვ}} v_{\text{სრ}}}{75} = \frac{113 \cdot 1,16}{75} \approx 1,75$ ცხ. ძ, ამიტომ გადაცემა უნდა გადაანგარიშდეს.

თუ საჭიროა, რომ ორივე კბილანას ერთი და იგივე დიამეტრი ჰქონდეს, მაშინ უნდა შეიცვალოს კბილის დახრის კუთხეები. 26-ე ცხრილიდან, როცა $i = 2$, მაშინ $\beta_1 = 63^\circ 26'$ და $\beta_2 = 26^\circ 34'$.

ცხრილი 26

კბილის დახრის კუთხეები ხრახნული კბილანებისათვის

გადაცემის რიცხვი	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
β_1 —წამყვანი კბილანისათვის	45°	56°19'	63°26'	68°12'	71°34'	74°3'	75°58'	77°36'	78°41'
β_2 —მიმყოფი კბილანისათვის	45°	33°41'	26°34'	21°48'	18°26'	15°57'	14°2'	12°24'	11°19'

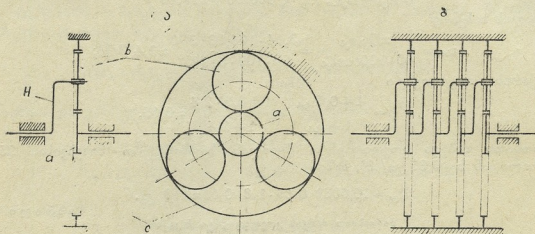
კბილანური პლანეტარული გადაცემა¹

ძირითადი მონაცემები

პლანეტარული გადაცემების კინემატიკური სქემის არჩევა ძირითადად დამოკიდებულია მისი დანიშნულებისაგან. ხანგრძლივად მოქმედ ძალოვან გადაცემებში, სადაც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მაღალ მ. ქ. კ. და მცირე გა-

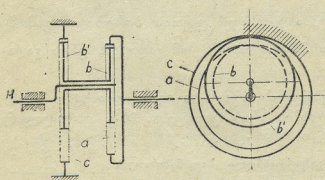
¹ ეს ნაწილი დაწერილია დოც. კ. ა. იმედაშვილის მიერ.

ბარიტებს, ჩვეულებრივად იყენებენ 59-ე ნახაზზე მოყვანილ სქემებს. ასეთი გადაცემის ერთი საფეხურის გადაცემის რიცხვი იმყოფება 3,5—7,5 ზღვრებში. ხანმოკლე მოქმედ ძალოვან და კინემატიკურ გადაცემებში, სადაც მ. ქ. კ. მნიშვნელობა გადასწვეტ როლს არ თამაშობს და ძირითადი მნიშვნელობა ენიჭება გადაცემის რიცხვს და გაბარიტულ ზომებს, გამოიყენება 60 და 61-ნახაზებზე მოყვანილი სქემები.



ნახ. 59. ა და ბ.

პლანეტარული გადაცემების გადაცემათა ფარდობა (რიცხვი) $i_{H_a}^{H_a}$ ან $i_{aH}^{H_a}$ (ხარისხის მაჩვენებლის ადგილას დაისმება უძრავი ცენტრალური თვლის აღნიშვნა, რომლის მიმართაც აითვლება გადაცემის ფარდობის აბსოლუტური სიდიდე) ხელსაყრელია გამოისახოს მარტივი გადაცემის ფარდობით— $i_{H_a}^{H_a}$ ან $i_{H_a}^{H_a}$, რომლებიც მიიღება იმავე კბილანებით შედგენილი მარტივი კბილანური გადაცემისათვის, როცა მატარი H უძრავია და უძრავი ცენტრალური თვალი კი განთავისუფლებულია—ბრუნავს, ე. ი.



ნახ. 60.

ან

$$i_{H_a}^{H_a} = \frac{n_{H_a}^H}{n_{H_c}^H} = \frac{z_b}{z_a} \frac{z_c}{z_b} = \frac{z_c}{z_a}$$

$$i_{H_a}^{H_a} = \frac{n_c^H}{n_a^H} = \frac{z_b}{z_c} \frac{z_a}{z_b} = \frac{z_a}{z_c}$$

ნებისმიერ თვალსა და მატარს შორის გადაცემის ფარდობა პლანეტარულ გადაცემებში გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$i_{aH}^{H_a} = 1 - i_{H_a}^{H_a}. \quad (1)$$

შებრუნებით, გადაცემის რიცხვი მატარსა და თვალს შორის ტოლია

$$i_{aH}^{H_a} = \frac{1}{i_{H_a}^{H_a}} = \frac{1}{1 - i_{H_a}^{H_a}}. \quad (2)$$

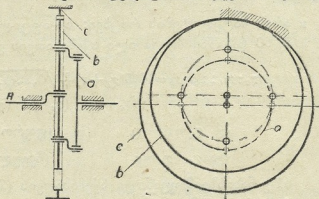
(1) და (2) ფორმულებში i_{ac}^H ჩაისმება საკუთარი ნიშნით. $i_{ac}^H < 0$, თუ თვლები a და c ბრუნავს სხვადასხვა მიმართულებით, და $i_{ac}^H > 0$, თუ თვლები a და c ბრუნავს ერთი და იმავე მიმართულებით. მაგალითად, 59 ნახ-ზე მოყვანილი სქემისათვის

$$i_{ac}^H = -\frac{z_c}{z_a},$$

ე. ი.

$$i_{aH}^c = 1 + \frac{z_c}{z_a}.$$

60 და 61 ნახ-ზე მოყვანილ სქემებში წამყვან რგოლს წარმოადგენს მატარი. მე-60 ნახ-ზე მოყვანილ სქემაში მიმყოლ ლილვზე დასმულია ცენტრალური a თვალი, რომელიც მოდებშია ორმაგი სატელიტის მარჯვენა b კბილანასთან. 61-ე ნახაზზე მოყვანილ სქემაში მიმყოლ ლილვზე დასმულია a ბადრო, რომელიც პარალელური მრუდმხარებით ანუ გამათანაბრებელი ჯვარედინი ქუროთი შეერთებულია სატელიტთან, ე. ი. $n_b = n_a$. გადაცემის რიცხვები გამოითვლება (2) ფორმულის მიხედვით:



ნახ. 61.

მე-60 ნახ-თვის

$$i_{H^a}^c = \frac{1}{i_{aH}^c} = \frac{1}{1 - i_{ac}^H} = \frac{1}{1 - \frac{z_b}{z_a} \frac{z_c}{z_b}}.$$

61-ე ნახ-თვის

$$i_{H^a}^c = \frac{1}{1 - i_{ac}^H} = \frac{1}{1 - i_{bc}^H} = \frac{1}{1 - \frac{z_c}{z_b}}.$$

პლანეტარული გადაცემის მ. ქ. კ. გამოითვლება ფორმულით

$$\eta_{aH}^c = 1 - [1 - i_{H^a}^c] \psi^H; \quad (3)$$

$$\eta_{H^a}^c = \frac{1}{1 + [1 - i_{H^a}^c] \psi^H}. \quad (4)$$

აქ სიდიდე $i_{H^a}^c$ ჩაისმება თავისი ნიშნით და სხვაობა $[1 - i_{H^a}^c]$ კი აიღება აბსოლუტური მნიშვნელობით.

η_{aH}^c არის პლანეტარული გადაცემის მ. ქ. კ., როცა თვალი a წამყვანია, თვალი C უძრავია და მატარი H — მიმყოლია.

$\eta_{H^a}^c$ — პლანეტარული გადაცემის მ. ქ. კ., როცა წამყვანი რგოლია H მატარი, მიმყოლი — ცენტრალური a თვალი. მეორე ცენტრალური C თვალი უძრავია.

ψ^H —დანაკარგების კოეფიციენტი (მოდებაში და საყრდენებში, ფარდობით მოძრაობაში, როცა H მატარი უძრავია, ე. ი. $n_H=0$; $\psi^H=1-\eta^H$; აქ η^H არის მ. ქ. კ. იმავე თვლებით შედგენილი მარტივი კბილანური გადაცემისათვის.

პლანეტარული გადაცემების თვლების კბილთა რიცხვი ერთდროულად უნდა აკმაყოფილებდეს რამდენიმე პირობას: გადაცემის ფარდობის უზრუნველყოფას, თანაღერძობას, აწყობისა და სატელიტების მეზობლობის პირობებს.

59-ე ნახ-ზე მოყვანილი სქემისათვის კბილანების კბილთა რიცხვი განისაზღვრება შემდეგი ტოლობებიდან

$$z_a : z_b : z_c : k = z_a : \frac{z_a(i_{aH}^c - 2)}{2} : (i_{aH}^c - 1)z_a : \frac{z_a i_{aH}^c}{u} \quad (5)$$

აქ u არის სატელიტების რიცხვი; k —აუცილებლად მთელი რიცხვი.

მე-60 ნახაზე მოყვანილი სქემისათვის ვლგებულობთ განტოლებას:

$$z_c : z_b : z_a : z_b = [0,5(z_x + e) + \sqrt{0,25(z_x + e)^2 + z_x e(i_{Hx}^c - 1)}] : (z_c - z_x) : (z_c - e) : (z_a - z_x) \quad (6)$$

აქ $z_x = z_a - z_b$ (უფრო ხშირად $z_x = 3$)

და $z_c - z_a = e$ (ჩვეულებრივად $e = 1$).

61-ე ნახაზე მოყვანილი სქემისათვის (2) ფორმულის მიხედვით (რადგან $i_{Hx}^c = i_{Hx}^a < 0$) გვექნება

$$\frac{z_c}{z_b} = \frac{i_{Hx}^c - 1}{i_{Hx}^c} = \frac{[i_{Hx}^c] + 1}{[i_{Hx}^c]} \quad (7)$$

მრავალსატელიტებიან პლანეტარულ გადაცემებში (ნახ. 59) დამატებით უნდა იყოს დაცული სატელიტების „მეზობლობის“ პირობა:

გარე მოდებისათვის

$$z_a \sin \frac{\pi}{u} - z_b \left(1 - \sin \frac{\pi}{u} \right) > 2; \quad (8)$$

შიგა მოდებისათვის

$$z_c \sin \frac{\pi}{u} - z_b \left(1 + \sin \frac{\pi}{u} \right) > 2. \quad (9)$$

პლანეტარული გადაცემების გაანგარიშება

პლანეტარული გადაცემის მოდების გაანგარიშება ხდება როგორც კბილის ლუნვაზე სიმტკიცის პირობიდან, ისე კბილის მუშა ზედაპირის ძვრაზე კონტაქტური სიმტკიცის პირობიდან.

დატვირთვის ციკლების რიცხვის გამოსათვლელად განიხილება გადაცემის მხოლოდ ფარდობითი მოძრაობა, ე. ი. მოძრაობა გაჩერებული მატარის დროს ($n_H=0$). სხვა სიტყვებით, გადასაცემი სიმძლავრის მაგიერ გაანგარიშებაში მონაწილეობს ე. წ. „სიმძლავრე მოდებაში“ ($N^H = M n^H$).

თვლების ბრუნთა რიცხვი ფარდობით მოძრაობაში n^H გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

ცენტრალური a თვლისათვის

$$n_a^H = n_a^c - n_{aH}^c, \quad (10)$$

სადაც

$$n_{aH}^c = \frac{n_a^c}{i_{aH}^c}$$

და b სატელიტისათვის

$$n_b^H = \frac{n_b^c}{i_{ab}^c} = (n_a^c - n_{aH}^c) \frac{z_a}{z_b}. \quad (11)$$

თუ გადაცემის რომელიმე თვალი ერთდროულად იმყოფება მოდებში შიგა და გარე კბილებთან თვლებთან, მაშინ დაახლოებით ერთი და იმავე მასალის და თერმული დამუშავების დროს სიმტკიცეზე გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს გარე მოდების წყვილის მიმართ.

როცა პლანეტარული გადაცემების ზომები, გარკვეული კონსტრუქციული მოსაზრებიდან გამომდინარე, წინასწარ არის აღებული, მაშინ კბილის ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა შემოწმდება (12) ფორმულით, რომელიც სამართლიანია საერთო შემთხვევისათვის, როგორც სწორი, ისე ირიბკბილებიანი გადაცემებისათვის

$$\sigma_c = \frac{2MK \cos^2 \beta}{\lambda u b m^2 n_1 \pi \gamma}, \quad (12)$$

სადაც λ სატელიტებზე დატვირთვის განაწილების უთანაბრობის კოეფიციენტი და იღება 27-ე ცხრილიდან.

სატელიტებზე დატვირთვის გათანაბრების თვალსაზრისით ერთ-ერთ ცენტრალურ თვალს აყენებენ მცურავი შეერთებით (ხისტი დამავრების გარეშე) — კბილანური ქუროს პრინციპზე).

საპროექტო გაანგარიშების შემთხვევაში მოდების მოდული გამოითვლება ფორმულით

$$m_n = 100 \sqrt{\frac{45,5 N K \cos^2 \beta}{\lambda u \gamma n^H b z [\sigma]_c}}, \quad (13)$$

სადაც b სატელიტების სიგანეა (აიღება კონსტრუქციული მოსაზრებით სატელიტში სრიალის ან გორგის საკისრების მოთავსების გათვალისწინებით).

დახურული პლანეტარული გადაცემის კბილების მუშა ზედაპირების ძვრის კონტაქტური ძაბვები შემოწმდება ფორმულით

$$\tau_{d3} = \frac{100000}{A i^H} \sqrt{\frac{N}{n_2^H} K \frac{(1 \pm i^H)^3}{\lambda u b}}. \quad (14)$$

საპროექტო გაანგარიშების შემთხვევაში ცენტრთაშორისი მანძილის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით

$$A = \frac{100000}{i^H [\tau]_{d3}} \sqrt{\frac{N}{n_2^H} K \frac{(1 \pm i^H)^3}{\lambda u b}}. \quad (15)$$

აქაც b სიდიდე აიღება ზემოაღნიშნული მოსაზრებების მიხედვით.

ცხრილი 27

u	2	3	4	5
λ	0,665	0,755	0,835	0,905

ირიბკბილებიანი თვლების შემთხვევაში (14) და (15) ფორმულებში
რიცხობრივი კოეფიციენტი 100000 შეიცვლება 80000-ით.

მაგალითი. 59-ე ნახ ზე მოცემული კინემატიკური სქემის მიხედვით და-
საგეგმარებელია პლანეტარული რედუქტორი, რომლის გამოსავალ (მიმყოლ)
ლიღზე ნომინალური მომენტი $M_H=1000$ კგსმ; მიმყოლი ლიღვის (მატარის)
ბრუნთა რიცხვი $n_H=300$ ბრ/წთ; რედუქტორის მუშაობის მთლიანი დრო
 $t_{\text{მუშ}}=1000$ საათი. მუშაობის რეჟიმი $\frac{t_{\text{მუშ}}}{t_{\text{ბ}}}=0,5$. რედუქტორი არარევერსიულია
(ერთი მხრივ ბრუნვა); საკისრები გორვის ხახუნია; მოდების შეზეთვა ხდე-
ბა თხევადი ზეთით; კბილანების მოჭრის სიზუსტის ხარისხი მე-9 ან მე-10,
ГОСТ 1643-56-ის მიხედვით და A ტიპის ასინქრონული ელექტროძრავისათ-
ვის $n_{\text{ძრ}}=1500$ ბრ/წთ.

განგარიშება. საწყისი პარამეტრების განსაზღვრა:

1. რედუქტორის გადაცემის ფარდობა

$$i_{\text{რ}} = i_{\text{აH}}^{\text{რ}} = \frac{n_{\text{ძრ}}}{n_H} = \frac{1500}{300} = 5, \checkmark$$

ე. ი. საკმაოა ერთსაფეხურიანი რედუქტორი (ნახ. 59 ა).

2. რედუქტორის მ. ქ. კ. (3) ფორმულის მიხედვით

$$\eta_{\text{აH}}^{\text{რ}} = 1 - [1 - i_{\text{აH}}^{\text{რ}}] \phi^H = 1 - \left[1 - \frac{1}{i_{\text{აH}}^{\text{რ}}} \right] (1 - \eta^H) = 1 - [1 - 0,2](1 - 0,96) = 0,9608.$$

3. ელექტროძრავის სიმძლავრე

$$N = \frac{M_H n_H}{97500 \eta_{\text{აH}}^{\text{რ}}} = \frac{1000 \cdot 300}{97500 \cdot 0,96} = 3,2 \text{ კვტ} = 4,35 \text{ ცხ. ძ.}$$

ავირჩევთ ელექტროძრავს А51-4; $N=4,5$ კვტ; $n=1440$ ბრ/წთ.

კინემატიკური გაანგარიშება

4. დავაზუსტებთ გადაცემის ფარდობას

$$i_{\text{აH}}^{\text{რ}} = \frac{1440}{300} = 4,8.$$

5. განსაზღვრავთ კბილთა რიცხვებს (5) ტოლობის მიხედვით: კბილთა
რიცხვი ცენტრალურ a თვალზე ავიღოთ $z_a=20$, მაშინ კბილთა რიცხვი b
სატელიტზე იქნება

$$z_b = \frac{z_a(i_{\text{აH}}^{\text{რ}} - 2)}{2} = \frac{20(4,8 - 2)}{2} = 28;$$

კბილთა რიცხვი გვირგვინისებრ ცენტრალურ C თვალზე

$$z_c = (i_{\text{აH}}^{\text{რ}} - 1) z_a = (4,8 - 1) 20 = 76.$$

სატელიტების რიცხვი შეიძლება იყოს 2, 3, 4, მე-(5) ფორმულით,

როცა $u=2 \dots k=48$ მთელი რიცხვი,

" $u=3$ $k=32$ " " "

" $u=4$ $k=24$ " " "

სატელიტების დატვირთვის გათანაბრების თვალსაზრისით გვირგვინ-
სებრ C თვალს დაფაყენებთ მცურავი დასმით. გვირგვინისებრი თვალის თვით-
დაცენტრების გაუმჯობესების მიზნით ვითვალისწინებთ სამ სატელიტს ($u=3$).

6. ფარდობითი ბრუნთა რიცხვები:

ცენტრალური a თვალის (10) ფორმულით

$$n_a^H = 1440 - 300 = 1140 \text{ ბრ/წთ};$$

სატელიტის (11) ფორმულით

$$n_b^H = n_a^H \frac{Z_a}{Z_b} = 1140 \frac{20}{28} = 814 \text{ ბრ/წთ}.$$

კონტაქტურ სიმტკიცეზე გაანგარიშება

7. დატვირთვის ციკლების ეკვივალენტური რიცხვები ცენტრალური a
თვლისათვის იქნება

$$a_1 = 60 \cdot u n_a^H t_{\text{ფე}} = 60 \cdot 3 \cdot 1140 \cdot 1000 = 20,5 \cdot 10^7;$$

სატელიტისათვის

$$a_2 = 60 \cdot n_b^H t_{\text{ფე}} = 60 \cdot 814 \cdot 1000 = 4,88 \cdot 10^7.$$

8. შევარჩიოთ მასალა და განვსაზღვროთ დასაშვები კონტაქტური ძა-
ბები:

ცენტრალური a კბილანისათვის ავიღოთ ფოლადი 45; b სატელიტი-
სათვის და გვირგვინისებრი C თვლისათვის შევარჩიოთ ფოლადი 35, რომ-
ლის სისალე $H_B = 140$; დატვირთვის კოეფიციენტი $k_{\text{ფე}} = 1$, რადგანაც
 $a_{\text{ფე}} > 10^7$ (ცხრ. 14). ამრიგად, ფოლად 35-თვის

$$[\tau]_{\text{ფე}} = 0,1 \cdot H_B k_{\text{ფე}} = 0,1 \cdot 140 \cdot 1 = 14 \text{ კგ/მმ}^2.$$

9. ლუნვის დასაშვები ძაბვა

$$[\sigma_0]_{\text{ფ}} = \frac{1,4 \sigma_{-1} k_{\text{ფ}}}{n k_{\text{ფ}}},$$

სადაც σ_{-1} კბილა თვლის მასალის ამტანელობის ზღვარია ლუნვის სიმეტრიუ-
ლი ციკლის დროს და ნახშირბადოვანი ფოლადებისათვის (ფოლადი 35)
 $\sigma_{-1} \approx 0,43 \sigma_{\text{ფე}}$ (ცხრ. 16);

$n=1,4$ —სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი;

$k_{\text{ფ}}=1,5$ —ძაბვების კონცენტრაციის ეფექტური კოეფიციენტი (კბილის
ძირთან) და $k_{\text{ფ}}=1$ დატვირთვის კოეფიციენტი ლუნვის დროს. ამრიგად,

$$[\sigma_0]_{\text{ფ}} = \frac{1,4 \cdot 0,43 \cdot 52 \cdot 1}{1,4 \cdot 1,5} = 14,9 \text{ კგ/მმ}^2.$$

10. მგრესხავი მომენტი წამყვან ლილვზე (ცენტრალურ a თვალზე)

$$M_a = \frac{M_H}{i_{aH}^c i_{aH}^e} = \frac{1000}{4,8 \cdot 0,96} = 239 \text{ კგსმ.}$$

11. რედუქტორის გარე მოდების $a-b$ წყვილის ცენტრთაშორისი მანძილი გამოითვლება (15) ფორმულით

$$A = \frac{100000}{i_{ac}^H [r]_{d3}} \sqrt{\frac{N}{n_b^H} \cdot k \frac{(1+i_{ac}^H)^3}{\lambda u b}}.$$

აქ b აიღება კონსტრუქციული მოსაზრებით. სატელიტში ორი გორვის საკისრის მოსათავსებლად ვიღებთ $b=33$ მმ; დავუშვათ, რომ $k=1,5$ და

$$i_{ac}^H = \frac{n_a^H}{n_c^H} = \frac{z_c}{z_a} = \frac{76}{20} = 3,8;$$

$$A = \frac{100000}{3,8 \cdot 1400} \sqrt{\frac{4,35 \cdot 1,5}{814} \frac{(1+3,8)^3}{0,755 \cdot 3 \cdot 3,3}} = 6,46 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ $A=65$ მმ.

12. მოდების მოდული

$$m = \frac{2A}{z_a + z_b} = \frac{2 \cdot 65}{20 + 28} = 2,7 \text{ მმ.}$$

OCT 1597-ის მიხედვით მივიღოთ, რომ $m=3$ მმ.

13. კბილანა თვლების ძირითადი ზომებია:

ცენტრალური a კბილანისათვის

$$D_a = m z_a = 3 \cdot 20 = 60 \text{ მმ};$$

$$D_{aa} = m(z_a + 2) = 3(20 + 2) = 66 \text{ მმ};$$

$$D_{ia} = m(z_a - 2,5) = 3(20 - 2,5) = 52,5 \text{ მმ.}$$

ცენტრალური გვირგვინისებრი C თვლისათვის

$$D_c = m z_c = 3 \cdot 76 = 228 \text{ მმ};$$

$$D_{ec} = m(z_c - 2) = 3(76 - 2) = 222 \text{ მმ};$$

$$D_{ic} = m(z_c + 2,5) = 3(76 + 2,5) = 235,5 \text{ მმ.}$$

სატელიტისათვის

$$D_b = m z_b = 3 \cdot 28 = 84 \text{ მმ};$$

$$D_{bb} = m(z_b + 2) = 3(28 + 2) = 90 \text{ მმ};$$

$$D_{bb} = m(z_b - 2,5) = 3(28 - 2,5) = 76,5 \text{ მმ.}$$

14. შემოწმებითი გაანგარიშება. ა) თანაღრძობის შემოწმება

$$D_c = D_a + 2D_b$$

$$228 \text{ მმ} = 60 + 2 \cdot 84 = 228 \text{ მმ.}$$

ბ) დატვირთვის K კოეფიციენტის დაზუსტება, სადაც $k_{კონგ}$ — კონცენტრაციის კოეფიციენტი, როცა $\frac{b}{D_a} = 0,55$, აიღება მე-17 ცხრილიდან $k_{კონგ} = 1,0225$; $k_{დინ}$ — დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი გამოვთვალოთ ფორმულით

$$k_{დინ} = 1 + \sqrt{\frac{v}{30}} = 1 + \sqrt{\frac{3,78}{30}} = 1,356,$$

სადაც

$$v = \frac{\pi D_a n_a}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 1440}{60 \cdot 1000} = 3,78 \text{ მ/წმ.}$$

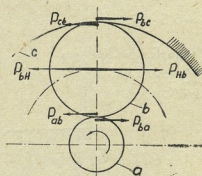
$$K = k_{კონგ} \cdot k_{დინ} = 1,0225 \cdot 1,356 = 1,39 < 1,5.$$

გ) კბილის შემოწმება ლუნვაზე (15) ფორმულის მიხედვით

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{2M_a K}{\lambda u b m^2 \chi_a \pi \gamma} = \frac{2 \cdot 239 \cdot 1,4}{0,755 \cdot 3 \cdot 3,3 \cdot 0,3^2 \cdot 20 \cdot 3,14 \cdot 0,092} = 171,5 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ}} = 1490 \text{ კგ/სმ}^2.$$

დ) შემოწმება კონტაქტურ სიმტკიცეზე (14) ფორმულით

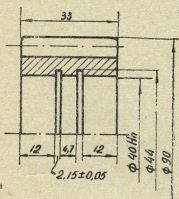
$$\begin{aligned} \tau_{\text{დგ}} &= \frac{100000}{A i^H_{ac}} \sqrt{\frac{N}{n^H_b} K \frac{(1+i^H_{ac})^3}{\lambda u b}} = \\ &= \frac{100000}{6,5 \cdot 3,8} \sqrt{\frac{4,35}{814} 1,4 \frac{(1+3,8)^3}{0,755 \cdot 3 \cdot 3,3}} = \\ &= 1345 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\text{დგ}} = 1400 \text{ კგ/სმ}^2. \end{aligned}$$



ნახ. 62.

15. სატელიტების გორვის საკისრების შერჩევა

ა) სატელიტის ღერძზე მოქმედი ძალა P_{bH} (ნახ. 62), თუ წრიული ძალა



ნახ. 63.

$$\begin{aligned} P_{ba} &= -P_{ab} = -P_{cb} = P_{bc} = \frac{2M_a}{\lambda u D_a} = \\ &= \frac{2 \cdot 2390}{0,755 \cdot 3 \cdot 60} = 35,2 \text{ კგ.} \end{aligned}$$

შესაბამისად, იქნება

$$P_{bH} = -P_{Hb} = P_{ab} + P_{cb} = 2P_{ba} = 2 \cdot 35,2 = 70,4 \text{ კგ.}$$

ბ) საკისრების შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$\begin{aligned} C &= P_{bH} k_k k_c (n_b^H H)^{0,3} = \\ &= 70,4 \cdot 1,45 \cdot 1,2 (814 \cdot 1000)^{0,3} = 7350. \end{aligned}$$

ასეთი შრომისუნარიანობის კოეფიციენტს შეესაბამება რადიალური ბურთული ერთრიგის საკისრები, დაწყებული № 202-დან. კონსტრუქციული მოსაზრე-

ბით (სატელიტების მეტი მდგრადობისათვის) თვითელ სატელიტში ჩავსვით ორი № 203 საკისარი. სატელიტში საკისრების ფიქსირებას ვაწარმოებთ ორი ზამბარული რგოლით (ნახ. 63).

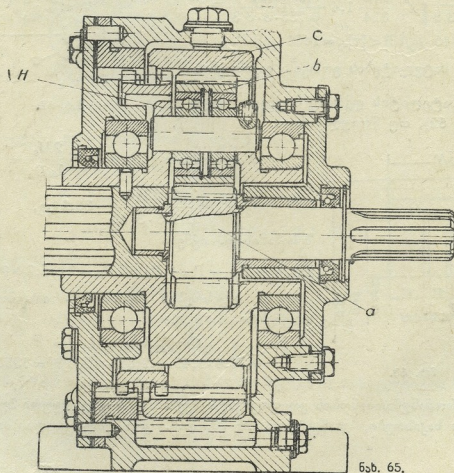
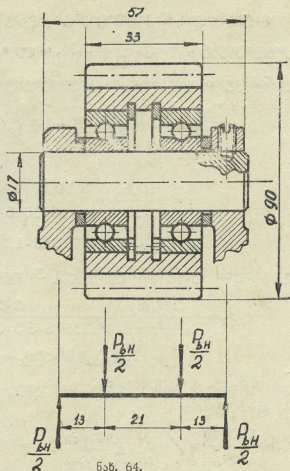
16. სატელიტის ღერძის შემოწმება ლუნვაზე (ნახ. 64)

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{M_{\text{ლ}}}{W} = \frac{45,8}{0,1 \cdot 1,7^3} = 91,6 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ}},$$

სადაც

$$M_{\text{ლ}} = \frac{P_{\text{ბH}}}{2} \cdot 13 = 6,5 \text{ } P_{\text{ბH}} = 6,5 \cdot 70,4 = 45,8 \text{ კგ.}$$

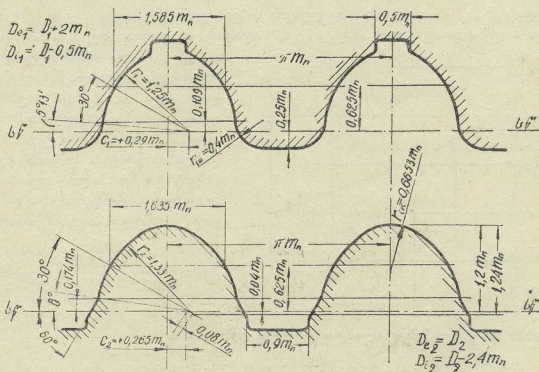
გაანგარიშებული რეღუქტორის ნახაზი მოცემულია 65-ე ნახ-ზე.



კბილანური გადაცემა ნოვიკოვის მოდებით¹

პირითადი საანგარიშო ზოგადუბი და მონაცემები

არავოლენტურ მოდებთა შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია მ. ნოვიკოვის მოდება, რომელიც მან წლების განმავლობაში დაამუშავა და საბოლოო სახით გამოაქვეყნა 1954 წელს. მრავალი ცდის საშუალებით დამტკიცებულ იქნა, რომ ევოლენტურ მოდებთან შედარებით კბილანურ გადაცემას ნოვიკოვის მოდებით გააჩნია მრავალი უპირატესობა: მაღალი დატვირთვის უნარიანობა, მაღალი მ. ქ. კ., ნაკლები მგრძნობიერება ლილვებისა და კბილების დეფორმაციების მიმართ, კბილანზე მცირე დასაშვები კბილთა რიცხვი ($\gamma_{\text{ზან}}=1$) და სხვა. ამით აიხსნება ის, რომ ამ უკანასკნელი 5 წლის განმავლობაში ნოვიკოვის მოდებით კბილანური გადაცემა სულ მზარდი ტემპით ინერგება სამაშულო მანქანათმშენებლობაში.



ნახ. 66.

ნოვიკოვის მოდებაში, ჩვეულებრივ, უპირატესად იხმარება წრიული პროფილის კბილები: კბილანა ამოზნეკილი და კბილა თვალი კი ჩაზნეკილი პროფილებით (ნახ. 66). ამგვარი პროფილებით შეუღლებული კბილები უზრუნველყოფენ დიდი სიმართლის რადიუსს, რაც, თავის მხრივ, ამოღებს კბილების კონტაქტურ ამტანიანობას. ამიტომ ნოვიკოვის მოდებიან კბილანური გადაცემების გაანგარიშებებში ხშირად გადამწყვეტ როლს თამაშობს ამოზნეკილი კბილის ლუნვის ძაბვები.

ნოვიკოვის სისტემის მოდების გამოსავალი კონტური და გაანგარიშების მეთოდოლოგია ჯერ სტანდარტით კიდევ არ დაკანონებულია. ამიტომ დროებით

¹ ეს ნაწილი დაწერილია დოკ. კ. ა. იმედაშვილის მიერ.

გამოსავალ კონტურად გამოვიყენოთ ერთ-ერთი ვარიანტი (ნახ. 66)¹.

ქვემოთ მოყვანილი მაგალითი გაანგარიშებულია დროებითი მეთოდიკით, რომელიც შექმნილია ამ დარგში არსებული მასალების გადაშეწვევის შედეგად.

მაგალითი. დასაგეგმარებელია ნოვიკოვის მოდების კბილანური წყვილი,

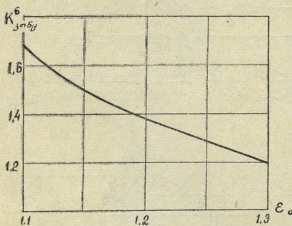
როცა გადასაცემია სიმძლავრე $N=20$ ცხ. ძ., გადაცემის ფარდობა $i = \frac{n_1}{n_2} = 3$, ამძრავი კბილანის ბრუნთა რიცხვი $n_1=1000$ ბრ/წთ.

გაანგარიშება. შევარჩევთ ცხრილებიდან მასალას: კბილანისათვის ფოლადი 55, ნორმალიზებული; კბილა თვლისათვის ფოლადი 45.

მოდების ნორმალური მოდული გამოითვლება კბილანის ამოხეჩილი კბილის ღუნვის სიმტკიცის პირობიდან ფორმულით

$$m_n = 10 \sqrt[3]{\frac{455 N k_{\text{კონკ}}^6 k_{\text{ლ}} \sin \beta_{\text{ბ}}}{z_1 n_1 \varepsilon_{\alpha} y_n \cos \alpha_{\text{ლ}} [\sigma_{-1}]_{\text{ლ}}}},$$

სადაც $k_{\text{კონკ}}^6$ კბილის ნაპირში ღუნვის ძაბვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი და აიღება გრაფიკიდან (ნახ. 67) ε_{α} სილიდის მიხედვით. თუ $\varepsilon_{\alpha}=1,2$, მაშინ



ნახ. 67.

$k_{\text{კონკ}}^6=1,38$; $k_{\text{ლ}}$ —დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტად მივიღოთ $k_{\text{ლ}}=1,3$; $\beta_{\text{ბ}}=20^\circ$ კბილის დახრის კუთხეა; მივიღოთ, რომ $z_1=10$, მაშინ $z_2=z_1 i=30$. y_n —კბილანის კბილის ფორმის კოეფიციენტი ნორმალურ კვეთში გამოითვლება (მოცემული გამოსავალი კონტურისათვის) ფორმულით

$$y_n = \frac{0,825}{\sin(52^\circ + \varphi_1) - \sin(8^\circ - \varphi_1)},$$

სადაც φ_1 კუთხეა ცენტრების

ხაზსა და კბილანის კბილის სიმეტრიის ღერძებს შორის და

$$\varphi_1 = 33,2 \frac{\cos^3 \beta_{\text{ბ}}}{z_1} = 33,2 \frac{\cos^3 20^\circ}{10} = 2,75^\circ \approx 3^\circ.$$

შესაბამისად

$$y_n = \frac{0,825}{\sin 55^\circ - \sin 11^\circ} = 1,3;$$

$\alpha_{\text{ლ}}$ დაწნევის კუთხეა და $\alpha_{\text{ლ}}=30^\circ$;

$$[\sigma_{-1}]_{\text{ლ}} = \frac{\sigma_{-1} k_{\text{ლ}}}{[n] k_{\sigma}} = \frac{28 \cdot 1}{1,6 \cdot 2,6} = 6,72,$$

სადაც $\sigma_{-1} \approx 0,43 \sigma_{\text{ლ}} = 0,43 \cdot 65 = 28$ კგ/მმ²;

¹ პროფ. ვ. ნ. კუდრიავეცევის მიერ შემუშავებული სხვა პროფილის გაანგარიშების მეთოდიკა იხ. სახელმძღვანელოში: Решетов Д. Н., Детали машин, Машгиз, 1961.

თანახმად ჩატარებული ცდებისა, ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი კბილის ძირთან უდრის $k_{\sigma}=2,6$ და სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი $[n] \geq 1,6$. როცა მასალის $H_B < 350$, მაშინ ლუნვის შემთხვევაში დატვირთვის რეჟიმის კოეფიციენტი $k_L=1$.

ჩასმით მივიღებთ

$$m_n = 10 \sqrt{\frac{455 \cdot 20 \cdot 1,38 \cdot 1,3 \cdot 0,342}{10 \cdot 1000 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 0,866 \cdot 6,72}} \approx 3,95 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ, რომ $m_n = 4$ მმ.

ტორსული მოდული იქნება

$$m_s = \frac{m_n}{\cos \beta_3} = \frac{4}{0,9397} = 4,257 \text{ მმ.}$$

საწყისი წრეხაზის დიამეტრები (ნახ. 68):

$$D_1 = m_s \chi_1 = 42,57 \text{ მმ;}$$

$$D_2 = m_s \chi_2 = 127,71 \text{ მმ.}$$

ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = \frac{D_1 + D_2}{2} = 85,14 \text{ მმ.}$$

შვერების წრეხაზის დიამეტრები:

$$D_{e1} = D_1 + 2m_n = 50,57 \text{ მმ;}$$

$$D_{e2} = D_2 = 127,71 \text{ მმ.}$$

ღრმულების წრეხაზის დიამეტრები:

$$D_{i1} = D_1 - 0,5m_n = 40,57 \text{ მმ;}$$

$$D_{i2} = D_2 - 2,4m_n = 118,11 \text{ მმ.}$$

კბილის პროფილის რკალის რადიუსები (ნახ. 66):

$$r_1 = 1,25m_n = 5 \text{ მმ;}$$

$$r_2 = 1,33m_n = 5,32 \text{ მმ.}$$

მოდების ხაზის გადაწევა მოდების პოლუსიდან

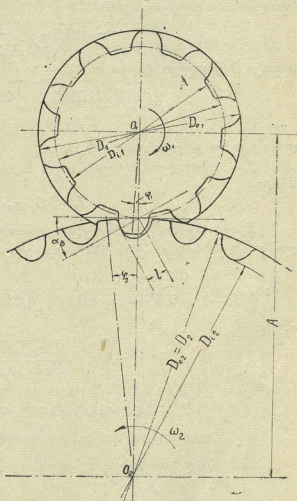
$$e = r_1 = 5 \text{ მმ.}$$

გადაწევის ფარდობითი სიდიდე

$$\bar{e} = \frac{e}{r_{\beta}} = \frac{r_1}{r_{\beta}} = 2,5 \frac{\cos \beta_3}{\chi_1} = 0,235.$$

კბილანების სიგანე

$$B = \frac{\pi m_n \varepsilon_a}{\sin \beta_3} = t_a \varepsilon_a \approx 44 \text{ მმ.}$$



ნახ. 68.

შემოწმება კონტაქტურ სიმტკიცეზე. შემოწმებას ვაწარმოებთ მიახლოებით ჰერცის ფორმულით. ნოვიკოვის მოდების შემთხვევაში ადგილი აქვს კბილების სიგრძის გასწვრივ გადაგორებას და შეხებას (კონტაქტს) ადგილი აქვს კბილის სიმაღლის გასწვრივ (მუშა რკალით), ამიტომ კონტაქტური ძაბვების მნიშვნელობაზე გავლენას არ ახდენს კბილის სიგრძე (ანუ კბილანის სიგრძე B) და კბილის სიგრძის გასწვრივ ძაბვების კონცენტრაცია.

ამრიგად, ჰერცის ფორმულა აქ ლებულობს შემდეგ გამოსახულებას (ფოლადის თვლებისათვის)

$$\tau = 213 \sqrt{\frac{P k_e}{LR_p}} \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც P წრიული ძალაა და

$$P = \frac{2 \cdot 716200 N}{D_1 n_1} = \frac{2 \cdot 716200 \cdot 20}{42,57 \cdot 1000} = 672 \text{ კგ}.$$

დინამიკური კოეფიციენტი $k_e = 1,3$;

L — პროფილის რკალის მუშა სიგრძე, მოცემული გამოსავალი კონტურისათვის

$$L = 0,96 m_n = 3,84 \text{ მმ}.$$

R_p — საანგარიშო სიმრუდის რადიუსი, რომელიც მოცემულია გამოსავალი კონტურისათვის, და გამოითვლება ფორმულით

$$R_p = \frac{0,866 \cdot r_{\text{კა}}}{[e(i-1) + 0,5(i+1)] \sin^2 \beta_0} = \frac{0,866 \cdot 21,285 \cdot 3}{[0,235(3-1) + 0,5(3+1)] 0,342^2} = 191 \text{ მმ}.$$

ამრიგად,

$$\tau = 213 \sqrt{\frac{672 \cdot 1,3}{0,384 \cdot 19,1}} = 232 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\text{კა}}.$$

კონუსური კბილანებით გადაცემა

უშთავრისი საანგარიშო ფორმულები და მონაცემები

69-ე, 70-ე ნახაზების შესაბამისად გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1};$$

კონუსების ნახევარკუთხედები

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\sin \delta}{i + \cos \delta}; \quad \operatorname{tg} \delta_2 = \frac{i \sin \delta}{1 + i \cos \delta}.$$

როცა ღერძთაშორისი კუთხე $\delta = 90^\circ$ (ნახ. 70),

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{i}; \quad \operatorname{tg} \delta_2 = i.$$

კონუსური კბილანების კბილების პროფილი გამოიხატება დამატებითი კონუსების განფენაზე (ნახ. 70); დაყვანილი კბილთა რიცხვებია

$$z_{1\text{დ}} = \frac{z_1}{\cos \delta_1}; \quad z_{2\text{დ}} = \frac{z_2}{\cos \delta_2}.$$

დაყვანილი კბილთა რიცხვების მიხედვით ცხრილებიდან შეირჩევა კბილის ფორმის კოეფიციენტები.

კონუსური კბილანების კბილების ღუნვაზე გაანგარიშების დროს გამოითვლება საშუალო მოდული იმავე ფორმულებით, რომლებიც ცილინდრულ კბილანებში იყო, მაგალითად, ფორმულებით

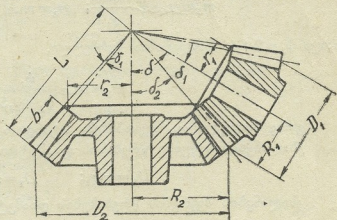
$$m_{\text{საშ}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{\text{გრ}}}{y[\sigma] \phi_{\text{საშ}} z}} \text{ მმ};$$

$$m_{\text{საშ}} = 10 \sqrt[3]{\frac{455 N}{y[\sigma] \phi_{\text{საშ}} z n}},$$

სადაც $\phi_{\text{საშ}} = \frac{b}{m_{\text{საშ}}}$; ჩვეუ-

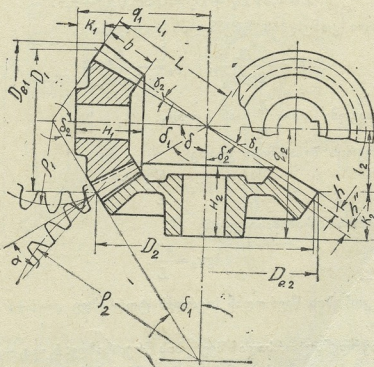
ლებრივად აირჩევენ $\phi = \frac{b}{m_3} = 6 \div 12$; უფრო ხში-

რად $\phi = 6 \div 8$, მაშინ



ნახ. 69.

$$\phi_{\text{საშ}} = \frac{\phi}{1 - \phi \frac{\sin \delta_1}{z_1}} = \frac{\phi}{1 - \phi \frac{\sin \delta_2}{z_2}},$$



ნახ. 70.

ხოლო, თუ კონუსური L მანძილის ფარდობა კბილის b სიგრძესთან $\phi_3 = \frac{L}{b} = 2 \div 4$, როცა კუთხე $\delta = 90^\circ$, მაშინ

$$\phi_{\text{საშ}} = \frac{\sqrt{z_1^2 + z_2^2}}{2(\phi_3 - 0,5)}.$$

მოდულის ფორმულაში შემავალი დანარჩენი სიდიდეების მნიშვნელობა იგივეა, რაც ცილინდრულ კბილანებში.

გარე მოდული

$$m_g = m_{საგ} + \frac{b \sin \delta_1}{z_1}; \quad m_g = m_{საგ} \left(1 + \frac{\phi_{საგ} \sin \delta_1}{z_1} \right);$$

როცა $\phi_g = 2 \div 4$ წინდაწინაა შერჩეული,

$$m_g = m_{საგ} \frac{\phi_g}{\phi_g - 0,5}.$$

გარე მოდული m_g შეესაბამება სტანდარტს OCT 1597.

კბილანების საწყისი წრეხაზის დიამეტრი

$$D_1 = m_g z_1; \quad D_2 = m_g z_2.$$

კბილანების შვერების წრეხაზების დიამეტრებია (ნახ. 70):

$$D_{a1} = D_1 + 2h' \cos \delta_1; \quad D_{a2} = D_2 + 2h' \cos \delta_2.$$

საწყისი კონუსების შემქმნელის სიგრძე—დისტანცია, ანუ კონუსური მანძილი

$$L = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1} = \frac{D_2}{2 \sin \delta_2}; \quad \text{როცა } \delta = 90^\circ, \text{ მაშინ}$$

$$L = 0,5 \sqrt{D_1^2 + D_2^2} = 0,5 m_g \sqrt{z_1^2 + z_2^2}.$$

დამატებითი კონუსების შემქმნელის სიგრძეები

$$\rho_1 = \frac{D_1}{2 \cos \delta_1}; \quad \rho_2 = \frac{D_2}{2 \cos \delta_2}.$$

კბილის სიგრძე $b = \frac{L}{\phi_g}$ ან $b = \phi m_g$.

კბილის შვერის შესაბამისი კუთხე

$$\text{tg} \gamma_1 = \frac{h'}{L};$$

კბილის ძირის შესაბამისი კუთხე

$$\text{tg} \gamma_2 = \frac{h''}{L}.$$

მანძილი კონუსის წვეროდან საყრდენ ტორსამდე $q = k + l$ აიღება კონსტრუქციულად.

მანძილი საყრდენი ტორსიდან შვერების წრეხაზამდე: $k_1 = q_1 - l_1$; $k_2 = q_2 - l_2$.

მანძილი კონუსების წვერიდან შვერების წრეხაზამდე

$$l_1 = m_g \left(\frac{z_2}{2} - \cos \delta_2 \right),$$

$$l_2 = m_g \left(\frac{z_1}{2} - \cos \delta_1 \right).$$

სიმაღლე

$$H_1 = k_1 + \frac{b \cos(\delta_1 + \gamma_1)}{\cos \gamma_1},$$

$$H_2 = k_2 + \frac{b \cos(\delta_2 + \gamma_1)}{\cos \gamma_1}.$$

ღერძის მიმართულებით მოქმედი ღერძული ძალები ტოლია:

წამყვანი კბილანისათვის $A = P \operatorname{tg} \alpha \sin \delta_1$;

მიმყოლი კბილანისათვის $A = P \operatorname{tg} \alpha \cos \delta_1 = P \operatorname{tg} \alpha \sin \delta_2$.

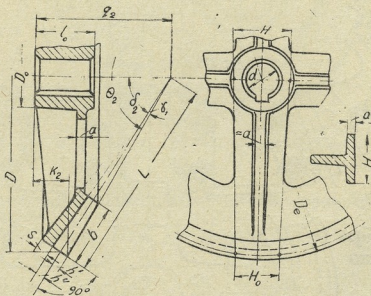
რადიალური მიმართულების ძალები:

წამყვან ლილვზე $T_1 = P \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cos^2 \delta_1}$;

მიმყოლ ლილვზე $T_2 = P \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \sin^2 \delta_1}$;

წრიული ძალა $P = \frac{2M_{136}}{D_1} = \frac{2M_{236}}{D_2}$.

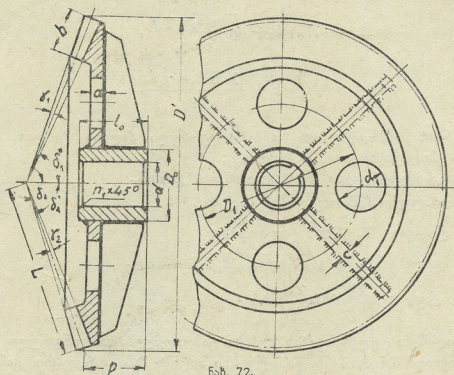
კბილანების ელემენტების ზომები გამოითვლება ცილინდრული კბილანების მსგავსად. მანებიან კბილა თვლებში აიღება მანის ტესებრი განივი კვეთი (ნახ. 71).



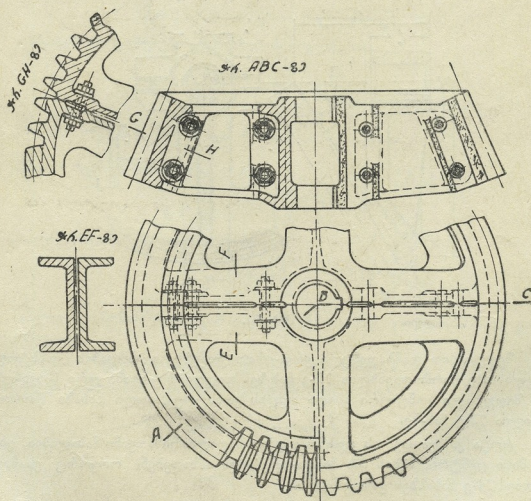
ნახ. 71.

შედულებით დამზადებული ერთ-ერთი კონსუსური კბილანის კონსტრუქციული სახე წარმოდგენილია 72-ე ნახ-ზე. დიდდამეტრიანი ორი ნახევრისაგან შედგენილი კონსუსური კბილა თვლის კონსტრუქციული ნახაზი წარმოდგენილია 73-ე ნახ-ზე.

როცა კბილა თვლის ფერსო უფრო მაღალხარისხოვანი მასალისაა, ვიდრე მისი ცენტრი, მაშინ მას ბანდაჟირებულს ამზადებენ, როგორც ეს მაგალითად 74-ე ნახაზზეა გამოსახული.



65б. 72.



65б. 73.

ამ ფორმულებში E კბილა თვლის მასალის დრეკადობის მოდულია და $M_{გრ}$ —კბილა თვლის ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი.

შეიძლება აგრეთვე სწორ და არასწორკბილეზიან ნორმალურ მოდების კბილანების გასაანგარიშებლად გამოვიყენოთ ფორმულები:

$$\sigma_j = \frac{290000}{(L-0,5b)i} \sqrt{\frac{(i^2+1)^{3/2}}{b \cdot 0,85b} \frac{NK}{n_{კ.ბ.}}} \leq [\sigma]_კ კგ/სმ^2;$$

$$L = \psi_j \sqrt{i^2+1} \sqrt[3]{\left[\frac{290000}{(\psi_j-0,5)i[\sigma]_კ} \right]^3 \frac{NK}{0,85b n_{კ.ბ.}}} \text{ სმ,}$$

სადაც ექსპერიმენტული კოეფიციენტი $\psi=1$ სწორკბილეზიანი კბილანებისათვის და $\psi=0,114\sqrt{200+\beta}$ წრიულკბილეზიანი კბილანებისათვის, β -თი საშუალო დახრის კუთხით.

კბილის ლუნვაზე შემოწმება შეიძლება ფორმულით

$$\sigma_l = \frac{LVi^2+1 M_{გრ} k_{კონტ.კლინ}}{bmi(L-0,5b)^2 \cos \alpha} \leq [\sigma]_ლ კგ/სმ^2.$$

კონუსურ-ცილინდრული რედუქტორებისათვის საორიენტაციო კონუსური ცენტრთა-შორისი მანძილი შეიძლება ავიღოთ 28-ე ცხრილიდან.

ცხრილი 28

კონუსური და ცენტრთაშორისი მანძილები კონუსურ-ცილინდრული
ორსაფეხურიანი რედუქტორებისათვის

L	60	90	120	150	180	210	240	270	300	360	420	480	540	600
A	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000

მაგალითები

მაგალითი 1. საჭიროა დაგეგმარდეს კონუსური კბილანებით ღია გადაცემა $N=20$ ცხ. d. სიმძლავრისა და $i=2,5$ გადაცემის რიცხვით, თუ წამყვან კბილანას აქვს $n_1=180$ ბრ/წთ; გადაცემა სწორკუთხა და კბილანების მასალა—თუჯი.

გაანგარიშება. მივიღოთ, რომ წამყვანი კბილანის კბილთა რიცხვი $z_1=30$, მაშინ კბილა თვლის კბილთა რიცხვი

$$z_2 = iz_1 = 2,5 \cdot 30 = 75.$$

კონუსების ნახევარკუთხეები ტოლია

$$\delta_1 = \frac{1}{i} = \frac{1}{2,5} = 0,4; \quad \delta_2 = 21^\circ 48';$$

$$\delta_2 = i = 2,5; \quad \delta_2 = 68^\circ 12'.$$

მასალად მივიღოთ თუჯი რ. თ. 12-28, რომელსაც მე-9 ცხრილის მიხედვით აქვს $[\sigma_0]_ლ = 5$ კგ/სმ².

ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტად კბილის ძირში მივიღოთ $k_\sigma=1,5$, მაშინ ლუნვაზე დასაშვები ძაბვების სიდიდე

$$[\sigma]_ლ = \frac{[\sigma_0]_ლ}{k_\sigma} = \frac{5}{1,5} \approx 3,3 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მივიღოთ აგრეთვე, რომ $\phi = 9$, მაშინ

$$\phi_{\text{საშ}} = \frac{\phi}{1 - \phi \frac{\sin \delta_1}{\chi_1}} = \frac{9}{1 - 9 \frac{\sin 21^\circ 48'}{30}} \approx 10,1;$$

$$\chi_{1\phi} = \frac{\chi_1}{\cos \delta_1} = \frac{30}{\cos 21^\circ 48'} \approx 32,1.$$

შესაბამისი კბილის ფორმის კოეფიციენტი მე-10 ცხრილიდან არის $\nu_1 = 0,123$.

მგრეხავი მომენტი წამყვან ლილეზე

$$M_1 = 71620 \frac{N}{n_1} = 71620 \frac{20}{180} \approx 7960 \text{ კგსმ.}$$

საშუალო მოდულის სიდიდე

$$m_{\text{საშ}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{\delta 1}}{\gamma [\sigma]_{\phi_{\text{საშ}} \chi_1}}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 79600}{0,123 \cdot 3,3 \cdot 10,1 \cdot 30}} \approx 7,5 \text{ მმ.}$$

გარე მოდული

$$m_{\phi} = m_{\text{საშ}} \left(1 + \frac{\phi_{\text{საშ}} \sin \delta_1}{\chi_1} \right) = 7,5 \left(1 + \frac{10,1 \cdot \sin 21^\circ 48'}{30} \right) \approx 8,5 \text{ მმ.}$$

OCT 1597-ის მიხედვით მივიღოთ, რომ $m_{\phi} = 9$ მმ.

კბილის სიგრძე

$$b = \phi m_{\phi} = 9 \cdot 9 = 81 \text{ მმ; მივიღოთ } b = 9 \text{ სმ.}$$

საწყისი დიამეტრები

$$D_1 = m_{\phi} \chi_1 = 9 \cdot 30 = 270 \text{ მმ; } D_2 = m_{\phi} \chi_2 = 9 \cdot 75 = 675 \text{ მმ.}$$

კონუსური მანძილი

$$L = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1} = \frac{270}{2 \cdot \sin 21^\circ 48'} = 363 \text{ მმ.}$$

შემოწმებითი გაანგარიშებისათვის განესაზღვრავეთ საშუალო დიამეტრს

$$D_{1\text{საშ}} = D_1 - b \sin \delta_1 = 270 - 90 \cdot \sin 21^\circ 48' \approx 236,5 \text{ მმ.}$$

წრიული ძალა

$$P = \frac{2 M_1}{D_{1\text{საშ}}} = \frac{2 \cdot 7960}{23,65} \approx 672 \text{ კგ.}$$

საშუალო მოდული

$$m_{\text{საშ}} = m_{\phi} - \frac{b \sin \delta_1}{\chi_1} = 9 - \frac{90 \cdot \sin 21^\circ 48'}{30} \approx 7,885 \text{ მმ,}$$

წრიული სიჩქარე

$$\nu = \frac{\pi D_{1\text{საშ}} n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 236,5 \cdot 180}{60 \cdot 1000} \approx 2,24 \text{ მ/წმ.}$$

მე-8 ხარისხის სიზუსტის კბილანებისათვის მე-18 ცხრილის მიხედვით მივიღებთ, რომ

$$k_{\phi} = 1,35.$$

თუ დავუშვებთ, რომ გადატვირთვის კოეფიციენტი $k_s = 1,1$, მაშინ ლუნვისა-
გან გამოწვეული ძაბვა კბილში

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{P k_s k_{\text{ლ}}}{y b m_{\text{საგ}} \pi \cos \alpha} = \frac{672 \cdot 1,1 \cdot 1,35}{0,123 \cdot 9 \cdot 0,7885 \cdot 3,14 \cdot \cos 20^\circ} \approx 385 \text{ კგ/სმ}^2,$$

რაც მისაღებია.

კბილის პროფილის გამოხაზვისათვის განვსაზღვროთ დამატებითი კონუ-
სების რადიუსები

$$\rho_1 = \frac{D_1}{2 \cos \delta_1} = \frac{270}{2 \cdot \cos 21^\circ 48'} \approx 145,5 \text{ მმ},$$

$$\rho_2 = \frac{D_2}{2 \cos \delta_2} = \frac{675}{2 \cdot \cos 68^\circ 12'} \approx 908 \text{ მმ}.$$

კბილის შვერის და ძირის სიმაღლეები

$$h' = m_s = 9 \text{ მმ}; \quad h'' = 1,2 m_s = 1,2 \cdot 9 = 10,8 \text{ მმ}.$$

კბილანების გარეთა დიამეტრები

$$D_{e1} = D_1 + 2h' \cos \delta_1 = 270 + 2 \cdot 9 \cdot \cos 21^\circ 48' \approx 286,5 \text{ მმ};$$

$$D_{e2} = D_2 + 2h' \cos \delta_2 = 675 + 2 \cdot 9 \cdot \cos 68^\circ 12' \approx 691,5 \text{ მმ}.$$

კბილის შვერებისა და ძირების შესაბამისი კუთხეები

$$\text{tg} \gamma_1 = \frac{h'}{L} = \frac{9}{363} = 0,0248; \quad \gamma_1 = 1^\circ 25';$$

$$\text{tg} \gamma_2 = \frac{h''}{L} = \frac{10,8}{363} = 0,0395; \quad \gamma_2 = 2^\circ 15' 40''.$$

კბილანის ელემენტების ზომები იქნება (ნახ. 75): $D_1 = 270$ მმ. ფერსოს
სისქე

$$S = 1,6 m_s = 1,6 \cdot 9 \approx 15 \text{ მმ}.$$

რადგანაც კბილანის დიამეტრი $D_1 = 270$ მმ მცირეა, ამიტომ მას ვამ-
ზადებთ უმანოდ, 75-ე ნახ-ზე გამოსახული კონსტრუქციით. მისი ლილვის
დიამეტრი

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_1}{0,2[\tau]_{\text{საგ}}}} = \sqrt[3]{\frac{7960}{0,2 \cdot 200}} \approx 5,8 \text{ სმ. მივიღოთ, რომ } d_1 = 6 \text{ სმ}.$$

მორგვის დიამეტრი

$$D_0 = 2d_1 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ მმ}.$$

მორგვის სიგრძედ მივიღოთ $l_0 = 1,7 d_1 = 1,7 \cdot 6 \approx 100$ მმ. სოგმანი შეირჩევა და
შემოწმდება ჩვეულებრივი წესით.

კბილა თვლის ელემენტების ზომები იქნება (ნახ. 75): $D_2 = 675$ მმ; მა-
ნების რიცხვი

$$A_s = 0,5 \sqrt{D_2} = 0,5 \sqrt{675} \approx 4,1.$$

მივიღოთ, რომ $A_s = 6$.

მაბალითი 2. საჭიროა დაგეგმარდეს კონუსური კბილანებით გადაცემა, თუ $z_1=60$, $z_2=12$. გარე მოდული $m_3=10$ მმ და ლერძთაშორისი კუთხე $\delta=90^\circ$. გაანგარიშება. გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}.$$

საწყისი დიამეტრები:

$$D_1 = m_3 z_1 = 10 \cdot 60 = 600 \text{ მმ}; \quad D_2 = m_3 z_2 = 10 \cdot 12 = 120 \text{ მმ}.$$

კონუსების ნახევარკუთხეები:

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{i} = 5; \quad \delta_1 = 78^\circ 41,5'; \quad \delta_2 = \delta - \delta_1 = 11^\circ 18,5'.$$

დამატებითი კონუსების რადიუსები:

$$\rho_1 = \frac{D_1}{2 \cos \delta_1} = \frac{600}{2 \cdot \cos 78^\circ 41,5'} = 1599,7 \text{ მმ};$$

$$\rho_2 = \frac{D_2}{2 \cos \delta_2} = \frac{120}{2 \cdot \cos 11^\circ 18,5'} = 61,2 \text{ მმ}.$$

დაყვანილი კბილთა რიცხვები:

$$z_{1\pi} = \frac{2\rho_1}{m_3} = \frac{2 \cdot 1599,7}{10} \approx 306; \quad z_{2\pi} = \frac{2\rho_2}{m_3} = \frac{2 \cdot 61,2}{10} = 12,2.$$

რადგანაც $z_1 + z_2 = 12 + 60 = 72$ და პირობა $z_1 + z_2 > 2z_{\text{მინ}} = 2 \cdot 17$, ამიტომ შეგვიძლია ჩავატაროთ სიმაღლითი კორექცია.

პროფილის მიხრის სიდიდეს განვსაზღვრავთ ტოლობიდან

$$\xi m = \frac{17 - \gamma}{17} m = \frac{17 - 12,2}{17} 10 = 2,82 \text{ მმ},$$

შესაბამისად კბილთა თვლისათვის

$$\text{კბილის შევრის სიმაღლე } h_1' = m_3 - \xi m_3 = 10 - 2,82 = 7,18 \text{ მმ};$$

$$\text{" ძირის " } h_1'' = 1,2 m_3 + \xi m_3 = 1,2 \cdot 10 + 2,82 = 14,82 \text{ მმ}.$$

კბილანისათვის

$$\text{კბილის შევრის სიმაღლე } h_2' = m_3 + \xi m_3 = 10 + 2,82 = 12,82 \text{ მმ};$$

$$\text{" ძირის " } h_2'' = 1,2 m_3 + \xi m_3 = 1,2 \cdot 10 - 2,82 = 9,18 \text{ მმ}.$$

$$\text{კბილის სიმაღლე } h_1' + h_1'' = 7,18 + 14,82 = 22 \text{ მმ}.$$

კბილის შევრების შესაბამისი კუთხეები:

$$\operatorname{tg} \gamma_{1\text{კბ.თ}} = \frac{h_1'}{L} = \frac{7,18}{306} = 0,0233; \quad \gamma_{1\text{კბ.თ}} = 1^\circ 21', \text{ საღაც}$$

$$L = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1} = \frac{600}{2 \cdot \sin 78^\circ 41,5'} \approx 306 \text{ მმ}; \quad \operatorname{tg} \gamma_{1\text{კბ}} = \frac{h_2'}{L} = \frac{12,82}{306}; \quad \gamma_{1\text{კბ}} = 2^\circ 24'.$$

გარეთა დიამეტრები

$$D_{e1} = D_1 + 2h_1' \cos \delta_1 = 600 + 2 \cdot 7,18 \cdot \cos 78^\circ 41,5' = 602,81 \text{ მმ};$$

$$D_{e2} = D_2 + 2h_2' \cos \delta_2 = 120 + 2 \cdot 12,82 \cdot \cos 11^\circ 18,5' = 145,1 \text{ მმ}.$$

კბილანების ელემენტების ზომები ინგარიშება წინა მაგალითის მსგავსად.

მაგალითი 3. გაიანგარიშეთ წვეილი კონუსური კბილანებით გადაცემა, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=40$ ცხ. ძ; გადაცემის რიცხვი $i=3$; წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_1=300$ ბრ/წთ და ღერძთაშორისი კუთხე $\delta=70^\circ$ (ნახ. 69).

გაანგარიშება. კონუსების ნახევარკუთხეები ტოლია:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \delta_1 &= \frac{\sin \delta}{i + \cos \delta} = \frac{\sin 70^\circ}{3 + \cos 70^\circ} \approx 0,278; \quad \delta_1 = 15^\circ 43'; \\ \operatorname{tg} \delta_2 &= \frac{i \sin \delta}{1 + i \cos \delta} = \frac{3 \cdot \sin 70^\circ}{1 + 3 \cdot \cos 70^\circ} \approx 1,391; \quad \delta_2 = 54^\circ 17'. \end{aligned}$$

შემოწმება გვაძლევს

$$\delta_1 + \delta_2 = 15^\circ 43' + 54^\circ 17' = 70^\circ = \delta.$$

მივიღოთ, რომ კბილთა რიცხვები $z_1=17$; $z_2=i z_1=3 \cdot 17=51$.

მასალად მივიღოთ რ. თ. 15-32, რომლისთვისაც, მე-9 ცხრილის მიხედვით, $[\sigma]_{\text{ფ}}=6$ კგ/მმ²; დავუშვათ, რომ ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი $k_\sigma=2$, მაშინ

$$[\sigma]_{\text{ფ}}^* = \frac{[\sigma]_{\text{ფ}}}{k_\sigma} = \frac{6}{2} = 3 \text{ კგ/მმ}^2.$$

დაყვანილი კბილთა რიცხვი

$$z_{1\text{ფ}} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{17}{\cos 15^\circ 43'} \approx 17,6;$$

შესაბამისად, მე-10 ცხრილიდან, $y_1=0,102$.

მივიღოთ აგრეთვე: $k_\delta=1,1$; $k_\epsilon=1,3$; $\psi = \frac{b}{m_\delta} = 8$;

$$\psi_{\text{სავ}} = \frac{\psi}{1 - \psi \frac{\sin \delta_1}{z_1}} = \frac{8}{1 - 8 \frac{\sin 15^\circ 43'}{17}} \approx 9,15.$$

მიღებული მნიშვნელობების მიხედვით გამოვთვლით საშუალო მოდულს

$$m_{\text{სავ}} = 10 \sqrt[3]{\frac{455 N k_\delta k_\epsilon}{y_1 [\sigma]_{\text{ფ}}^* \psi_{\text{სავ}} z_1 n_1}} = 10 \sqrt[3]{\frac{455 \cdot 40 \cdot 1,1 \cdot 1,3}{0,102 \cdot 3 \cdot 9,15 \cdot 17 \cdot 300}} \approx 12,3 \text{ მმ.}$$

გარე მოდული

$$m_\delta' = m_{\text{სავ}} \left(1 + \frac{\psi_{\text{სავ}} \sin \delta_1}{z_1} \right) = 12,3 \left(1 + \frac{9,15 \cdot \sin 15^\circ 43'}{17} \right) \approx 14 \text{ მმ.}$$

OCT 1597-დან ვღებულობთ, რომ $m_\delta=14$ მმ; შესაბამისად გადაცემის ძირითადი ზომებია:

$$b = \psi m_\delta = 8 \cdot 14 = 112 \text{ მმ}; \quad D_1 = m_\delta z_1 = 14 \cdot 17 = 238 \text{ მმ};$$

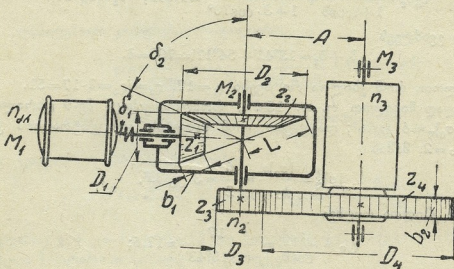
$$D_2 = m_\delta z_2 = 14 \cdot 51 = 714 \text{ მმ}; \quad L = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1} = \frac{238}{2 \cdot \sin 15^\circ 43'} \approx 440 \text{ მმ.}$$

კბილანის წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,238 \cdot 300}{60} \approx 3,73 \text{ მ/წმ.}$$

კბილანების დანარჩენი ზომები გაიანგარიშება ჩვეულებრივი მეთოდით.

მაბალითი 4. განვსაზღვროთ მოდების ძირითადი ზომები ერთსაფეხურიანი კონუსურკბილებიანი რედუქტორის და ღია ცილინდრული გადაცემისათვის 76-ე ნახაზზე მოყვანილი სქემის საფუძველზე, თუ დოლის ლილვზე დაახლოებით უნდა იყოს $N \approx 12$ კვტ სიმძლავრე და ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_3 = 65$.



ნახ. 76.

რედუქტორის მუშაობის რეჟიმი შემდეგია: ნომინალური მგრეხავი მომენტი $M_{\text{ნომ}}$ შეესაბამება ელექტროძრავის ლილვზე მოქმედ მგრეხავ მომენტს; გასაშვები მგრეხავი მომენტი კი $M_{\text{გაშ}} \approx 1,4 M_{\text{ნომ}}$; ერთი გაშვების დრო არის $\approx 2,5$ წმ და გაშვების საშუალო რაოდენობა ერთ ცვლაში $n'_{\text{გაშ}} = 8$; საშუალო ბრუნთა რიცხვი გაშვების პერიოდში ტოლია იმ ბრუნთა რიცხვის ნახევრისა, რომელიც შეესაბამება ნომინალურ მომენტს, ე. ი. $n_{\text{გაშ}} = \frac{n_{\text{ნომ}}}{2}$.

რედუქტორი მუშაობს ერთ ცვლაში 8 საათს, წელიწადში სამას დღეს და მისი სამსახურის დრო 8 წელია.

გაანგარიშება. I. ელექტროძრავის შერჩევა

მივიღოთ, რომ მარგი ქმედების კოეფიციენტები: $\eta_{\text{მ-კ}} = 0,97$; $\eta_{\text{კ}} = 0,98$; $\eta_{\text{საკ}} = 0,99$; $\eta_{\text{ლ}} = 0,96$, მაშინ ელექტროძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N_0 = \frac{N}{\eta_{\text{მ-კ}} \eta_{\text{კ}} \eta_{\text{საკ}} \eta_{\text{ლ}}} = \frac{12}{0,97 \cdot 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,96} \approx 13,4 \text{ კვტ.}$$

ელექტროძრავების კატალოგებიდან შევარჩიოთ ელექტროძრავი, ტიპი АО 72-6; სიმძლავრით $N_{\text{მფ}} = 14$ კვტ და ბრუნთა რიცხვით $n_{\text{მფ}} = 980$ ბრ/წთ.

II. კინემატიკური გაანგარიშება

1. საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_{\text{ძრ}}}{n_3} = \frac{980}{65} \approx 15,1.$$

ГОСТ 2185-55-დან კონუსური კბილანური გადაცემისათვის მივიღოთ, რომ $i_j = 3,15$, მაშინ ღია ცილინდრული კბილანებით გადაცემისათვის გვექნება

$$i_0 = \frac{i}{i_j} = \frac{15,1}{3,15} = 4,78.$$

ცილინდრული კბილანური გადაცემისათვის მივიღოთ აგრეთვე $z_3 = 17$; მაშინ $z_4 = i_0 z_3 = 4,78 \cdot 17 \approx 81$. შესაბამისად გადაცემის რიცხვი

$$i_0 = \frac{z_4}{z_3} = \frac{81}{17} = 4,76.$$

კონუსური კბილანური გადაცემისათვის მივიღოთ $z_x = 100$, მაშინ

$$z_1 = \frac{z_x}{i+1} = \frac{100}{3,15+1} \approx 24; \quad z_2 = z_x - z_1 = 100 - 24 = 76.$$

დაზუსტებული გადაცემის რიცხვი

$$i_j = \frac{z_2}{z_1} = \frac{76}{24} = 3,166.$$

განსხვავება სტანდარტულიდან შეადგენს

$$100 \frac{3,166 - 3,15}{3,166} \approx 0,5\% < \text{დასაშვებ } 2\% \text{-ზე,}$$

ამიტომ მისაღებია.

2. თითოეული ლილვის ბრუნთა რიცხვები:

$$n_1 = n_{\text{ძრ}} = 980 \text{ ბრ/წთ}; \quad n_2 = \frac{n_{\text{ძრ}}}{i_j} = \frac{980}{3,166} \approx 310 \text{ ბრ/წთ};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_0} = \frac{310}{4,76} \approx 65 \text{ ბრ/წთ.}$$

III. რედუქტორის ლილვებზე მოქმედი მგრეხავი მომენტები

დოლის ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი

$$M_{\text{ვწომ}} = 71620 \frac{N}{n_3 \eta_{\text{დ}}} = 71620 \frac{12 \cdot 1,36}{63 \cdot 0,96} \approx 18750 \text{ კგსმ};$$

შესაბამისად

$$M_{2\text{წომ}} = \frac{M_{\text{ვწომ}}}{i_0 \eta_0} = \frac{18750}{4,76 \cdot 0,97} \approx 4050 \text{ კგსმ};$$

$$M_{23\text{კგ}} = 1,4 M_{25\text{ნმ}} = 1,4 \cdot 4050 \approx 5666 \text{ კგსმ};$$

$$M_{15\text{ნმ}} = \frac{M_{25\text{ნმ}}}{i_{\text{კგ}}} = \frac{4050}{3,166 \cdot 0,98} \approx 1310 \text{ კგსმ};$$

$$M_{13\text{კგ}} = 1,4 M_{15\text{ნმ}} = 1,4 \cdot 1310 \approx 1820 \text{ კგსმ}.$$

ძრავის მიერ შექმნილი მგრეხავი მომენტი

$$M_{\text{ძრ}} = 71620 \frac{N_{\text{ძრ}}}{n_{\text{ძრ}}} = 71620 \frac{14 \cdot 1,36}{980} \approx 1400 \text{ კგსმ} < M_{13\text{კგ}} = 1820 \text{ კგსმ},$$

ამიტომ გაშვების პერიოდში ელექტროძრავი გადატვირთვით იმუშავებს. ამის გამო შეფარჩოთ კატალოგებიდან: ელექტროძრავი ტიპი AO 73-6; $n_{\text{ძრ}} = 980$ ბრ/წთ; $N_{\text{ძრ}} = 20$ კვტ. შერჩეული ძრავისათვის

$$M_{\text{ძრ}} = 71620 \frac{20 \cdot 1,36}{980} \approx 2000 \text{ კგსმ} > M_{13\text{კგ}}.$$

IV. კბილანების მასალების შერჩევა

რედუქტორის კბილა გადაცემის კბილანის მასალად, მე-15 და მე-16 ცხრილების მიხედვით, მივიღოთ ფოლადი 55. თერმოდამუშავებით ნორმალ-ზაცია, რომლისთვისაც: $\sigma_{\text{დრ}} = 64 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\text{დენ}} = 32 \text{ კგ/მმ}^2$. კბილა თვლისათვის მივიღოთ ფლ. 6, რომლისთვისაც: $\sigma_{\text{დრ}} = 56 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\text{დენ}} = 28 \text{ კგ/მმ}^2$.

ღია გადაცემის ცილინდრული კბილანებისათვის მასალად მივიღოთ რ. თ: 32-52 (ГОСТ 1412-58).

V. დასაშვები ძაბვები

რედუქტორის კბილა თვლისათვის ამტანიაზობის ზღვარი

$$\sigma_{-1\text{კბ.თ}} = 0,25(\sigma_{\text{დრ}} + \sigma_{\text{დენ}}) + 5 = 0,25(56 + 28) + 5 = 26 \text{ კგ/მმ}^2.$$

კბილის ლუნვის დასაშვები ძაბვა

$$[\sigma]_{\text{ლ.კბ.თ}} = \frac{2\sigma_{-1\text{კბ.თ}}}{nk_{\sigma}\left(1 + \frac{\sigma_{-1\text{კბ.თ}}}{k_{\sigma}\sigma_{\text{დრ}}}\right)} = \frac{2,26}{2 \cdot 1,8\left(1 + \frac{26}{1,8 \cdot 56}\right)} \approx 11,5 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ძვრაზე დასაშვები ძაბვის გამოსათვლელად განვსაზღვროთ რედუქტორის მუშაობის სრული დრო $M_{25\text{ნმ}}$ და $M_{23\text{კგ}}$ მომენტების შესაბამისად:

$$t_{25\text{ნმ}} = 8 \text{ საათი } 300 \text{ დღე } 8 \text{ წელი} = 19200 \text{ საათი};$$

$$t_{23\text{კგ}} = \frac{2,5 \text{ წამი } 8 \text{ ჯერ } 300 \text{ დღე } \cdot 8 \text{ წელი}}{3600} \approx 13,3 \text{ საათი}.$$

მუშაობის ეკვივალენტური დრო

$$T_{\text{ეკ}} = t_{23\text{კგ}} + t_{25\text{ნმ}} \frac{n_{25\text{ნმ}}}{n_{23\text{კგ}}} \left(\frac{M_{25\text{ნმ}}}{M_{23\text{კგ}}}\right)^2 = 13,3 + 19200 \cdot 2 \left(\frac{5666}{4050}\right)^2 \approx 14014 \text{ საათი}.$$

დატვირთვის ეკვივალენტური რიცხვი

$$N_{333} = 60n_2 T_{333} = 60 \cdot 310 \cdot 14014 \approx 26,06 \cdot 10^7.$$

რადგანაც მე-14 ცხრილის მიხედვით $N_b = 10^7 < N_{333} = 26,06 \cdot 10^7$, ამიტომ მივიღოთ $N_{333} = N_b = 10^7$.

შესაბამისად, ძვრის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე

$$[\tau]_3 \approx 0,6 \sigma_{-133} \sqrt{\frac{10^7}{N_{333}}} = 0,6 \cdot 26 \cdot 1 \approx 15,6 \text{ კგ/მმ}^2.$$

რედუქტორის კბილანისათვის ამტანიანობის ზღვარი

$$\sigma_{-133} = 0,25(\sigma_{\text{დრ}} + \sigma_{\text{დენ}}) + 5 = 0,25(64 + 32) + 5 \approx 28,8 \text{ კგ/მმ}^2;$$

ლუნვის დასაშვები ძაბვა

$$[\sigma]_{\text{ლ.კბ}} = \frac{2 \cdot 28,8}{2 \cdot 1,8 \left(1 + \frac{28,8}{1,8 \cdot 64} \right)} \approx 12,8 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ღია გადაცემის კბილანებისათვის ლუნვის დროს დასაშვები ძაბვა $[\sigma]_{\text{ლ}} = (0,06 \div 0,1) \sigma_{\text{დრ.ლ}} = (0,06 \div 0,1) 52 = 3,12 \div 5,2 \text{ კგ/მმ}^2$. მივიღოთ

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = 3,1 \text{ კგ/მმ}^2.$$

VI. რედუქტორის ძირითადი პარამეტრების განსაზღვრა

1. კონუსების ნახევარკუთხეები:

$$\text{tg} \delta_1 = \frac{1}{i_3} = \frac{1}{3,166} \approx 0,315; \quad \delta_1 = 17^\circ 30'; \quad \text{tg} \delta_2 = i_3 = 3,166; \quad \delta_2 = 72^\circ 30'.$$

2. დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის მივიღოთ, რომ $\psi_3 = \frac{L}{b} = 3$, მაშინ

$$\frac{b}{D_1} = \frac{L}{\psi_3 D_1} = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1 \psi_3 D_1} = \frac{1}{2 \psi_3 \sin \delta_1} = \frac{1}{2 \cdot 3 \cdot \sin 17^\circ 30'} \approx 0,556.$$

მე-17 ცხრილიდან $\frac{b}{D_1} = 0,556$ -ის მიხედვით კბილანის კონსოლური მდებარეობის დროს ეპოულობთ

$$k_{\text{კონს}} = 1,22.$$

3. დინამიკური კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის, თუ მივიღებთ დამუშავების მე-8 სიზუსტის ხარისხს ($v < 8$ მ/წმ) მე-18 ცხრილიდან, როცა მასალის სისალე $H_B < 350$ -ზე, ეპოულობთ

$$k_{\text{დ}} = 1,35.$$

4. დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონს}} k_{\text{დ}}^2 = 1,22 \cdot 1,35 \approx 1,65.$$

5. კონუსური მანძილი განვსაზღვროთ ფორმულით

$$L = \phi_j \sqrt{i_j^2 + 1} \sqrt[3]{\frac{100000}{[\tau]_{\phi_j}(\phi_j - 0,5)i_j} \frac{N}{n_2} K} =$$

$$= 3\sqrt{3,166^2 + 1} \sqrt[3]{\frac{100000}{1560(3 - 0,5) \cdot 3,166} \frac{5666}{71620}} 1,65 \approx 20,6 \text{ სმ.}$$

6. კონუსური კბილანური გადაცემის ძირითადი ზომები იქნება:
საორიენტაციო დიამეტრი

$$D_1 = 2L \sin \delta_1 = 2 \cdot 20,6 \cdot \sin 17^\circ 30' \approx 12,4 \text{ სმ.}$$

გარე მოდულს

$$m_3 = \frac{D_1}{z_1} = \frac{12,4}{24} = 5,18 \text{ მმ.}$$

ГОСТ 2185-55-დან მივიღოთ, რომ $m_3 = 6$ მმ, მაშინ კონუსური კბილანური გადაცემის საწყისი დიამეტრები ტოლია:

$$D_1 = m_3 z_1 = 6 \cdot 24 = 144 \text{ მმ; } D_2 = m_3 z_2 = 6 \cdot 76 = 456 \text{ მმ.}$$

დაზუსტებული სადისტანციო მანძილი

$$L = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1} = \frac{144}{2 \cdot \sin 17^\circ 30'} \approx 240 \text{ მმ.}$$

კბილის მუშა სიგრძე

$$b = \frac{L}{\phi_j} = \frac{240}{3} = 8 \text{ სმ.}$$

7. კბილის ლუნვაზე შემოწმებისათვის განვსაზღვრავთ: საშუალო მოდულს

$$m_{\text{საშ}} = m_3 - \frac{b \sin \delta_1}{z_1} = 6 - \frac{80 \cdot \sin 17^\circ 30'}{24} \approx 5 \text{ მმ;}$$

საშუალო დიამეტრს

$$D_{2\text{საშ}} = D_2 - b \sin \delta_2 = 456 - 80 \cdot \sin 72^\circ 30' = 379,68 \text{ მმ;}$$

წრიულ ძალას

$$P_{\text{საშ}} = \frac{2M_{2\text{მავს}}}{D_{2\text{საშ}}} = \frac{2 \cdot 5666}{37,968} \approx 300 \text{ კგ;}$$

დაყვანილ კბილთა რიცხვებს

$$z_{1\text{დ}} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{24}{\cos 17^\circ 30'} = 25,2; \quad z_{2\text{დ}} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{76}{\cos 72^\circ 30'} \approx 253.$$

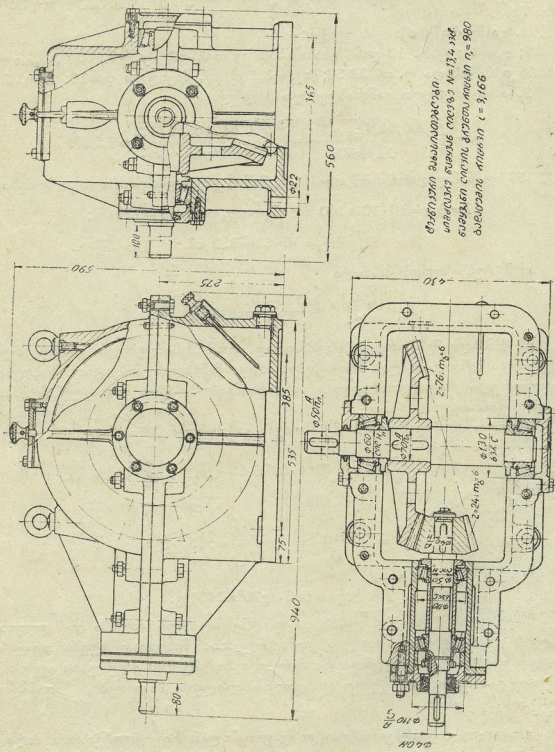
შესაბამისად მე-10 ცხრილიდან შევარჩიოთ კბილის ფორმის კოეფიციენტები: $y_1 \approx 0,1$; $y_2 \approx 0,183$.

ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$\sigma_{\text{დ.კბ}} = \frac{P_{\text{საშ}} K_{\text{დ}}}{b \pi m_{\text{საშ}} y_1 \cos \alpha} = \frac{300 \cdot 1,65}{8 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot \cos 20^\circ} \approx 430 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma_0]_{\text{დ.კბ}} = 1280 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{დ.კბ.თ}} = \sigma_{\text{დ.კბ}} \frac{y_1}{y_2} = 430 \frac{0,1}{0,183} \approx 235 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma_0]_{\text{დ.კბ.თ}} = 1150 \text{ კგ/სმ}^2.$$

8. კონუსური კბილანური რედუქტორის ძირითადი ზომების ასეთნაირად განსაზღვრის შემდეგ, ზემოგანხილული მაგალითების მსგავსად, განისაზღვრება კბილანის და კბილა თვლის ელემენტების ზომები, დაინიშნება



კონუსური კბილანური რედუქტორი
საინჟინერო-გეოდეზიური
სამსახური
მასშტაბი 1:1
მასშტაბი 1:1
მასშტაბი 1:1
მასშტაბი 1:1

ნახ. 77.

რედუქტორის გარსაცმის მოხაზულობა, გაინაგარიშება ლიწეები როგორც მიახლოებითი, ისე დაზუსტებითი სახით, ეპიურების აგებით, შეირჩევა საკისრები და ზეთი, გამოიხაზება რედუქტორი გეგმილებში ჭრილებითა და ძირითადი ზომებით. მსგავსი ნახაზი წარმოდგენილია 77-ე ნახ-ზე.

VII. ღია ცილინდრული კბილანების ძირითადი ზომების გამოთვლა

მოცემულობის მიხედვით დოლი უნდა მოთავსდეს რედუქტორის უკან
(ნახ. 76).

1. გაანგარიშებისათვის გვაქვს:

$z_3=17$; $z_4=81$; ცხრ. 10-დან შესაბამისად $y_1=0,089$; $y_2=0,140$; $M_{გვასაშ}=$
 $=5666$ კგსმ; მასალა რ. თ. 32-52; $[\sigma]_{\text{ღ}}=3,1$ კგ/მმ². მივიღოთ $\psi=10$; $K=1,2$.

2. ამის მიხედვით განვსაზღვრავთ მოდულს

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{გვასაშ} K}{y_1 [\sigma]_{\text{ღ}} \psi z_3}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 5666 \cdot 1,2}{0,089 \cdot 3,1 \cdot 10 \cdot 17}} \approx 9,2 \text{ მმ.}$$

ОСТ 1597-დან მივიღოთ, რომ $m=10$ მმ, მაშინ გადაცემის ძირითადი ზომები:

$$b = \psi m = 10 \cdot 10 = 100 \text{ მმ}; D_3 = m z_3 = 10 \cdot 17 = 170 \text{ მმ};$$

$$D_4 = m z_4 = 10 \cdot 81 = 810 \text{ მმ.}$$

ცენტრებს შორის მანძილი

$$A = \frac{D_3 + D_4}{2} = \frac{170 + 810}{2} = 490 \text{ მმ.}$$

ეს მანძილი შესწორდება ისეთნაირად, რომ შესაძლებელი გახდეს რე-
დუქტორის შემდეგ დოლის მოთავსება. ახალი მანძილის მიხედვით მოხდება
ცილინდრული კბილანებით გადაცემის გადაანგარიშება და მათი ელემენტების
ზომების გამოთვლა.

საბოლოოდ მიღებული ზომებისათვის განისაზღვრება:

წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_4 n_4}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,81 \cdot 65}{60} \approx 2,75 \text{ მ/წმ};$$

წრიული ძალა

$$P = \frac{2 M_{გვასაშ}}{D_3} = \frac{2 \cdot 5666}{17} \approx 665 \text{ კგ};$$

რადიალური ძალა

$$T = P \operatorname{tg} \alpha = 665 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \approx 240 \text{ კგ.}$$

მიღებული P და T ძალების და დოლზე მოქმედი ძალისა და დოლის
ლილვის დასაყენებელი ადგილის კონსტრუქციის მიხედვით ხდება დოლის
ლილვის გაანგარიშება მლუნავი და მგრეხავი მომენტების ეპიურების აგებით.
აგრეთვე გაიანგარიშება ქურო და დოლის ლილვის საკისრები, სათანადო
ესკიზების შედგენით.

მაგალითი 5. გავიანგარიშოთ კონუსურ-კბილანური რედუქტორის ძირი-
თადი ზომები, თუ: გადასაცემი სიმძლავრე $N=12,4$ კვ. ძ; წამყვანი ლილვის
ბრუნთა რიცხვი $n_1=970$ ბრ/წთ; მიმყოლი ლილვის— $n_2=320$ ბრ/წთ; კონუ-
სურ კბილანებს აქვს ირიბი (ტანგენციალური) კბილები; დატვირთვის კოე-
ფიციენტი მიღებულია $K=1,88$; ფარდობა $\frac{L}{b}=\psi=3$; მასალა: კბილანისათ-

ვის ფოლადი 40X, რომლის $[\sigma_0]_L = 1580$ კგ/სმ²; კბილა თელისათვის ფოლადი 45, რომლის $[\sigma_0]_L = 1240$ კგ/სმ²; $[\tau]_{\phi_3} = 1290$ კგ/სმ².

განგარიშება. 1. გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{970}{320} \approx 3.$$

2. კონუსური მანძილი

$$L = \phi_3 \sqrt{i^2 + 1} \sqrt[3]{\left[\frac{80000}{[\tau]_{\phi_3} (\phi_3 - 0,5)i} \right]^3 \frac{NK}{n_2}} =$$

$$= 3 \sqrt{3^2 + 1} \sqrt[3]{\left[\frac{80000}{1290(3 - 0,5)3} \right]^3 \frac{12,4 \cdot 1,88}{320}} \approx 16,2 \text{ სმ.}$$

3. კონუსური გადაცემის ძირითადი ზომები იქნება:

$$\text{tg} \delta_1 = \frac{1}{i} = 0,3333; \delta_1 = 18^\circ 26' 6''; \text{tg} \delta_2 = i = 3; \delta_2 = 71^\circ 33' 54'';$$

$$D_1 = 2L \sin \delta_1 = 2 \cdot 16,2 \cdot \sin 18^\circ 26' 6'' = 10,24 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ $\chi_1 = 18$, მაშინ $\chi_2 = i\chi_1 = 3 \cdot 18 = 54$.

4. ტორსული მოდულის სიდიდე ტოლია

$$m_s = \frac{D_1}{\chi_1} = \frac{102,4}{18} \approx 5,78 \text{ მმ.}$$

5. მივიღოთ, რომ $m_s = 6$ მმ, მაშინ გამყოფი წრეხაზების დიამეტრების საბოლოო მნიშვნელობა იქნება:

$$D_1 = m_s \chi_1 = 6 \cdot 18 = 108 \text{ მმ}; D_2 = m_s \chi_2 = 6 \cdot 54 = 324 \text{ მმ.}$$

6. კონუსური მანძილის ანუ დისტანციის საბოლოო მნიშვნელობა

$$L = 0,5 m_s \sqrt{\chi_1^2 + \chi_2^2} = 0,5 \cdot 6 \sqrt{18^2 + 54^2} = 170,76 \text{ მმ};$$

7. კბილის მუშა სიგრძე

$$b = \frac{L}{\phi_3} = \frac{170,76}{3} \approx 57 \text{ მმ}; \text{ მივიღოთ } b = 60 \text{ მმ.}$$

8. კბილის დახრის კუთხე გამყოფი კონუსის ზედაპირზე იქნება:

$$\text{tg} \beta = 1,1 m_s \pi \frac{L - b}{Lb} = 1,1 \cdot 6 \cdot 3,14 \frac{170,76 - 60}{170,76 \cdot 60} = 0,224147;$$

$$\beta = 12^\circ 38' 2''.$$

9. ნორმალური მოდული

$$m_n = m_s \cos \beta = 6 \cdot 0,975788 = 5,855 \text{ მმ}$$

კბილის ღუნვაზე შემოწმებისათვის განვსაზღვრავთ:

1. ნორმალურ მოდულს საშუალო კვეთში

$$m_{\text{საშუალო}} = m_n \frac{L - 0,5b}{L} = 5,855 \frac{170,76 - 0,5 \cdot 60}{170,76} \approx 4,85 \text{ მმ.}$$

2. კბილა თვლის საშუალო დიამეტრს

$$D_{2\text{საშ}} = D_2 \frac{L - 0,5b}{L} = 324 \frac{170,76 - 0,5 \cdot 60}{170,76} = 267 \text{ მმ.}$$

3. წრიული ძალა საშუალო დიამეტრზე არის

$$P_{\text{საშ}} = \frac{2M}{D_{2\text{საშ}}} = \frac{2 \cdot 71620 \cdot 12,4}{26,7 \cdot 320} \approx 206 \text{ კგ.}$$

4. კბილანისა და კბილა თვლისათვის დაყვანილი კბილთა რიცხვები

$$z_{1\text{ლ}} = \frac{z_1}{\cos \delta_1 \cos \beta} = \frac{18}{0,949 \cdot 0,976^3} \approx 20;$$

$$z_{2\text{ლ}} = \frac{z_2}{\cos \delta_2 \cos \beta} = \frac{54}{0,3160 \cdot 0,976^3} \approx 184.$$

5. შესაბამისად კბილის ფორმის კოეფიციენტები (ცხრ. 10) იქნება:

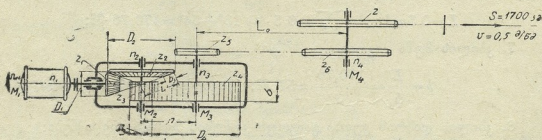
$$\gamma_{\text{კბ}} = 0,092; \quad \gamma_{\text{კბ.თ}} = 0,183.$$

6. ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვები

$$\sigma_{\text{ლ.კბ}} = \frac{P_{\text{საშ}} K_{\text{ლ}} \cos \beta}{b m_{\text{საშ}} \pi \gamma_{\text{კბ}} \cos \alpha} = \frac{206 \cdot 1,88 \cdot 0,976^2}{6 \cdot 0,485 \cdot 3,14 \cdot 0,092 \cdot 0,94} \approx 468 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma_{\text{ლ.კბ}}] = 1580 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{ლ.კბ.თ}} = \sigma_{\text{ლ.კბ}} \frac{\gamma_{\text{კბ}}}{\gamma_{\text{კბ.თ}}} = 468 \frac{0,092}{0,183} \approx 235 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma_{\text{ლ.კბ.თ}}] = 1240 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მაბალთით 6. დავაგეგმართ კონუსურ-ცილინდრული კბილებიანი რელექტორი კონვეიერის ამძრავი საღებურისათვის 78-ე ნახ-ზე წაჩვენები სქემის საფუძველზე, თუ სასარგებლო წევის ძალა კონვეიერის ჯაჭვზე შეადგენს



ნახ. 78.

$S=1700$ კგ; კონვეიერის ჯაჭვის სიჩქარე $v=0,5$ მ/წმ; კონვეიერის წამყვანი ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი $z=8$ და მწვევი ჯაჭვის ბიჯი $t=100$ მმ (ГОСТ 588-54).

განგარიშება. I. ელძრავის შერჩევა

ელექტროძრავის სიმძლავრეს მარგი ქმედების კოეფიციენტების გათვალისწინებით განვსაზღვრავთ ფორმულით

$$N_0 = \frac{Sv}{75 \eta_{\text{კბ}}^2 \eta_{\text{საგ}} \eta_{\text{გაგ}} \eta_{\text{გაგ}} \eta_{\text{გაგ}}} = \frac{1700 \cdot 0,5}{75 \cdot 0,97^2 \cdot 0,99^4 \cdot 0,94} \approx 13,4 \text{ ცხ. } d=9,7 \text{ კვტ;}$$

ელექტროძრავების კატალოგებიდან შერჩეული ასინქრონული ძრავი,
ტიპი АОП 63-6; $N_{\text{ძრ}}=10$ კვტ=13,6 ცხ. ძ; $n_{\text{ძრ}}=n_1=970$ ბრ/წთ.

II. გადაცემის კინემატიკური გაანგარიშება

1. კონვეიერის წამყვანი ვარსკვლავის წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{z_1 n_1}{60 \cdot 1000},$$

აქედან ბოლო ლილვის ბრუნთა რიცხვი

$$n_4 = \frac{60 \cdot 1000 \cdot v}{z_1} = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 0,5}{8 \cdot 100} \approx 37,5 \text{ ბრ/წთ.}$$

2. საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_4} = \frac{970}{37,5} = 25,9.$$

3. შივილოთ რედუქტორის გადაცემის რიცხვი

$i_6 = 12,6$ (ГОСТ 2185-55), სადაც $i_3 = 3,15$ და $i_6 = 4$.

ჯამური გადაცემისათვის გადაცემის რიცხვი

$$i_x = \frac{i}{i_{\text{რედ}}} = \frac{25,9}{12,6} \approx 2.$$

4. კონუსური გადაცემისათვის შივილოთ, რომ $z_x = 100$, მაშინ

$$z_1 = \frac{z_x^2}{i_3 + 1} = \frac{100}{3,15 + 1} \approx 24; \quad z_2 = z_x - z_1 = 100 - 24 = 76.$$

შესაბამისად

$$i_3 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{76}{24} \approx 3,16.$$

5. ცილინდრული კბილანებით გადაცემისათვის შივილოთ:

$z_3 = 20$, მაშინ $z_4 = i_6 z_3 = 4 \cdot 20 = 80$.

6. ბრუნთა რიცხვები ყველა ლილვისათვის იქნება (ნახ. 68):

$$n_1 = n_{\text{ძრ}} = 970 \text{ ბრ/წთ}; \quad n_2 = \frac{n_1}{i_3} = \frac{970}{3,16} \approx 306 \text{ ბრ/წთ};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_6} = \frac{306}{4} \approx 76,8 \text{ ბრ/წთ}; \quad n_4 = \frac{n_3}{i_x} = \frac{76,8}{2} \approx 38,5 \text{ ბრ/წთ};$$

შესაბამისად

$$v = \frac{z_1 n_4}{60 \cdot 1000} = \frac{8 \cdot 100 \cdot 38,5}{60 \cdot 1000} \approx 0,512 \text{ მ/წმ.}$$

7. მომენტები და სიმძლავრეები ყველა ლილვზე იქნება:

$$N_4 = \frac{S_v}{75} = \frac{1700 \cdot 0,512}{75} \approx 11,4 \text{ ცხ. ძ}; \quad M_4 = 71620 \frac{N_4}{n_4} = 71620 \frac{11,4}{38,5} \approx 21200 \text{ კგსმ};$$

$$N_3 = \frac{N_4}{\eta_x \eta_{\text{საჯ}}} = \frac{11,4}{0,94 \cdot 0,98} \approx 12,4 \text{ ტხ. დ}; \quad M_3 = \frac{M_4}{i_x \eta_x \eta_{\text{საჯ}}} = \frac{21200}{2 \cdot 0,94 \cdot 0,98} \approx 11600 \text{ კგსმ};$$

$$N_2 = \frac{N_3}{\eta_0 \eta_{\text{საჯ}}} = \frac{12,4}{0,97 \cdot 0,99} \approx 13 \text{ ტხ. დ}; \quad M_2 = \frac{M_3}{i_0 \eta_0 \eta_{\text{საჯ}}} = \frac{11600}{4 \cdot 0,97 \cdot 0,99} \approx 3050 \text{ კგსმ};$$

$$N_1 = \frac{N_2}{\eta_3 \eta_{\text{საჯ}}} = \frac{13}{0,97 \cdot 0,99} \approx 13,5 \text{ ტხ. დ}; \quad M_1 = \frac{M_2}{i_3 \eta_3 \eta_{\text{საჯ}}} = \frac{3050}{3,16 \cdot 0,97 \cdot 0,99} \approx 1000 \text{ კგსმ}.$$

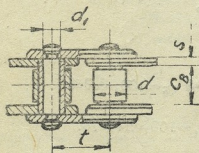
$$M_{\text{დრ}} = 71620 \frac{N_{\text{დრ}}}{n_{\text{დრ}}} = 71620 \frac{13,6}{970} \approx 1000 \text{ კგსმ} = M_1,$$

ამიტომ შერჩეული ძრავი მისაღებია.

III. ჯაჭვური გადაცემის მიახლოებითი გაანგარიშება

ჯაჭვური გადაცემისათვის ლილგებს შორის მანძილად მივიღოთ $L_0 = 1000$ მმ (ნახ. 78). სიმძლავრე წამყვანი ვარსკვლავის ლილგზე არის $N_3 = 12,4$ ტხ. დ.

1. ცხრილებიდან (ცხრ. 81) უმცირესი ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი მილისურგორგოლაქიანი ჯაჭვისათვის, როცა $i_x = 2$, არის $z_6 = 30 \div 37$; რადგანაც გვაქვს მცირე კუთხური სიჩქარეები, გაბარიტული ზომების შემცირების მიზნით მივიღოთ, რომ $z_6 = 15$, მაშინ $z_6 = z_6 i_x = 15 \cdot 2 = 30$.



ნახ. 79.

2. ჯაჭვების ცხრილებიდან შევარჩიოთ მილისურგორგოლაქიანი ჯაჭვი, ბიჯით $t = 50$ მმ (ჯაჭვი BP 50) 16000, ГОСТ 586-41 (ცხრ. 67); ჯაჭვს აქვს მრღევეი დატვირთვა $Q_{\text{მრღ}} = 16000$ კგ; $c_B = 30$ მმ; $d = 30$ მმ; $d_1 = 17$ მმ; $s = 8$ მმ (ნახ. 79); ერთი მეტრი სიგრძის ჯაჭვის წონაა $q = 10,18$ კგ/მ; მილისას სიგრძე იქნება

$$l_0 = c_B + 2s = 30 + 2 \cdot 8 = 46 \text{ მმ};$$

3. ჯაჭვის სიჩქარე

$$v_x = \frac{z_6 n_3}{60 \cdot 1000} = \frac{15 \cdot 50 \cdot 76,8}{60 \cdot 1000} \approx 0,96 \text{ მ/წმ};$$

4. სასარგებლო წრიული ძალა

$$P = \frac{75 N_3}{v_x} = \frac{75 \cdot 12,4}{0,96} \approx 970 \text{ კვ};$$

5. საანგარიშო დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K = k_1 k_2 k_3 = 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,25 = 2,25,$$

სადაც k_1 კოეფიციენტი ითვალისწინებს დატვირთვის ხასიათს და აიღება $k_1 = 1,2 \div 1,4$; k_2 ითვალისწინებს შეზეუვის მეთოდს და უწყვეტი შეზეუვისათვის აიღება $k_2 = 1$; წვეთური შეზეუვისას $k_2 = 1,3$; პერიოდული შეზეუვისას $k_2 = 1,5$; k_3 ითვალისწინებს მუშაობის ხანგრძლიობას და ერთი ცვლით მუშა-

ობისას უდრის 1,0, ორი ცვლით მუშაობისას 1,25, სამი ცვლით მუშაობისას კი 1,45.

6. საანგარიშო დატვირთვა იქნება

$$P_{\text{საანგ}} = PK = 970 \cdot 2,25 \approx 2170 \text{ კგ.}$$

7. ცენტრიდანული ძალისაგან გამოწვეული დატვირთვა იქნება

$$P_c = \frac{qv^2 x}{g} = \frac{10,18 \cdot 0,96}{9,81} \approx 0,98 \text{ კგ;}$$

8. ჯაჭვის ჩალუნვისაგან გამოწვეული დატვირთვა

$$P_f = k_0 q L_0 = 4 \cdot 10,18 \cdot 1 \approx 40,7 \text{ კგ,}$$

სადაც კოეფიციენტი $k_0 = 2 \div 5$.

9. მთლიანი დატვირთვა ჯაჭვზე

$$P_0 = P_{\text{საანგ}} + P_c + P_f = 2170 + 0,98 + 40,7 \approx 2212 \text{ კგ.}$$

10. შერჩეული ჯაჭვისათვის ფაქტიური სიმტკიცის მარაგი ტოლია

$$n_{\text{ფაქტ}} = \frac{Q_{\text{მარ}}}{P_0} = \frac{16000}{2212} \approx 7,2 \approx [n] = 7,5,$$

რაც მისაღებია.

11. ლილვზე მოქმედი წნევის სიდიდე

$$Q = P + 2P_f = 270 + 2 \cdot 40,7 \approx 1052 \text{ კგ.}$$

12. სახსრებში კუთრი წნევის შემოწმება ხდება ფორმულით

$$p = \frac{P_0}{d_{1/8}} = \frac{2212}{17,46} = 2,83 \text{ კგ/მ}^2 < [p] = 3 \text{ კგ/მ}^2.$$

13. ვარსკვლავის დიამეტრებია:

$$D_1 = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_5}} = \frac{50}{\sin \frac{180^\circ}{15}} = 240 \text{ მმ;}$$

$$D_2 = i_x D_1 = 2 \cdot 240 = 480 \text{ მმ.}$$

ჯაჭვური გადაცემის დანარჩენი გაანგარიშება წარმოებს ჩვეულებრივი მეთოდით.

IV. კონუსურ-ცილინდრული რედუქტორის გაანგარიშება

გადაცემის კინემატიკური გაანგარიშების თანახმად (ნახ. 78) მიღებული გვაქვს $i_3 = 3,16$; $i_5 = 4$; $n_1 = 970$ ბრ/წთ; $n_2 = 306$ ბრ/წთ; $n_3 = 76,8$ ბრ/წთ; $M_1 = 1000$ კგსმ; $M_2 = 3050$ კგსმ; $M_4 = 11600$ კგსმ; $z_1 \times z_2 \times z_3 \times z_4 = 24 \times 76 \times 20 \times 80$.

ცილინდრული კბილანური გადაცემის გაანგარიშება

1. მასალის შერჩევა. რომ მივიღოთ მცირეგაბარიტიანი გადაცემა, შევარჩიოთ მაღალი მექანიკურმახასიათებლებიანი მასალები. მე-15 ცხრილიდან კბილანისათვის მივიღოთ ფოლადი 30X1C, რომელსაც მე-16 ცხრილის

მიხედვით შეესაბამება: $\sigma_{\text{დრ}}=90$ კგ/მმ²; $\sigma_{\text{დგ}}=70$ კგ/მმ²; კბილა თვლისათვის ფოლადი 40X, რომლისთვისაც: $\sigma_{\text{დრ}}=75$ კგ/მმ²; $\sigma_{\text{დგ}}=50$ კგ/მმ².

2. დასაშვები ძვრის კონტაქტური ძაბვა კბილა თვლისათვის

$$[\tau]_{\text{კბ}} \approx 0,6 \cdot \sigma_{-1} = 0,6 \cdot 33,2 = 20 \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც $\sigma_{-1} = 0,35\sigma_{\text{დრ}} + 7$ კგ/მმ² $= 0,35 \cdot 75 + 7 = 33,2$ კგ/მმ².

3. ლუნვის დასაშვები ძაბვები:

კბილანისათვის

$$[\sigma_0]_{\text{კბ}} = \frac{1,4\sigma_{-1}}{nk_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 33,2}{1,4 \cdot 1,6} \approx 24,1 \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც $\sigma_{-1} = 0,35 \cdot 90 + 7 \approx 38,5$ კგ/მმ²; $n=1,4$; $k_{\sigma}=1,6$.

კბილა თვლისათვის

$$[\sigma_0]_{\text{კბ.თ}} = \frac{1,4\sigma_{-1}}{nk_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 33,2}{1,4 \cdot 1,6} = 20,7 \text{ კგ/მმ}^2.$$

4. ცენტრთაშორისი მანძილის განსაზღვრისათვის წინასწარ დაეუშვათ, რომ $\psi_1 = \frac{b}{A} = 0,3$ და დატვირთვის კოეფიციენტი, რომელიც წინასწარი ან-გარიშისათვის შეიძლება ავიღოთ: როცა კბილა თვლები საყრდენების მიმართ სიმეტრიული მდებარეობისა $K \approx 1,3$, ხოლო არასიმეტრიული მდებარეობისა $K \approx 1,5$; მივიღოთ, დაახლოებით, $K=1,5$.

5. ცენტრთაშორისი მანძილი ტოლია

$$A = (i_0 + 1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{[\tau]_{\text{კბ}} i_0}\right)^2 \frac{N_s K}{n_s \psi_1}} =$$

$$= (4+1) \sqrt[3]{\left(\frac{100000}{2000 \cdot 4}\right)^2 \frac{12,4 \cdot 1,5}{76,8 \cdot 0,3}} \approx 25,0 \text{ მმ.}$$

ГОСТ 2185-55-დან ვიღებთ, რომ $A=250$ მმ.

6. მოდული იქნება

$$m = \frac{2A}{z_x} = \frac{2 \cdot 250}{100} = 5 \text{ მმ (შეესაბამება OCT 1597).}$$

საწყისი დიამეტრები იქნება:

$$D_3 = mz_3 = 5 \cdot 20 = 100 \text{ მმ}; \quad D_4 = mz_4 = 5 \cdot 80 = 400 \text{ მმ.}$$

კბილის სიგრძე $b = \psi_1 A = 0,3 \cdot 250 = 75$ მმ; მივიღოთ, რომ $b=85$ მმ.

7. დავაუხსტოთ დატვირთვის კოეფიციენტი და ძვრის კონტაქტური ძაბვა. ამისათვის ეპოულობთ წრიულ სიჩქარეს

$$v_2 = \frac{\pi D_3 n_3}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 306}{60 \cdot 1000} \approx 1,63 \text{ მ/წმ.}$$

მე-19 ცხრილის მიხედვით ასეთ სიჩქარეს შეესაბამება სიზუსტის მე-7 ხარისხი. დინამიკურობის კოეფიციენტი, როცა $v=1,63$ მ/წმ, მე-7 ხარისხის სი-

ზუსტისათვის მე-18 ცხრილიდან $k_{\text{ლ}}=1,3$; როცა $\frac{b}{D_3}=\frac{85}{100}=0,85$, დატვირთ-
ვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი მე-17 ცხრილიდან $k_{\text{კონც}}=1,25$. შესაბამი-
სად, დატვირთვის კოეფიციენტი

$$K=k_{\text{ლ}}k_{\text{კონც}}=1,3 \cdot 1,25=1,62.$$

მუშა კონტაქტური ძაბვის სიდიდე

$$[\tau]_{\text{ფ}} = \frac{100000}{A i_{\text{ფ}}} \sqrt{\frac{N_3 K}{n_3} \frac{(i_{\text{ფ}}+1)^3}{b}} = \frac{100000}{25 \cdot 4} \sqrt{\frac{12,4 \cdot 1,62}{76,8} \frac{(4+1)^3}{8,5}} \approx$$

$$\approx 1980 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\text{ფ}} = 2000 \text{ კგ/სმ}^2.$$

8. შევამოწმოთ კბილი ღუნვაზე, ამისათვის განვსაზღვროთ: კბილის
ფორმის კოეფიციენტები (ცხრ. 10)

$$y_3=0,092; y_4=0,172.$$

წრიული ძალა

$$P_2 = \frac{75 N_3}{v_2} = \frac{75 \cdot 12,4}{1,63} = 572 \text{ კგ}.$$

მივიღოთ, რომ

$$K_{\text{ლ}}=K=1,62,$$

მაშინ

$$\sigma_{\text{ლ.კბ}} = \frac{P_2 K_{\text{ლ}}}{y_3 b m \pi \cos \alpha} = \frac{572 \cdot 1,62}{0,092 \cdot 8,5 \cdot 0,5 \cdot 3,14 \cdot \cos 20^\circ} \approx$$

$$\approx 800 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ.კბ}} = 2410 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{ლ.კბ.თ}} = \sigma_{\text{ლ}} \frac{y_3}{y_4} = 800 \frac{0,092}{0,172} \approx 430 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ.კბ.თ}} = 2070 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ამგვარად შემოწმებითი გაანგარიშებანი დამაკმაყოფილებელ შედეგს
გვაძლევს.

კონუსური კბილანებით გადაცემის გაანგარიშება

1. მასალა კონუსური გადაცემის კბილანისა და კბილა თვლისათვის
(ნახ. 78) მივიღოთ იგივე, რაც ცილინდრული კბილანური გადაცემისათვის,
ე. ი. კბილანისათვის ფოლადი 3X1C ($[\sigma]_{\text{ლ.კბ}}=24,1 \text{ კგ/მმ}^2$) და კბილა თვლი-
სათვის ფოლადი 40X ($[\sigma]_{\text{ლ.კბ.თ}}=20,7 \text{ კგ/მმ}^2$ და $[\tau]_{\text{ფ}}=20 \text{ კგ/მმ}^2$).

2. სადისტანციო მანძილის განსაზღვრისათვის წინასწარ დავუშვათ,
რომ $\psi_d = \frac{L}{b_d} = 3$ და დატვირთვის კოეფიციენტი $K=1,5$, მაშინ

$$L = \psi_d \sqrt{i_d^2 + 1} \sqrt[3]{\frac{N_2 K}{n_2} \left[\frac{100000}{[\tau]_{\text{ფ}}(\psi_d - 0,5)i_d} \right]^2} =$$

$$= 3 \sqrt{3,16^2 + 1} \sqrt[3]{\frac{13 \cdot 1,5}{306} \left[\frac{100000}{2000(3 - 0,5)3,16} \right]^2} \approx 13,6 \text{ სმ}.$$

28-ე ცხრილის მიხედვით მივიღოთ, რომ, როცა $A=250$ მმ, მაშინ
 $L=150$ მმ, ე. ი. $L=0,6A=0,6 \cdot 250=150$ მმ.

3. საწყისი კონუსების ნახევარკუთხედები

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{i_j} = \frac{1}{3,16} \approx 0,316; \quad \delta_1 = 17^\circ 30';$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = i_j = 3,16; \quad \delta_2 = 72^\circ 30'.$$

4. საწყისი წრეხაზის დიამეტრის დაახლოებითი სიდიდე

$$D_1 = 2L \sin \delta_1 = 2 \cdot 15 \cdot \sin 17^\circ 30' \approx 9,0 \text{ მმ};$$

5. რადგანაც $\chi_1 = 24$, ამიტომ მოდულის სიდიდე ტოლია

$$m_\delta = \frac{D_1}{\chi_1} = \frac{90}{24} = 3,75 \text{ მმ}.$$

OCT 1597-ის მიხედვით მივიღოთ, რომ $m_\delta = 4$ მმ.

6. საბოლოოდ საწყისი წრეხაზების დიამეტრები იქნება:

$$D_1 = m_\delta \chi_1 = 4 \cdot 24 = 96 \text{ მმ};$$

$$D_2 = m_\delta \chi_2 = 4 \cdot 76 = 304 \text{ მმ}.$$

7. კონუსური მანძილის ანუ დისტანციის საბოლოო სიდიდე

$$L = \frac{D_1}{2 \sin \delta_1} = \frac{96}{2 \cdot \sin 17^\circ 30'} = 160 \text{ მმ}.$$

8. კბილის სიგრძე ტოლია

$$b_\delta = \frac{L}{\phi_\delta} = \frac{160}{3} = 53 \text{ მმ}; \text{ მივიღოთ, რომ } b_\delta = 55 \text{ მმ}.$$

შესაბამისად

$$\phi_\delta = \frac{L}{b_\delta} = 2,9.$$

9. დავაზუსტოთ დატვირთვის კოეფიციენტი და შევამოწმოთ კბილი ძვრის კონტაქტურ ძაბვებსა და ღუნვაზე. ამისათვის განვსაზღვროთ საშუალო მოდული

$$m_{\text{საშ}} = m_\delta - \frac{b_\delta \sin \delta_1}{\chi_1} = 4 - \frac{55 \cdot \sin 17^\circ 30'}{24} \approx 3,32 \text{ მმ};$$

კბილის საშუალო დიამეტრი

$$D_{1\text{საშ}} = m_{\text{საშ}} \chi_1 = 3,32 \cdot 24 \approx 80 \text{ მმ};$$

წრიული სიჩქარე საშუალო დიამეტრზე

$$v_{\text{საშ}} = \frac{\pi D_{1\text{საშ}} n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 970}{60 \cdot 1000} \approx 4,1 \text{ მ/წმ}.$$

ასეთი სიჩქარის დროს კბილის დამზადების სიზუსტის ხარისხი 5—6-ია (ცხრ. 19). შესაბამისად, მე-18 ცხრილიდან დინამიკურობის კოეფიციენტი $k_p = 1,4$ და დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი, როცა

$$\frac{b_j}{D_{j3}} = \frac{1}{2\psi_j \sin \delta_1} = \frac{1}{2 \cdot 2,9 \cdot \sin 17^\circ 30'} \approx 0,57,$$

არის $k_{კონვ} = 1,12$ (ცხრ. 17). შესაბამისად დატვირთვის კოეფიციენტი იქნება

$$K = k_{კონვ} = 1,4 \cdot 1,12 \approx 1,57.$$

ძვრის კონტაქტური ძაბვის ფაქტიური სიდიდე

$$\begin{aligned} \tau_{d3} &= \frac{100000}{(L - 0,5b_j)i_j} \sqrt{\frac{N_2 K}{n_2} \frac{V(i_j^2 + 1)^3}{b_j}} = \\ &= \frac{100000}{(16 - 0,5 \cdot 5,5) \cdot 3,16} \sqrt{\frac{13 \cdot 1,57}{306} \frac{V(3,16^2 + 1)^3}{5,5}} \approx \\ &\approx 1600 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{d3} = 2000 \text{ კგ/სმ}^2. \end{aligned}$$

10. კბილის ლუნვაზე შესამოწმებლად განვსაზღვროთ დაყვანილი კბილის რიცხვები

$$z_{1\varphi} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{24}{\cos 17^\circ 30'} \approx 25;$$

$$z_{2\varphi} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{76}{\cos 72^\circ 30'} \approx 253.$$

შესაბამისად კბილის ფორმის კოეფიციენტები (ცხრ. 10)

$$y_1 = 0,098; \quad y_2 = 0,181.$$

მივიღოთ, რომ $K_{\varphi} = K = 1,57$.

წრიული ძალა

$$P_1 = \frac{75 N_2}{\nu_{სა\varphi}} = \frac{75 \cdot 13}{4,1} \approx 238 \text{ კგ.}$$

ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა

$$\begin{aligned} \sigma_{\varphi,კ} &= \frac{P_1 K_{\varphi}}{\gamma_1 b_j m_{სა\varphi} \pi \cos \alpha} = \frac{238 \cdot 1,57}{0,098 \cdot 5,5 \cdot 0,332 \cdot 3,14 \cdot \cos 20^\circ} \approx 700 \text{ კგ/სმ}^2 < \\ &< [\sigma]_{\varphi,კ} = 2410 \text{ კგ/სმ}^2; \end{aligned}$$

$$\sigma_{\varphi,კ.თ} = \sigma_{\varphi,კ} \frac{y_1}{y_2} = 700 \frac{0,098}{0,181} \approx 380 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\varphi,კ.თ} = 2070 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ამგვარიდ შესრულებული შემოწმებები დამაკმაყოფილებელ შედეგს იძლევა.

რედუქტორის ძირითადი პარამეტრების ცხრილი

პარამეტრის დასახელება	სწრაფმავალი საფეხური	ნელმავალი საფეხური
სიმძლავრე წამყვან ლილვზე	$N_1=13,5$ ცხ. ძ	—
საერთო გადაცემის რიცხვი	$i=i_{\Sigma}=3,16 \cdot 4=12,61$	—
საფეხურების გადაცემის რიცხვი	$i_j=3,16$	$i_{\Sigma}=4$
ბრუნთა რიცხვები:		
წამყვანი ლილვის	$n_1=970$ ბრ/წთ	—
შუალედი ლილვის	—	$n_2=306$ ბრ/წთ
მიმყოფი ლილვის	—	$n_3=76,8$ ბრ/წთ
გადაცემის სახე	კონუსურ-სწორკბილბიანი	ცილინდრულ-სწორკბილ- ლბიანი
სადისტანციო მანძილი	$L=160$ მმ	—
კონუსების წვერების ნახევარკუთხეები	$\alpha_1=17^{\circ}30'$; $\alpha_2=72^{\circ}30'$	—
ცენტრთაშორისი მანძილი	—	$A=250$ მმ
მოდული	$m=4$ მმ	$m=5$ მმ
გამოფი წრეხაზების დიამეტრები	$D_1=96$ მმ	$D_2=100$ მმ
	$D_2=304$ მმ	$D_3=400$ მმ
	$b_j=55$ მმ	$b=85$ მმ
კბილის სიგრძე	$P_1=238$ კმ	$P_2=572$ კმ
წრიული ძალა		

V. რედუქტორის ლილვების საორიენტაციო
გაანგარიშება

1. წამყვანი ლილვი. მგრეხავი მომენტი წამყვან ლილვზე $M_1=1000$ კგსმ.

ლილვის ბოლოს დიამეტრი, სადაც მასზე ქურო წამოეგება, განვსაზღვროთ გრეხვაზე სიმპტივის პირობიდან ფორმულით

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_1}{0,2[\tau]_{\delta}}} = \sqrt[3]{\frac{1000}{0,2 \cdot 200}} \approx 2,92 \text{ სმ.}$$

АОП 63-6 ტიპის ელექტროძრავის ლილვის დიამეტრი $d_{\delta}=45$ მმ. თუ შევარჩევთ МУВН-6 ტიპის ელასტიკურ ქუროს, რომელსაც აქვს ხერეტი ლილვისათვის 35—55 მმ საზღვრებში, მაშინ შეგვიძლია მივიღოთ $d_1=38$ მმ. საკისრების დასაყენებელ ადგილებში კი $d_1'=45$ მმ.

2. შუალედი ლილვი. მგრეხავი მომენტი ამ ლილვზე არის $M_2=3050$ კგსმ. ლილვის დიამეტრი

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_2}{0,2[\tau]_{\delta}}} = \sqrt[3]{\frac{3050}{0,2 \cdot 200}} \approx 4,25 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ, რომ ლილვის დიამეტრი $d_2=50$ მმ, ხოლო საკისრების დასაყენებელ ადგილებში $d_2'=45$ მმ.

3. მიმყოფი ლილვი. მიმყოფ ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი $M_3=11600$ კგსმ. ლილვის დიამეტრი

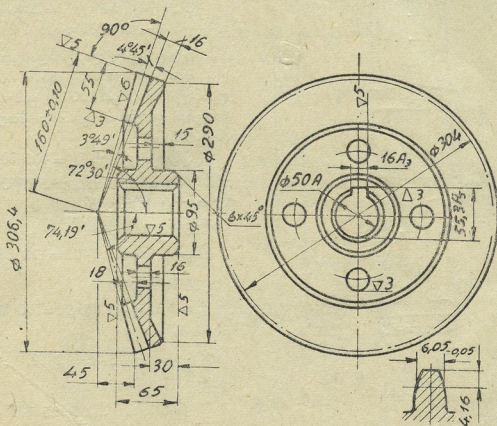
$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{M_3}{0,2[\tau]_{\delta}}} = \sqrt[3]{\frac{11600}{0,5 \cdot 200}} \approx 6,6 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ, რომ კბილა თვლის დასაყენებელ ადგილას $d_3=75$ მმ; საკისრების დასაყენებელ ადგილას $d_3'=70$ მმ და ვარსკვლავის დასაყენებელ ადგილას $d_3''=65$ მმ.

VI. კბილანებისა და კბილა თვლების კონსტრუქციული ზომები

$D_1=96$ მმ დიამეტრიანი კონუსური კბილანა მზადდება ლილვთან ერთად, მთლიანი (ნახ. 82).

კონუსურ კბილა თვალს, დიამეტრით $D_2=304$ მმ, ვამზადებთ ქედვით 80 ნახ-ის მსგავსად. მისი უმაჯრესი ზომებია:



მომავლის მახასიათებლები

№	მაჩვენებელი	სიმართლე	სიღრმე
1	მომავლის მაჩვენებელი	m	4 მმ
2	კბილის რიცხვი	2	76
3	კბილის მახასიათებელი	საზოგადოებრივი	
4	კბილის მახასიათებელი	— " —	
5	მომავლის კბილის ნორმ. კბილის	α	20°
6	კბილის სიღრმის კოეფიციენტი	f_0	1
7	კბილის სიღრმის კოეფიციენტი	f	0
8	სიღრმის ხაზის სიღრმე		7
9	თავის სიღრმის სიღრმე	$H_6 =$...
10	მომავლის კბილის სიღრმის სიღრმე		

მორგვის დიამეტრი $D_0 = 1,6d_2 = 1,6 \cdot 50 = 80$ მმ; მიღებულია $D_3 = 95$ მმ.

მორგვის სიგრძე $l_0 = 1,2d_2 = 1,2 \cdot 50 = 60$ მმ; მიღებულია $l_0 = 65$.

ფერსოს სისქე $s = (0,1 \div 0,2)L = (0,1 \div 0,2)160 = 16 \div 32$ მმ.

დისკოს სისქე

$$a = 0,1L = 0,1 \cdot 160 = 16 \text{ მმ.}$$

შვერების წრეხაზის დიამეტრი

$$D_{e2} = D_3 + 2h' \cos \delta_2 = 304 + 2 \cdot 4 \cdot \cos 72^\circ 30' \approx 306,4 \text{ მმ.}$$

ცილინდრული კბილანური გადაცემის კბილანას, მისი მცირე დიამეტრის ($D_3 = 100$ მმ) გამო, ვაშადებთ ლილვთან ერთად მთლიანს (ნახ. 82).

კბილა თვალს $D_4 = 400$ მმ დიამეტრით ვაშადებთ ბადროსებურს (ნახ. 81), ზომებით:

მორგვის დიამეტრი

$$D_0 = 1,6d_3 = 1,6 \cdot 75 = 120 \text{ მმ.}$$

მორგვის სიგრძე

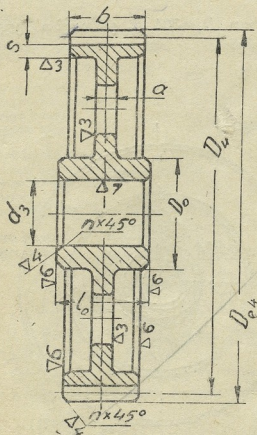
$$l_0 = 1,25d_3 = 1,25 \cdot 75 = 100 \text{ მმ.}$$

ფერსოს სისქე

$$s \approx 3m = 3 \cdot 4 = 12 \text{ მმ.}$$

დისკოს სისქე

$$a \approx 0,3b = 0,3 \cdot 85 \approx 25 \text{ მმ.}$$



ნახ. 81.

VII. რედუქტორის კორპუსისა და სახურავის ძირითადი ელემენტების ზომები (ნახ. 42-ის მიხედვით)

$$1. \delta = 0,025A + 5 = 0,025 \cdot 250 + 5 = 11,25 \approx 12 \text{ მმ.}$$

$$2. \delta_1 = 0,02A + 5 = 0,02 \cdot 250 + 5 = 10 \text{ მმ.}$$

$$3. b = 1,5\delta = 1,5 \cdot 12 = 18 \text{ მმ.}$$

$$4. b_1 = 1,5\delta_1 = 1,5 \cdot 10 = 15 \text{ მმ.}$$

$$5. p = 2,5\delta = 2,5 \cdot 12 = 30 \text{ მმ.}$$

$$6. d_0 = 0,036A + 12 = 0,036 \cdot 250 + 12 = 21 \text{ მმ; მივიღოთ } d_0 - \text{მ } 22.$$

$$7. d_1 = 0,75d_0 = 0,75 \cdot 22 = 16,5 \text{ მმ; მივიღოთ } d_1 - \text{მ } 16.$$

$$8. d_2 = 0,6d_0 = 0,6 \cdot 22 = 13,2 \text{ მმ; მივიღოთ ჯანჭიკი მ } 14.$$

$$9. l_3 = 0,4d_0 = 0,4 \cdot 22 = 8,8 \text{ მმ; მივიღოთ ჯანჭიკი მ } 10.$$

10. ჰანჭიკების რიცხვი საფუძვლისათვის

$$n = \frac{L+B}{200 \div 300} = \frac{680+335}{200} = 5,12; \text{ მივიღოთ } n=6.$$

11. კორპუსის ზემო სარტყლისათვის საკისრის დასაყენებელ ადგილას, როცა $d_1=16$ მმ, გვაქვს $c_1=26$ მმ; $c_2=21$ მმ; $R=c_2=21$ მმ. როცა $d_2=12$ მმ, მაშინ $c_1=22$ მმ; $c_2=18$ მმ; $k=c_1+c_2=22+18=40$ მმ.

კორპუსის ფუძეზე, როცა $d_0=22$ მმ, მაშინ $c_1=36$ მმ; $c_2=30$ მმ.

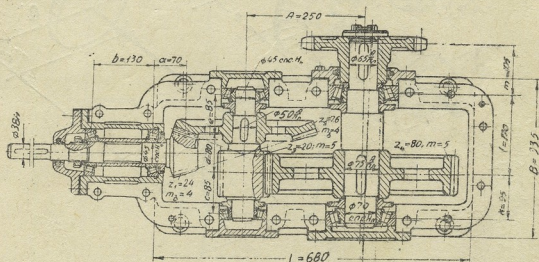
$$12. l_1=c_1+R+(3 \div 5) \text{ მმ} = 26+21+3=50 \text{ მმ და ა. შ.}$$

$$13. e=(1 \div 1,2) d_1=1,2 \cdot 16 \approx 19 \text{ მმ.}$$

$$14. d_4=(0,3 \div 0,4) d_0=0,3 \cdot 22 \approx 6,6 \text{ მმ; მივიღოთ, რომ } d_4=8 \text{ მმ.}$$

VIII. რედუქტორის ესკიზური შეთანწყობა

რედუქტორის შეთანწყობის ნახაზს ვაღვენთ ერთ გეგმულში—ზედნედაში (პრილი—ლილვების მდებარეობის ღერძზე) (ნახ. 82). მანძილი წამყვანი ლილვის საკისრებს შორის კონუსურ და კონუსურ-ცილინდრულ რედუქტორებში



ნახ. 82.

ჩვეულებრივად აიღება $b=(1,5 \div 2,5)a$. ჩვენს შემთხვევაში იგი აღებულია $b=130$ მმ. რედუქტორის კორპუსს ვამზადებთ სიმეტრიულს წამყვანი ლილვის ღერძის მიმართ, რაც ყოველთვის არაა სავალდებულო. რედუქტორის ყველა ლილვისათვის გამოყენებული გვაქვს კონუსურგორგოლაკებიანი საკისრები.

წამყვანი ლილვის საკისრებს ვათავსებთ ტიქაში, რაც საშუალებას იძლევა ვარეგულიროთ მოდება ტიქისა და კორპუსის მიღტულებს შორის შუალედი ფირფიტების მოთავსებით.

საკისრების გაზეთვის კბილანების მცირე წრიული სიჩქარის გამო ($v_1=4,1$ მ/წმ) ვახდენთ კონსისტენტური ზეთით. კბილანების გაზეთვის კი ვახდენთ მათი ზეთის აბაზანაში ჩაშვებით; თხელი ზეთი ჩასხმულია კორპუსში.

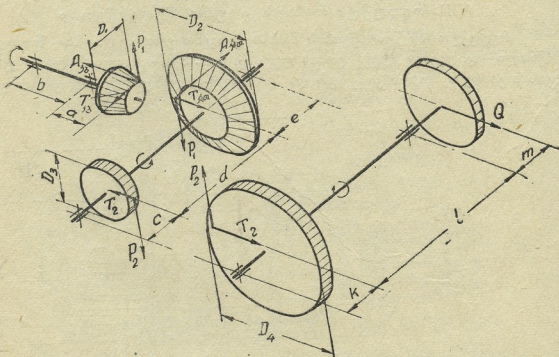
საკისრების კამერა გამოყოფილია კორპუსის შიგა სივრცისაგან ზეთის შემკავებელი რგოლებით.

ესპეციალური შეთანწყობის შედეგად განსაზღვრულია მანძილები საყრდენებს შორის და კბილანების მდებარეობა მათ მიმართ.

IX. ლილვების მიახლოებითი გაანგარიშება და საკისრების შერჩევა

რედუქტორის კბილანებზე მოქმედი დატვირთვები ნაჩვენებია 83-ე ნახ. ზე გამოსახულ რედუქტორის გაშლილ სქემაზე, რომლის მიხედვით ვახდენთ თითოეული ლილვის გაანგარიშებას.

• წამყვანი ლილვი (ნახ. 84). 1. ესპეციალური შეთანწყობის შედეგად 82-ე ნახ.-დან მიღებული გეპეკს მანძილები $a=70$ მმ; $b=130$ მმ. ცნობილია აგრეთვე, რომ $M_1=1000$ კგსმ.



ნახ. 83.

2. მოდებაში მოქმედი ძალებია: წრიული ძალა $P_1=238$ კგ; კბილანის ღერძული ძალა $A_{კ.ბ.}$, რომელიც ტოლია კბილა თელის რადიალური $T_{კ.ბ.}$ ძალისა

$$A_{კ.ბ.}=T_{კ.ბ.}=P_1 \operatorname{tg} \alpha \sin \delta_1 = 238 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \sin 17^\circ 30' \approx 27 \text{ კგ.} = Q_1$$

კბილანის რადიალური ძალა T კბ, რომელიც ტოლია კბილა თელის ღერძული $A_{კ.ბ.}$ ძალისა

$$T_{კ.ბ.}=A_{კ.ბ.}=P_1 \operatorname{tg} \alpha \sin \delta_2 = 238 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot \sin 72^\circ 30' \approx 82 \text{ კგ.} = \Phi_1$$

3. საყრდენების რეაქციები P_1 ძალისაგან

$$P_1(a+b) - R_{PB}b = 0;$$

$$R_{PB} = \frac{P_1(a+b)}{b} = \frac{238(7+13)}{13} \approx 365 \text{ კგ.}$$

$$R_{PA} = \frac{P_1 a}{b} = \frac{238 \cdot 7}{13} \approx 128 \text{ კგ.}$$

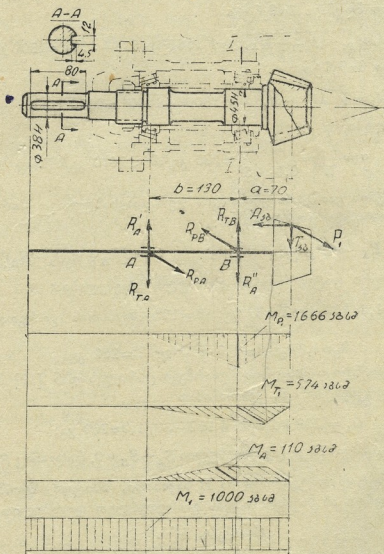
შემოწმება:

$$R_{PA} + P_1 = R_{PB}; \quad 128 + 238 = 366; \quad 366 = 366 \text{ კგ.}$$

$T_{\text{კ}}$ ძალისაგან

$$R_{TB} = \frac{T_{\text{კ}}(a+b)}{b} = \frac{82(7+13)}{13} \approx 126 \text{ კგ.}$$

$$R_{TA} = \frac{T_{\text{კ}} \cdot a}{b} = \frac{82 \cdot 7}{13} \approx 44 \text{ კგ.}$$



ფიგ. 84.

შემოწმება:

$$R_{TA} + T_{\text{კ}} = 44 + 82 = 126 = R_{TB} = 126 \text{ კგ.}$$

$A_{\text{კ}}$ ძალისაგან

$$A_{\text{კ}} \frac{D_{1\text{საგ}}}{2} = R'_A b; \quad R_A = R'_A = \frac{A_{\text{კ}} D_{1\text{საგ}}}{2b} = \frac{27 \cdot 8,0}{2 \cdot 13} \approx 8,4 \text{ კგ.}$$

ტოლქმელი რეაქციები იქნება:

$$R_A = \sqrt{R_{PA}^2 + (R_{TA} - R'_A)^2} = \sqrt{128^2 + (44 - 8,4)^2} \approx 132 \text{ კგ};$$

$$R_B = \sqrt{R_{PB}^2 + (R_{TB} - R'_A)^2} = \sqrt{366^2 + (126 - 8,4)^2} \approx 590 \text{ კგ}.$$

4. I—I კვეთში მღუნავი მომენტებია:

$$M_{P1} = P_1 a = 238 \cdot 7 = 1666 \text{ კგსმ};$$

$$M_{T1} = T_1 a = 82 \cdot 7 = 574 \text{ კგსმ};$$

$$M_A = A_1 \frac{D_{1\text{საშ}}}{2} = 27 \frac{8,1}{2} \approx 110 \text{ კგსმ}.$$

ტოლქმელი მღუნავი მომენტია

$$M_C = \sqrt{M_{P1}^2 + (M_{T1} + M_A)^2} = \sqrt{1666^2 + (574 + 110)^2} \approx 1800 \text{ კგსმ}.$$

დაყვანილი მომენტი

$$M_I = \sqrt{M_C^2 + M_A^2} = \sqrt{1800^2 + 1000^2} \approx 2090 \text{ კგსმ};$$

ძაბვა ლილვში

$$\sigma = \frac{M_I}{W} = \frac{2090}{0,1 \cdot 4,5^2} \approx 230 \text{ კგ/სმ}^2 < 2410 \text{ კგ/სმ}^2.$$

5. საკისრების გაანგარიშებისათვის ჯერ განვსაზღვრავთ პირობით დატვირთვებს საკისრებზე ფორმულებით:

$$Q_A = [R_A + m(A_1 + S_B - S'_A)]k_B; \quad Q_B = [R_B + m(S_A - S_B)]k_B,$$

სადაც რადიალური დატვირთვების ლერძული მდგენელებია:

$$S_A \approx 1,3 R_A \operatorname{tg} \beta = 1,3 \cdot 132 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ \approx 37 \text{ კგ}; \quad (\beta = 12^\circ - \text{საკისრის გორგოლაქის დახრის კუთხე});$$

$$S_B \approx 1,3 R_B \operatorname{tg} \beta = 1,3 \cdot 590 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ \approx 162 \text{ კგ}.$$

k_B კოეფიციენტი საკისრების შესარჩევი ცხრილებიდან [19] მიღებულია $k_B \approx 1,3$; m კოეფიციენტი $\approx 1,8$, შესაბამისად

$$Q_A = [132 + 1,8(27 + 162 - 37)]1,3 \approx 700 \text{ კგ};$$

$$Q_B = R_B k_B = 590 \cdot 1,3 = 775 \text{ კგ (აქ მიღებულია } S_A - S_B = 0, \text{ რადგანაც } S_B > S_A \text{ - ზე)}.$$

6. უფრო მეტად დატვირთულია B საკისარი, ამიტომ შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი ამ საკისრისათვის გამოვთვალოთ ფორმულით

$$C = Q_B(n, h)^{0,3}.$$

საკისრის სამსახურის დროდ მივიღოთ $h = 5000$ საათი, მაშინ საკისრების შესარჩევი ცხრილებიდან $(n, h)^{0,3} = (970 \cdot 5000)^{0,3} \approx 100$ და შესაბამისად

$$C = 775 \cdot 100 = 77500.$$

✓ შესრეული გვაქვს კონსტრუქტორგოლაქიანი საშუალო სერიის საკისარი № 7309 (ГОСТ 333-55), რომლისთვისაც $C = 128000$ და ზომები $d \times D \times T = 45 \times 100 \times 27,5$ მმ. ასეთ საკისარს ვაყენებთ წამყვანი ლილვის ორივე მხარეს.

• შუალედი ლილვი (ნახ. 85). 1. ექსპლუატაციის შედეგად (ნახ. 82) შუალედი ლილვისათვის მიღებული გვაქვს მანძილები: $c=85$ მმ; $d=80$ მმ; $e=85$ მმ.

2. კონუსური კბილა თვლის საშუალო დიამეტრი

$$D_{\text{საშ}} = m_{\text{საშ}} z_2 = 3,32 \cdot 76 \approx 254 \text{ მმ.}$$

3. ცილინდრულ-კბილანურ შო-
დებში მოქმედებს დატვირთვები:

$$P_2 = 572 \text{ კგ; } T_2 = P_2 \operatorname{tg} \alpha = \\ = 572 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \approx 210 \text{ კგ.}$$

კონუსურ-კბილანურ გადაცემებში რჩე-
ბა იგივე დატვირთვები, რაც ზემოთ
იყო აღნიშნული, მხოლოდ ისინი სა-
წინააღმდეგო მიმართულებისაა, ე. ი.
 $A_{\text{კბ.თ}} = 82$ კგ; $T_{\text{კბ.თ}} = 27$ კგ და $P_1 =$
 $= 238$ კგ.

4. საყრდენების რეაქციები წრი-
ული ძალებისაგან

$$P_1 e - P_2(d+e) + R_{\text{PC}}(c+d+e) = 0;$$

$$R_{\text{PC}} = \frac{P_2(d+e) - P_1 e}{c+d+e} =$$

$$= \frac{572(8+8,5) - 238 \cdot 8,5}{8,5+8+8,5} \approx 296 \text{ კგ;}$$

$$R_{\text{PD}}(c+d+e) + P_1(c+d) - P_2 e = 0;$$

$$R_{\text{PD}} = \frac{P_2 e - P_1(c+d)}{c+d+e} =$$

$$= \frac{572 \cdot 8,5 - 238(8,5+8)}{8,5+8+8,5} \approx 38 \text{ კგ.}$$

შემოწმება:

$$R_{\text{PC}} + R_{\text{PD}} + P_1 = 296 + 38 + 238 = \\ = 572 \text{ კგ} = P_2 = 572 \text{ კგ.}$$

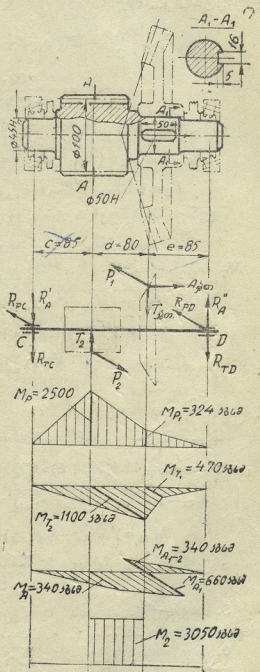
T ძალებისაგან

$$R_{\text{TC}}(c+d+e) - T_2(d+e) + T_{\text{კბ.თ}} e = 0;$$

$$R_{\text{TC}} = \frac{T_2(d+e) - T_{\text{კბ.თ}} e}{c+d+e} =$$

$$= \frac{210(8+8,5) - 27 \cdot 8,5}{8,5+8+8,5} \approx 129 \text{ კგ;}$$

$$R_{\text{TD}}(c+d+e) + T_{\text{კბ.თ}}(c+d) - T_2 e = 0;$$



ნახ. 85.

$$R_{TD} = \frac{T_2 c - T_{\text{კ.ბ.}}(c+d)}{c+d+e} = \frac{210 \cdot 8,5 - 27(8,5+8)}{8,5+8+8,5} \approx 54 \text{ კგ.}$$

შემოწმება:

$$R_{TC} + T_{\text{კ.ბ.}} + R_{TD} = T_2; \quad 129 + 27 + 54 = 210 \text{ კგ} = T_2.$$

ღერძული $A_{\text{კ.ბ.}}$ ძალისაგან

$$A_{\text{კ.ბ.}} \frac{D_{\text{გ.საშ.}}}{2} = R'_A(c+d+e); \quad R'_A = R''_A = \frac{A_{\text{კ.ბ.}} D_{\text{გ.საშ.}}}{2(c+d+e)} =$$

$$= \frac{82 \cdot 25,4}{2(8,5+8+8,5)} \approx 41,6 \text{ კგ.}$$

ტოლქმედი რეაქციები:

$$R_C = \sqrt{R_{PC}^2 + (R_{TC} + R'_A)^2} = \sqrt{296^2 + (129 + 41,6)^2} \approx 336 \text{ კგ.};$$

$$R_D = \sqrt{R_{PD}^2 + (R_{TD} - R'_A)^2} = \sqrt{38^2 + (54 - 41,6)^2} \approx 39 \text{ კგ.}$$

მღუნავი მომენტებია $A-A$ განივი კვეთში:

$$M_P = R_{PC} \cdot c = 296 \cdot 8,5 \approx 2500 \text{ კგსმ.};$$

$$M_{T_2} = R_{TC} \cdot c = 129 \cdot 8,5 \approx 1100 \text{ კგსმ.}; \quad M_A = R'_A \cdot c = 41,6 \cdot 8,5 \approx 355 \text{ კგსმ.};$$

$$M_C = \sqrt{M_P^2 + (M_{T_2} + M_A)^2} = \sqrt{2500^2 + (1100 + 355)^2} \approx 2900 \text{ კგსმ.};$$

$$M_{II} = \sqrt{M_C^2 + M_2^2} = \sqrt{2900^2 + 3050^2} \approx 4200 \text{ კგსმ.};$$

$$\sigma_c = \frac{M_{II}}{0,1 D_{\text{გ.}}^3} = \frac{4200}{0,1 \cdot 8,8^3} \approx 97,0 \text{ კგ/სმ}^2.$$

A_1-A_1 განივი კვეთში:

$$M_{P_1} = R_{PD} \cdot e = 38 \cdot 8,5 = 324 \text{ კგ.}; \quad M_{T_1} = R_{TD} \cdot e = 54 \cdot 8,5 \approx 470 \text{ კგ.};$$

$$M_{A_1} = R'_A(c+d) = 41,6(8,5+8) \approx 660 \text{ კგსმ.}; \quad M_{A_{1-2}} = R''_A e = 41,6 \cdot 8,5 \approx 340 \text{ კგსმ.};$$

$$M_{C_1} = \sqrt{M_{P_1}^2 + (M_{T_1} + M_{A_1})^2} = \sqrt{324^2 + (470 + 660)^2} \approx 1160 \text{ კგსმ.};$$

$$M'_{II} = \sqrt{M_{C_1}^2 + M_2^2} = \sqrt{1160^2 + 3050^2} \approx 3300 \text{ კგსმ.};$$

$$\sigma = \frac{M'_{II}}{0,1 d_2^3} = \frac{3300}{0,1 \cdot 5^3} \approx 264 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{დ.}}$$

5. საყრდენებისათვის შერჩეული კონსტრუქციისათვის საშუალო სერიის საკისარი № 7309 (ГОСТ 333-55), რომელსაც აქვს $C=128000$.

6. საკისრის შესამოწმებლად განვსაზღვრავთ პირობით დატვირთვებს

$$Q_C = [R_C + m(S_D - S_C)]k_z; \quad Q_D = [R_D + m(A_{\text{კ.ბ.}} + S_C - S_D)]k_z,$$

სადაც

$$S_C \approx 1,3 R_C \operatorname{tg} \beta = 1,3 \cdot 336 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ \approx 92 \text{ კგ.};$$

$$S_D \approx 1,3 R_D \operatorname{tg} \beta = 1,3 \cdot 39 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ \approx 11 \text{ კგ.}$$

ცხრილებიდან [19]: $k_z \approx 1,3$; $m=1,8$; რადგანაც $S_C > S_D$, ამიტომ $S_D - S_C = 0$.

შესაბამისად

$$Q_c = R_c k_b = 336 \cdot 1,3 \approx 440 \text{ კგ};$$

$$Q_D = [39 + 1,8(82 + 92 - 11)]1,3 \approx 435 \text{ კგ}.$$

7. უფრო მეტად დატვირთულია C საკისარი და შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი ამ საკისარისათვის, თუ $h = 5000$ საათს და

$$(n_2 h)^{0,3} = (306 \cdot 5000)^{0,3} \approx 72,5, \text{ იქნება}$$

$$C = Q_c (n_2 h)^{0,3} = 440 \cdot 72,5 \approx 32000 < C_{\text{საყ}} = 128000,$$

ამიტომ შერჩეული საკისარი მისაღებია.

მიმყოლი ლილვი (ნახ. 86). 1. მიმყოლი ლილვისათვის რელუქტორის ესკიზური შეთანწყობის შედეგად (ნახ. 82) მიღებულია ზომები: $k = 95$ მმ, $m = 105$ მმ; $l = 170$ მმ.

ლილვზე მოქმედი დატვირთვები: წრიული ძალა $P_2 = 572$ კგ; $T_2 = 210$ კგ და ვარსკვლავისაგან ლილვზე მოქმედი წნევა $Q = 1052$ კგ.

2. საყრდენების რეაქციები (ნახ. 86):

წრიული ძალისაგან

$$R_{PK}(k+l) - P_2 l = 0;$$

$$R_{PK} = \frac{P_2 l}{k+l} = \frac{572 \cdot 17}{9,5 + 17} \approx 368 \text{ კგ};$$

$$R_{PL}(k+l) - P_2 k = 0;$$

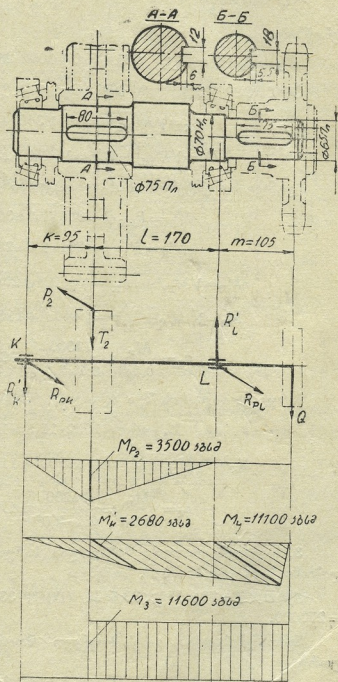
$$R_{PL} = \frac{P_2 k}{k+l} = \frac{572 \cdot 9,5}{9,5 + 17} \approx 205 \text{ კგ}.$$

შემოწმება:

$$R_{PK} + R_{PL} = P_2; \quad 368 + 205 = 572 \text{ კგ} = P_2 = 572 \text{ კგ}.$$

რადიალური ძალით და ჯაჭვით გამოწვეული დატვირთვისაგან:

$$R_K'(k+l) + T_2 l - Qm = 0;$$



ნახ. 86.

$$R'_K = \frac{Qm - T_2 l}{k + l} = \frac{1052 \cdot 10,5 - 210 \cdot 17}{9,5 + 17} \approx 281 \text{ კგ};$$

$$-Q(k + l + m) + R'_L(k + l) - T_2 k = 0;$$

$$R'_L = \frac{Q(k + l + m) + T_2 k}{k + l} = \frac{1052(9,5 + 17 + 10,5) + 210 \cdot 9,5}{9,5 + 17} \approx 1543 \text{ კგ}.$$

შემოწმება:

$$R'_K + T_2 + Q = R'_L; \quad 281 + 210 + 1052 = 1543 \text{ კგ} = R'_L = 1543 \text{ კგ}.$$

ტოლქმედი რეაქცია იქნება:

$$R_K = \sqrt{R_{PK}^2 + R_K'^2} = \sqrt{368^2 + 281^2} \approx 470 \text{ კგ};$$

$$R_L = \sqrt{R_{PL}^2 + R_L'^2} = \sqrt{205^2 + 1543^2} \approx 1570 \text{ კგ}.$$

მღუნავი მომენტები: $A-A$ განივკვეთში

$$M_{P_2} = R_{PK} \cdot k = 368 \cdot 9,5 \approx 3500 \text{ კგსმ};$$

$$M'_K = R'_K \cdot k = 281 \cdot 9,5 \approx 2680 \text{ კგსმ};$$

$$M_R = \sqrt{M_{P_2}^2 + M_K'^2} = \sqrt{3500^2 + 2680^2} \approx 4400 \text{ კგსმ};$$

$$M_R = \sqrt{M_R^2 + M_3^2} = \sqrt{4400^2 + 11600^2} \approx 12300 \text{ კგსმ};$$

$$\sigma_R = \frac{M_R}{0,1d^3} = \frac{12300}{0,1 \cdot 7,5^3} \approx 290 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_R.$$

მარჯვენა საკისრის შუა ადგილას

$$M_L = Qm = 1052 \cdot 10,5 \approx 11100 \text{ კგსმ};$$

$$M_R = \sqrt{M_L^2 + M_3^2} = \sqrt{11100^2 + 11600^2} \approx 16200 \text{ კგსმ};$$

$$\sigma_R = \frac{M_R}{0,1d^3} = \frac{16200}{0,1 \cdot 7,0^3} \approx 470 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_R.$$

3. საყრდენებისათვის შერჩეულია საშუალო სერიის კონუსურგორგოლაქიანი საკისარი № 7314, ზომებით

$$d \times D \times T = 70 \times 150 \times 38,5 \text{ მმ (ГОСТ 333-55), რომელსაც აქვს } C_{\text{საყ}} = 270000.$$

შემოწმებისათვის განვსაზღვრავთ შრომისუნარიანობის კოეფიციენტს ფორმულით

$$C = R_L k_k k_h (n_3 h)^{0,3}.$$

მივიღოთ, რომ: $k_k = 1$; $k_h = 1,5$; $(n_3 h)^{0,3} = (76,8 \cdot 5000)^{0,3} \approx 48$, მაშინ ჩასმის შედეგად გვექნება

$$C = 1570 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 48 \approx 114000 < C_{\text{საყ}} = 270000,$$

ამიტომ შერჩეული საკისარი მისაღებია.

X. სოგმანების შერჩევა და შემოწმება

ყველა ლილვისათვის მიღებული გვაქვს ჩვეულებრივი პრიზმატული სოგმანები მომრგვალებული ბოლოებით ГОСТ 8788-58-ის და 8789-58-ის მიხედვით; სოგმანის მასალაა ფლ. 6. თელვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდეები გამოთვლილია ფორმულით

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{M_{\text{გრ}}}{0,25dh(l-b)}$$

და მოთავსებულია ქვემო ცხრილში

ლილვი	დიამეტრი მმ	სოგმანის ზომა	მგრეზავი მომენტი კგსმ	—	თელ კგ/სმ²
წამყვანი	38	12×8×80	1000	$\frac{1000}{0,25 \cdot 3,8 \cdot 0,8(8-1,2)}$	195
შუალედი	50	16×10×50	3050	$\frac{3050}{0,25 \cdot 5 \cdot 1(5-1,6)}$	710
მიმყოფი	65	18×11×75	11600	$\frac{11600}{0,25 \cdot 6,5 \cdot 1,1(7,5-1,8)}$	1128
	75	20×12×80		$\frac{11600}{0,25 \cdot 7,5 \cdot 1,1(8-2)}$	940

ამგვარად მიღებული ძაბვები ნაკლებია დასაშვებ $[\sigma]_{\text{თელ}} \approx 1200$ კგ/სმ²-ზე.

XI. ლილვების ზუსტი გაანგარიშება

ლილვების საშიშ კვეთში სიმტკიცის მარაგის განსაზღვრა (ზუსტი გაანგარიშება) ხდება წინათ განხილული მაგალითების მსგავსად.

წამყვანი ლილვი (ნახ. 84). *A-A* კვეთში მოთავსებულია ქურო და იგი განიცდის მხოლოდ გრეზას. ვთვლით, რომ გრეზის ძაბვა იცვლება პულსირებული ციკლით.

1. წამყვანი ლილვის მასალა იგივეა, რაც კონუსური კბილანისა, ე. ი. ფოლადი 30ХГС, რომელსაც აქვს: $\sigma_{\text{გ}} = 90$ კგ/მმ²; $\sigma_{\text{ფ}} = 70$ კგ/მმ²; $\sigma_{-1} = 38,5$ კგ/მმ²; $\tau_{-1} \approx 0,58 \cdot 38,5 = 22,4$ კგ/მმ²;

A-A კვეთისათვის სოგმანების სტანდარტებიდან აღებული გვაქვს: $b = 12$ მმ, $t = 4,5$ მმ (ნახ. 84); შესაბამისად

$$W_{\text{ქნეტო}} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt(d-t)}{2d} = \frac{3,14 \cdot 3,8^3}{16} - \frac{1,2 \cdot 0,45(3,8 - 0,45)^2}{2 \cdot 3,8} \approx 10 \text{ სმ}^3;$$

მხები ძაბვა

$$\tau_{\text{მაქს}} = \frac{M_1}{W_{\text{ქნეტო}}} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ცხრილებიდან [1; 9] მიღებულია ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი სასოგმანე ღარისაგან $k_{\text{კ}} \approx 1,65$ და მასშტაბური ფაქტორი $\epsilon_{\text{კ}} = 0,74$; კოეფიციენტი $\phi_{\text{კ}} = 0,1$, ციკლის ამპლიტუდა და საშუალო ძაბვა

$$\tau_{\text{კ}} = \tau_{\text{მ}} = \frac{\tau_{\text{მაქს}}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ კგ/სმ}^2.$$

შესაბამისად სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი

$$n = n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_{\tau} + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{2240}{\frac{1,65}{0,74} 50 + 0,1 \cdot 50} \approx 19,1.$$

I—I კვეთი განიცილის მგრეხავრ და მაქსიმალური მღუნავი მომენტის გავლენას. ვთვლით, რომ ღუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა იცვლება სიმეტრიულ ციკლით, ხოლო გრეხისაგან—ჰულსირებულით. ძაბვების კონცენტრაცია ლილვზე ხდება საკისრის ჩაწნების გამო. ჩაწნებისაგან გამოწვეულ წნევად მივიღოთ $p = 1,5$ კგ/სმ², მაშინ ცხრილებიდან [1; 8; 10] $\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} = 3,5$ და შემასწორებელი γ კოეფიციენტის გათვალისწინებით

$$\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} = \gamma \cdot 3,5 = 0,885 \cdot 3,5 \approx 3,1;$$

აგრეთვე

$$\sigma_{\tau} = \sigma_{\text{მაქს}} = \frac{M_{\tau}}{0,1 d_1'^3} = \frac{1800}{0,2 \cdot 4,5^3} \approx 220 \text{ კგ/სმ}^2.$$

სიმტკიცის მარაგი ნორმალური ძაბვების მიხედვით იქნება

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_{\tau}} = \frac{3850}{3,1 \cdot 220} \approx 5,7.$$

ციკლის საშუალო ძაბვის და ამპლიტუდის ნომინალური მნიშვნელობა

$$\tau_{\tau} = \tau_m = \frac{\tau_{\text{მაქს}}}{2} = \frac{M_1}{2 \cdot 0,2 d_1'^3} = \frac{1000}{2 \cdot 0,2 \cdot 4,5^3} \approx 27,4 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} = 1 + 0,6 \left(\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} - 1 \right) = 1 + 0,6(3,1 - 1) = 2,26;$$

$$\psi_{\tau} = 0,1; \quad n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_{\tau} + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{2240}{2,26 \cdot 27,4 + 0,1 \cdot 27,4} \approx 33.$$

სიმტკიცის მარაგის საერთო კოეფიციენტი

$$n = \sqrt{\frac{n_{\sigma}^2 n_{\tau}^2}{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} = \sqrt{\frac{5,7^2 \cdot 33^2}{5,7^2 + 33^2}} \approx 5,6.$$

შუალედი ლილვი (ნახ. 85). სიმტკიცის მარაგის განსაზღვრა ხდება წინათ განხილული მაგალითების მსგავსად. აქ აღვნიშნავთ მხოლოდ იმ საშიშ კვეთს, რომელიც საჭიროა შემოწმდეს დაზუსტებითი გაანგარიშებით.

ლილვის მასალა იგივეა, რაც ცილინდრული კბილანისა, რადგანაც კბილანა დამზადებულია ლილვთან ერთად მთლიანად, ე. ი. ფოლადი 30X1C.

სიმტკიცის მარაგი შუალედი ლილვისათვის საჭიროა განისაზღვროს ცილინდრული და კონუსური კბილანების შუა ადგილებში.

მიმყოლი ლილვი (ნახ. 76). ლილვის მასალად მივიღოთ ფოლადი 45.

სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი უნდა შემოწმდეს მარჯვენა საკისრის შუა ადგილას.

4-4 განივი კვეთი ნაკლებად საშიშია და ამიტომ აქ შემოწმება არაა საჭირო.

ესკიზური შეთანწყობისა და მიღებული ზომების მიხედვით შეიძლება გამოიხაზოს რედუქტორის საერთო ხედი სპეციფიკაციით.

87-ე ნახ.ზე გამოსახულია ასეთი რედუქტორის ხედი სამ გეგმილში.

მაბალითი 7. გავიანგარიშოთ კონუსურ-ცილინდრული რედუქტორისათვის (ნახ. 82 სქემის თანახმად) კონუსური გადაცემის ძირითადი ზომები, თუ ელექტროძრავის ბრუნთა რიცხვი $n_{dr}=730$ ბრ/წთ, ხოლო ბოლო ლილვის $n_3=24$. გადაცემის სიზუსტის ხარისხი—8; კონუსური კბილა თვლის ნამზადის ზომამ არ უნდა გადააქარბოს 350—360 მმ-ს. ღერძებს შორის კუთხე $\beta=90^\circ$, $M_3=18000$ კგსმ.

გავანგარიშება. საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_{dr}}{n_3} = \frac{730}{24} = 30,4.$$

მივიღებთ ორსაფეხურიან გადაცემას. პირველი საფეხური კონუსურია, რომლისთვისაც $i_1=4,2$, მაშინ

$$i_2 = \frac{i}{i_1} = \frac{30,4}{4,2} \approx 7,25.$$

კონუსური კბილანებით გადაცემის გავანგარიშება

საწყისი კონუსების კუთხეები

$$\text{tg} \delta_1 = \frac{1}{i_1} = \frac{1}{4,2} = 0,2381; \quad \delta_1 = 13^\circ 23' 30'';$$

$$\delta_2 = 90^\circ - \delta_1 = 90^\circ - 13^\circ 23' 30'' = 76^\circ 36' 30''.$$

თუ გავითვალისწინებთ გადაცემის სიზუსტის ხარისხს და მუშაობის პირობებს, მივიღოთ მოდული $m=4 \div 6$ მმ. გადაცემის მცირე ზომების მისაღებად ავიღოთ კბილთა მცირე რიცხვი; $z_1=15$ და $z_2=i_1 z_1=4,2 \cdot 15=63$, შესაბამისად დაყვანილი კბილთა რიცხვებია:

$$z_{1e} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{15}{0,9728} = 15,419; \quad z_{2e} = \frac{63}{0,2316} = 272,02.$$

რადგანაც $z_{1e} < 17$, ამიტომ საჭიროა მოდების კორექციის მოხდენა. ასეთ შემთხვევაში ცხრილებიდან გვაქვს

$$0,12 < \xi_{\beta} < 0,46.$$

აგრეთვე, თუ გიგულისხმებთ, რომ კონუსურ გადაცემაზე მოქმედებს ცვლადი დატვირთვა, მაშინ შეიძლება მივიღოთ

$$\xi_{\beta} = -\xi_{\beta, \text{თ}} = 0,4 \left(1 - \frac{1}{4,2^2} \right) \approx 0,39.$$

გამყოფი წრეხაზების დიამეტრები ეკვივალენტური ცილინდრული კბი-
ლანებისათვის

$$D_{\delta 1} = \frac{D_{\delta 1}}{\cos \delta_1} = \frac{75}{0,9728} \approx 77,097 \text{ მმ};$$

$$D_{\delta 2} = \frac{315}{0,2316} \approx 1360,103 \text{ მმ}.$$

შვერების წრეხაზების დიამეტრები ეკვივალენტური თვლებისათვის

$$D_{e1} = D_{\delta 1} + 2m_{\delta}(f_0 + \xi_{\delta}) = 77,097 + 2 \cdot 5(1 + 0,4) = 91,097 \text{ მმ};$$

$$D_{e2} = D_{\delta 2} + 2m_{\delta}(f_0 + \xi_{\delta \cdot \sigma}) = 1360,103 + 2 \cdot 5(1 - 0,4) = 1366,103 \text{ მმ}.$$

ღრმულების წრეხაზების დიამეტრები ეკვივალენტური თვლებისათვის

$$D_{i1} = D_{\delta 1} - 2m_{\delta}(f_0 + c_0 - \xi_{\delta}) = 77,097 - 2 \cdot 5(1 + 0,25 - 0,4) = 68,597 \text{ მმ};$$

$$D_{i2} = D_{\delta 2} - 2m_{\delta}(f_0 + c_0 - \xi_{\delta \cdot \sigma}) = 1360,103 - 2 \cdot 5(1 + 0,25 + 0,4) = 1343,603 \text{ მმ}.$$

შვერების წრეხაზების დიამეტრები:

$$D_{e1} = D_{e1} \cdot \cos \delta_1 = 91,097 \cdot 0,9728 = 88,62 \text{ მმ};$$

$$D_{e2} = D_{e2} \cdot \cos \delta_2 = 1366,103 \cdot 0,2316 = 316,39 \text{ მმ}.$$

ღრმულების წრეხაზების დიამეტრები:

$$D_{i1} = D_{i1} \cdot \cos \delta_1 = 68,597 \cdot 0,9728 = 66,63 \text{ მმ};$$

$$D_{i2} = D_{i2} \cdot \cos \delta_2 = 1343,603 \cdot 0,2316 = 311,18 \text{ მმ}.$$

კონუსური მანძილი

$$L = 0,5m_{\delta} \sqrt{\chi_{\delta}^2 + \chi_{\delta \cdot \sigma}^2} = 0,5 \cdot 5 \sqrt{15^2 + 63^2} = 161,9 \text{ მმ}.$$

კბილების ძირების შესაბამისი კუთხეები (ნახ. 80):

$$\operatorname{tg} \gamma_{2\delta} = \frac{D_{\delta 1} - D_{i1}}{2L} = \frac{77,097 - 68,597}{2 \cdot 161,9} = 0,02625; \quad \gamma_{2\delta} = 1^{\circ}30'17'';$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{2\delta \cdot \sigma} = \frac{D_{\delta 2} - D_{i2}}{2L} = \frac{1360,103 - 1343,603}{2 \cdot 161,9} = 0,05095; \quad \gamma_{2\delta \cdot \sigma} = 2^{\circ}55'.$$

კონუსების შვერების კუთხეები:

$$\delta'_1 = \delta_1 + \gamma_{2\delta \cdot \sigma} = 13^{\circ}23'30'' + 2^{\circ}55' = 16^{\circ}18'30'';$$

$$\delta'_2 = \delta_2 + \gamma_{2\delta} = 76^{\circ}36'30'' + 1^{\circ}30'17'' = 78^{\circ}7'.$$

კონუსების ღრმულების კუთხეები იქნება

$$\delta''_1 = \delta_1 - \gamma_{2\delta} = 13^{\circ}23'30'' - 1^{\circ}30'17'' = 8^{\circ}53';$$

$$\delta''_2 = \delta_2 - \gamma_{2\delta \cdot \sigma} = 76^{\circ}36'30'' - 2^{\circ}55' = 73^{\circ}41'30''.$$

კბილის სისქე გამყოფი წრეხაზის რკალზე:

$$S_1 = m_{\delta} \left(\frac{\pi}{2} + 2\xi_{\delta} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\delta} \right) = 5 \left(\frac{\pi}{2} + 2 \cdot 0,4 \cdot 0,364 \right) = 9,31 \text{ მმ};$$

$$S_2 = m_3 \left(\frac{\pi}{2} + 2\xi_{კბ.თ} \operatorname{tg} \alpha_3 \right) = 5 \left(\frac{\pi}{2} - 2 \cdot 0,4 \cdot 0,364 \right) = 5,4 \text{ მმ.}$$

კბილის უმცირესი შეწვრილება ГОСТ 1758-56-ის მიხედვით

$$\Delta S_{კბ} = -0,08; \quad \Delta S_{კბ.თ} = -0,14;$$

დაშვება

$$\delta_{კბ} = 0,11; \quad \delta_{კბ.თ} = 0,15.$$

კბილების ქორდალური სისქე, რომელიც ნახაზს უნდა დაეწეროს

$$S_{კბ} = \left(S_1 - \frac{S_1^3}{6D_{\delta 10}^2} - \Delta S_{კბ} \right)_{-\delta_{კბ}} =$$

$$= \left(9,31 - \frac{9,31^3}{6 \cdot 77,097^2} - 0,08 \right)_{-0,11} = 9,21_{-0,11} \text{ მმ};$$

$$S_{კბ.თ} = \left(S_2 - \frac{S_2^3}{6D_{\delta 20}^2} - \Delta S_{კბ.თ} \right) = \left(5,4 - \frac{5,4^3}{6 \cdot 1360,103^2} - 0,14 \right)_{-0,15} =$$

$$= 5,26_{-0,15} \text{ მმ.}$$

კბილების ქორდალური სიმაღლე

$$h_{კბ} = \frac{D_{\delta 10} - D_{\delta 10}}{2} + \frac{S_1^2}{4D_{\delta 10}} = \frac{91,097 - 77,097}{2} + \frac{9,31^2}{4 \cdot 77,097} = 7,22 \text{ მმ};$$

$$h_{კბ.თ} = \frac{D_{\delta 20} - D_{\delta 20}}{2} + \frac{S_2^2}{4D_{\delta 20}} = \frac{1366,103 - 1360,103}{2} + \frac{5,4^2}{4 \cdot 1360,103} = 3,01 \text{ მმ.}$$

გადაცემის შემდგომი გაანგარიშება ხდება ჩვეულებრივი მეთოდით.

კონუსური კბილა თვლის ლილვზე მოქმედი მომენტი

$$M_2 = \frac{M_3}{i_3} = \frac{18000}{7,25} \approx 2500 \text{ კგსმ.}$$

თუ მივიღებთ, რომ $\psi_j = 4$, მაშინ კბილის სიგრძე იქნება

$$b = \frac{L}{\psi_j} = \frac{161,9}{4} \approx 40 \text{ მმ.}$$

კბილანის საშუალო დიამეტრი

$$D_{1საშ} = D_{\delta 1} - b \sin \delta_1 = 75 - 40 \cdot \sin 13^\circ 23' 30'' = 65,5 \text{ მმ.}$$

წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_{1საშ} n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 65,5 \cdot 730}{60 \cdot 1000} \approx 2,5 \text{ მ/წმ.}$$

შესაბამისად მე-17 და მე-18 ცხრილებიდან ვღებულობთ

$$k_{კონც} = 1,2; \quad k_{\mathcal{L}} = 1,35.$$

ძვრის კონტაქტორი ძაბვის სიდიდე

$$\tau_{d3} = \frac{100000}{(L - 0,5b)i_3} \sqrt{\frac{N}{n_2} k_{კონტ} k_{დ} \frac{\sqrt{(i_3^2 + 1)^3}}{b}} =$$

$$= \frac{100000}{(161,9 - 0,5 \cdot 4)4,2} \sqrt{\frac{2500}{71620} 1,2 \cdot 1,35 \frac{\sqrt{(4,2^2 + 1)^3}}{4}} \approx 1070 \text{ კგ/სმ}^2.$$

კბილის აუცილებელი მინიმალური სისალე

$$H_{B_{მინ}} = \frac{\tau_{d3}}{9,2} = \frac{1070}{9,2} \approx 118,$$

რომლის შესაბამისად კბილა თვალი შეიძლება დამზადდეს ფოლად 35-საგან, რომელსაც აქვს $H_B = 204$, კბილანა კი ფოლად 45-საგან, სისალით $H_B > 240$.

ასეთი გაანგარიშების შემდეგ კბილები ღუნებაზე შემოწმდება.

საკონტროლო ამოცანები

1. ცილინდრული კბილანებით გადაცემაში წამყვან კბილანას აქვს $n_1 = 150$ ბრ/წთ და მიმყოფ კბილა თვალს $n_2 = 50$ ბრ/წთ. გაიანგარიშეთ მოდების გეომეტრია, თუ $z_1 = 15$; მოდული $m = 5$ მმ; კბილები მოჭრილია ლარტყული იარაღით, ამასთანავე $f_0 = 1$; $c_0 = 0,25$; $\alpha = 20^\circ$. მოდება კორექციით უნდა შესრულდეს.

2. გაიანგარიშეთ წყვილი ცილინდრული კბილანებით გადაცემა, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N = 75$ ცხ. ძ. წამყვანი კბილანა აკეთებს $n_1 = 450$ ბრ/წთ; მიმყოფი— $n_2 = 135$ ბრ/წთ; მოდების კუთხე $\alpha = 20^\circ$. წრიული სიჩქარე არ უნდა აჭარბებდეს $v = 2,5$ მ/წმ.

3. გაიანგარიშეთ სწორკბილებიანი ცილინდრული რედუქტორის კბილანური გადაცემა, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N = 50$ ცხ. ძ. კბილანის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 730$ ბრ/წთ; კბილა თვლის— $n_2 = 225$ ბრ/წთ. გადაცემის სამსახურის დრო 8 წელია, ორცვლიანი მუშაობით საშუალო ძალის ბიძგებით. სტანდარტული ცენტრთაშორისი მანძილის დასაცავად და მოდების პარამეტრების გასაუმჯობესებლად გადაცემის მოდება უნდა კორეგირდეს.

4. განსაზღვრეთ რა მასალისაგან უნდა დამზადდეს კბილანა და კბილა თვალი საერთო დანიშნულების რედუქტორისათვის, თუ: გადასაცემი სიმძლავრე $N = 50$ ცხ. ძ. კბილანის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 780$ ბრ/წთ, კბილა თვლის— $n_2 = 245$ ბრ/წთ. ცენტრთაშორისი მანძილი $A = 300$ მმ; კბილის სიგრძე $b = 100$ მმ; გადაცემის სამსახურის დრო 10 წელია, ორ ცვლაში მუშაობით. გადაცემაში მოსალოდნელია ბიძგები.

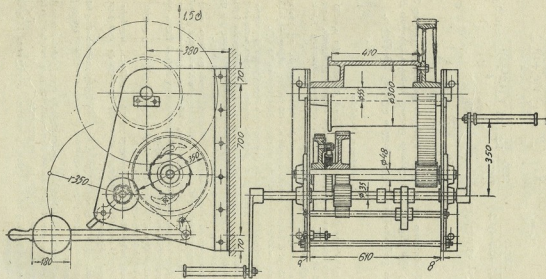
5. გაიანგარიშეთ ამწეს ცილინდრული კბილანებით გადაცემა, თუ დოლის რადიუსი $r = 18$ სმ და ბაგირის დაქიმულობა $Q = 1000$ კგ.

6. გაიანგარიშეთ 88-ე ნახ-ზე გამოსახული კედლის ჯალამბრის კბილანური გადაცემა ნახაზე აღნიშნული დატვირთვის მიხედვით. ამასთანავე შეარჩიეთ და შეამოწმეთ კედელზე მისამაგრებელი კანკიკები.

7. განსაზღვრეთ ის უდიდესი ტვირთი, რომელიც შეუძლია ასწიოს 89-ე ნახ-ზე გამოსახულმა ჯალამბარმა ყველა კბილანით მუშაობის დროს და მორიგეობით გადაცემისას ერთი წყვილი კბილანით.

8. გაიანგარიშეთ ირიბკბილებიანი ერთსაფეხურიანი რედუქტორის ძირითადი ზომები, თუ: $N = 40$ ცხ. ძ; $n_1 = 960$ ბრ/წთ; $n_2 = 200$ ბრ/წთ (ნახ. 90). გაანგარიშების შესაბამისად განსაზღვრეთ რედუქტორის საერთო ზედი და მისი დეტალები.

9. გაიანგარიშეთ 91-ე ნახ-ის სქემაზე გამოსახული რედუქტორი, მასზე აღნიშნული ორნაგებობის მიხედვით.

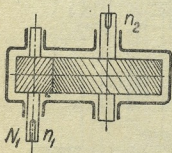


ԲՆԺ. 88.

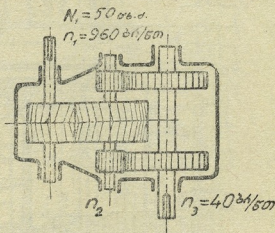


10. გაიანგარიშეთ და დააგეგმარეთ საშრობი დოლის ამძრავი მექანიზმი 92-ე ნახ-ზე მოყვანილი სქემის საფუძველზე, თუ დოლის ბრუნთა რიცხვი $n_1=6$ ბრ/წთ; დოლის დიამეტრი $D_d=1200$ მმ; დოლის სიგრძე $L=5000$ მმ. დოლში მოთავსებულ $q_0=2300$ კგ წონის ნივთიერებას უტვირავს სიმაღლე $\frac{1}{4} D_d$; კუთხე $\alpha=30^\circ$.

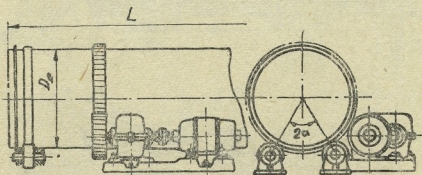
11. განსაზღვრეთ ძირითადი ზომები ცილინდრული კბილანური გადაცემის თანალერპა რედუქტორის პირველი და მეორე საფეხურისათვის 93-ე ნახ-ზე ნაჩვენები სქემის საფუძველზე,



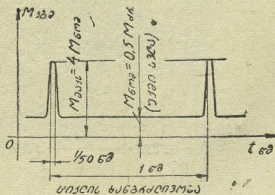
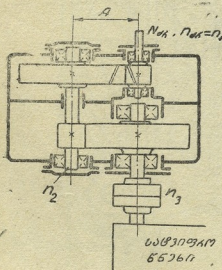
ნახ. 90.



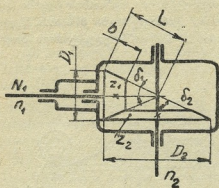
ნახ. 91.



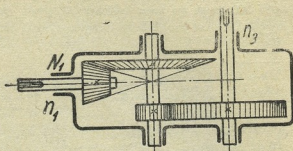
ნახ. 92.



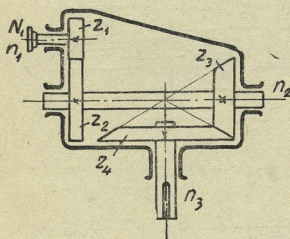
ნახ. 93.



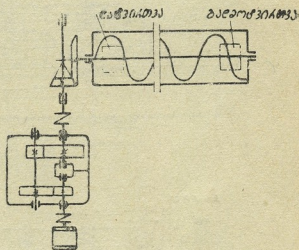
65б. 94.



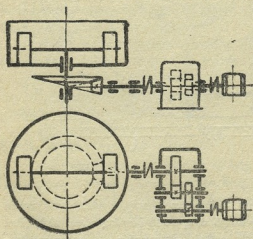
65б. 95.



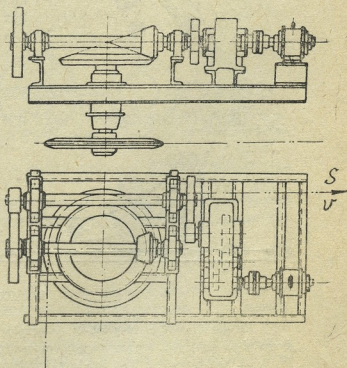
65б. 96.



65б. 97.

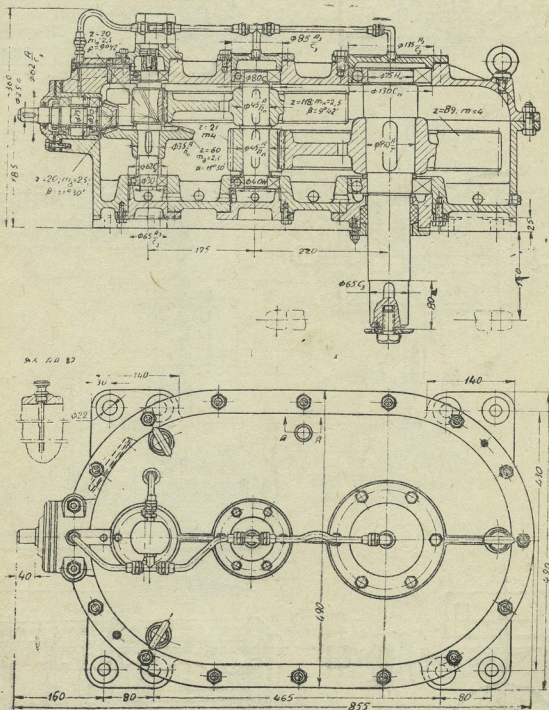


65б. 98.



65б. 99.

თუ რედუქტორი დანიშნულია სატვიფრო წნეხისათვის; რედუქტორის მუშაობის რეჟიმი ნაჩვენებია გრაფიკზე. რედუქტორმა უნდა იმუშაოს დღე-ღამის განმავლობაში 8 საათს, წელიწადში 300 დღეს და მისი სამსახურის დრო დახლოებით 10 წელია. რედუქტორის ბოლო ლილვზე ბრუნთა რიცხვი უნდა იყოს $n_3=60$ ბრ/წთ.



ნახ. 100.

12. გაიანგარიშეთ 94-ე ნახ-ზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით რედუქტორის კონუსური კბილანებით გადაცემა, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=25$ ცხ. ძ; $n_1=940$ ბრ/წთ; $n_2=360$ ბრ/წთ.

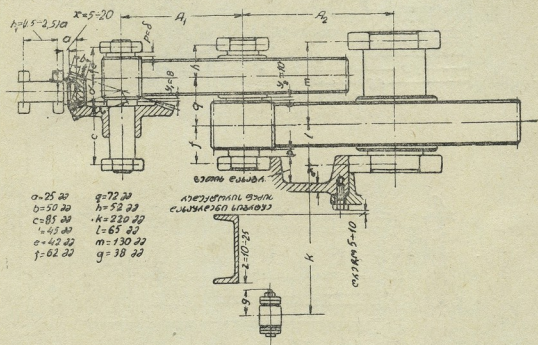
13. გაიანგარიშეთ 95-ე ნახ-ზე გამოსახული სქემისათვის კონუსური და ცილინდრულ-კბილანებიანი საფეხურები, თუ $N_1=20$ ცხ. ძ; $n_1=1000$ ბრ/წთ; $n_2=50$ ბრ/წთ.

14. გაიანგარიშეთ ცილინდრულ-კონუსური რედუქტორი 96-ე ნახ-ზე აღნიშნული სქემის საფუძველზე, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N_1=50$ ცხ. ძ; $n_1=1500$ ბრ/წთ; $n_2=125$ ბრ/წთ. პირველი საფეხური ირიბებილებიანია.

15. გაიანგარიშეთ 97-ე ნახ-ზე გამოსახული სქემის მიხედვით ზრახნული შნეკის ამძრავი მექანიზმი, თუ სიმძლავრე შნეკის ლილვზე $N=4$ კვტ და ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_{\text{შნეკ}}=80$ ბრ/წთ.

16. გაიანგარიშეთ 98-ე ნახ-ზე გამოსახული სქემის მიხედვით საყალიბო მიწის დამამზადებელი რბიას ამძრავი მექანიზმი, თუ სიმძლავრე რბიას ლილვზე $N=5$ ცხ. ძ, ბრუნთა რიცხვი $n_{\text{რბ}}=80$ ბრ/წთ.

17. დაგეგმარდეს 99-ე ნახ-ზე ნაჩვენები სქემის შესაბამისად კონვეიერის ამძრავი, თუ ჯაჭვის წევის ძალა $S=1300$ კგ; ჯაჭვის სიჩქარე $v=5$ მ/წთ. გადაცემა უნდა იმუშაოს 12 წელიწადს, წელიწადში 300 დღეს; ერთი ცვლით დღე-ღამეში.



ნახ 101.

18. დააგეგმარეთ მე-100 ნახ-ზე გამოსახული დაკიდებული კონვეიერის ამძრავი სადგურის კონუსურ-ცილინდრული რედუქტორი. რედუქტორი უნდა მუშაობდეს ერთ ცვლაში და მისი სამსახურის დრო 5 წელია.

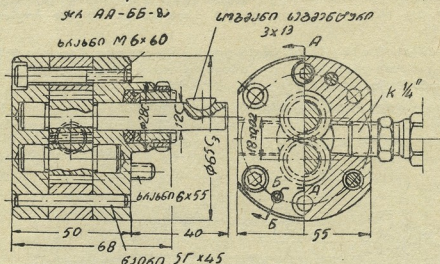
წევის ძალა კონვეიერის ჯაჭვზე $P=800$ კგ; ჯაჭვის სიჩქარე $v=0,25$ მ/წმ; ჯაჭვის ბიჯი $f=100$ მმ; ეარსკვლავას კბილთა რიცხვი $z_1=12$.

რედუქტორის მდგომარეობა და უზნაუროდ მუშაობისათვის კონუსური და პირველი წყვილი ცილინდრულკბილანებიანი გადაცემა ირიბებილებიანია. რედუქტორის ლილვებს, გარდა წამყვანისა, აქვთ შვეული მდებარეობა.

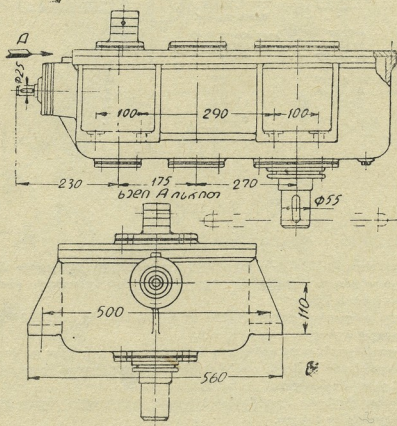
რედუქტორის ესკიზური შეთანწყობის პირველი ეტაპის სქემა შეიძლება იყოს 101-ე ნახ-ზე გამოსახული სქემის მსგავსი.

რედუქტორის კონსტრუქციის სპეციფიკურობის გამო შეზეთვის ვახდენთ ტუმბოს საშუალებით, რომელიც მოძრაობაში მოდის რედუქტორის შუალედი ლილვით. ზემო საკისრების შეზეთვა ხდება მათზე ზეთის მოსხმით, ხოლო ქვემო საკისრები ზეთშია ჩაშვებული. ტუმბო ზეთს საკისრებს მიაწოდებს მილსადენების საშუალებით. ზეთის მიწოდების რეგულირება ხდება ნებისმიერი დოზატორებით. რედუქტორში გამოყენებული კბილანებიანი ტუმბოს ერთ-ერთი კონსტრუქციული სახე ნაჩვენებია 102-ე ნახ-ზე.

19. 103-ე ნაბ-ზე ნაჩვენებია წინა ამოცანაში მოცემული რედუქტორის მეორე ვარიანტი. ამ კონსტრუქციაში რედუქტორის საფუძვლის განკუთვნილობის თათები გადატანილია კორპუსის ზემოთ, ამასთანავე კორპუსი გაუხსნელია. ასეთი კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა



636. 102



636. 103.

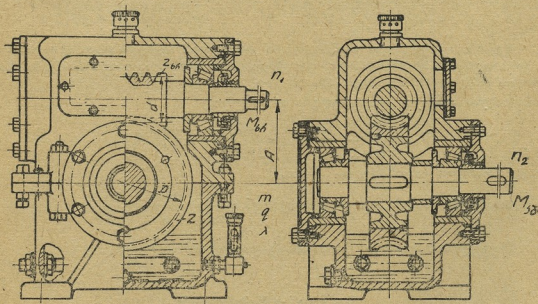
შემიგრძნობს მიმწვლილ ლოლვის გამოშვებრილი ნაწილის სიგრძეზე, რაც მისი დიამეტრის უფრო ნაკლები სიდიდის ადების საშუალებას იძლევა. დააგეგმარეთ ასეთი რეპლუქტორი წინა ამოცანის მონაცემების საფუძველზე.

III თ ა ვ ი

ჭიხრახნული გაღმავა

უმთავრესი გასაანგარიშებელი ფორმულები და მონაცემები

ჭიხრახნული გადაცემის ერთ-ერთი სახე, როცა ხრახნი მოთავსებულია ჭიკებილანის ზემოთ, ნაჩვენებია 104-ე ნახ-ზე. ჭიკებილანის საწყისი დიამეტრი $D = mz$; ჭიახრ ახნის საწყისი დიამეტრი $d = qm$; $d = \frac{h_0}{\pi \operatorname{tg} \lambda}$.



ნახ. 104.

ხრახნის სელათა რიცხვი $z_{\text{ხრ}}=1$	2	3	4
ხრახნული ხაზის ასვლის კუთხე $\lambda=5^\circ-10^\circ$	$8^\circ-18^\circ$	$14^\circ-22^\circ$	$18^\circ-27^\circ$

$$\text{გადაცემის რიცხვი } i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z}{z_{\text{ხრ}}} = \frac{\pi D}{h_0} = \frac{D}{z_{\text{ხრ}} m} = \frac{D}{d \operatorname{tg} \lambda},$$

სადაც h_0 არის ხრახნის სელა; n_1 და n_2 —ჭიხრახნისა და კბილანის ბრუნთა რიცხვები z —ჭიკებილანის კბილთა რიცხვი.

თუ $M_{\text{ბკ}}$ და $M_{\text{კ}}$ კიახრახნისა და კიაკბილანის ლილვზე მოქმედი მომენტებია, მაშინ

$$i = \frac{M_{\text{კ}}}{M_{\text{ბკ}} \eta},$$

სადაც η არის გადაცემის მ. ქ. კ. იგი დაახლოებით გამოითვლება ფორმულით

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg}(\lambda + \rho')}.$$

ხახუნის კუთხე $\operatorname{tg} \rho' = 0,06 \div 0,12$; ან $\operatorname{tg} \rho' = f \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cos^2 \lambda}$.

ცხრილი 29

ხახუნის კოეფიციენტი f და ხახუნის კუთხე ρ

$V_{\text{ბკ}}$ მ/წმ	f	ρ	$V_{\text{ბკ}}$ მ/წმ	f	ρ
0,01	0,11 — 0,12	6°17' — 6°51'	2,0	0,035 — 0,045	2°00' — 2°35'
0,1	0,08 — 0,09	4°34' — 5°09'	2,5	0,030 — 0,04	1°43' — 2°17'
0,25	0,065 — 0,075	3°43' — 4°17'	3,0	0,028 — 0,035	1°36' — 2°00'
0,5	0,055 — 0,065	3°09' — 3°43'	4,0	0,023 — 0,03	1°19' — 1°43'
1,0	0,045 — 0,055	2°35' — 3°09'	7,0	0,018 — 0,026	1°02' — 1°29'
1,5	0,04 — 0,05	2°17' — 2°52'	10,0	0,016 — 0,029	0°55' — 1°22'

შენიშვნა: უშვირესი მნიშვნელობანი ცხრილიდან აღებული უნდა იქნეს გახეხილი და გაპრიალებული ზრახნებისათვის. თუ კბილანის მასალა არაქალიანი ბრინჯაოა, მაშინ ცხრილის მნიშვნელობანი დიდდება 30—50%-ით.

სირაღის სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$V_{\text{ბკ}} = \frac{V_{\text{ბკ}}}{\cos \lambda}, \text{ ან } V_{\text{ბკ}} = \frac{mn_1}{19100} \sqrt{z_{\text{ბკ}}^2 + q^2} \text{ მ/წმ,}$$

სადაც მოდული გამოსახულია მმ-ით.

$$\text{ხრახნული ხაზის ასვლის კუთხე } \operatorname{tg} \lambda = \frac{h_0}{\pi d} = \frac{z_{\text{ბკ}} m}{d} = \frac{z_{\text{ბკ}}}{q}.$$

$$\text{მოდულების რიცხვი კიახრახნის დიამეტრში } q = \frac{d}{m}.$$

ცხრილი 30

$z_{\text{ბკ}}$, q და λ -ს მნიშვნელობანი

$q \backslash z_{\text{ბკ}}$	13	12	11	10	9	8
1	4°23'55"	4°45'49"	5°11'40"	5°42'38"	6°20'25"	7°07'30"
2	8°44'46"	9°27'44"	10°18'17"	11°18'36"	12°31'44"	14°02'10"
3	12°59'41"	14°02'10"	15°15'18"	16°41'56"	18°26'06"	20°33'22"
4	17°06'10"	18°26'06"	19°58'59"	21°48'05"	23°57'35"	26°33'54"

კიაკბილანის მოდული შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{\text{კ}} K}{\gamma [\sigma]_{\text{კ}} \psi z_{\text{კ}}}} \text{ მმ; } m = 10 \sqrt[3]{\frac{455 N \cdot K}{\gamma [\sigma]_{\text{კ}} \psi z_{\text{კ}}}} \text{ მმ,}$$

სადაც $N_{\text{კ.კ}}$ არის გადასაცემი სიმძლავრე; $\psi = \frac{b}{m} = 6 \div 8$, ხოლო როცა

$\gamma = 30 \div 90$, მაშინ $\psi = 8 \div 12$; გადახურვის კოეფიციენტი $k_s = 0,8_s = 1,5 \div 1,6$; თეორიული გადახურვის კოეფიციენტი შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$\varepsilon = 0,159 \left[\sqrt{\left(\frac{\gamma + 2f_0}{\cos \alpha} \right)^2 - \gamma^2} - \gamma \operatorname{tg} \alpha + 4 \frac{f_0}{\sin 2\alpha} \right];$$

$f_0 = \frac{h'}{m}$; $\alpha = 20^\circ$; თუ ცვეთაც უნდა გავითვალისწინოთ კოეფიციენტი $\gamma \approx 1,4$,

მაშინ დატვირთვის K კოეფიციენტი უნდა გამრავლდეს γ -ზე.

დატვირთვის K კოეფიციენტი შეიძლება მივიღოთ:

	ლუნვის დროს	კონტაქტური ძაბვის დროს
მუდმივი დატვირთვის დროს, როცა		
$V_{\text{კა}} > 3$ მ/წმ, მაშინ	$K = 1,15 - 1,25$	$1,05 - 1,25$
$V_{\text{კა}} < 3$ " "	$K = 1,0 - 1,15$	$1,0 - 1,1$
დატვირთვის უმნიშვნელო რხევის დროს, როცა		
$V_{\text{კა}} > 3$ მ/წმ, მაშინ	$K = 1,31 - 1,5$	$1,15 - 1,4$
$V_{\text{კა}} < 3$ " "	$K = 1,15 - 1,3$	$1,1 - 1,25$
დატვირთვის მნიშვნელოვანი რხევის დროს,		
როცა $V_{\text{კა}} > 3$ მ/წმ, მაშინ	$K = 1,7 - 2$	$1,25 - 1,5$
$V_{\text{კა}} < 3$ " "	$K = 1,4 - 1,7$	$1,2 - 1,35$

კბილის ფორმის კოეფიციენტი γ აიღება 31-ე ცხრილიდან, ხოლო ლუნვაზე დასაშვები ძაბვა 32-ე ცხრილიდან.

ცხრილი 31

კბილის ფორმის γ კოეფიციენტი ჭიაგადაცემისათვის

γ	20	24	26	28	30	32	35	37	40	45	50	60	80	100	150	300
γ	0,106	0,112	0,114	0,117	0,120	0,123	0,128	0,131	0,136	0,142	0,145	0,150	0,158	0,162	0,166	0,170
$\frac{\gamma}{\gamma'}$	189	214	222	239	250	260	273	282	294	317	345	400	506	617	904	1764

ცხრილი 32

ლუნვაზე დასაშვები ძაბვა [ე]დ კგ/სმ²

მასალის მარკა	ჩამოსხმის მეთოდი	ჭიაზრახნის სისაღე $H_{Rc} < 45$		ჭიაზრახნის სისაღე $H_{Rc} > 45$	
		გადაცემის სახე			
		არარევერსიული	რევერსიული	არარევერსიული	რევერსიული

საპასუხისმგებლო გადაცემები მექანიკური ძრავებიდან

БРОФ 10-1	ჭვიშაში	400	200	500	360
БРОФ 10-1	კოკილში	580	420	720	520
БРОНФ	ცენტრიდანული	650	460	810	570
БРАЖ 9-4	ჭვიშაში	—	—	1.00	750

ნაკლებად ხაზახუბისმგებლო გადაცემები მექანიკური ან ხელის ამძრავით

რ.თ.12-28	ქვიშაში	340	210	420	250
რ.თ.15-32	"	380	240	480	300
რ.თ.18-36	"	430	270	540	340
რ.თ.21-40	"	480	300	600	370

კბილის ლუნვაზე შესამოწმებლად გვაქვს

$$\sigma_{\text{კ}} = \frac{PK}{ybm\pi k_{\text{კ}}}$$

სადაც

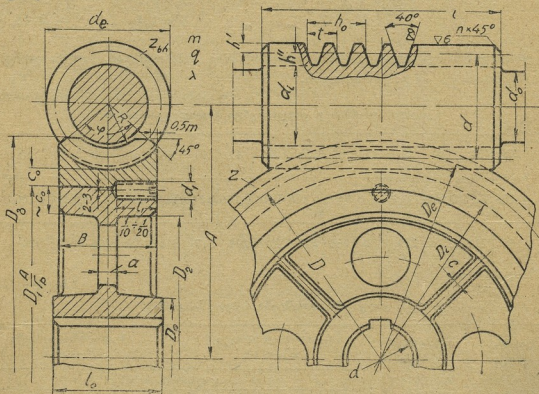
$$P = \frac{2M_{\text{კ}}}{D}$$

ქიახრახნის ელემენტების ზომებია (ნახ. 105):

$$d = qm = \frac{z_{\text{ხ}} m}{\operatorname{tg} \lambda};$$

$$h' = m; \quad h'' = 1,2m; \quad d_e = d + 2h'; \quad d_i = d - 2h''$$

ქიახრახნის სიგრძე: $l > (11 + 0,06z)m$, როცა $z_{\text{ხ}} = 1$ ან 2 ; $l \geq (12,5 + 0,09z)m$, როცა $z_{\text{ხ}} = 3$ ან 4 .



ნახ. 105.

ქიაკბილანის ელემენტების ზომებია (ნახ. 105):

$$D = mz; \quad \varphi = 90^\circ \div 120^\circ; \quad D_e = D + 2h'; \quad D_i = D - 2h''$$

ქიაკბილანის გარე დიამეტრი: $D_3 = D_e + 2m$, როცა $z_{\text{ხ}} = 1$;

$$D_3 = D_e + 1,5m, \text{ როცა } z_{\text{ხ}} = 2 \text{ ან } 3;$$

$$D_3 = D_e + m, \text{ როცა } z_{\text{ხ}} = 4.$$

ფერსოს სისქე $c_0 \approx (1,6 \div 1,7)m$ (თუჯი); $c_0 \geq 2m$ (ბრინჯაო).

ჰიაკბილანის ფერსო ცენტრთან დამაგერბელი ზრახნების ზომები (ნახ. 105)

ჰიაკბილანის დიამეტრი	136—190	186—240	240—296	280—504 მმ
$d_{\text{ზრ}} \times \text{ზრ}$	6×20	8×25	10×30	12×40 მმ

ჰიაკბილანის სიგანე: $B=0,75d_{\text{ზრ}}$, როცა $\text{ზრ}=1^{\circ}$ ან 2; $B=0,67d_{\text{ზრ}}$, როცა $\text{ზრ}=3$ ან 4.

ჰიარედუქტორის (ნახ. 104) საანგარიშო ფორმულებია: ძვრის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე

$$\tau_{\text{ძვ}} = \frac{50000}{q} \sqrt{\frac{NK}{n_{\text{კბ}} \left(\frac{\frac{z}{q} + 1}{A} \right)^3}} \approx \frac{50000}{D} \sqrt{\frac{NK}{n_{\text{კბ}} \frac{8}{d}}};$$

ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = \left(\frac{z}{q} + 1 \right)^3 \sqrt{\frac{NK}{n_{\text{კბ}} \left(\frac{50000}{\frac{z}{q} [\tau]_{\text{ძვ}}} \right)^2}}.$$

თუ კბილანის B სიგანე განსხვავდება ზემოაღნიშნული სიდიდისაგან, მაშინ რიცხობრივი კოეფიციენტი იქნება

$$50000 \sqrt{\frac{B}{B_{\text{ფაქტ}}}}.$$

ძვრაზე დასაშვები კონტაქტური ძაბვა ფოლადის ჰიასრახნთან მომუშავე ფოსფოროვანი ბრინჯაოს ჰიაკბილანისათვის

$$[\tau]_{\text{ძვ}} \approx 0,25 \sigma_{\text{დრ}} \sqrt{\frac{10^7}{N_{\text{ც.კბ}}}};$$

თუ $N_{\text{ც.კბ}} > 250 \cdot 10^6$, მაშინ აიღება $N_{\text{ც.კბ}} = 250 \cdot 10^6$.
ძაბვათა ციკლის მუშა რიცხვი

$$N_{\text{ც}} = 60 n_{\text{კბ}} t,$$

სადაც t არის გადაცემის მუშაობის დრო, საათებში გამოსახული.

თუ გადაცემაზე მოქმედებს ცვლადი დატვირთვა, მაშინ ძაბვის ფორმულაში $N_{\text{ც.კბ}}$ მაგივრად უნდა ჩაისვას ძაბვათა ეკვივალენტური რიცხვი $N_{\text{ეკვ}}$, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს დამოკიდებულებიდან

$$N_{\text{ეკვ}} = \frac{60}{M_{\text{მაქს}}} (M_{\text{მაქს}}^3 i_{\text{მაქს}} n_{\text{მაქს}} + M_1^3 i_1 n_1 + M_2^3 i_2 n_2 + \dots),$$

სადაც $M_{\text{მაქს}}$ არის მაქსიმალური მომენტი ჰიაკბილანით გადაცემული $i_{\text{მაქს}}$ საათში, ბრუნთა რიცხვისას $n_{\text{მაქს}}$; $M_1, M_2 \dots$ უფრო ნაკლები სიდიდის მომენტები, გადაცემული $i_1, i_2 \dots$ დროის განმავლობაში $n_1, n_2 \dots$ ბრუნთა რიცხვების დროს.

ალუმინის, მაგნიუმისა და თუთიის შენადნობიანი კიაკბილანისათვის

$$[\tau]_{\text{კ}} \approx 0,25 \sigma_{\text{ტკ}} \sqrt{\frac{750000}{E}};$$

E დაყვანილი დრეკადობის მოდულია.

ცხრილი 34

ძვრაზე დასაშვები კონტაქტური ძაბვები $[\tau]_{\text{კ}}$ კგ/სმ ² თუჯის კიაკბილანისათვის						
სრიადლის სიჩქარე $V_{\text{სრ}} = \frac{V_{\text{ხრ}}}{\cos \lambda}$ მ/წმ						
მასალა	<0,25	0,25	0,5	1	2	3
ხრაზნი რ.თ. 15-32; 18-36; 21-40 კბილანა რ.თ. 12-28; 15-32;	750	700	650	600	500	350
ხრაზნი ფოლადი 20, დაცემენტებული კბილანა რ.თ. 15-32; 18-36	650	550	450	400	300	—
ხრაზნი ფლ. 6 კბილანა რ.თ. 12-28; 15-32	600	500	400	350	250	—

მასალად აიღება: როცა $V_{\text{სრ}} > 2$ მ/წმ, კალიანი ან ფოსფორიანი ბრინჯაო; როცა $V_{\text{სრ}} < 2$ მ/წმ, რკინაალუმინიანი ბრინჯაო БРАЖ 9-4; მცირედ დატვირთული კბილანისათვის რ.თ. 21-40 ან რ.თ. 15-32 ხრახნისათვის: გაბრიალებული, წრთობილი ან დაცემენტებულზედაპირიანი ფოლადები; ნორმალეზებული ან გაუქუჩბესებული ფოლადები. დატვირთვის კოეფიციენტი $K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}}$;

დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

$$k_{\text{კონც}} = 1 + \left(\frac{\tau}{\Theta_1} \right)^3 \left(1 - \frac{M_{\text{საშ}}}{M_{\text{მაქს}}} \right),$$

სადაც $M_{\text{საშ}}$ დროის მიხედვით საშუალო მგრეხავი მომენტი შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$M_{\text{საშ}} = \frac{M_1 t_1 n_1 + M_2 t_2 n_2 + \dots + M_n t_n n_n}{t_1 n_1 + t_2 n_2 + \dots + t_n n_n}.$$

Θ_1 ქიხრახნის დეფორმაციის კოეფიციენტია, რომელიც აიღება 35-ე ცხრილიდან.

ცხრილი 35

ქიხრახნის დეფორმაციის კოეფიციენტი Θ_1

q	6	7	8	9	10	11	12	13
ზხრ								
1	40	55	72	89	108	127	147	178
2	32	44	57	71	86	102	117	134
3	29	39	51	61	76	89	103	118
4	27	36	47	58	70	82	94	108

დატვირთვის დინამიკური კოეფიციენტი $k_{\text{დინ}}$ აიღება, როცა, $V_{\text{კ}} \leq 3$ მ/წმ, მაშინ $k_{\text{დინ}} = 1 \div 1,1$; როცა $V_{\text{კ}} > 3$ მ/წმ, მაშინ $k_{\text{დინ}} = 1,1 \div 1,2$.

კბილების ლუნვაზე გაანგარიშების დროს სარგებლობენ ფორმულით

$$\frac{\tau}{\gamma} \leq \left(\frac{650}{[\tau]_{\text{კგ}}}\right)^2 [\sigma]_{\text{ლ}}.$$

თუ ეს პირობა არაა შესრულებული, მაშინ უნდა შემცირდეს კბილთა რიცხვი τ , ან დასაშვები სიმძლავრე.

ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = \left(\frac{\tau_{\text{კგ}}}{650} \right)^2 \frac{\tau}{\gamma} \leq [\sigma]_{\text{ლ}}.$$

ბრინჯაოსათვის კბილის ცალმხრივი მუშაობის დროს

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = (0,25\sigma_{\text{დგ}} + 0,08\sigma_{\text{დრ}}) \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{\text{ც.კგ}}}}.$$

თუ $N_{\text{ც.კგ}} > 250 \cdot 10^6$, მაშინ აიღება $\sigma_{\text{ც.კგ}} = 250 \cdot 10^6$. ცვლადი და ტვირთის დროს ფორმულაში $N_{\text{ც.კგ}}$ -ის მაგივრად ჩაისმება $N_{\text{გვ.კგ}}$, რომელიც იმავე ფორმულით გამოითვლება, რაც კონტაქტური ძაბვების [დრ]ს, მხოლოდ ხარისხი 4 შეიცვლება 9-ით.

რუხი თუჯისათვის

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = 0,12 \sigma_{\text{დრ.ლ}}.$$

ბრინჯაოს კბილანებისათვის, როცა კბილი ორივე მხრიდან მუშაობს,

$$[\sigma]_{\text{ლ}} \approx 0,16 \sigma_{\text{დრ}} \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{\text{ც.კგ}}}};$$

თუჯისათვის

$$[\sigma]_{\text{ლ}} \approx 0,075 \sigma_{\text{დრ.ლ}}.$$

ცხრილი 35

კიაკბილანის ზოგიერთი მასალისათვის დასაშვები ძვრის კონტაქტური ძაბვები
[τ]_{კგ/მმ²}, როცა $N_{\text{ც.კგ}} = 10^7$, და ლუნვაზე დასაშვები ძაბვები [σ]_ლ კგ/მმ² და [σ]-_ლ კგ/მმ²,
როცა $N_{\text{ც.კგ}} = 10^6$

მასალის მარკა	ჩამოსმნის ხერხი	მექანიკური თვისებები			დასაშვები ძაბვები კგ/მმ ²					
		შდრ კგ/მმ ²	შდენ კგ/მმ ²	შდრ.ლ კგ/მმ ²	როცა ხრახნის სის.ლ $R_c < 45$			როცა ხრახნის სის.ლ $R_c \geq 45$		
					[τ] _{კგ}	[τ] _ლ	[σ]- _ლ	[τ] _{კგ}	[τ] _ლ	[σ]- _ლ
БРОФ10-1	ქვიშაში	18	10	—	450	400	290	540	500	360
БРОФ10-1	კოკილში	26	15	—	650	580	420	780	720	520
БРОНФ	ცენტრიდანული	29	17	—	720	650	460	860	810	570
БРОЦС 6-6-3	ქვიშაში	15—20	—	—	440	360	330	530	460	330
БРОЦС 6-6-3	კოკილში	18—22	—	—	500	540	390	600	540	390
БРОЦС 6-6-3	ცენტრიდანული	22—28	—	—	620	630	460	740	630	460
БРАЖ 9 4Л	ქვიშაში	40	24	—	—	—	—	850	1000	800
БРАЖ 9-4Л	კოკილში	50	30	—	—	—	—	1000	1100	880
БРАЖН10-4-4.Л	კოკილში	60	—	—	—	—	—	—	1230	1050
რ.თ.12-28	ქვიშაში	12	—	—	—	420	260	—	—	—
რ.თ.15-32	"	15	—	—	—	480	300	—	—	—
რ.თ.18-36	"	18	—	—	—	540	340	—	—	—
რ.თ.21-40	"	21	—	—	—	600	370	—	—	—

კიარელუტტორის გახურებაზე შემოწმება ხდება გარსაცმის საპირო ფართობის მიხედვით, რომელიც სითბოს გამოსხივებას იწვევს ფორმულით

$$F = \frac{632N(1-\eta)}{k_0 t_0} < F_{\text{გარსაცმ}},$$

სადაც სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი თუჯის კედლებისათვის $k_0 = 7,5 \div 1,5 \frac{\text{კ.ქალ}}{\text{მ}^2 \cdot \text{საათ } 1^\circ \text{C}}$; ტემპერატურათა სხვაობა ზეთისა და გარემო ჰაერისათვის $t_0 = 30^\circ \text{C}$ —ჰიასრაზნი ზემოთა; $t_0 = 70^\circ \text{C}$ —ჰიასრაზნი ქვემოთა.

თუ ზემო პირობა არაა შესრულებული, მაშინ გარსაცმს უნდა მოეწყოს დამატებითი წიბოები ან ხელოვნური გაცივება, ან რედუქტორმა დროგაშვებით უნდა იმუშაოს.

დროგაშვებით მუშაობის დროს რედუქტორის მუშაობის ხანგრძლიობის პერიოდი, საათებში გამოსახული, გამოითვლება ფორმულით

$$T = \frac{(G_1 C_1 + G_2 C_2)(t_{\text{მაქს}} - t_2)}{632N(1-\eta) - F_{\text{გარსაცმ}} \lambda' k_0},$$

ხოლო გაცივებისათვის საჭირო რედუქტორის გაჩერების დრო გამოითვლება ფორმულით

$$T' = \frac{(G_1 C_1 + G_2 C_2)(t_{\text{მაქს}} - t_2)}{F_{\text{გარსაცმ}} \lambda' k_0},$$

სადაც G_1 არის რედუქტორის წონა კგ-ით; $\lambda' = \frac{t_{\text{მაქს}} - t_2}{2}$ —რედუქტორის შიგა და გარე ჰაერის ტემპერატურათა საშუალო სხვაობა და $t_{\text{მაქს}} \leq 90^\circ$; $C_1 \approx 0,12 \frac{\text{კ.ქალ}}{\text{კგ}}^\circ \text{C}$ —ლითონის საშუალო თბოტევადობა; $C_2 \approx 0,4 \frac{\text{კ.ქალ}}{\text{კგ}}^\circ \text{C}$ —ზეთის თბოტევადობა; G_2 —ზეთის წონა კგ-ით.

ჰიასრაზნული რედუქტორის გაანგარიშებული ცენტრთაშორისი მანძილი შეესაბამება ГОСТ 2144-43-ს. აქვე სტანდარტიდან იქნება აღებული λ , q და m .

37-ე ცხრილში მოცემულია ГОСТ 2144-43-დან ამონაწერი, სადაც მოყვანილია მხოლოდ ძირითადი კბილთა რიცხვები. საკმაოდ დიდი დატვირთვების დროს ჰიასრაზნის კბილთა რიცხვების 80 ზე მეტის აღება არ არის რეკომენდებული.

ჰიასრაზნის ძირითადი ზომების საანგარიშო ფორმულებია:

ჰიასრაზნის საწყისი წრეზაზის დიამეტრი $D = m\lambda$;

ჰიასრაზნის " " " $d = m(q + 2\frac{1}{2})$;

" გამყოფი " " $d_g = m q$

ჰიასრაზნის ზეგრების " " $D_e = 2A - d_g - 2f_0 m$; $f_0 = \frac{h'}{m} = 1$;

" ღრმულების " " $D_i = 2A - d_g - 2f_0 m - 2e$

ჭიაჭილანის კბილთა რიცხვები (ГОСТ 2144-43-ის მიხედვით)

ცხრილში ყოველი სტანდარტული ცენტრთაშორისი მანძილისათვის მოცემულია მხოლოდ ჭიაჭილანის ის კბილთა რიცხვი, რ, რომელიც შეიძლება განზოგადდეს უკორექტიოდ ან მიზიმალური კორექციით (აღნიშნულია ფარსკლავით) ჭიაჭილანის სველათა რიცხვის $\alpha = 1 \div 4$ დროს ჭიაჭილანის კბილთა მთელი რიცხვის მისაღებად.



w 88	(2)	(2,5)	3	(3,5)	4	(4,5)	5	6	7	8	(9)	10	12	(14)	16	(18)	20	(24)	(30)							
$\frac{q}{A \ 88}$	13	12	12	12	11	11	10	(12)	9	(11)	9	(11)	8	(11)	8	(11)	8	(11)	8	(11)	9	9	8	8	8	8
80	67	52	41*	34*	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
100	87	68	55*	45*	39	33*	30	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
120	107	84	68	57*	49	42*	38	36	31	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
150	—	108	68	74*	64	56*	50	48	41	39	34*	32*	29*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
180	—	—	108	91*	79	69	62	60	51	49	42*	40*	37	34	32	29	28	—	—	—	—	—	—	—	—	
210	—	—	—	108	94	82*	74	72	61	59	51	49	44*	41*	39*	36*	34	31	—	—	—	—	—	—	—	
240	—	—	—	—	109	96*	86	84	71	69	60*	58*	52	49	45*	42*	40	37	32	29	—	—	—	—	—	
270	—	—	—	—	—	109	98	96	81	79	68*	66*	59*	56*	52	49	46	43	37	34	30*	—	—	—	—	
300	—	—	—	—	—	—	110	108	91	89	77*	75*	67	61	59*	56*	52	49	42	39	34*	28*	—	—	—	
360	—	—	—	—	—	—	—	—	111	109	94*	92*	82	79	72	69	64	61	52	49	42*	36	32	28	—	
420	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	111	109	97	94	85*	82*	76	73	62	59	51	43*	39*	34	—	
480	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	112	109	99*	96*	88	85	72	69	59*	51	45*	40	32	
540	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	112	109	100	97	82	79	68*	58*	52	46	37	
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	112	109	92	89	77*	66	59*	52	42	

რადიალური ღრეჩა $c=(0,2 \div 0,3)m$;
 კიახრახნის შვერების წრეხახის დიამეტრი $d_e=d_g+2f_0m$;
 " ღრმულეების " " $d_i=d_g-2f_0m-2c$;
 ცენტრთაშორისი მანძილი $A=0,5(D+d)=0,5m(\zeta+q+2\zeta)$;
 კორექციის კოეფიციენტი $\xi=\frac{A}{m}-0,5(q+\zeta)$;

მოდული $m=\frac{2A}{\zeta+q+2\zeta}$;

მოდულეების რიცხვი კიახრახნის დიამეტრში $q=\frac{d_g}{m}$;

კიაკბილანის კბილთა რიცხვი $\zeta=\zeta_{br}i$;

კიახრახნის ზრახნული ზახის ასეღლის კუთხე გამყოფ წრეხახზე $=tg\lambda=\frac{\zeta_{br}}{q}$;

კიახრახნის ზრახნული ზახის სეღა $h_0=\zeta_{br}m\pi$.

კიახრახნის ხეიის ნორმალური სისქე გამყოფ წრეხახზე $-S_{ხხრ}=\frac{m\pi}{2}\cos\lambda$;

" " " ქორდალური სიმაღლე $-h_{ხხრ}=f_0m+\frac{S_{ხხრ}^2\sin^2\lambda}{4d_g}$;

" " " ქორდალური სისქე ნორმალურ კვეთში $-S_{ხხრ}=S_{ხხრ}\left(1-\frac{S_{ხხრ}^2\sin^2\lambda}{6d_g}\right)-|\Delta S_{\lambda}|$;

კიაკბილანის კბილის შვერის ქორდალური სიმაღლე-ნორმალური $-S_{ხკბ}=\frac{D_e-D}{2}+\frac{S_{კბ}^2\cos^2\lambda}{4D}$;

" " " სიმაღლე მეფმივე ქორდამდე $-h_{კკბ}=\frac{D_e-D}{2}-$
 $-m\left[\left(\frac{\pi}{8}-0,05tg\alpha\right)\sin 2\alpha+\xi\sin^2\alpha\right]$;

" " " სისქე მეფმივე ქორდაზე $-S'_{კკბ}=-$

$=m\left[\frac{\pi}{2}+0,2tg\alpha\cos^2\alpha+\xi\sin 2\alpha\right]-|\Delta S_{\lambda}|$;

ზოგჯერ კიარედუქტორებს გაიანგარიშებენ კუმშვის კონტაქტური ძახებების ფორმულე-
 ბით:

$$\sigma_{\lambda}=\frac{540}{q}\sqrt{\left(\frac{\zeta}{q}+1\right)^3\frac{M_{გრკონცდინ}}{A}} \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$A=\left(\frac{\zeta}{q}+1\right)^3\sqrt{\left(\frac{540}{\zeta[\sigma]_{\lambda}}\right)^2\frac{M_{გრკონცდინ}}{q}} \text{ სმ.}$$

ცხრილი 38

[σ]-ის მნიშვნელობანი

კიახრახნი	კიაკბილანა, როცა $V_{გრ}=-$	<0,25	0,25	0,5	1	2	3	4
ფოლადი 20 დაცემენტებული ($R_e>45$)	რ.თ.15-32 რ.თ 18-36 БРАЖ 9-4	1870	1580	1300	1150	860	—	—
		—	1900	1840	1760	1600	1590	1490
ფლ. 6	რ.თ.12-18 რ.თ.15-32	1720	1440	1150	1000	720	—	—

თუ ბრინჯაოს მასალისათვის $\sigma_{\text{დრ}} < 30 \text{ კგ/მმ}^2$, მაშინ $[\sigma]_p = \sigma_{\text{დრ}} k_p$, სადაც დატვირთვის რეჟიმის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით

$$k_p = \sqrt[8]{\frac{10^7}{N_{\text{გ}}}}$$

და იგი მერყეობს ზღვრებში $k_p = 1,0 \div 1,35$.

ძაბვათა ციკლის მუშა რიცხვი $-N_{\text{გ}}$ გამოითვლება ზემოაღნიშნული დამოკიდებულებებიდან:

სიხუსტის ხარისხის მიხედვით აიღება: როცა $V_{\text{კ}} > 5 \text{ მ/წმ}$ — მე-6 სიხუსტის ხარისხი, როცა $V_{\text{კ}} \leq 5 \text{ მ/წმ}$ — მე-7 სიხუსტის ხარისხი; როცა $V_{\text{კ}} < 3 \text{ მ/წმ}$ — მე-8 სიხუსტის ხარისხი; როცა $V_{\text{კ}} < 1,5 \text{ მ/წმ}$ — მე-9 სიხუსტის ხარისხი

შეიძლება აგრეთვე გისარგებლოთ ფორმულით:

$$\sigma = \frac{145000}{q} \sqrt{\left(\frac{\frac{\sigma}{q} + 1}{A}\right)^3 \frac{N_{\text{კ}} K}{n_{\text{კ}}}} \approx \frac{145000}{D} \sqrt{\frac{8}{d} \frac{N_{\text{კ}} K}{n_{\text{კ}}}} \leq [\sigma]_{\text{კ}} \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$A = \left(\frac{\sigma}{q} + 1\right) \sqrt[3]{\left(\frac{145000}{\frac{\sigma}{q}}\right)^2 \frac{N_{\text{კ}} K}{n_{\text{კ}}}} \text{ სმ,}$$

სადაც ბრინჯაოს კბილანებისათვის

$$[\sigma]_{\text{კ}} = (0,75 \div 0,9) \sqrt[8]{\frac{10^7}{N_{\text{გ-მგ}}}},$$

ან ცხრილიდან, როცა $N_{\text{გ-მგ}} = 10^7$

მასალა	ჩამოსხმის სახე	$[\sigma]_{\text{კ}} \text{ კგ/სმ}^2$, როცა $H_{\text{ჩხ}} < 45$	$[\sigma]_{\text{კ}} \text{ კგ/სმ}^2$, როცა $H_{\text{ჩხ}} > 45$
БРОФ10-1	ქვიშაში	1300	1600
БРОФ10-1	კოკილში	1900	2200
БРОНФ	ცენტრიდანული	2100	2500

მაგალითები

მაგალითი 1. გავიანგარიშოთ 1,5-ტონიანი ამწევი მექანიზმის თვითმუხრუქა ჰიანბრაზნული გადაცემა, თუ დოლის დიამეტრი $D_{\text{დ}} = 400 \text{ მმ}$; სახელურის რადიუსი $l = 350 \text{ მმ}$ და ორი მუშის ძალა საანგარიშოდ მიღებულია $K_0 = 35 \text{ კგ-ის ტოლად}$ (ნახ. 106).

გავანგარიშება. თვითმუხრუქობის განხორციელების მიზნით მივიღოთ ხრახნული ხაზის ასვლის კუთხე $\lambda = 6^\circ$. ხრახნი მივიღოთ ფოლადის (ფოლადი 20 ნორმალიზებული), ჰიაკბილანა — თუჯის (რ.თ.18-36). ასეთ შემთხვევაში ხახუნის კოეფიციენტი შეიძლება მივიღოთ $f = \text{tg} \rho = 0,1$; აქედან ხახუნის კუთხე $\rho = 5^\circ 43'$.

ჰიანბრაზნის მარგი ქმედების კოეფიციენტი

$$\eta_1 = \frac{\text{tg} \lambda}{\text{tg}(\lambda + \rho)} = \frac{\text{tg} 6^\circ}{\text{tg}(6^\circ + 5^\circ 43')} \approx 0,507.$$

თუ ხელით გადაცემისას მივიღებთ საყრდენებს სრიალის ხახუნიანი საკისრებით, მაშინ საყრდენებისა და გადაცემის მოდების საერთო კოეფიციენტი შეიძლება მივიღოთ $\eta_2 \approx 0,95$; შესაბამისად, მთლიანი მ. ქ. კ. იქნება

$$\eta = \eta_1 \eta_2 = 0,507 \cdot 0,95 \approx 0,48.$$

დოლზე მოქმედი მომენტი

$$M_{\text{დ}} = Q \frac{D_{\text{დ}}}{2} = 1500 \frac{40}{2} = 30000 \text{ კგსმ};$$

სახელურის ლილვზე მოქმედი მომენტი

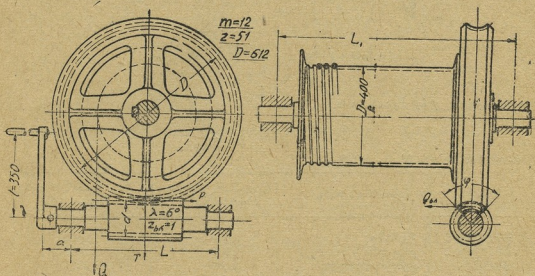
$$M_{\text{ს}} = K_{\text{ფ}} l = 35 \cdot 35 = 1225 \text{ კგსმ};$$

გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{M_{\text{დ}}}{M_{\text{ს}} \eta} = \frac{30000}{1225 \cdot 0,48} \approx 51.$$

თუ ხრახნის სვლათა რიცხვი— $z_{\text{ხრ}} = 1$, მაშინ კიაკბილანის კბილთა რიცხვი იქნება $z = z_{\text{ხრ}} i = 1 \cdot 51 = 51$.

მივიღოთ თუჯის რ. თ. 18-36 კბილანისათვის 32-ე ცხრილიდან



ნახ. 106.

$[\sigma]_{\text{დ}} = 270 \text{ კგ/სმ}^2$; კბილის ფორმის კოეფიციენტი 31-ე ცხრილიდან კბილთა რიცხვისათვის $z = 51$ არის $y \approx 0,145$; კბილის სიგრძის კოეფიციენტი $\phi = 8$. მაშინ მოდულის სიდიდე ტოლია

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_{\text{დ}}}{y [\sigma]_{\text{დ}} \phi z}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 300000}{0,145 \cdot 2,7 \cdot 8 \cdot 51}} \approx 10,7 \text{ მმ}.$$

ОСТ 1597-დან მივიღოთ, რომ $m = 12 \text{ მმ}$.

შესაბამისად, კიახრახნის დიამეტრი

$$d = \frac{z_{\text{ხრ}} m}{\text{tg } \lambda} = \frac{1 \cdot 12}{\text{tg } 6^\circ} \approx 114 \text{ მმ}.$$

კიახრახნის გარე და შიგა დიამეტრებია:

$$d_{\text{გ}} = d + 2m = 114 + 2 \cdot 12 = 138 \text{ მმ};$$

$$d_{\text{ი}} = d - 2 \cdot 1,2m = 114 - 2 \cdot 1,2 \cdot 12 = 85,2 \text{ მმ}.$$

კიაკბილანის საწყისი დიამეტრია

$$D = m z = 12 \cdot 51 = 612 \text{ მმ}.$$

კბილის სიგრძე საწყის წრებაზე

$$b = \phi m = 8 \cdot 12 = 96 \text{ მმ.}$$

კბილის შემოხვევის კუთხე

$$\varphi = \frac{2b}{d} \frac{180^\circ}{\pi} = \frac{2 \cdot 96}{114} \frac{180^\circ}{3,14} \approx 96^\circ, \text{ რაც მისაღებია.}$$

კბიარახნის ლილვის სიმტკიცეზე შემოწმებისათვის განვსაზღვროთ: კბი-
კბილანის წრიული ძალა (ნახ. 106)

$$P = \frac{2M_{\text{კბ}}}{D} = \frac{2 \cdot 30000}{61 \cdot 2} \approx 980 \text{ კგ.}$$

კბიარახნის წრიული ძალა

$$Q_{\text{ბრ}} = P \operatorname{tg}(\lambda + \rho) = 980 \operatorname{tg}(6^\circ + 5^\circ 43') \approx 206 \text{ კგ.}$$

ლილვის მღუნავი შევული ძალა

$$T = P \operatorname{tg} \alpha = 980 \operatorname{tg} 20^\circ \approx 356 \text{ კგ.}$$

კბიარახნის ლილვის საყრდენებს
შორის მანძილი მივიღოთ $L = (0,8 \div 1)D =$
 $0,85 \cdot 612 = 520 \text{ მმ, მაშინ } P \text{ ძალის მიერ}$
გამოწვეული მღუნავი მომენტი (ნახ. 107)

$$M_p = \frac{P d}{4} = \frac{980 \cdot 114}{4} = 2800 \text{ კგსმ.}$$

$Q_{\text{ბრ}}$ ძალისაგან გამოწვეული მღუნა-
ნავი მომენტის განსაზღვრისათვის გავი-
თვალისწინოთ მუშის ძალაც, A_0 და B_0
რეაქციები ტოლი იქნება (ნახ. 107).

$$Q_{\text{ბრ}} \frac{L}{2} - A_0 L + K_0 (L + a) = 0;$$

$$\text{აქედან } A_0 = \frac{Q_{\text{ბრ}} 26 + K_0 \cdot 62}{52} =$$

$$= \frac{206 \cdot 26 + 35 \cdot 62}{52} \approx 144 \text{ კგ.}$$

$$B_0 L - Q_{\text{ბრ}} \frac{L}{2} + K_0 \cdot 10 = 0,$$

$$\text{აქედან } B_0 = \frac{206 \cdot 26 - 35 \cdot 10}{52} \approx 97 \text{ კგ.}$$

შემოწმება: $Q_{\text{ბრ}} + K_0 = 206 + 35 = 241 = A_0 + B_0 = 144 + 97 = 241 \text{ კგ.}$

შესაბამისად 1 და 2 წერტილებში მღუნავი მომენტები ტოლია.

$$M_k = K_0 10 = 35 \cdot 10 = 350 \text{ კგსმ; } M_Q = B_0 \frac{L}{2} = 97 \cdot 26 = 2520 \text{ კგსმ.}$$

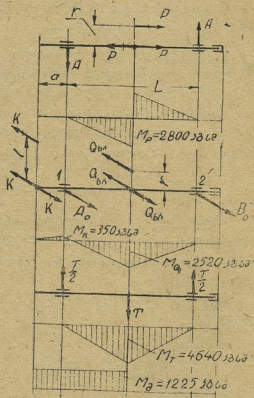
T ძალისაგან გამოწვეული მღუნავი მომენტი

$$M_T = \frac{TL}{4} = \frac{356 \cdot 52}{4} \approx 4640 \text{ კგსმ.}$$

ტოლქმედი მღუნავი მომენტი

$$M_{\text{ღ}} = \sqrt{(M_p + M_T)^2 + M_Q^2} = \sqrt{(2800 + 4640)^2 + 2520^2} \approx 8000 \text{ კგსმ.}$$

ბრახნის ლილვში ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე (წრახნი-
ლილვთან ერთად მთლიანია)



ნახ. 107.

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{M_{\text{ლ}}}{0,1d_{\text{ლ}}^3} = \frac{8000}{0,1 \cdot 8,52^3} \approx 130 \text{ კგ/სმ}^2.$$

P ძალით ხრახნის კუმშვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$\sigma_{\text{პ}} = \frac{4P}{\pi d_{\text{პ}}^3} = \frac{4 \cdot 980}{3,14 \cdot 8,52^3} \approx 17,2 \text{ კგ/სმ}^2;$$

გრეხვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$\tau_{\text{პრ}} = \frac{M_{\text{პრ}}}{0,2d_{\text{პ}}^3} = \frac{1225}{0,2 \cdot 8,52^3} \approx 10 \text{ კგ/სმ}^2;$$

ტოლქმედი ძაბვა იქნება

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_{\text{ლ}} + \sigma_{\text{პ}})^2 + 3\tau_{\text{პრ}}^2} = \sqrt{(130 + 17,2)^2 + 3 \cdot 10^2} \approx 148 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ}} = 670 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ჰიაკბილანის და ხრახნის ელემენტების ზომები გაიანგარიშება ისე, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული.

✓ მახალითი 2. გაიანგარიშოთ ამწე მექანიზმის ჰიარედუქტორი, თუ სიმძლავრე რედუქტორის ბოლო ლილვზე უნდა იყოს $N=6,8$ ცხ. ძ. და ჰიაკბილანის ბრუნთა რიცხვი $n_2=59$ ბრ/წთ.

გაანგარიშება. 1. გადაცემის მარგი ქმედების კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის დაეშვათ, რომ ელექტროძრავს ექნება ბრუნთა რიცხვები 930—980 შორის, მაშინ საორიენტაციო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{940}{59} \approx 16.$$

ასეთი გადაცემის რიცხვის დროს საჭიროა ორსვლიანი ხრახნი, ამიტომ მივიღოთ: $z_{\text{ხრ}}=2$; $q=8$; $\lambda=14^\circ 02' 10''$ (ცხრ. 30); ფოლადის ხრახნისა და ბრინჯაოს კბილანისათვის, რომელიც ზეითან აბაზანაში იმუშავებს, შეიძლება აგრეთვე მივიღოთ

$$f=0,05; f' = \text{tg } \rho' = f \sqrt{1 + \text{tg}^2 \alpha \cos^2 \lambda} = 0,05 \sqrt{1 + \text{tg}^2 20^\circ \cos^2 14^\circ 02' 10''} \approx 0,053;$$

$$\text{აქედან } \rho' = 3^\circ 3'.$$

შესაბამისად, მ. ქ. კ.

$$\eta = 0,96 \frac{\text{tg } \lambda}{\text{tg}(\lambda + \rho')} = 0,96 \frac{\text{tg } 14^\circ 02' 10''}{\text{tg}(14^\circ 02' 10'' + 3^\circ 3')} \approx 0,783.$$

ელექტროძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N_0 = \frac{N}{\eta} = \frac{6,8}{0,783} \approx 8,7 \text{ ცხ. ძ.} \quad d=6,4 \text{ კვტ.}$$

ელექტროძრავების კატალოგებიდან შევირჩევთ ელექტროძრავს, ტიპი АОИ 62-6, რომელსაც აქვს $N_{\text{ძრ}}=7$ კვტ და $n_{\text{ძრ}}=970$ ბრ/წთ.

ძრავის ბრუნთა რიცხვის მიხედვით გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_{\text{ძრ}}}{n_2} = \frac{970}{59} \approx 16,45; \text{ მივიღოთ } i=16.$$

ასეთი გადაცემის რიცხვის დროს გვაქვს; $z_{\text{ხრ}}=2$; $\alpha = i z_{\text{ხრ}} = 16 \cdot 2 = 32$;

$$n_2 = \frac{970}{16} \approx 60,5 \text{ ბრ/წთ.}$$

2. მასალის შერჩევა ჰიაკბილანისა და ჰიახრახნისათვის. ჰიაკბილანის ფეროსათვის მასალად მივიღოთ ბრინჯაო БРФ 10-1 კოკილ-

ში ჩამოსხმული, რომლისთვისაც 36-ე ცხრილიდან: $[\sigma]_c = 7,2 \text{ კგ/მმ}^2$; $[\tau]_{d_3} = 7,8 \text{ კგ/მმ}^2$.

ჭიახრახნის მასალად მივიღოთ ფოლადი 45, ხრახნი მივიღოთ გახეხილი და წრთობილი $H_{Re} \geq 45$ -მდე.

3. ჭიაგადაცემის გაანგარიშება ძვრის კონტაქტურ ძაბვებზე. საანგარიშო მომენტების განსაზღვრისათვის წინააღმდეგ შემთხვევაში დატვირთვის კოეფიციენტი $K=1,2$.

საანგარიშო მომენტი

$$\left(\frac{N}{n_2}\right)_{\text{საანგ}} = \frac{N}{n_2} K = \frac{6,8}{60,5} \cdot 1,2 \approx 0,135 \frac{\text{ცხ. ძ.}}{\text{ბრ/წთ}}.$$

ცენტრთშორისი მანძილი

$$A = \left(\frac{z}{q} + 1\right) \sqrt{\left(\frac{N}{n_2}\right)_{\text{საანგ}} \left(\frac{50000}{q}\right)^2} =$$

$$= \left(\frac{32}{8} + 1\right) \sqrt{0,135 \cdot \left(\frac{50000}{8 \cdot 780}\right)^2} \approx 16,3 \text{ სმ.}$$

ГОСТ 2144-43-დან მივიღოთ $A=180 \text{ მმ}$. გადაცემის მოდული

$$m = \frac{2A}{z+q} = \frac{2 \cdot 180}{32+8} = 9 \text{ მმ (OCT 1597).}^*$$

ჭიაკბილანის დიამეტრი $D = mz = 9 \cdot 32 = 288 \text{ მმ}$;

ჭიახრახნის დიამეტრი $d = 2A - D = 2 \cdot 180 - 288 = 72 \text{ მმ}$;

მოდულების რიცხვი ჭიახრახნის დიამეტრში $q = \frac{d}{m} = \frac{72}{9} = 8$.

4. ჭიაკბილანის კბილების შემოწმება ამტანიანობაზე ღუნვის ძაბვების მიხედვით. წრიული ძალა

$$P = \frac{2 M_{\text{კბ}}}{D} = \frac{2 \cdot 71620 \cdot N}{D n_2} = \frac{2 \cdot 71620 \cdot 6,8}{28,8 \cdot 60,5} \approx 560 \text{ კგ.}$$

მივიღოთ, რომ დატვირთვის კოეფიციენტი ღუნვის დროს $K_L \approx 1,3$; გადახურვის კოეფიციენტი $k_s = 1,5$; კბილის ფორმის კოეფიციენტი $y = 0,123$ (ცხრ. 31); ჭიახრახნის შევრების წრეხაზის დიამეტრი

$$d_e = d + 2h' = 72 + 2 \cdot 9 = 90 \text{ მმ};$$

კბილანის გვირგვინის სიგანე

$$B = 0,75 d_e = 0,75 \cdot 90 = 67,5 \approx 68 \text{ მმ.}$$

ჭიაკბილანით ხრახნის შემოხვევის ნახევარკუთხე (ნახ. 105)

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{B}{d_e - 0,5m} = \frac{68}{90 - 0,5 \cdot 9} \approx 0,79; \quad \frac{\varphi}{2} = 52^\circ 15'.$$

კბილის საანგარიშო სიგრძე

$$b = (d_e - 0,5m) \frac{\varphi}{2} = (90 - 0,5 \cdot 9) \frac{52,25^\circ}{180^\circ} \approx 78 \text{ მმ.}$$

ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა ჰიაკილანის კბილში

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{PK_{\text{ლ}}}{\gamma b m \pi \cos \lambda k_{\text{z}}} = \frac{560 \cdot 1,3}{0,123 \cdot 7,8 \cdot 0,9 \cdot 3,14 \cdot \cos 14^{\circ} 0,2' 10'' \cdot 1,5} \approx 188 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ}} = 720 \text{ კგ/სმ}^2.$$

5. ჰიახრახნისა და კბილანის ძირითადი ზომები. ჰიახრახნის გარე და შიგა დიამეტრებია:

$$d_{\text{გ}} = 90 \text{ მმ}; d_{\text{შ}} = d - 2,4 m = 72 - 2,4 \cdot 9 = 50,4 \text{ მმ};$$

$$\text{ხრახნის სიგრძე მივიღოთ } l = 12,5 m = 12,5 \cdot 9 \approx 115 \text{ მმ};$$

$$\text{ფარდობა } \frac{r}{t} = \frac{d}{2m\pi} = \frac{72}{2 \cdot 9 \cdot 3,14} \approx 1,11, \text{ რაც დასაშვებ ფარგლებშია}$$

მთლიანი ხრახნისათვის.

ჰიაკილანის გარე და შიგა დიამეტრებია:

$$D_{\text{გ}} = D + 2m = 288 + 2 \cdot 9 = 306 \text{ მმ};$$

$$D_{\text{შ}} = D - 2,4 m = 288 - 2,4 \cdot 9 = 266,4 \text{ მმ}.$$

შვერების გარე წრეხაზის დიამეტრი $D_{\text{გ}} = D_{\text{გ}} + 1,5 m = 306 + 1,5 \cdot 9 \approx 320 \text{ მმ}$.
კბილანის სიგანე $B = 68 \text{ მმ}$.

ამის შემდეგ გამოიხაზება ჰიაგადაცემის ესკიზური ნახაზი (ნახ. 108) და შესრულდება ლილვების და საკისრების შემოწმებითი გაანგარიშება.

6. ჰიახრახნის სიმტკიცეზე შემოწმება. განვსაზღვრავთ მოდებში მოქმედ დატვირთვებს: ჰიახრახნის წრიული ძალა (ნახ. 109)

$$Q = \frac{2M_{\text{ხრ}}}{d} = \frac{2 \cdot 71620 \cdot N_0}{dn_1} = \frac{2 \cdot 71620 \cdot 8,7}{9 \cdot 970} \approx 144 \text{ კგ}.$$

რადიალური დატვირთვა

$$T \approx P \operatorname{tg} \alpha = 560 \cdot \operatorname{tg} 20^{\circ} \approx 204 \text{ კგ}.$$

მანძილი ჰიახრახნის საყრდენებს შორის

$$L = 0,8 D = 0,8 \cdot 288 \approx 230 \text{ მმ}.$$

ჰიახრახნის ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი

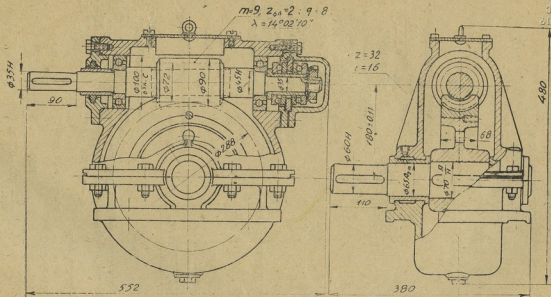
$$M_{\text{ხრ}} = 71620 \frac{N_0}{n_1} = 71620 \frac{8,7}{970} = 645 \text{ კგსმ}.$$

ჰიახრახნის საშიშ კვეთში მღუნავი მომენტები ტოლია:

$$M_{\text{P}} = \frac{Pd}{4} = \frac{560 \cdot 9}{4} = 1260 \text{ კგსმ};$$

$$M_{\text{T}} = \frac{TL}{4} = \frac{204 \cdot 23}{4} \approx 1170 \text{ კგსმ};$$

$$M_{\text{Q}} = \frac{QL}{4} = \frac{144 \cdot 23}{4} \approx 828 \text{ კგსმ}.$$



526. 103.

ტოლქმედი მლუნავი მომენტი

$$M_{\Sigma} = \sqrt{(M_P + M_T)^2 + M_Q^2} = \sqrt{(1260 + 1170)^2 + 828^2} \approx 2560 \text{ კგსმ.}$$

ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{0,1 d^3} = \frac{2560}{0,1 \cdot 5,04^3} \approx 200 \text{ კგ/სმ}^2;$$

კუმვისაგან გამოწვეული ძაბვა

$$\sigma_{\delta} = \frac{4P}{\pi d^3} = \frac{4 \cdot 560}{3,14 \cdot 5,04^3} \approx 28 \text{ კგ/სმ}^2;$$

გრებისაგან გამოწვეული ძაბვა

$$\tau_{\delta} = \frac{M_{\delta}}{0,2 d^3} = \frac{645}{0,2 \cdot 5,04^3} \approx 25,4 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ტოლქმედი ძაბვა

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_{\Sigma} + \sigma_{\delta})^2 + 3\tau^2} = \sqrt{(200 + 28)^2 + 3 \cdot 25,4^2} \approx 232 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\Sigma} = 720 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ლაზუსტებითი გაანგარიშების წარმოებისათვის განვსაზღვრავთ სიმტკიცის მარაგს ნორმალური ძაბვების მიხედვით ხრახნის საშიშ კვეთში (ხრახნის შუა ადგილას) ფორმულით

$$n = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\epsilon_{\sigma}} \sigma_{\Sigma} + \psi_{\sigma} \sigma_m};$$

წრთობილი ფოლად 45-თვის შეგვიძლია მივიღოთ

$$\sigma_{-1} = 34 \text{ კგ/მმ}^2; \tau_{-1} \approx 0,58 \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 34 \approx 20 \text{ კგ/მმ}^2;$$

$\psi_{\sigma} = 0,2$; მასშტაბური ფაქტორი

$\epsilon_{\sigma} = 0,81$; ნორმალური ძაბვების კონცენტრაციის ეფექტურ კოეფიციენტად ხრახნეუთხვილის არსებობის დროს მივიღოთ $k_{\sigma} \approx 2,3$; ციკლის ამპლიტუდა $\sigma_{\Sigma} = \sigma_{\Sigma} = 200 \text{ კგ/სმ}^2$.

ციკლის საშუალო ძაბვა

$$\sigma_m = \sigma_{\delta} = 28 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ჩასმის შედეგად მივიღებთ

$$n_{\sigma} = \frac{3400}{\frac{2,3}{0,81} 200 + 0,2 \cdot 28} \approx 5,9.$$

მზები ძაბვების მიხედვით სიმტკიცის მარაგის განსაზღვრისათვის მივიღოთ: $\psi_{\tau} \approx 0,1$; $k_{\tau} \approx 1,9$; $\varepsilon_{\tau} \approx 0,7$. მივიღოთ, რომ გრების ძაბვა იცვლება პულსირებული ციკლით, მაშინ

$$\tau_p = \tau_m = \frac{1}{2} \tau_{\text{აქს}} = \frac{1}{2} \tau_{\text{გრ}} = \frac{1}{2} \cdot 25,4 = 12,7 \text{ კმ/სმ}^2.$$

სიმტკიცის მარაგი იქნება

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_p + \psi_{\tau} \tau_m} = \frac{2000}{\frac{1,9}{0,7} 12,7 + 0,1 \cdot 12,7} \approx 56.$$

მთლიანი სიმტკიცის მარაგი

$$n = \sqrt{\frac{n_{\tau}^2 n_{\sigma}^2}{n_{\tau}^2 + n_{\sigma}^2}} = \sqrt{\frac{5,9^2 \cdot 56^2}{5,9^2 + 56^2}} \approx 5,9.$$

როგორც ჩანს, სიმტკიცის მარაგი საკმაოდ დიდია და ამიტომ სხვა განივი კვებების შემოწმება საჭირო აღარ არის.

გამოწმებთ ჭიახრახნის ლილვს სიხისტეზე; ამისათვის განესაზღვრავთ ჭიახრახნის განივკვეთის დაყვანილ ინერციის მომენტს ემპირიული ფორმულით

$$I_{\text{დაყ}} = \frac{\pi d_i^4}{64} \left(0,375 + 0,625 \frac{d_e}{d_i} \right) = \frac{3,14 \cdot 5,04^4}{64} \left(0,375 + 0,625 \frac{9}{5,04} \right) \approx 48 \text{ სმ}^4;$$

სიგრძივი დრეკადობის მოდულად ფოლადისათვის მივიღოთ $E = 2,1 \cdot 10^6$, მაშინ ჭიახრახნის ლილვის დეფორმაცია

$$f = \frac{L^3 \sqrt{T^2 + Q^2}}{48 EI_{\text{დაყ}}} = \frac{23^3 \sqrt{204^2 + 144^2}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 48} \approx 0,00063 \text{ სმ} = 0,0063 \text{ მმ};$$

დასაშვები ჩაღუნვის ისარი კი დაახლოებით ტოლია

$$[f] = \frac{m}{200} \div \frac{m}{100} = \frac{9}{200} \div \frac{9}{100} = 0,045 \div 0,09 \text{ მმ} > f = 0,0063 \text{ მმ},$$

რაც მისაღებია.

7. საკისრების შერჩევა ჭიახრახნის ლილვისათვის. ჭიახრახნის ლილვი მოწყობილია ორ რადიალურ ბურთულა საკისარზე და ორ ერთრიგ მისაბრჯენ ბურთულა საკისარზე (ნახ. 108).

განესაზღვრავთ რადიალურ დატვირთვებს უფრო მეტად დატვირთული საკისრისათვის; რეაქცია P ძალისაგან (ნახ. 109)

$$R_P = \frac{Pd}{2L} = \frac{560 \cdot 7,2}{2 \cdot 23} \approx 88 \text{ კმ}.$$

ტოლქმედი რადიალური დატვირთვა მარცხენა საყრდენისათვის

$$R_A = \sqrt{\left(\frac{T}{2} + R_P \right)^2 + \left(\frac{Q}{2} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{204}{2} + 88 \right)^2 + \left(\frac{144}{2} \right)^2} \approx 202 \text{ კმ}.$$

განვსაზღვრავთ საპირო შრომისუნარიანობის კოეფიციენტს რადიალურ ბურთულა საკისრისათვის: გვაქვს $k_K=1$; $k_T=1$; $k_z=1,3$;
 $h=5000$ საათი; $(n_1 h)^{0,3}=(970 \cdot 5000)^{0,3} \approx 102$,
შესაბამისად

$$C=R_A k_K k_T k_z (n_1 h)^{0,3}=202 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 102 \approx 26500.$$

საკისრის დასაყენებელ ადგილას შერჩეულია ლილვის დიამეტრი $d=45$ მმ და რადიალური ბურთულა საკისარი საშუალო სერიის № 309 ГОСТ 8338-57-ის მიხედვით, რომელსაც აქვს ზომები $d \times D \times b=45 \times 100 \times 25$ მმ და შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი $[C]=57000 > C=26500$.

მისაბრჯენ საკისარზე მოქმედებს ღერძის მიმართულების დატვირთვა

$$A=P=560 \text{ კგ.}$$

შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$C=A k_z (n_1 h)^{0,3}=560 \cdot 1,3 (970 \cdot 5000)^{0,3} \approx 73000.$$

ლილვის დიამეტრი კონსტრუქციულად მიღებულია $d=40$ მმ, შერჩეულია საშუალო სერიის ერთრიგე მისაბრჯენი საკისარი № 8308, რომელსაც აქვს ზომები $d \times D \times H \times d_1=40 \times 78 \times 26 \times 40,2$ მმ, შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი $[C]=78000 > C=73000$.

8. მიმყოლი ლილვის საორიენტაციო გაანგარიშება. მიმყოლი ლილვზე მოქმედი მგრძნავი მომენტი

$$M_{\text{მ}}=71620 \frac{N_0}{n_2}=71620 \frac{6,8}{60,5} \approx 8100 \text{ კგსმ.}$$

ლილვის დიამეტრი

$$d=\sqrt[3]{\frac{M_{\text{მ}}}{0,2 [\tau]_{\text{გრ}}}}=\sqrt[3]{\frac{8100}{0,2 \cdot 200}} \approx 5,9 \text{ სმ.}$$

ლილვის ბოლოს დიამეტრად მივიღოთ $d=60$ მმ; საკისრების დასაყენებელ ადგილას $d_{\text{საკ}}=65$ მმ; კბილანის დასაყენებელ ადგილას $d_{\text{კ}}=70$ მმ. რადგანაც ჭიაკბილანას მცირე ბრუნთა რიცხვი აქვს, ამიტომ შესაძლებელია გამოვიყენოთ სრიალის ხახუნიანი საკისრები (ნახ. 108).

გადაცემის გახურებაზე შესაძლებლად შეიძლება ვისარგებლოთ ემპირიული ფორმულით

$$t_{\text{გოთ}}-t_{\text{ჰაერ}}=\frac{\frac{P}{b l}-C_2}{C_1} < 50^\circ \text{C} \div 90^\circ \text{C},$$

სადაც

$$\frac{P}{b m \pi}=\frac{560}{7,8 \cdot 0,9 \cdot 3,14} \approx 25,2 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$v_{\text{გრ}}=\frac{\pi d n_1}{60}=\frac{3,14 \cdot 90 \cdot 970}{60 \cdot 1000} \approx 4,56 \text{ მ/წმ};$$

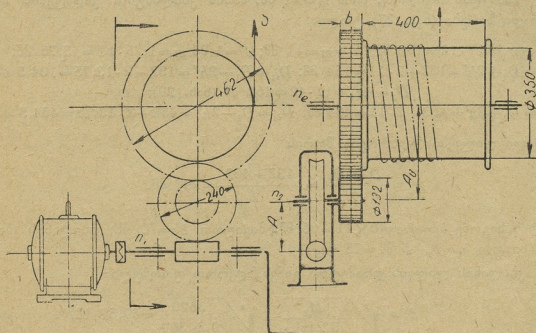
$$C_1=\frac{0,067}{v_{\text{გრ}}}+0,42=\frac{0,067}{4,56}+0,42=0,4346;$$

$$C_2 = \frac{109}{r_{\text{ბრ}} + 2,75} - 25 = \frac{109}{4,56 + 2,75} - 25 \approx -10,1;$$

$$t_{\text{ზეთ}} - t_{\text{მაერ}} = \frac{25,2 - (-10,1)}{0,4346} \approx 82^{\circ} \text{C},$$

რაც დასაშვებია მხოლოდ მაშინ, როცა გადაცემა ხანგაშვებით მუშაობს.

მაგალითი 3. გაიანგარიშეთ 110-ე ნახ-ის სქემაზე გამოსახული ელექტრო-
ჯალამბარის ძირითადი ზომები, თუ: დოლის დიამეტრი $D_{\text{დ}} = 350$ მმ, ბაგირის



ნახ. 110.

დაკიმულობა $S = 680$ კგ; ელექტროძრავის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 980$ ბრ/წთ
და დოლის ბრუნთა რიცხვი $n_{\text{დ}} = 28$ ბრ/წთ. გადაცემა მუშაობს ხანგაშვებით.
გაანგარიშება. მთლიანი გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_{\text{დ}}} = \frac{980}{28} = 35.$$

მივიღოთ, რომ

$$i = i_{\text{გ}} i_{\text{ბ}} = 3,5 \cdot 10.$$

I. ცილინდრული კბილანებით გადაცემის გაანგარიშება
კბილანების მასალად მივიღოთ თუჯი რ. თ. 12-28. დოლის ლილვზე
მოქმედი მგრეხავი მომენტი

$$M_{\text{დ}} = S \frac{D_{\text{დ}}}{2} = 680 \frac{35}{2} = 11900 \text{ კგსმ.}$$

მივიღოთ კბილანის კბილთა რიცხვი $z_1 = 12$, მაშინ კბილთა თვლის კბილ-
თა რიცხვი იქნება $z_2 = i_{\text{გ}} \cdot z_1 = 3,5 \cdot 12 = 42$.

თუჯის მასალისათვის მივიღოთ, რომ $[\sigma]_{\text{დ}} = 350$ კგ/სმ² (ცხრ. 9); კბი-

ლის ფორმის კოეფიციენტი $\gamma_1=0,093$; $\gamma_2=0,137$ (ცხრ. 10); მომენტი ზუღელ ლილვზე

$$M_2 = \frac{M_{\Sigma}}{i_{\delta}\eta} = \frac{11900}{3,5 \cdot 0,94} \approx 3620 \text{ კგსმ};$$

შესაბამისად, მოდული

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 M_2}{\gamma_1[\sigma]\phi\chi_1}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 36200}{0,093 \cdot 3,5 \cdot 6 \cdot 12}} \approx 10 \text{ მმ.}$$

1597-დან მივიღოთ, რომ $m=11$ მმ, მაშინ კბილანური გადაცემის ძირითადი ზომები (ნახ. 27) ტოლია:

$$\begin{aligned} D_1 &= m\chi_1 = 11 \cdot 12 = 132 \text{ მმ}; h' = m = 11 \text{ მმ}; h'' = 1,25 m = 1,25 \cdot 11 = 13,75 \text{ მმ}; \\ D_{e1} &= D_1 + 2h' = 132 + 2 \cdot 11 = 154 \text{ მმ}; D_{i1} = D_1 - 2h'' = 132 - 2 \cdot 13,75 = 104,5 \text{ მმ}; \\ D_2 &= m\chi_2 = 11 \cdot 42 = 462 \text{ მმ (ნახ. 29);} \\ D_{e2} &= D_2 + 2h' = 462 + 2 \cdot 11 = 484 \text{ მმ}; D_{i2} = D_2 - 2h'' = 462 - 2 \cdot 13,75 = 434,5 \text{ მმ.} \end{aligned}$$

მანძილი ლილვების ცენტრებს შორის

$$A_0 = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{132 + 462}{2} = 297 \text{ მმ.}$$

კბილის სიგრძე $b_2 = \psi m = 6 \times 11 = 66$ მმ; მივიღოთ $b_2 = 70$ მმ; კბილანის კბილის სიგრძე $b_1 = b_2 + 5$ მმ = 75 მმ.

კბილანის ლილვის დიამეტრი განვსაზღვროთ ფორმულით

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_2}{0,2[\tau]_{\text{კგ}}}} = \sqrt[3]{\frac{3620}{0,2 \cdot 300}} \approx 39,57 \text{ სმ.}$$

სოგმანისაგან ლილვის დასუსტების გათვალისწინებით ვიღებთ $d_1 = 40$ მმ. კბილა თვალს ($D_2 = 462$ მმ) ვამზადებთ მანებით (ნახ.29). მანების რიცხვი

$$A_3 = 0,5 \sqrt{D_2} = 0,5 \sqrt{462} \approx 3,4; \text{ მივიღოთ } A_3 = 4.$$

მანის სიგანე კბილა თვლის ღერძზე

$$H = \sqrt[3]{\frac{90 M_{\Sigma}}{A_3[\sigma]_{\text{კგ}}}} = \sqrt[3]{\frac{90 \cdot 11900}{4 \cdot 350}} \approx 9 \text{ სმ};$$

შესაბამისად

$$a = 0,2 H = 0,2 \cdot 9 = 1,8 \text{ სმ}; H_0 = 0,75 H = 0,75 \cdot 9 \approx 6,8 \text{ სმ};$$

$$l_2 = b_2 + 0,1 R_2 = 70 + 0,1 \cdot 231 \approx 92 \text{ მმ.}$$

დოლის ლილვის გაანგარიშება (ნახ. 111). დოლის ლილვზე, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ კბილანისა და დოლის წონებს, მოქმედებს წრიული ძალა $P=548$ კგ. რადიალური ძალა $T = P \operatorname{tg} \alpha = 548 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \approx 200$ კგ და ბაგირის დაჭიმულობის ძალა $S=680$ კგ. ყველაზე არახელსაყრელი დატვირთვის სქემა ნაჩვენებია 111-ე ნახ.ზე, რომლის მიხედვით განვსაზღვრავთ:

$$R_{PA} = \frac{548 \cdot 500}{600} = 456 \text{ კგ}; R_{PB} = \frac{548 \cdot 100}{600} = 92 \text{ კგ}; 456 + 92 = 548 \text{ კგ};$$

$$R_{TA} = \frac{200 \cdot 500}{600} = 167 \text{ კგ}; \quad R_{TB} = \frac{200 \cdot 100}{600} = 33 \text{ კგ}; \quad 167 + 33 = 200 \text{ კგ};$$

$$R_{SA} = \frac{680 \cdot 450}{600} = 510 \text{ კგ}; \quad R_{SB} = \frac{680 \cdot 150}{600} = 170 \text{ კგ}; \quad 510 + 170 = 680 \text{ კგ}.$$

მლუნავი მომენტები C განივკვეთის მიმართ:

$$M_{PC} = R_{PA} \cdot 10 = 456 \cdot 10 = 4560 \text{ კგსმ};$$

$$M_{TC} = R_{TA} \cdot 10 = 167 \cdot 10 = 1670 \text{ კგსმ};$$

$$M_{SC} = R_{SA} \cdot 10 = 510 \cdot 10 = 5100 \text{ კგსმ}.$$

$$M_{\Sigma C} = \sqrt{M_{PC}^2 + (M_{SC} + M_{TC})^2} = \\ = \sqrt{4560^2 + (5100 + 1670)^2} \approx 8200 \text{ კგსმ}.$$

მლუნავი მომენტები D განივკვეთის მიმართ:

$$M_{PD} = R_{PB} \cdot 45 = 92 \cdot 45 = 4140 \text{ კგსმ};$$

$$M_{TD} = R_{TB} \cdot 45 = 33 \cdot 45 = 1480 \text{ კგსმ};$$

$$M_{SD} = R_{SB} \cdot 45 = 170 \cdot 45 = 7650 \text{ კგსმ}.$$

$$M_{\Sigma D} = \sqrt{M_{PD}^2 + (M_{SD} + M_{TD})^2} = \\ = \sqrt{4140^2 + (7650 + 1480)^2} = 9500 \text{ კგსმ}.$$

ამგვარად, უდიდესი დატვირთვა D განივკვეთშია და აქ დაყვანილი მომენტი იქნება:

$$M_D = \sqrt{M_{\Sigma D}^2 + M_{\Sigma C}^2} = \sqrt{9500^2 + 11900^2} \approx \\ \approx 15200 \text{ კგსმ}.$$

ლილვის დიამეტრი ლუნვაზე სიმეტრიის პირობიდან

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{M_D}{0,1[\sigma]_L}} = \sqrt[3]{\frac{15200}{0,1 \cdot 600}} \approx$$

$\approx 6,3$ სმ. მივიღოთ $d_2 = 65$ მმ.

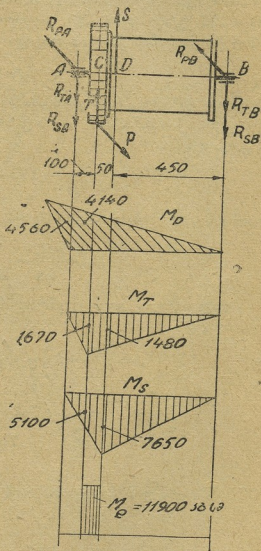
კბილა თელის მორკვეის დიამეტრი იქნება $D_0 = 2d_2 = 2 \cdot 65 = 130$ მმ.

ГОСТ 8788-58-დან ვირჩევთ სოგმანს

18×11 ГОСТ 8789-58, ზომით $b \times h = 18 \times 11$ მმ და $h = 6,8$ მმ. ვამოწმებთ მას თელვაზე.

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{M_{\Sigma}}{0,5dk(l_2 - b)} = \frac{11900}{0,5 \cdot 6,5 \cdot 0,68(9,2 - 1,8)} \approx 728 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{თელ}} = \\ = 800 \text{ კგ/სმ}^2.$$

წამყვანი ლილვის დიამეტრისთვის სოგმანს მსგავსადვე შევირჩევთ და შევამოწმებთ.



ნახ. 111.

II. ჰიაგადაცემის გაანგარიშება

გადაცემის რიცხვი $i_3=10$. ჰიაკბილანის ბრუნთა რიცხვი

$$n_2 = \frac{n_1}{i_3} = \frac{980}{10} = 98 \text{ ბრ/წთ.}$$

მივიღოთ ჰიახრაზნის მასალად ფოლადი 45; ჰია კბილანის მასალად ფოსფოროვანი ბრინჯაოს БРОФ 10—1, რომელსაც აქვს $[\tau]_{\text{ფ}}=780 \text{ კგ/სმ}^2$, $[\sigma]_{\text{ფ}}=720 \text{ კგ/სმ}^2$ (ცხრ. 36). მივიღოთ ჰიახრაზნის სვლათა რიცხვი $z_{\text{ფ}}=3$, მაშინ ჰიაკბილანის კბილთა რიცხვი

$$z = i_3 z_{\text{ფ}} = 10 \cdot 3 = 30.$$

მივიღოთ აგრეთვე, რომ $q=8$, მაშინ 30-ე ცხრილიდან ხრაზნული ხაზის ასვლის კუთხე $\lambda=20^\circ 33' 22''$ და თუ ხაზუნის კუთხე $\rho=5^\circ 43'$, მაშინ გადაცემის მ. ჰ. კ. იქნება

$$\eta = 0,93 \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg}(\lambda + \rho)} = 0,93 \frac{\operatorname{tg} 20^\circ 33' 22''}{\operatorname{tg}(20^\circ 33' 22'' + 5^\circ 43')} \approx 0,72.$$

ჰიახრაზნის ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი

$$M_{\text{ხრ}} = \frac{M_2}{i_3 \eta} = \frac{3620}{10 \cdot 0,72} \approx 490 \text{ კგსმ.}$$

დატვირთვის კოეფიციენტად მივიღოთ $K=1,5$, მაშინ ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = \left(\frac{z}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{N}{n_2} \left(\frac{50000}{q} \frac{[\tau]_{\text{ფ}}}{q} \right)^2} =$$

$$= \left(\frac{30}{8} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{3620 \cdot 1,5}{71620} \left(\frac{50000}{8} \cdot 780 \right)^2} = 13,5 \text{ სმ.}$$

ГОСТ 2144-43-დან მივიღოთ, რომ $A=150$ მმ, მაშინ მორღული

$$m = \frac{2A}{z + q} = \frac{2 \cdot 150}{30 + 8} = 7,9 \text{ მმ;}$$

ГОСТ 2144-დან მივიღოთ: $m=8$ მმ, $A=150$ მმ და $q=8$. შესაბამისად გამყოფი წრეხაზების დიამეტრები ტოლია:

$$D = mz = 8 \cdot 30 = 240 \text{ მმ; } d_3 = qm = 8 \cdot 8 = 64 \text{ მმ.}$$

ხრაზნის სვლა

$$h_0 = z_{\text{ფ}} m \pi = 3 \cdot 8 \cdot 3,14 \approx 75,36 \text{ მმ;}$$

$$h' = m = 8 \text{ მმ; } h'' = 1,2m = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ მმ.}$$

ჰიახრაზნის ზომებია (ნახ. 112):

$$d_e = d_3 + 2h' = 64 + 2 \cdot 8 = 80 \text{ მმ; } d_i = d_3 - 2h'' = 64 - 2 \cdot 9,6 = 44,8 \text{ მმ.}$$

ხრახნის სიგრძე

$$l = (12,5 + 0,09 \chi) \quad m = (12,5 + 0,0930)8 \approx 122 \text{ მმ.}$$

კიკბილანის ზომები (ნახ 112):

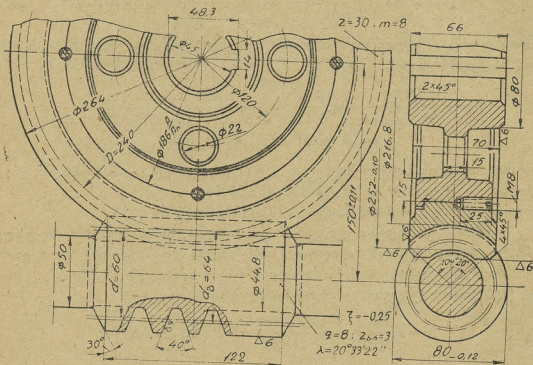
$$D_e = 2A - d_3 + 2m = 2 \cdot 150 - 64 + 2 \cdot 8 = 252 \text{ მმ;}$$

$$D_i = 2A - d_3 - 2,4m = 2 \cdot 150 - 64 - 2,4 \cdot 8 = 216,8 \text{ მმ;}$$

$$D_3 = D_e + 1,5m = 252 + 1,5 \cdot 8 = 264 \text{ მმ;}$$

$$B = 0,75 d_e = 0,75 \cdot 80 = 60 \text{ მმ.}$$

რადგანაც ცენტრთაშორისი მანძილი



ნახ. 112.

$$A_0 = \frac{d_3 + D}{2} = \frac{64 + 240}{2} = 152 \text{ მმ} \neq A_{\text{ბ.}} = 150 \text{ მმ,}$$

ამიტომ ვახდენთ მოდების კორექციას.

კორექციის კოეფიციენტი ტოლია:

$$\xi = \frac{A}{m} - 0,5(q + \chi) = \frac{150}{8} - 0,5(8 + 30) = -0,25;$$

შესაბამისად კიხრახნის საწყისი დიამეტრი

$$d = m(q + 2\xi) = 8[8 + (-2 \cdot 0,25)] = 60 \text{ მმ.}$$

და ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = \frac{d + D}{2} = \frac{60 + 240}{2} = 150 \text{ მმ} = A_{\text{ბ.}}$$

შემოწმებითი გაანგარიშებისათვის განესაზღვრავეთ კბილზე მოქმედ წრი-
ულ ძალას

$$P = \frac{2M_2}{D\eta} = \frac{2 \cdot 3620}{24 \cdot 0,72} \approx 420 \text{ კგ.}$$

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{B}{d_e - 0,5 m} = \frac{60}{80 - 0,5 \cdot 8} = 0,79; \quad \frac{\varphi}{2} = 52^\circ 10';$$

კბილის საანგარიშო სიგრძე

$$b = (d_e - 0,5m) \frac{\varphi}{2} = (80 - 0,5 \cdot 8) \frac{52,16^\circ}{180^\circ} \cdot 3,14 \approx 70 \text{ მმ};$$

კბილის ფორმის კოეფიციენტი $\gamma = 0,12$ (ცხრ. 31); მივიღოთ $K_\kappa = K = 1,5$;
 $k_z = 1,5$; შესაბამისად

$$\sigma_\kappa = \frac{PK_\kappa}{\gamma b m \pi \cos \lambda k_z} = \frac{420 \cdot 1,5}{0,12 \cdot 7 \cdot 0,8 \cdot 3,14 \cdot \cos 20^\circ 33' 22'' \cdot 1,5} \approx 212 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_\kappa = 720 \text{ კგ/სმ}^2.$$

კბილანის ფერსოს სისქედ მივიღოთ $c_0 = (1,6 \div 2)m = (1,6 \div 2)8 = 15 \text{ მმ}$;

მორგვის დიამეტრი $D_0 = 1,8 d_2 = 1,8 \cdot 45 \approx 80 \text{ მმ}$;

მორგვის სიგრძე $l_0 = B + 0,05 R = 60 + 0,05 \cdot 120 \approx 66 \text{ მმ}$.

ქიხრახნის ვამზადებთ ლილვთან ერთად მთლიანს. ქიხრახნის ლილვის
დიამეტრად საკისრებთან მივიღოთ $d = 40 \text{ მმ}$ და მოვახდინოთ მათი გაანგა-
რიშება ისე, როგორც ეს წინა მავალითში იყო განხილული.

ქიხრახნის ლილვზე საჭიროა სიმძლავრის სიდიდე

$$N = \frac{M_{\kappa n_1}}{71620} = \frac{490 \cdot 980}{71620} \approx 6,7 \text{ ცხ. ძ.} \approx 4,9 \text{ კვტ.}$$

მიღებული სიმძლავრის მიხედვით ელექტროძრავების კატალოგებიდან
შევარჩევთ ისეთ ძრავს, რომელსაც ექნება $n_{\text{ძრ}} = 980 \text{ ბრ/წთ}$.

მაგალითი 4. მოვახდინოთ რაბის ფარის ამძრავი მექანიზმის უმთავრესი
ზომების გაანგარიშება, თუ ცნობილია ფარის შემდეგი ზომები: ფარის სიგა-
ნე $a = 195 \text{ სმ}$, სიმაღლე $b = 95 \text{ სმ}$; ამასთანავე წყლის სიღრმე წყლის ზედაპი-
რიდან ფარის ქვემო წიბომდე არის $H = 190 \text{ სმ}$, ხოლო ფარის ზემო წიბომ-
დე $h = 95 \text{ სმ}$.

გაანგარიშება. მივიღოთ, რომ ფარი ყველგან ერთნაირი სისქისაა; ყვე-
ლაზე დაბალი ზოლი (სიმაღლით 1 სმ) განიცდის თანაბარ დატვირთვას წნე-
ვით $p = \gamma H \text{ კგ/სმ}^2$. თუ ფარის საძებნი სისქე არის δ , მაშინ ლუნვაზე სიმ-
ტკიცის პირობიდან

$$\frac{(\gamma H a) a}{8} = W [\sigma]_\kappa = \frac{1 \cdot \delta^2}{6} [\sigma]_\kappa,$$

განესაზღვრავეთ

$$\delta = \sqrt{\frac{3}{4} \gamma \frac{a^2 H}{[\sigma]_\kappa}} = \sqrt{\frac{3}{4} \cdot 0,001 \frac{195^2 \cdot 190}{100}} \approx 7,4 \text{ სმ};$$

მივიღოთ $\delta = 8 \text{ სმ}$.

(აქ მიღებულია წყლის ხვედრითი წონა $\gamma = 0,001$ კგ/სმ³ და ლუნვაზე დასაშვები დაბეჭდვა ფარის მასალისათვის—მუხისათვის $[\sigma]_{\text{ლ}} = 100$ კგ/სმ²).

ფარზე მოქმედი წყლის მთლიანი წნევა იქნება

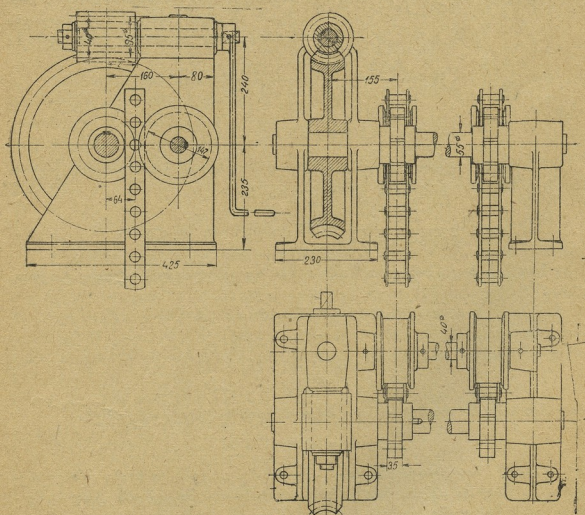
$$Q_{\text{წ}} = \gamma \frac{H+h}{2} ba$$

და ფარის მიმმართველებში ხახუნის ძალა, რომელიც მექანიზმმა უნდა დასძლიოს, იქნება

$$R = f Q_{\text{წ}} = f \gamma \frac{H+h}{2} ba.$$

ხახუნის კოეფიციენტი f ფარის აღვილიდან ღდაძრისას იღება $f \approx 0,71$ (მუხა სველ მდგომარეობაში), ხოლო ფარის მოძრაობისას $f \approx 0,25$. გაანგარიშება ვაწარმოოთ მაქსიმალურ f -ზე, მაშინ გვექნება

$$R = 0,71 \cdot 0,001 \frac{190+95}{2} 95 \cdot 195 \approx 1900 \text{ კგ.}$$



ნახ. 113.

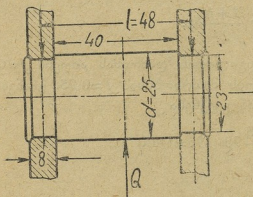
ფარის საკუთარ წონას მხედველობაში არ ვღებულობთ, რადგან ის გამუდმებით წყალქვეშ არის და მისი წონა თითქმის ტოლია წყლის კუთრი

წონისა. ამასთანავე მხედველობაში უნდა მივიღოთ ლარტყებისა და შემოქედილი ფოლადის წონა (ნახ. 113) ≈ 100 კგ. შესაბამისად, ფარის ადგილიდან დასაძვრელად საჭირო ძალა იქნება

$$S = 1900 + 100 = 2000 \text{ კგ.}$$

თუ ფარი დაკიდებულია მასრებიან ლარტყაზე, რომელიც მოძრაობას ღებულობს ერთ ლილვზე დასმული ორი კბილანისაგან (ნახ. 113), მაშინ თითოეული ლარტყის დატვირთვა იქნება

$$Q = \frac{S}{2} = 1000 \text{ კგ.}$$



ნახ. 114.

ლარტყის მასრები Q ძალის მოქმედებით ლუნვის მოვლენებს განიცდის და თუ დავუშვებთ, რომ დატვირთვა მოდებულია მასრის შუა ადგილას შეყურსული სახით, მაშინ, როცა მასრის სიგრძე $l_1 = 40$ მმ, მასრის თამასის სისიქე -8 მმ (ნახ. 114) და თუ ფოლადის მასრისათვის $[\sigma] = 800$ კგ/სმ², გვექნება

$$W = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{Q l}{4 [\sigma]_{\text{ლ}}} = \frac{1000 \cdot 4,8}{4 \cdot 800} \approx 1,5 \text{ სმ}^3$$

აქედან

$$d = 2,5 \text{ სმ.}$$

მასრების თავების ადგილად დაკვერვისათვის თამასის სიგანედ მივიღოთ 45 მმ, მაშინ მისი გაჭიმვაზე შემოწმება გვაძლევს

$$\sigma_{\text{კ}} = \frac{1000}{2(4,5 - 2,3)0,8} \approx 284 \text{ კგ/სმ}^2, \text{ რაც მისაღებია.}$$

მოდების ბიჯი მივიღოთ მასრის გაორკეცებული დიამეტრის ტოლად, ე. ი.

$$t = 2d = 2 \cdot 2,5 = 50 \text{ მმ} \approx 16\pi = 50,26 \text{ მმ.}$$

მოდული

$$m = \frac{t}{\pi} = 16 \text{ მმ.}$$

კბილანის საწყისი დიამეტრი, თუ მისი კბილთა რიცხვი $z = 8$, იქნება

$$D = mz = 16 \cdot 8 = 128 \text{ მმ.}$$

კბილის პროფილი აგებულია 115-ე ნახ.ზე. კბილის ყველაზე არახელსაყრელი მდებარეობა იქნება მაშინ, როცა დატვირთვა მოქმედებს კბილის წვეროზე. ამ შემთხვევაში კბილის მღუნავი Q' ძალა, რომელიც მთლიანი Q ძალის მდგენელია და ტოლია $Q' \approx 750$ კგ (ნაპოვნია გრაფიკულად მასშტაბში შესრულებული ნახ. 115-დან), მოქმედებს $\alpha' \approx 2,8$ სმ მხარით. თუ კბილის სიგ-

რძე $b=3,5$ სმ და სისტე a' მანძილზე $h=2,2$ სმ, მაშინ კბილში ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$\sigma = \frac{6Q'a'}{bh^2} = \frac{6 \cdot 750 \cdot 2,8}{3,5 \cdot 2,2^2} \approx 744 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ძაბვის ასეთი სიდიდის დროს უნდა მივიღოთ მხოლოდ კარგი ხარისხის ფოლადის სხმული, მაგ., ფოლადი 35 II.

თუ ამწვევ მექანიზმზე მუშაობს ერთი მუშა და მუშის საანგარიშო ძალად მივიღებთ $P=20$ კგ, სახელურის რადიუსად $l=400$ მმ და არ გავითვალისწინებთ დანაკარგებს ხახუნზე, მაშინ გადაცემის რიცხვი იქნება

$$i_0 = \frac{2Q \cdot 0,5 D}{Pl} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 0,5 \cdot 12,8}{20 \cdot 40} = 16.$$

ასეთი გადაცემა შეიძლება განვახორციელოთ ან ორი წყვილი ცილინდრული კბილანებით, ან ერთი ჭიაგადაცემით. ჭიაგადაცემის გამოყენების დროს, თუ დავუშვებთ მის მარგი ქმედების კოეფიციენტს $\eta_3 \approx 0,5$, გვექნება

$$i = \frac{i_0}{\eta \eta_3} = \frac{16}{0,9 \cdot 0,5} \approx 35,5.$$

რადგანაც იშვიათი და ხანმოკლე მუშაობის დროს მ. ქ. კ.-ის სიდიდეს განსაკუთრებული მნიშვნელობა არ აქვს, ამიტომ ავიღოთ ერთსვლიანი ჭიაგადაცემა, ე. ი. $z_{ზრ} = 1$, მაშინ კბილთა რიცხვი ჭიაკბილანისათვის არის $z \approx 35$. ჭიაკბილანის მასალად მივიღოთ თუჯი რ. თ. 12—28, რომლისთვისაც $[\sigma]_z = 300$ კგ/სმ² (ცხრ. 32); შესაბამისად კბილის ფორმის კოეფიციენტი $\gamma = 0,128$ (ცხრ. 31); მივიღოთ აგრეთვე $\psi = 6$; ჭიაკბილანის ლილვზე მოქმედი მომენტი

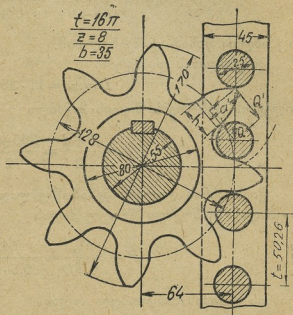
$$M_z = \frac{2Q \cdot 0,5 D}{\eta} = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 0,5 \cdot 12,8}{0,9} \approx 14200 \text{ კგსმ}$$

და მოღული იქნება

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot M_z}{y[\sigma]\psi z}} = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 142000}{0,128 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 35}} \approx 10,5 \text{ მმ.}$$

OCT 1597-ის მიხედვით მივიღოთ, რომ $m=11$ მმ.

ჭიახრახნი დამზადებულია ცალკე, საწყისი დიამეტრით $d=95$ მმ და დამაგრებულია $d_0=40$ მმ-იან ლილვზე სოგმანით (ნახ. 113).



ნახ. 115.

ხრახნული ხაზის ასვლის კუთხე

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{Z_{\text{ამ}}}{d} = \frac{1.11}{95} \approx 0,116; \lambda = 6^{\circ}40'.$$

თუ ხახუნის კუთხეს მივიღებთ $\rho = 7^{\circ}20'$, მაშინ მ. ქ. ქ.

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg} (\lambda + \rho)} = \frac{\operatorname{tg} 6^{\circ}40'}{\operatorname{tg} (6^{\circ}40' + 7^{\circ}20')} \approx 0,47,$$

რაც ახლოა წინათ დაშვებულთან.

კიაკბილანის დიამეტრი

$$D = m\gamma = 11.35 = 385 \text{ მ.}$$

ლილვების ცენტრებს შორის მანძილი

$$A = \frac{D+d}{2} = \frac{385+95}{2} = 240 \text{ მ.}$$

კიახრახნის ლილვის შესამოწმებლად განვსაზღვრავთ:
კიაკბილანაზე მოქმედ წრიულ ძალას

$$P' = \frac{M_2}{0,5D} = \frac{14200}{0,5 \cdot 38,5} \approx 735 \text{ კგ.}$$

ხრახნის ლერძის მართობულ ძალას:

$$T = P \operatorname{tg} \alpha = 735 \operatorname{tg} 20^{\circ} \approx 265 \text{ კგ.}$$

კიახრახნის წრიულ ძალას

$$Q = \frac{Pl}{0,5d} = \frac{20 \cdot 40}{0,5 \cdot 9,5} \approx 168 \text{ კგ.}$$

P' , T და Q ძალებისაგან გამოწვეული მღუნავი მომენტები

$$M_p = P' \cdot 0,5d = 735 \cdot 0,5 \cdot 9,5 \approx 3500 \text{ კგსმ.}$$

$$M_T = T' \cdot 6 = 265 \cdot 6 = 1590 \text{ კგსმ.}$$

$$M_Q = Q' \cdot 6 = 168 \cdot 6 = 1008 \text{ კგსმ.}$$

ტოლქმედი მღუნავი მომენტი:

$$M_{\Sigma} = \sqrt{(M_P + M_T)^2 + M_Q^2} = \sqrt{(3500 + 1590)^2 + 1008^2} \approx 5220 \text{ კგსმ.}$$

შესაბამისად

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{0,1d^3_0} = \frac{5220}{0,1 \cdot 4^3} \approx 820 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{კვ}} = \frac{4P'}{\pi d^2_0} = \frac{4 \cdot 735}{3,14 \cdot 4^2} \approx 58 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\tau_{\text{კვ}} = \frac{Pl \cdot 16}{\pi d^3_0} = \frac{20 \cdot 40 \cdot 16}{3,14 \cdot 4^3} \approx 63,7 \text{ კგ/სმ}^2;$$

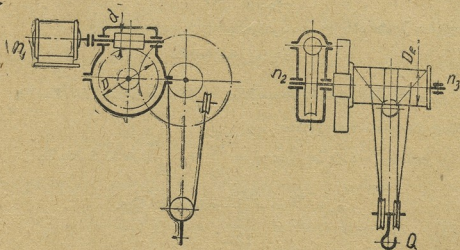
მთლიანი დაბვა იქნება

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_{\Sigma} + \sigma_{\text{კვ}})^2 + 3\tau_{\text{კვ}}^2} = \sqrt{(820 + 58)^2 + 3 \cdot 63,7^2} \approx 880 \text{ კგ/სმ}^2.$$

რადგანაც გადაცემა მცირე დროის განმავლობაში მუშაობს და ხრახნი ძალიან ნელა ბრუნავს, ამიტომ ფოლადის ლილვისათვის ძაბვის ასეთი სიდიდე დასაშვებია.

თუ ფარზე მოქმედებს დიდი დატვირთვები და ლილვები გრძელა, მაშინ კიაგადაცემას აწუბონ მასრებიან ლარტყებს შორის. ნახ. 113-ზე გამოსახულ ჯალამბარს სიიფისა და სიმარტივის გამო კიაგადაცემა მოთავსებული აქვს ლილვის ნაპირა მხარეს. ლარტყებს მიმართულების მისაცემად მეორე მხრიდან მოწყობილი აქვს მიმმართველი გორგოლაკები, რომელთაც უხდებათ მოქმედი დატვირთვის საკმაოდ დიდი მდგენელის მიღება.

მაბალითი 5. გავიანგარიშოთ 20—ტონიანი ხიდისებრი ამწის ტვირთ-მაწევი მექანიზმის ძირითადი ზომები, თუ ტვირთი ფოლადის ბაგირის საშუალებით აიწევა ზემოთ 116-ე ნახ-ზე გამოსახული სქემის მიხედვით. ტვირთის აწევის სიმაღლე 11 მ-ია და სიჩქარე $v=4$ მ/წთ.



ნახ. 116.

განგარიშება. 1. ელექტროძრავის შერჩევა. თუ მივიღებთ მარგი ქმედების კოეფიციენტს ტოლად

$$\eta = \eta_{კა} \eta_{დოლ} \eta_{გაღ} \eta_{გ} = 0,94 \cdot 0,97 \cdot 0,98 \cdot 0,8 \approx 0,72,$$

მაშინ ელექტროძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N_0 = \frac{Qv}{75 \cdot 60 \cdot \eta} = \frac{20000 \cdot 4}{75 \cdot 60 \cdot 0,72} \approx 24,7 \text{ ცხ.ძ} \approx 18,2 \text{ კვტ.}$$

ელექტროძრავების კატალოგებიდან შეიძლება შეირჩეს ელექტროძრავი, მაგალითად, მუდმივი დენის МЛ 52, რომელსაც აქვს $N_{დრ} = 24,5$ კვტ და $\eta_{დრ} = 670$ ბრ/წთ.

2. ბაგირის შერჩევა. თუ ბაგირისათვის სიმტკიცის მარაგს მივიღებთ $k_0 = 6$, მაშინ ბაგირის მრღვევი დატვირთვა იქნება

$$P_{მრღ} = k_0 P_{ბაგ} = 6 \frac{20000}{4} = 30000 \text{ კგ.}$$

ГОСТ 3071-55-დან $P_{\text{მკლ}}$ -ის მიხედვით შერჩეულია ბაგირი $6 \times 37 \times 222$; $d_3 = 26$ მმ; $\delta = 1,2$ მმ; თუ მივიღებთ კოეფიციენტს $\epsilon = 20$, მაშინ დოლის დია-
მეტრი იქნება

$$D_{\text{დ}} = (\epsilon - 1) d_3 = (20 - 1) 26 \approx 500 \text{ მმ.}$$

ტვირთის დაკიდების სქემის შესაბამისად (ნახ. 116) დოლზე დახვეულ ბაგირს უნდა ჰქონდეს ტვირთის აწევის ორმაგი სიჩქარე, ამიტომ დოლის ბრუნთა რიცხვი

$$n_{\text{დ}} = \frac{2v}{\pi D_{\text{დ}}} = \frac{2 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,5} \approx 5,1 \text{ ბრ/წთ.}$$

3. გადაცემის რიცხვი და ლილვების ბრუნთა რიცხვები, გადაცემის რიცხვს

$$i = \frac{n_{\text{მკლ}}}{n_{\text{დ}}} = \frac{670}{5,1} = 132$$

გავანაწილებთ კიახრახნულ და ცილინდრულ გადაცემებზე

$$i = i_{\text{კ}} i_{\text{ც}} = 20 \cdot 6,6.$$

მივიღოთ:

$$z_{\text{მკლ}} = 2; z = z_{\text{მკლ}} i_{\text{კ}} = 2 \cdot 20 = 40; z_1 = 12; z_2 = i_{\text{ც}} z_1 = 6,6 \cdot 12 = 79.$$

შესაბამისად ბრუნთა რიცხვებია:

$$n_1 = n_{\text{მკლ}} = 670 \text{ ბრ/წთ}; n_2 = \frac{n_1}{i_{\text{კ}}} = \frac{670}{20} = 33,5 \text{ ბრ/წთ};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{\text{ც}}} = \frac{33,5}{\frac{79}{12}} \approx 5,08 \text{ ბრ/წთ.}$$

4. მომენტები ლილვებზე:

$$M_{\text{დ}} = \frac{Q}{2} \cdot \frac{D_{\text{დ}}}{2} = \frac{20000}{2} \cdot \frac{50}{2} \approx 250000 \text{ კგსმ.}$$

$$M_2 = \frac{M_{\text{დ}}}{i_{\text{ც}} \eta_{\text{ც}}} = \frac{250000}{\frac{79}{12} \cdot 0,94} \approx 40200 \text{ კგსმ.}$$

ორძაფიანი კიახრახნისათვის $\lambda = 14^\circ 02' 10''$ (ცხრ. 30) და მივიღოთ ხახუნის კუთხე $\rho = 3^\circ$, მაშინ

$$\eta_{\text{კ}} = 0,96 \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg}(\lambda + \rho)} = 0,96 \frac{\operatorname{tg} 14^\circ 02' 10''}{\operatorname{tg}(14^\circ 02' 10'' + 3^\circ)} \approx 0,79$$

შესაბამისად

$$M_1 = \frac{M_2}{i_{\text{კ}} \eta_{\text{კ}}} = \frac{40200}{20 \cdot 0,79} \approx 2550 \text{ კგსმ} < M_{\text{მკლ}} = 71620 \frac{N_{\text{მკლ}}}{n_{\text{მკლ}}} = 71620 \frac{24,5}{670} \approx 2620 \text{ კგსმ.}$$

5. კია გადაცემის გაანგარიშება. კიახრახნის მასალად მივიღოთ ფოლადი 45, სისალით $R_c \geq 45$, კიაკბილანისათვის კი ბრინჯაო БРОФ 10—1,

რომელსაც აქვს $(\tau)_{d_3} = 780$ კგ/სმ²; $[\sigma]_e = 720$ კგ/სმ² (ცხრ. 36); სიმძლავრე
კიაკბილანის ლილვზე $N_{0\eta_3} = 24,7 \cdot 0,79 \approx 19,5$ ცხ. დ. მივიღოთ $q = 8$ და დატ-
ვირთვის კოეფიციენტი $K = 1,5$. მაშინ ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A = \left(\frac{\tau}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{\left(\frac{N}{n_2} \right)_{\text{საფბ}} \left(\frac{50000}{q} \right)^2} =$$

$$= \left(\frac{40}{8} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{19,5 \cdot 1,5}{33,5} \left(\frac{50000}{40 \cdot 780} \right)^2} \approx 31,2 \text{ სმ.}$$

ГОСТ 2144-43-დან მივიღოთ, რომ $A = 300$ მმ.

მოღული იქნება

$$m = \frac{2A}{\tau + q} = \frac{2 \cdot 300}{40 + 8} = 12,5 \text{ მმ.}$$

ГОСТ 2144-დან მივიღოთ $m = 12$ მმ, მაშინ გადაცემის ძირითადი ზომები

$$d_3 = qm = 8 \cdot 12 = 96 \text{ მმ}; D = m\tau = 12 \cdot 40 = 480 \text{ მმ};$$

რადგანაც

$$A_0 = \frac{d_3 + D}{2} = \frac{96 + 480}{2} = 288 \text{ მმ} \neq A_{\text{სტ}},$$

მოვახდენთ გადაცემის კორექციას. კორექციის კოეფიციენტი

$$\xi = \frac{A}{m} - 0,5(q + \tau) = \frac{300}{12} - 0,5(8 + 40) = 1,0;$$

კიახრახნის საწყისი დიამეტრი

$$d = m(q + 2\xi) = 12(8 + 2 \cdot 1,0) = 120 \text{ მმ.}$$

შესაბამისად

$$A = \frac{d + D}{2} = \frac{120 + 480}{2} = 300 \text{ მმ.}$$

კიახრახნისა და კბილანის ზეფრებისა და ღრმულების დიამეტრები ტოლია:

$$d_e = d_3 + 2m = 96 + 2 \cdot 12 = 120 \text{ მმ}; d_i = d_3 - 2,4m = 96 - 2,4 \cdot 12 = 67,2 \text{ მმ};$$

$$D_e = 2A - d_3 + 2m = 2 \cdot 300 - 96 + 2 \cdot 12 = 528 \text{ მმ};$$

$$D_i = 2A - d_3 - 2,4m = 2 \cdot 300 - 96 - 2,4 \cdot 12 = 475,2 \text{ მმ};$$

$$D_{\text{გაფ}} = D_e + 1,5m = 528 + 1,5 \cdot 12 = 546 \text{ მმ.}$$

კბილის ლუნვაზე შემოწმებისათვის განვსაზღვრავთ

$$v_{\text{კბ}} = \frac{\pi D n_2}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,48 \cdot 33,5}{60} \approx 0,84 \text{ მ/წმ.}$$

კიაკბილანის წრიული ძალა

$$P = \frac{M_2}{0,5D} = \frac{40200}{0,5 \cdot 48} \approx 1690 \text{ კგ};$$

კბილანის სიგანე (ნახ. 117)

$$B = 0,75 d_s = 0,75 \cdot 120 \approx 90 \text{ მმ};$$

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{B}{d_s - 0,5m} = \frac{90}{120 - 0,5 \cdot 12} \approx 0,79; \quad \frac{\varphi}{2} = 52^\circ 10'.$$

კბილის საანგარიშო სიგრძე

$$b = (d_s - 0,5m) \frac{\varphi}{2} = (120 - 0,5 \cdot 12) \frac{52^\circ 10' \cdot 3,14}{180^\circ} \approx 105 \text{ მმ}.$$

კბილის ფორმის კოეფიციენტი $\gamma = 0,136$ (ცხრ.31); შესაბამისად

$$\sigma_{\text{კ}} = \frac{PK_{\text{კ}}}{\gamma b m \pi k_{\text{კ}} \cos \lambda} = \frac{1690 \cdot 1,5}{0,136 \cdot 10,5 \cdot 1,2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot \cos 14^\circ 02' 10''} \approx 325 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{კ}} = 720 \text{ კგ/სმ}^2.$$

6. ჭიახრახნის ლილვის შემოწმებით გაანგარიშება.
ჭიახრახნის ლილვში გრეხისაგან გამოწვეული ძაბვა

$$\tau_{\text{გრ}} = \frac{M_{\text{გრ}}}{W_0} = \frac{2550}{0,2 d_i^3} = \frac{2550}{0,2 \cdot 6,72^3} \approx 42 \text{ კგ/სმ}^2;$$

ჭიახრახნის წრიული ძალა

$$Q = \frac{M_{\text{გრ}}}{0,5 d} = \frac{2550}{0,5 \cdot 9,6} \approx 535 \text{ კგ}.$$

ხრახნის ლერძის მართობი ძალა

$$T = P \operatorname{tg} \alpha = 1690 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \approx 620 \text{ კგ}.$$

მივიღოთ ჭიახრახნის საყრდენებს შორის მანძილი

$$L = 0,8 D = 0,8 \cdot 480 \approx 400 \text{ მმ}.$$

შესაბამისად მლუნავი მომენტების სიდიდე

$$M_p = \frac{P \cdot 0,5 d}{2} = \frac{1690 \cdot 0,5 \cdot 9,6}{2} \approx 4060 \text{ კგსმ}.$$

$$M_Q = \frac{QL}{4} = \frac{535 \cdot 40}{4} = 5350 \text{ კგსმ};$$

$$M_T = \frac{TL}{4} = \frac{620 \cdot 40}{4} = 6200 \text{ კგსმ}.$$

ტოლქმედი მლუნავი მომენტი

$$M_{\text{კ}} = \sqrt{(M_p + M_T)^2 + M_Q^2} = \sqrt{(4060 + 6200)^2 + 5350^2} \approx 11400 \text{ კგსმ};$$

ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვა

$$\sigma_{\text{კ}} = \frac{M_{\text{კ}}}{0,1 d_i^3} = \frac{11400}{0,1 \cdot 6,72^3} \approx 365 \text{ კგ/სმ}^2;$$

კუმშვისაგან გამოწვეული ძაბვა

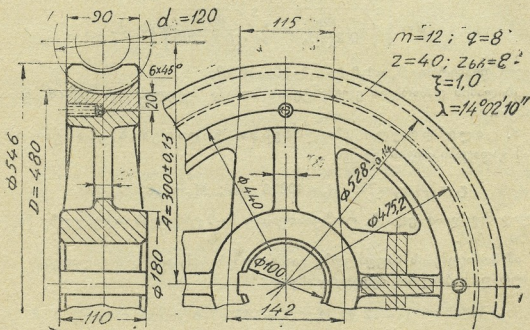
$$\sigma_d = \frac{4P}{\pi d_i^2} = \frac{4 \cdot 1690}{3,14 \cdot 6,72^2} \approx 48 \text{ კგ/სმ}^2;$$

მთლიანი ძაბვა

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_s + \sigma_d)^2 + 3\tau^2} = \sqrt{(365 + 48)^2 + 3 \cdot 42^2} \approx 420 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_s = 700 \text{ კგ/სმ}^2.$$

7. ქიაკბილანის ელემენტების გაანგარიშება. მივიღოთ ფერსოს სისქე ბრინჯაოსა და თუჯისათვის (ნახ. 117)

$$c_0 = (1,6 \div 2) m = (1,6 \div 2) 12 \approx 20 \text{ მმ.}$$



ნახ. 117.

ბრინჯაოს ფერსო თუჯის ცენტრთან მიერთებულია 4 ხრახნით $d_0 \times l = 312 \times 40$ (ცხრ. 33). გამოწვებთ მათ კრაზე წრიული ძალით

$$P_0 = \frac{M_2}{0,5D_0} = \frac{40200}{0,5 \cdot 44} \approx 1830 \text{ კგ.}$$

სა და ც

$$D_0 = D_i - 2c_0 = 475,5 - 2 \cdot 20 = 435,5 \text{ მმ.}$$

მიღებულია

$$D_0 = 440 \text{ მმ.}$$

ГОСТ 8724-58 მიხედვით M12 ხრახნკუთხეილისათვის შიგა დიამეტრი

$$d_1 = 9,727 \text{ მმ}$$

და შესაბამისად

$$\tau_{კრ} = \frac{P_0}{z_0 d_1 l} = \frac{1830}{4 \cdot 0,9727 \cdot 4} \approx 120 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{კრ} = 500 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ (ფლ. 3).}$$

ქიაკბილანა დაემაზადოთ მანებით (შეიძლება აგრეთვე იგი დამზადდეს

უმანოდ—მთლიანი, ბადროსებური). მანების რიცხვი მივიღოთ $A_3=4$, მაშინ ჯვარისმაგვარი განივკვეთის სიგანე კბილანის ღერძზე

$$H = \sqrt[3]{\frac{90 PR}{A_3 [\sigma]_{\text{კ}}}} = \sqrt[3]{\frac{90 \cdot 1690 \cdot 0,5 \cdot 48}{4 \cdot 300}} \approx 14,2 \text{ სმ};$$

შესაბამისად $a=0,2 H=0,2 \cdot 14,2 \approx 3,0$ სმ; $c=0,8 a \approx 2,4$ სმ;

$$H_0=0,8 H=0,8 \cdot 14,2 \approx 11,5 \text{ სმ};$$

კიაკბილანის ლილვის დიამეტრი მივიღოთ

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_2}{0,2 [\tau]_{\text{კ}}}} = \sqrt[3]{\frac{40200}{0,2 \cdot 200}} \approx 10 \text{ სმ}.$$

მორგვის დიამეტრი $D_0=1,8 d=1,8 \cdot 10=18$ სმ;

კბილანის დანარჩენი ელემენტების ზომები ჩვეულებრივი წესით გაიანგარიშება.

8. ცილინდრული კბილანებით გადაცემის გაანგარიშება. ამ გადაცემისათვის გვაქვს

$$z_1=12; z_2=79; M_2=40200 \text{ კგსმ}; M_3=250000 \text{ კგსმ}.$$

მასალად მივიღოთ ფლ. 5, რომლისთვისაც მე-9 ცხრილის საფუძველზე $[\sigma_{\text{კ}}]=1500 \text{ კგ/სმ}^2$.

ამ მონაცემების საფუძველზე გაანგარიშება ხდება წინა მაგალითების ანალოგიურად, საბოლოო შედეგები ასეთია:

$$m=12 \text{ მმ}; D_1 \times D_2=144 \times 948 \text{ მმ}; b=120 \text{ მმ}.$$

მაგალითი 6. გაფინგარიშოთ კიარედუქტორი, რომელიც მუშაობს პერიოდულად დღე-ღამეში 6 ციკლით, წელიწადში 300 სამუშაო დღეს. რედუქტორის მუშაობის რეჟიმი: ერთი ციკლის განმავლობაში

$$t_1=3 \text{ წმ}=0,000834 \text{ სთ};$$

მგრეხავი მომენტი კიაკბილანის ლილვზე არის $M_1=50000 \text{ კგსმ}$ და

$$n_{1\text{კ}}=32 \text{ ბრ/წთ}; t_2=5 \text{ წთ}=0,0834 \text{ სთ}.$$

მგრეხავი მომენტი

$$M_2=20000 \text{ კგსმ და } n_{2\text{კ}}=42 \text{ ბრ/წთ}.$$

რედუქტორის მუშაობის დრო უნდა იყოს 5 წელი; გადაცემის რიცხვი $i=28 \div 32$; კბილები მუშაობს ერთი მხრიდან.

გაანგარიშება. შევარჩიოთ: კბილის პროფილის კუთხე კიახრახნის ღერძის მიმართულების კვეთში $\alpha=20^\circ$; კბილის სიმაღლის კოეფიციენტი $f_0=1$; რადიალური ღრეჩოს კოეფიციენტი $c_0=0,2$; კიახრახნის ტიპი არქიმედისაა.

მასალად მივიღოთ: კიახრახნისათვის—ფოლადი, რომელსაც აქვს $H_{Rc}>45$, ხრახნი გახეხილი; კიაკბილანისათვის—ბრინჯაო ВРФ 10-1; მოდების სიზუსტის ხარისხი მე-8.

I. სიმტკიცეზე გაანგარიშება

1. დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტის $k_{კონც}$ -ის განსაზღვრისათვის ჯერ ეპოულობთ საშუალო მგრძელებ მომენტს

$$M_{საშ} = \frac{M_1 t_1 n_{1კ} + M_2 t_2 n_{2კ}}{t_1 n_{1კ} + t_2 n_{2კ}} = \frac{50000 \cdot 0,000834 \cdot 32 + 20000 \cdot 0,0834 \cdot 42}{0,000834 \cdot 32 + 0,0834 \cdot 42} \approx 20000 \text{ კგსმ.}$$

მივიღოთ აგრეთვე, რომ $q=8$; $z_{ზრ} = 2$; მაშინ ჰიაკიბილანის საორიენტაციო კბილთა რიცხვია $z = z_{ზრ} z = 2 (28 \div 32) \approx 60$. შესაბამისად, ჰიახრახნის დეფორმაციის კოეფიციენტი $\Theta_1 = 57$ (ცხრ. 35). ამგვარად,

$$k_{კონც} = 1 + \left(\frac{z}{\Theta_1} \right)^3 \left(1 - \frac{M_{საშ}}{M_{მაკს}} \right) = 1 + \left(\frac{60}{57} \right)^3 \left(1 - \frac{20000}{50000} \right) \approx 1,72.$$

მიღებული $k_{კონც}$ -ის დიდი მნიშვნელობის გამო შევარჩიოთ $q=11$, მაშინ $\Theta_1 = 102$ (ცხრ. 35) და

$$k_{კონც} = 1 + \left(\frac{60}{102} \right)^3 \left(1 - \frac{20000}{50000} \right) \approx 1,122.$$

2. თუ დავეუშვებთ წინასწარ, რომ ჰიახრახნის წრიული სიჩქარე $u_{ზრ} > 3,3$ მ/წმ, მაშინ დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტად შეიძლება მივიღოთ

$$k_{დინ} = 1,2.$$

3. შესაბამისად დატვირთვის კოეფიციენტი იქნება

$$K = K_{ლ} = k_{კონც} k_{დინ} = 1,122 \cdot 1,2 \approx 1,36.$$

4. გადაცემის მუშაობის სრული დრო t_1 და t_2 -ს შესაბამისად

$$T_1 = t_1 \cdot \text{ჯერ } 300 \text{ დღე } 5 \text{ წელი} = 0,000834 \cdot 6 \cdot 300 \cdot 5 = 7,5 \text{ საათი};$$

$$T_2 = t_2 \cdot 6 \cdot 300 \cdot 5 = 0,0834 \cdot 6 \cdot 300 \cdot 5 = 750 \text{ საათი.}$$

დატვირთვის ციკლის ეკვივალენტური რიცხვი

$$N_{მმკკ} = \frac{60}{M_{მაკს}^4} (M_{მაკს}^4 t_{მაკს} n_{მაკს} + M_1^4 t_1 n_1 + M_2^4 t_2 n_2 + \dots) =$$

$$= \frac{60}{50000^4} (50000^4 \cdot 7,5 \cdot 32 + 20000^4 \cdot 750 \cdot 42) \approx 6,1 \cdot 10^4.$$

5. ძვრის კონტაქტური ძაბვის სიდიდე ცხრ. 36-დან $[\tau]_{კ} = 540$ კგ/სმ², როცა $N_{კ} = 10^7$; რადგანაც $N_{მმკკ} < 10^7$, ამიტომ

$$[\tau]_{კ} = 540 \sqrt[8]{\frac{10^7}{N_{მმკკ}}} = 540 \sqrt[8]{\frac{10^7}{6,1 \cdot 10^4}} \approx 540 \cdot 1,9.$$

კბილების მასალაში შესამჩნევი პლასტიკური დეფორმაციები რომ არ წარმოიშვას, სიდიდეს $\sqrt[8]{\frac{10^7}{N_{მმკკ}}}$ არ იღებენ 1,5—2-ზე მეტს; მივიღოთ

$$[\tau]_{კ} = 540 \cdot 1,5 \approx 800 \text{ კგ/სმ}^2.$$

6. ცენტრალური მანძილი ტოლია

$$A = \left(\frac{\tau}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{N \cdot K}{n_{\text{კბ}}} \left(\frac{50000}{\frac{\tau}{q} [\tau]_{\text{კბ}}} \right)^2} =$$

$$= \left(\frac{60}{11} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{50000 \cdot 1,36}{71620} \left(\frac{50000}{\frac{60}{11} \cdot 800} \right)^2} \approx 32,5 \text{ სმ.}$$

ГОСТ 2144-43-დან (ცხრ. 37) ვირჩევთ

$$A = 360 \text{ მმ}; m = 10 \text{ მმ}; q = 11; \tau_{\text{ხრ}} = 2; \tau = 61.$$

7. შემოწმებითი გაანგარიშებისათვის, როცა

$$d_0 = qm = 11 \cdot 10 = 110 \text{ მმ}; D = m\tau = 10 \cdot 61 = 610 \text{ მმ.}$$

ხრახნის ასვლის კუთხე $\lambda = 10^\circ 18' 17''$ (ცხრ. 30) და კბილის ფორმის კოეფიციენტი $\gamma = 0,151$ (ცხრ. 31).

8. დატვირთვითა ციკლის ეკვივალენტური რიცხვი ლუნვის დროს

$$M_{\text{ეკვ-ლ}} = \frac{60}{M_{\text{მაქს}}} (M_{\text{მაქს}}^3 t_{\text{მაქს}} n_{\text{მაქს}} + M_{\text{1}}^3 t_1 n_1 + M_{\text{2}}^3 t_2 n_2 + \dots) =$$

$$= \frac{60}{50000^3} (50000^3 \cdot 7,5 \cdot 32 + 20000^3 \cdot 750 \cdot 42) \approx 1,48 \cdot 10^4.$$

36-ე ცხრილიდან $[\sigma]_{\text{ლ}} = 500 \text{ კგ/სმ}^2$, როცა $N_0 = 10^6$, ამიტომ ჩვენი შემთხვევისათვის

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = 500 \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{\text{მშ-ლ}}}} = 500 \sqrt[9]{\frac{10^6}{1,48 \cdot 10^4}} \approx 800 \text{ კგ/სმ}^2.$$

9. ძვრის კონტაქტური ძაბვა

$$\tau_{\text{კბ}} = \frac{50000}{\frac{\tau}{q}} \sqrt[3]{\frac{NK}{n_{\text{კბ}}} \left(\frac{\tau}{q} + 1 \right)^3} =$$

$$= \frac{50000}{\frac{61}{11}} \sqrt[3]{\frac{50000}{71620} \cdot 1,36 \left(\frac{\frac{61}{11} + 1}{\frac{36}{36}} \right)^3} \approx 680 \text{ კგ/სმ}^2.$$

10. ლუნვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$\sigma_{\text{ლ}} = \left(\frac{\tau_{\text{კბ}}}{650} \right)^2 \frac{\tau}{\gamma} = \left(\frac{680}{650} \right)^2 \frac{61}{0,151} \approx 430 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ}} = 800 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მოდების გეომეტრიული გაანგარიშება

1. ჰიანტრაქნის ზომები (ნახ. 118):

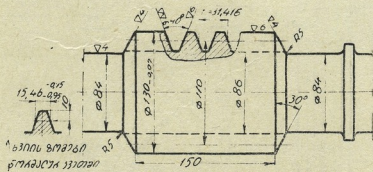
$$d_3 = d = 110 \text{ мм}; d_4 = d + 2f_0 m = 110 + 2 \cdot 1 \cdot 10 = 130 \text{ мм};$$

$$d_i = d - 2m(f_0 + c_0) = 110 - 2 \cdot 10(1 + 0,2) = 86 \text{ мм};$$

$$l = (11 + 0,06 z) \quad m = (11 + 0,06 \cdot 61) \quad 10 \approx 150 \text{ ат};$$

$$h_x = m f_0 = 10 \cdot 1 = 10 \text{ Вб}; S_x = \frac{m\pi}{2} \cos \lambda = \frac{10 \cdot 3,14}{2} 0,9838 = 15,455 \text{ Вб}.$$

კიახრახნის წრიული სიჩქარე $v_{\text{ჩ}} = 5,54 \text{ მ/წმ}$.



1. ნაწილობრივი გარდაქმნა
2. სრული გარდაქმნა $R=0,42$

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
ՄԻՆԻՍՏԵՐՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿԵՆՏՐԱԼ
ԿՐԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՐԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿԵՆՏՐԱԼ
ԿՐԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿԵՆՏՐԱԼ ԿՐԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԿԵՆՏՐԱԼ

№№	ԸՆԴՆՆՈՐԴՆ	ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	ՆՈՐՄԱ
1	ՖՈՒՍԵԼՈՒ ՄԱՌՈՒՄԻ ՇՐՋԱՆԻ	Դ	1022
2	ՖՈՒՍԵԼՈՒ ՆՆՆԱԾԱՆ ՌՈՍԵՅՈՒ	Զ	2
3	ԲԱՍԵԼՈՒ ՄՈՒՄ	ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	
4	ՈՒՍԵԼՈՒ ՄԱՌՈՒՄԻ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	α	20°
5	ԲԱՍԵԼՈՒ ՄԱՌՈՒՄԻ ՈՒՍԵԼՈՒ	φ	11
6	ՆՈՒՍԵԼՈՒ ՄԱՌՈՒՄԻ ՆՆՆԱԾԱՆ	β	62,8322°
7	ԲԱՍԵԼՈՒ ՄԱՌՈՒՄԻ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	λ	107°17'
8	ԲԱՍԵԼՈՒ ՄԱՌՈՒ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	
9	ՖՈՒՍԵԼՈՒ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ N°	ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	
10	ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	DOCT 3675-47	
11	ԸՆԴՆՆՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	φ _g	0,050
12	ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	α _g α _g	φ=0270
13	ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	α _g α _g	φ=035
14	ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	E ₀	0,04
15	ԲԱՍԵԼՈՒ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ ՄԱՌՈՒՅՈՒՄ	E ₀	0,030

636. 118.

2. ქიაკბილანის ზომები (ნახ. 119)

$$D = 610 \text{ 32}; D_s = m(x + 2) = 10(61 + 2) = 630 \text{ 32};$$

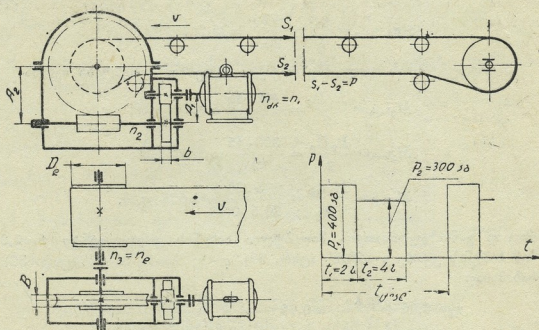
$$D_3 = D_2 + 1,5 \text{ m} = 630 + 1,5 \cdot 10 = 645 \text{ м};$$

$$D_i = m(z - 2 - 2c_0) = 10(61 - 2 - 2 \cdot 0,2) = 586 \text{ мм};$$

შენიშვნა: 118-ე ნაბ-ზე სიზუსტის მე-3 კლასი უნდა შეიცვალოს მე-8 ხარისხით.

248

ლენტის სიჩქარე $v=0,82$ მ/წმ; დოლის დიამეტრი $D_{\text{დ}}=450$ მმ.
განგარიშება. 1. ელექტროძრავის შერჩევა და კინემატიკური განგარიშება.



ნახ. 120.

1. დოლის ლილვის ბრუნთა რიცხვი

$$n_{\text{დ}} = \frac{60 v}{\pi D_{\text{დ}}} = \frac{60 \cdot 0,82 \cdot 1000}{3,14 \cdot 450} \approx 34,8 \text{ ბრ/წთ.}$$

2. წინასწარ მივიღოთ, რომ $\eta_{\text{კ}}=0,98$; $\eta_{\text{სკ}}=0,99$; ორძაფიანი ქიხარახ-ნისათვის $\eta_{\text{კ}}=0,80$, მაშინ ელ. ძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N_0 = \frac{P_1 v}{75 \eta} = \frac{400 \cdot 0,82}{75 \cdot 0,98 \cdot 0,99 \cdot 0,80} \approx 5,75 \text{ ცხ. ძ} \approx 4,24 \text{ კვტ.}$$

ელექტროძრავების კატალოგებიდან შევარჩიოთ სამფაზიანი დენის ასინქრონული ელექტროძრავი გადიდებული გასაშვები მომენტიტ, დახურული შესრულებისა — ტიპი АОП 51-4; $N_{\text{დ}}=4,5$ კვტ $=6,13$ ცხ. ძ. და $n_{\text{დ}}=1440$ ბრ/წთ.

3. საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_{\text{დ}}} = \frac{1440}{34,8} \approx 41,4.$$

მივიღოთ ცილინდრული კბილანური გადაცემისათვის $i_{\text{გ}}=2$ (ГОСТ 2185-55), მაშინ ჭიაგადაცემისათვის გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{i}{i_{\text{გ}}} = \frac{41,4}{2} \approx 20,7$$

მივიღოთ

$$i_{\text{გ}}=20,5; z_{\text{ზრ}}=2; z = i_{\text{გ}} z_{\text{ზრ}} = 20,5 \cdot 2 = 41.$$

4. რედუქტორის ლილვების ბრუნთა რიცხვები ტოლია

$$n_{dr} = 1440 \text{ ბრ/წთ}; n_2 = \frac{n_{dr}}{i_{\beta}} = \frac{1440}{2} \approx 720 \text{ ბრ/წთ};$$

$$n_3 = n_2 = \frac{n_2}{i_{\beta}} = \frac{720}{20,5} \approx 35,2 \text{ ბრ/წთ}.$$

5. რედუქტორის ლილვებზე მოქმედი მგრეხავი მომენტები იქნება

$$M_{3მაქს} = \frac{P_1 D_{\phi}}{2} = \frac{400 \cdot 45}{2} \approx 9000 \text{ კგსმ};$$

$$M_{3ნომ} = \frac{P_2 D_{\phi}}{2} = \frac{300 \cdot 45}{2} \approx 6750 \text{ კგსმ};$$

$$M_{2მაქს} = \frac{M_{3მაქს}}{i_{\beta} \eta_{\beta}} = \frac{9000}{20,5 \cdot 0,79} \approx 558 \text{ კგსმ},$$

სადაც η_{β} განსაზღვრისათვის მიღებულია ხახუნის კოეფიციენტი $f = 0,045$, მაშინ ხახუნის კუთხე $\rho = 2^{\circ}35'$ (ცხრ. 29), $q = 9$; $\lambda = 12^{\circ}31'44''$ (ცხრ. 30) და შესაბამისად

$$\eta_{\beta} = 0,96 \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg} (\lambda + \rho)} = 0,96 \frac{\operatorname{tg} 12^{\circ}31'44''}{\operatorname{tg} (12^{\circ}31'44'' + 2^{\circ}35')} \approx 0,79;$$

$$M_{2ნომ} = \frac{M_{3ნომ}}{i_{\beta} \eta_{\beta}} = \frac{6750}{20,5 \cdot 0,79} \approx 418 \text{ კგსმ};$$

$$M_{1მაქს} = \frac{M_{2მაქს}}{i_{\beta} \eta_{\beta}} = \frac{558}{2 \cdot 0,98} \approx 285 \text{ კგსმ} < M_{dr} = 71620 \frac{N_{dr}}{n_{dr}} =$$

$$= 71620 \frac{6,13}{1440} \approx 303 \text{ კგსმ, რაც მისაღებია.}$$

6. მასალის შერჩევა. რედუქტორის ცილინდრული ირიბკბილეზიანი გადაცემისათვის თუ გავითვალისწინებთ, რომ გადაცემას უნდა ჰქონდეს მცირე გაბარიტული ზომები, მასალად შევარჩიოთ მაღალხარისხოვანი ფოლადები: კბილანისათვის მივიღოთ ფოლადი 30XГC, რომელსაც აქვს (ცხრ. 15 და 16): $\sigma_{br} = 90 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\phi} = 70 \text{ კგ/მმ}^2$; კბილა თვლისათვის ფოლადი 40 X—გაუმჯობესებული, რომელსაც აქვს: $\sigma_{br} = 90 \div 100 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\phi} = 70 \text{ კგ/მმ}^2$.

ჰიაგადაცემისათვის მივიღოთ: ჰიახრახნისათვის—ფოლადი 45, წრთობილი $H_{RC} > 45$; რადგანაც სრიალის სიჩქარე დიდი არ იქნება, ჰიაკბილანის ფერსო დავაზადოთ ბრინჯაოსაგან БРАЖ 9-4 Л, კოკილში ჩამოსხმით, რომელსაც აქვს: $\sigma_{br} = 50 \text{ კგ/მმ}^2$; $\sigma_{\phi} = 30 \text{ კგ/მმ}^2$; $[\tau]_{br} = 10 \text{ კგ/მმ}^2$; $[\sigma]_{\phi} = 11 \text{ კგ/მმ}^2$ (ცხრ. 36).

II. ჰიაგადაცემის გაანგარიშება

განვსაზღვროთ: 1. დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ვივოთ საშუალო მომენტი დროის მიხედვით (ნახ. 121)

$$M_{საშ} = \frac{M_{3მაქს} t_1 n_3 + M_{3ნომ} t_2 n_3}{t_1 n_3 + t_2 n_3} = \frac{9000 \cdot 2 + 6750 \cdot 4}{2 + 4} \approx 7500 \text{ კგსმ}.$$

კიბრახნის დეფორმაციის კოეფიციენტი Θ_1 , როცა $z_{\text{სრ}} = 2$ და $q = 9, 35 \cdot 10^3$ ცხრილიდან არის $\Theta_1 = 71$. შესაბამისად, დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტი

$$k_{\text{კონც}} = 1 + \left(\frac{z}{\Theta_1} \right)^3 \left(1 - \frac{M_{\text{საშ}}}{M_{\text{გმაქს}}} \right) = 1 + \left(\frac{41}{71} \right)^3 \left(1 - \frac{7500}{9000} \right) \approx 1,032;$$

2. დინამიური დატვირთვის კოეფიციენტად, თუ დავუშვებთ, რომ $v_{\text{კ}} = 33/\text{წმ}$, შეიძლება მივიღოთ $k_{\text{დ}} = 1,1$.

3. დატვირთვის კოეფიციენტი იქნება

$$K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დინ}} = 1,032 \cdot 1,1 \approx 1,14.$$

4. მაქსიმალური და ნომინალური დატვირთვების შესაბამისად, მუშაობის დრო ტოლია:

$$T_1 = t_1 n_{\text{ც}} \cdot 300 \text{ დღე} \cdot 5 \text{ წელი} = 2 \cdot 3 \cdot 300 \cdot 5 = 9000 \text{ საათი};$$

$$T_2 = t_2 n_{\text{ც}} \cdot 300 \cdot 5 = 4 \cdot 3 \cdot 300 \cdot 5 = 18000 \text{ საათი}.$$

5. დატვირთვათა ციკლის ეკვივალენტური რიცხვი

$$N_{\text{ეკ}} = \frac{60}{M_{\text{გმაქს}}^4} (M_{\text{გმაქს}}^4 t_{\text{გმაქს}} n_{\text{გმაქს}} + M_1^4 t_1 n_1 + M_2^4 t_2 n_2 + \dots) = \frac{60}{9000^4} (9000^4 \cdot 9000 \cdot 32,5 + 6750^4 \cdot 18000 \cdot 32,5) \approx 34,9 \cdot 10^6.$$

6. ძვრის კონტაქტური დასაშვები ძაბვის სიღრმე, რადგან

$$N_{\text{ეკ}} = 34,9 \cdot 10^6 < 25 \cdot 10^7$$

იქნება

$$[\tau]_{\text{ძვ}} = 1000 \sqrt[8]{\frac{10^7}{N_{\text{ეკ}}}} = 1000 \sqrt[8]{\frac{10^7}{34,9 \cdot 10^6}} \approx 870 \text{ კგ/სმ}^2.$$

7.

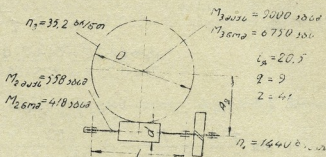
$$\left(\frac{N}{n_{\text{საანგ}}} \right) = \frac{M_{\text{გმაქს}}}{71620} K = \frac{9000}{71620} \cdot 1,14 \approx 0,144 \text{ ცხ. დ. ბრ/წთ}.$$

8. ცენტრთაშორისი მანძილი იქნება

$$A_2 = \left(\frac{z}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{\left(\frac{N}{n_{\text{საანგ}}} \right) \left(\frac{50000}{q} \right)^2} = \left(\frac{41}{9} + 1 \right) \sqrt[3]{0,144 \left(\frac{50000}{\frac{41}{9} \cdot 870} \right)^2} \approx 15,7 \text{ სმ}.$$

მივიღოთ, რომ $A_2 = 150 \text{ მმ}$ (ГОСТ 2144-43).

9. გადაცემის მოდული



ნახ. 121.

$$m = \frac{2A_2}{z+q} = \frac{2 \cdot 150}{41+9} = 6 \text{ მმ (ГОСТ 1597);}$$

10. კივადაცემის ძირითადი ზომები ტოლია:

$$D=mz=6 \cdot 41=246 \text{ მმ; } d_0=qm=9 \cdot 6=54 \text{ მმ;}$$

$$A = \frac{d_0+D}{2} = \frac{54+246}{2} = 150 \text{ მმ} = A \text{ სტ.}$$

ამგვარად, მივიღოთ: $A=150 \text{ მმ; } z_{\text{ზრ}}=2; z=41; m=6 \text{ მმ (ГОСТ 2144-43).}$

$$d_e=d+2h'=54+2 \cdot 6=66 \text{ მმ;}$$

$$B=0,75 d_e=0,75 \cdot 66=50 \text{ მმ.}$$

კბილის შემოხვევის კუთხის ნახევარი იქნება

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{B}{d_e-0,5m} = \frac{50}{66-0,5 \cdot 6} = 0,799; \quad \frac{\varphi}{2} = 52^\circ 28'.$$

კბილის საანგარიშო სიგრძე

$$b=(de-0,5m) \frac{\varphi}{2} = (66-0,5 \cdot 6) \frac{52,466^\circ \cdot 3,14}{180^\circ} \approx 57,5 \text{ მმ.}$$

11. შემოწმებითი გაანგარიშება. მ. ქ. კ-ის შესამოწმებლად განვსაზღვრავთ ხრახნის სრიალის სიჩქარეს

$$v_{\text{ზრ}} = \frac{mn_{\text{ზრ}}}{19100} \sqrt{z_{\text{ზრ}}^2 + q^2} = \frac{6 \cdot 720}{19100} \sqrt{2^2 + 9^2} \approx 2,06 \text{ მ/წმ.}$$

ასეთი სიჩქარისათვის 29-ე ცხრილიდან შეიძლება მივიღოთ $f=0,040$; $\rho=2^\circ 20'$, შესაბამისად მ. ქ. კ. იქნება

$$\eta_3 = 0,96 \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\operatorname{tg}(\lambda + \rho)} = 0,96 \frac{\operatorname{tg} 12^\circ 31' 44''}{\operatorname{tg}(12^\circ 31' 44'' + 2^\circ 20')} \approx 0,80.$$

12. დატვირთვითა ციკლის ეკვივალენტური რიცხვი ღუნვის დროს

$$N_{\text{ეკვ.ლ}} = \frac{60}{M_{\text{აკვ}}^9} (M_{\text{აკვ}}^9 n_{\text{აკვ}} + M_1^9 i_1 n_1 + M_2^9 i_2 n_2 + \dots) =$$

$$= \frac{60}{9000^9} (9000^9 \cdot 9000 \cdot 32,5 + 6750^9 \cdot 18000 \cdot 32,5) = 24,4 \cdot 10^6.$$

ცხრ. 36-დან $[\sigma]_{\text{ლ}} = 1100 \text{ კგ/სმ}^2$, როცა $N=10^6$, ამიტომ

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = 1100 \sqrt[9]{\frac{10^6}{24,4 \cdot 10^6}} \approx 770 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ღუნვის ძაბვების მიხედვით კბილის ამტანიანობაზე შესამოწმებლად განვსაზღვრავთ ძვრისაგან გამოწვეულ ძაბვას

$$\checkmark [\tau]_3 = \frac{50000}{D} \sqrt{\left(\frac{N}{n_3}\right) \frac{8}{d}} = \frac{50000}{24,6} \sqrt{0,144 \frac{8}{5,4}} \approx 940 \text{ კგ/სმ}^2;$$

კბილის ფორმის კოეფიციენტი $\gamma = 0,136$; $\frac{\gamma}{y} = 294$ (ცხრ. 31); შესაბამისად ლუნვის ძაბვის სიდიდე

$$\sigma_{\text{ლ}} = \left(\frac{\tau_{\text{ღ}}}{650} \right)^2 \frac{\gamma}{y} = \left(\frac{940}{650} \right)^2 294 \approx 620 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ}} = 770 \text{ კგ/სმ}^2.$$

13. ჭიაგადაცემის მოდებში მოქმედი ძალები:

ჭიაკბილანის წრიული ძალა, რომელიც ტოლია ჭიახრახნის ღერძული ძალისა

$$P_2 = \frac{2M_{\text{კბ}}}{D} = \frac{2 \cdot 9000}{24,6} \approx 730 \text{ კგ};$$

ჭიახრახნის წრიული ძალა

$$Q_2 = \frac{2M_{\text{ხრ}}}{d} = \frac{2 \cdot 558}{5,4} \approx 206 \text{ კგ};$$

ჭიაკბილანის რადიალური ძალა, იგივე ხრახნის ღერძის მართობი ძალა.

$$T_2 = P_2 \operatorname{tg} \alpha = 730 \operatorname{tg} 20^\circ \approx 256 \text{ კგ}.$$

14. ჭიახრახნის ძირითადი ზომები (ნახ. 105):

$$d = 54 \text{ მმ}; d_s = 66 \text{ მმ}; d_i = d - 2,4 m = 54 - 2,4 \cdot 6 = 39,6 \text{ მმ};$$

$$l = (11 + 0,06 \gamma) m = (11 + 0,06 \cdot 41) 6 = 80 \text{ მმ}.$$

ჭიაკბილანის ძირითადი ზომები (ნახ. 105):

$$D = 246 \text{ მმ}; D_s = D + 2m = 246 + 2 \cdot 6 = 258 \text{ მმ};$$

$$D_i = D - 2,4 m = 246 - 2,4 \cdot 6 = 231,6 \text{ მმ}; B = 50 \text{ მმ};$$

$$D_g = D_s + 1,5 m = 258 + 1,5 \cdot 6 = 267 \text{ მმ}.$$

ფეროს გვირგვინის სისქე

$$c_0 \approx (2 \div 2,5) m = 2,5 \cdot 6 = 15 \text{ მმ};$$

ბადროს სისქე

$$a \approx 0,3 B = 0,3 \cdot 50 = 15 \text{ მმ};$$

თუ კბილანის ლილვის დიამეტრი $d_3'' = 65 \text{ მმ}$, მაშინ მორგვის დიამეტრი

$$D_0 = 1,8 d_3'' = 1,8 \cdot 65 = 115 \text{ მმ}.$$

მორგვის სიგრძე

$$l_0 = 1,2 d_3'' = 1,2 \cdot 60 = 80 \text{ მმ};$$

ფეროს დამმავრებელი ხრახნის დიამეტრი

$$d_{\text{ხრ}} = (0,05 \div 0,1) d_{\text{ლ}} = 0,1 \cdot 65 \approx 6 \text{ მმ (ГОСТ 8724-58)};$$

ფეროს დამმავრებელი ხრახნის სიგრძე

$$l_{\text{ხრ}} = 3 d_{\text{ხრ}} = 3 \cdot 6 = 18 \text{ მმ}.$$

15. ჭიაკბილანის გვირგვინის ცენტრში შეერთება-ჩასმის გაანგარიშებისათვის ცნობილია: ჭიაკბილანის გვირგვინის მასალა БРАЖ 9-4П; ცენტ-

რის მასალა რ. თ. 12-28; გადასაცემი მგრეხავი მომენტი $M_{გაქს} = 9000$ კგსმ; შეერთების ზომები (ნახ. 105): $D_i = 231,6$ მმ; $D_1 = D_i - 2c_0 = 231,6 - 2 \cdot 15 \approx 200$ მმ; $D_2 = D_1 - 2c_0 = 200 - 2 \cdot 30 = 170$ მმ; ჩაწნევის სიღრმე $l = 40$ მმ.

გაანგარიშებისათვის მივიღოთ, რომ ხახუნის კოეფიციენტი ჩაწნევისას $f = 0,05 - 0,1$. საჭირო კუთრი წნევის სიდიდე შესაბამისად

$$p = \frac{2M_{გაქს}}{f\pi D_1^2 l} = \frac{2 \cdot 90000}{0,1 \cdot 3,14 \cdot 200^2 \cdot 40} \approx 0,356 \text{ კგ/მმ}^2;$$

ქექვის მინიმალური საჭირო სიღრმის განსაზღვრისათვის ვპოულობთ:

$$c_1 = \frac{D_1^2 + D_2^2}{D_1^2 - D_2^2} - \mu_1 = \frac{200^2 + 170^2}{200^2 - 170^2} - 0,25 \approx 5,05;$$

$$c_2 = \frac{D_1^2 + D_2^2}{D_1^2 - D_2^2} + \mu_2 = \frac{231,6^2 + 200^2}{231,6^2 - 200^2} + 0,32 \approx 7,37.$$

აქ მიღებულია, რომ თუჯისათვის პუასონის კოეფიციენტი $\mu_1 = 0,25$ და ბრინჯაოსათვის $\mu_2 = 0,32$.

თუ მივიღებთ, რომ თუჯისათვის $E_1 = 1,3 \cdot 10^4$ კგ/მმ², ბრინჯაოსათვის $E_2 = 1,1 \cdot 10^4$, მაშინ ქექვის მინიმალური საჭირო სიღრმე

$$\delta = 10^3 p \left(\frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2} \right) D_1 = 10^3 \cdot 0,356 \left(\frac{5,05}{1,3 \cdot 10^4} + \frac{7,37}{1,1 \cdot 10^4} \right) 200 \approx 74,5 \text{ მკ.}$$

მივიღოთ ქიაკბილანის გვირგვინისათვის სისუფთავის მე-7 კლასი ($\nabla 7$), ხოლო კბილანის ცენტრისათვის — მე-6 კლასი ($\nabla 6$), მაშინ, ГОСТ 2789-59-ის მიხედვით, $\nabla 7$ -ის შესაბამისად, ზედაპირის უსწორმასწორობის სიმაღლე $h_1 = 6,3$ მკ, $\nabla 6$ ის შესაბამისად — $h_2 = 10$ მკ. შესწორება შესაბამისად

$$u = 1,2(h_1 + h_2) = 1,2(6,3 + 10) = 19,6 \text{ მკ.}$$

მივიღოთ, რომ $u = 20$ მკ, მაშინ ცხრილის ქექვის სიღრმე, თუ გავითვალისწინებთ ზედაპირის უსწორმასწორობას, იქნება

$$\delta_T = \delta + u = 74,5 + 20 \approx 95 \text{ მკ.}$$

სტანდარტების ცხრილებიდან OCT 1069-ის მიხედვით შევარჩევთ ჩასმას ცხრილის ქექვის δ_T -ს შესაბამისად $\varnothing 200 \frac{A_3}{\Pi_{P13}}$. ამოვიწეროთ OCT 1069-დან:

ხვრეტის ზომა $\varnothing 200^{-0,090}$; ლილვის ზომა $\varnothing 200^{+0,230}_{+0,140}$;

შესაბამისად, მინიმალური და მაქსიმალური ქექვის სიდიდე

$$\delta_{T\min} = B_{\varnothing 200} - A_{\varnothing 200} = 200,14 - 200,09 = 0,05 \text{ მმ} = 50 \text{ მკ};$$

$$\delta_{T\max} = B_{\varnothing 200} - A_{\varnothing 200} = 200,230 - 200 = 0,23 \text{ მმ} = 230 \text{ მკ.}$$

ამგვარად, δ_T მოთავსებულია მიღებულ ზღვრებს შორის.

მაქსიმალური სანგარიშო ჭეჭვის მიხედვით გამოწმებთ კიაკბილანის გვირგვინის სიმტკიცეს:

$$\sigma_{\text{მაქს}} = \sigma_{T\text{მაქს}} - u = 230 - 20 = 210 \text{ მკ.}$$

მაქსიმალური ჭეჭვის შესაბამისი კუთრი წნევა

$$p_{\text{მაქს}} = \frac{\sigma_{\text{მაქს}} 10^{-3}}{\left(\frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2}\right) D_1} = \frac{210 \cdot 10^{-3}}{\left(\frac{5,05}{1,3 \cdot 10^4} + \frac{7,37}{1,1 \cdot 10^4}\right) 200} \approx 1,15 \text{ კგ/მმ}^2.$$

შემომწვდომი დეტალისათვის საშიშია მისი შიგა ზედაპირის წერტილები. საშიშ ადგილებში მთავარი ნომინალური ძაბვები

$$\sigma_1 = p_{\text{მაქს}} \frac{D_2^2 + D_1^2}{D_2^2 - D_1^2} = 1,15 \frac{231,6^2 + 200^2}{231,6^2 - 200^2} \approx 7,7 \text{ კგ/მმ}^2;$$

$$\sigma_3 = -p_{\text{მაქს}} = -1,15 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ეკვივალენტური ძაბვა, სიმტკიცის შესამე თეორიის მიხედვით

$$\sigma_{\text{ეკვ}} = \sigma_1 - \sigma_3 = 7,7 - (-1,15) = 8,85 \text{ კგ/მმ}^2.$$

სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტები, თუ გვირგვინის მასალის დენადობის ზღვარი $\sigma_{\text{დენ}} = 30 \text{ კგ/მმ}^2$, იქნება

$$n = \frac{\sigma_{\text{დენ}}}{\sigma_{\text{ეკვ}}} = \frac{30}{8,85} \approx 3,4.$$

რაც სრულიად საკმარისია.

III. რედუქტორის ცილინდრული ირიბკბილებიანი კბილანებით გადაცემის გაანგარიშება

1. მასალად შერჩეული გვაქვს: კბილანისათვის ფოლადი 30 XPC და კბილა თვლისათვის ფოლადი 40 X.

ამტანიანობის ზღვარი სიმეტრიული ციკლით ღუნვის დროს კბილა თვლისათვის მივიღოთ

$$\sigma_{-1\text{კბ.თ}} = 0,35 \sigma_{\text{დრ.კბ.თ}} + 7 = 0,35 \cdot 100 + 7 = 42 \text{ კგ/მმ}^2;$$

კბილანისათვის

$$\sigma_{-1\text{კბ}} = 0,35 \sigma_{\text{დრ.კბ}} + 7 = 0,35 \cdot 90 + 7 = 38,5 \text{ კგ/მმ}^2.$$

ძვრის დასაშვები ძაბვა კბილა თვლისათვის

$$[\tau]_{\text{კვ}} = 0,486 \cdot \sigma_{-1\text{კბ.თ}} \sqrt{\frac{10^7}{N_{\text{კვ}}}} = 0,486 \cdot 42 \cdot 1 = 20,2 \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც დატვირთვათა ციკლების ეკვივალენტური რიცხვი

$$N_{\text{კვ}} = 60 n_2 T_{\text{კვ}} = 60 \cdot 720 \cdot 16 \cdot 600 \approx 720 \cdot 10^6 > 10^7;$$

ამიტომ მიღებულია $N_{\text{კვ}} = 10^7$;

$$T_{\text{კვ}} = T_1 + T_2 \left(\frac{M_{\text{ნომ}}}{M_{\text{მაქს}}}\right)^3 = 9000 + 18000 \left(\frac{418}{558}\right)^3 = 16600 \text{ საათი.}$$

ღუნვის დასაშვები ძაბვები დაახლოებით განესაზღვროთ ფორმულებით
კბილა თვლისათვის

$$[\sigma]_{\text{ღკბ.თ}} = \frac{1,4 \sigma_{-1\text{კბ.თ}}}{n k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 42}{1,4 \cdot 1,6} = 26,2 \text{ კგ/მმ}^2;$$

კბილანისათვის

$$[\sigma]_{\text{ღკ}} = \frac{1,4 \cdot \sigma_{-1\text{კ}}}{n k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 38,5}{1,4 \cdot 1,6} \approx 24 \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც მიღებულია, რომ უშიშროების კოეფიციენტი $n=1,4$ და ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი $k_{\sigma}=1,6$.

2. დატვირთვის კონცენტრაციის კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ვბო-
ულობთ, როცა $\psi_1=0,3$,

$$\frac{b}{D_1} = \psi_1 \frac{i_0 + 1}{2} = 0,3 \frac{2 + 1}{2} \approx 0,45,$$

რომლის მიხედვით მე-17 ცხრილიდან $k_{\text{კონც}}=1,16$.

დინამიკური დატვირთვის კოეფიციენტი, თუ დაუშვებთ დამუშავების
სიზუსტის მე-7 ხარისხს მე-18 ცხრილიდან, $k_{\text{დ}}=1,3$. ამგვარად, დატვირთვის
კოეფიციენტი

$$K = k_{\text{კონც}} k_{\text{დ}} = 1,16 \cdot 1,3 \approx 1,51.$$

3. ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A_1 = (i_0 + 1) \sqrt[3]{\left(\frac{80000}{[\tau] i_0} \right)^2 \frac{N K}{n_{\text{კ}} \psi_1}} = (2 + 1) \sqrt[3]{\left(\frac{80000}{2020 \cdot 2} \right)^2 \frac{558 \cdot 1,51}{71620 \cdot 0,3}} \approx 7,5 \text{ სმ};$$

მივიღოთ, რომ $A_1=80$ მმ (ГОСТ 2185-55).

4. გადაცემის ძირითადი პარამეტრების გამოთვლა.

მივიღოთ წინდაწინ: კბილის დახრის კუთხე $\beta=12^\circ$; $\chi_1=25$;

$\chi_2=i_0 \chi_1=2 \cdot 25=50$; $\chi^*= \chi_1 + \chi_2=25+50=75$.

მოდების ნორმალური მოდული

$$m_n = \frac{2 A_1 \cos \beta}{\chi^*} = \frac{2 \cdot 80 \cdot \cos 12^\circ}{75} = 2,08 \text{ მმ}.$$

მივიღოთ, რომ $m_n=2$ მმ (ОСТ 1597).

დავაზუსტებთ კბილთა რიცხვს

$$\chi^* = \frac{2 A_1 \cos \beta}{m_n} = \frac{2 \cdot 80 \cdot \cos 12^\circ}{2} \approx 78;$$

შესაბამისად

$$\chi_1 = \frac{\chi^*}{i_0 + 1} = \frac{78}{2 + 1} = 26; \chi_2 = i_0 \chi_1 = 2 \cdot 26 = 52.$$

დაზუსტებული კბილის დახრის კუთხე

$$\cos \beta = \frac{\chi^* m_n}{2 A_1} = \frac{78 \cdot 2}{2 \cdot 80} = 0,975; \beta = 12^\circ 50'.$$

რადგანაც მიღებული გვაქვს $\psi_1 < 0,4$ -ზე, ამიტომ შევამოწმებთ პირობას

$$\psi_1 = \frac{5}{\gamma_{\text{tg}} \beta} = \frac{5}{78 \text{ tg } 12^\circ 50'} \approx 0,284 < \psi_1 = 0,3,$$

ე. ი. შერჩეული β კუთხე, როცა $\psi_1 = 0,3$, მისაღებია.

გამყოფი წრეხაზების დიამეტრები იქნება

$$D_1 = m_s \gamma_1 = \frac{m_n}{\cos \beta} \gamma_1 = \frac{2 \cdot 26}{\cos 12^\circ 50'} = 53,33 \text{ მმ};$$

$$D_2 = m_s \gamma_2 = \frac{m_n}{\cos \beta} \gamma_2 = \frac{2 \cdot 52}{\cos 12^\circ 50'} = 106,67 \text{ მმ};$$

ცენტრთაშორისი მანძილი

$$A_1 = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{53,33 + 106,67}{2} = 80 \text{ მმ} = (A_{\text{ბ}}).$$

შვერებისა და ღრმულების დიამეტრები ტოლია:

$$D_{e1} = D_1 + 2m_n = 53,33 + 2 \cdot 2 = 57,33 \text{ მმ};$$

$$D_{i1} = D_1 - 2,5m_n = 53,33 - 2,5 \cdot 2 = 48,33 \text{ მმ};$$

$$D_{e2} = D_2 + 2m_n = 106,67 + 2 \cdot 2 = 110,67 \text{ მმ};$$

$$D_{i2} = D_2 - 2,5m_n = 106,67 - 2,5 \cdot 2 = 101,67 \text{ მმ}.$$

კბილის სიგრძეებია

$$b_1 = \psi_1 A_1 + 3\text{მმ} = 0,3 \cdot 80 + 3 = 27 \text{ მმ};$$

$$b_2 = \psi_1 A_1 = 0,3 \cdot 80 \approx 25 \text{ მმ}.$$

5. შემოწმებითი გაანგარიშება. წრიული სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 53,33 \cdot 1440}{60 \cdot 1000} \approx 4,01 \text{ მ/წმ}.$$

ასეთი სიჩქარის დროს 17 და 18 ცხრილების მიხედვით დატვირთვის კოეფიციენტი იგივე რჩება, ე. ი. $K = 1,51$.

ძვრის კონტაქტური ძაბვის ფაქტიური სიდიდე

$$\tau_{\text{ფ}} = \frac{80000}{A_1 i_0} \sqrt{\frac{N \cdot K}{n_2} \frac{(i_0 + 1)^3}{b_2}} = \frac{80000}{8 \cdot 2} \sqrt{\frac{558 \cdot 1,51 (2 + 1)^3}{71620 \cdot 2,5}} \approx 1830 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\text{ფ}} = 2020 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მოდებაში მოქმედი დატვირთვებია:

წრიული ძალა

$$P_1 = \frac{75 N}{v} = \frac{75 \cdot 5,75}{4,01} \approx 108 \text{ კგ};$$

რადიალური ძალა

$$T_1 = P_1 \frac{\text{tg } \alpha}{\cos \beta} = 108 \frac{\text{tg } 20^\circ}{\cos 12^\circ 50'} \approx 40 \text{ კგ};$$

ღერძული ძალა

$$A_1 = P_1 \text{tg } \beta = 108 \text{tg } 12^\circ 50' \approx 25 \text{ კგ}.$$

კბილის ლენვაზე შესამოწმებლად განესაზღვრაეთ დაყვანილ კბილთა რიცხვებს

$$z_{1\text{დაყვ}} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{26}{\cos^3 12^\circ 50'} \approx 28; \quad z_{2\text{დაყვ}} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{52}{\cos^3 12^\circ 50'} \approx 57;$$

შესაბამისად კბილის ფორმის კოეფიციენტები

$$y_1 = 0,117; \quad y_2 = 0,147 \text{ (ცხრ. 10).}$$

ლენვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$\sigma_{\text{ლკ}} = \left(\frac{\tau_{\text{დკ}}}{900} \right)^2 \frac{z_1}{y_1} \frac{i_0}{(i_0 + 1) \cos \beta} = \left(\frac{1830}{900} \right)^2 \frac{26}{0,117} \frac{2}{(2+1) \cos 12^\circ 50'} \approx 630 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლკ}} = 2400 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{ლკბ.თ}} = \sigma_{\text{ლკ}} \frac{y_0}{y_2} = 630 \frac{0,117}{0,147} \approx 500 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლკბ.თ}} = 2620 \text{ კგ/სმ}^2.$$

რედუქტორის პარამეტრების შეჯამებითი ცხრილი

პარამეტრის დასახელება	სწრაფმავალი საფეხური	ნელმავალი საფეხური
სიმძლავრე წამყვან ლილვზე საერთო გადაცემის რიცხვი	$N = 5,75 \text{ ცხ. d.}$ $i = i_0 i_3 = 2 \cdot 20,5 = 41$	
გადაცემის სახე გადაცემის რიცხვი თითოეული საფეხურისათვის	ცბილინდრული ირიბები- ლებიანი $i_0 = 2$	ჭიახრახნული გადაცემა $i_3 = 20,5$
ბრუნთა რიცხვები } წამყვანი ლილვი } შუალედვი " } მიმყოლი "	$n_1 = 1440 \text{ ბრ/წთ}$ $n_2 = 720 \text{ ბრ/წთ}$ $n_3 = 35,2 \text{ ბრ/წთ}$	
ცენტრთაშორისი მანძილები	$A_1 = 80 \text{ მმ}$	$A_2 = 150 \text{ მმ}$
კბილთა რიცხვები	$z_1 = 26; z_2 = 52$	$z_{\text{ზრ}} = 2; z = 41$
კბილის დახრის კუთხეები	$\beta = 12^\circ 50'$	$\lambda = 12^\circ 31' 44''$
მოდული	$m_n = 2 \text{ მმ}$	$m = 6 \text{ მმ}$
კბილანის სიგანის კოეფიციენტი	$\psi_1 = 0,3$	—
გამყოფი წრესხის დიამეტრები	$D_1 = 53,33 \text{ მმ}$ $D_2 = 106,67 \text{ მმ}$	$d = 54 \text{ მმ}; D = 246 \text{ მმ}$
კბილანისა და კბილა თვლის სიგანე- ები	$b_1 = 27 \text{ მმ}; b_2 = 25 \text{ მმ}$	$B = 50 \text{ მმ.}$
მოღებვაში მოქმედი } წრიული ძალა } რადიალური } ღერძული	$P_1 = 108 \text{ კგ}$ $T_1 = 40 \text{ კგ}$ $A_1 = 25 \text{ კგ}$	$P_2 = 730 \text{ კგ}; Q_2 = 206 \text{ კგ}$ $P_2 = 256 \text{ კგ}$ $T_2; Q_2.$

IV. ლილვების დიამეტრების წინასწარი გაანგარიშება

1. წამყვანი ლილვის დიამეტრი განესაზღვროთ გრენახზე სიმტკიცის პირობიდან $M_{1\text{მაქს}} = 285 \text{ კგ სმ-ის მიხედვით}$

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_{1\text{მაქს}}}{0,2[\tau]_{\text{გრ}}}} = \sqrt[3]{\frac{285}{0,2 \cdot 200}} \approx 1,92 \text{ სმ.}$$

ელექტროძრავის ლილვთან წამყვანი ლილვის დაკავშირების მიზნით მივიღოთ კონსტრუქციულად: ლილვის დიამეტრები საკისრების დასაყენებელ ადგილებში $d'_1 = 30 \text{ მმ}$, ხოლო ქუროს შესაერთებელ ადგილას $d = 25 \text{ მმ}$. კბილანა ლილვთან ერთად მთლიანად დავაშაღოთ.

2. კიახრაზნის ლილვის დიამეტრი განვსაზღვროთ $M_{2\text{მაქს}} = 558$ კგსმ-ის მიხედვით:

$$d'_2 = \sqrt[3]{\frac{M_{2\text{მაქს}}}{0,2 [\tau]_{\text{გრ}}}} = \sqrt[3]{\frac{558}{0,2 \cdot 200}} \approx 2,4 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ კონსტრუქციულად, რომ ნახაზის მასშტაბში დახაზვის დროს ლილვის დიამეტრი კბილანის დასაყენებელ ადგილას $d_2 = 28$ მმ; მარცხენა მხარეს საკისრის დასაყენებელ ადგილას $d'_2 = 30$ მმ, ხოლო მარჯვენა მხარეს საკისრის დასაყენებელ ადგილას $d''_2 = 35$ მმ.

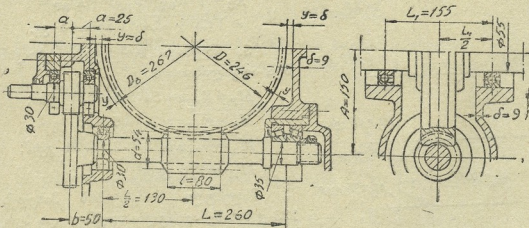
3. მიმყოლი ლილვის დიამეტრი განვსაზღვროთ $M_{3\text{მაქს}} = 9000$ კგსმ-ის მიხედვით

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{M_{3\text{მაქს}}}{0,2 [\tau]_{\text{გრ}}}} = \sqrt[3]{\frac{9000}{0,2 \cdot 300}} \approx 5,3 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ ლილვის დიამეტრი საკისრების დასაყენებელ ადგილას $d'_3 = 55$ მმ; ჭიაკბილანის დასაყენებელ ადგილას $d''_3 = 65$ მმ.

V. რედუქტორის ექვიჟური შეთანწყობა

ზემოთ მიღებული ზომების მიხედვით შევირჩევა გარსაცმის ზომები, ისე როგორც ეს სწორკბილებიანი და ირიბკბილებიანი გადაცემის განხილვის დროს იყო აღნიშნული, და გამოიხატება ჭიაკბილანური მოდება და საკისრების დასაყენებელი კვანძები ორ-სამ გეგმილში, მასშტაბში (ნახ. 122).



ნახ. 122.

წინასწარ მივიღოთ წამყვანი ლილვისათვის მსუბუქი სერიის რადიალური ბურთოვლა საკისრები.

ჭიახრაზნის ლილვისათვის კბილანების მხარეს—რადიალური ბურთოვლა საკისარი; მეორე საყრდენზე კი—საშუალო სერიის ორი კონუსურგორგოლაქიანი საკისარი.

ჭიაკბილანის ლილვისათვის შევარჩიოთ მსუბუქი სერიის რადიალური მისაბრუნებელი ბურთოვლა საკისარი.

კიახრაზნის ლილვის საყრდენებს შორის მანძილად მივიღოთ $L = 260$ მმ.

შეთანწყობი ნახაზის (ნახ. 122) შედგენის შედეგად მივიღებთ ისეთ ზომებს, რომლებიც განსაზღვრავს კბილანური და ჭიაგადაცემის წყვილების მდებარეობას საყრდენების მიმართ და მათ შორის მანძილებს.

VI. ლილვების მიახლოებითი გაანგარიშება, საყრდენების
რეაქციების განსაზღვრა და საკისრების შეჩევა-შემოწმება
წამყვანი ლილვი (ნახ. 123)

1. რედუქტორის ესკიზური შეთანწყობიდან გვაქვს $a=25$ მმ (ნახ. 122).
2. ლილვზე მოქმედი დატვირთვები

$$P_1=108 \text{ კგ}; T_1=40 \text{ კგ}; A_1=25 \text{ კგ}.$$

3. განვსაზღვროთ საყრდენების რეაქციები. რადგანაც კბილანა საყრდენების მიმართ სიმეტრიული მდებარეობისაა, ამიტომ

$$R_{AP}=R_{BP}=\frac{P_1}{2}=\frac{108}{2}=54 \text{ კგ};$$

$$R_{AT}=R_{BT}=\frac{T_1}{2}=\frac{40}{2}=20 \text{ კგ};$$

$$R_{AA}=R_{BA}=\frac{A_1 D_1}{2 \cdot 2a}=\frac{25 \cdot 53,33}{2 \cdot 2 \cdot 25}=13,4 \text{ კგ}.$$

4. უდიდესი შეჯამებული რადიალური რეაქცია გვექნება მარჯვენა საყრდენზე და იგი ტოლია

$$R_B=\sqrt{(R_{BT}+R_{BA})^2+R_{BP}^2}=\sqrt{(20+13,4)^2+54^2}\approx 65 \text{ კგ}.$$

5. მლუნავი მომენტები კბილანის შუა ადგილისათვის

$$M_P=R_{AP}a=54 \cdot 2,5=137 \text{ კგსმ};$$

$$M_T=R_{AT}a=20 \cdot 2,5=50 \text{ კგსმ};$$

$$M_A=R_{BA}a=13,4 \cdot 2,5=34 \text{ კგსმ};$$

$$M_{136}=285 \text{ კგსმ}.$$

მიღებული მომენტების მიხედვით 123-ე ნახ.ზე აგებულია მლუნავი და მგრეხავი მომენტების ეპიურები.

შეჯამებული მლუნავი მომენტი

$$M_{\Sigma}=\sqrt{M_P^2+(M_T+M_A)^2}=\sqrt{137^2+(50+34)^2}\approx 180 \text{ კგსმ}.$$

ნახ. 123.

შესაბამისად, წინა მაგალითების მსგავსად გაიანგარიშება დაყვანილი მომენტები და შემოწმდება ლილვი სიმტკიცეზე. შერჩეულია ლილვის დიამეტრისათვის $d'_1=30$ მმ ГОСТ 8338-57 დან მსუბუქი სერიის რადიალური ერთრიგის ბურთულა საკისარი № 205, რომელსაც აქვს $C_{საყ}=22000$; საკისრის ზომებია $d \times D \times B=30 \times 62 \times 16$ მმ.

შერჩეული საკისრისათვის ცხრილებიდან [19] აგრეთვე გვაქვს: $m=1,5$; $k_k=1$ (ბრუნავს შიგა რგოლი); $k_z=1,3$; $k_i=1$; $n=n_1=1440$ ბრ/წთ.

საკისარზე მოქმედებს დატვირთვები: $R=R_B=65$ კგ; $A=A_1=25$ კგ. პირობითი დატვირთვა იქნება

$$Q_B = (Rk_k + mA) k_k k_k = (65 \cdot 1 + 1,5 \cdot 25) 1,3 \cdot 1 \approx 134 \text{ კგ.}$$

მაგრამ რადგანაც საკისარი ცვლადი დატვირთვით მუშაობს, ამიტომ ექვივალენტური პირობითი დატვირთვის განსაზღვრისათვის ვპოულობთ კოეფიციენტებს

$$\alpha_1 = \frac{2 \text{ საათი}}{6 \text{ საათი}} = 0,333; \quad \alpha_2 = \frac{4 \text{ საათი}}{6 \text{ საათი}} = 0,666;$$

$\beta = 1$, რადგანაც ბრუნთა რიცხვი მუდმივია და პირობითი დატვირთვები

$$Q_1 = \frac{P_1}{P_1} Q_B = 1 \cdot 134 = 134 \text{ კგ}; \quad Q_2 = \frac{P_2}{P_1} Q_B = 0,75 \cdot 134 \approx 100 \text{ კგ.}$$

შესაბამისად

$$Q_{0,33} = \sqrt[3,33]{\alpha_1 \beta_1 Q_1^{3,33} + \alpha_2 \beta_2 Q_2^{3,33} + \dots} = \sqrt[3,33]{0,333 \cdot 1 \cdot 134^{3,33} + 0,666 \cdot 1 \cdot 100^{3,33}} \approx 109 \text{ კგ.}$$

მივიღოთ საკისრის ხანგრძლიობა $h = 5000$ სთ, მაშინ

$$(nh)^{0,3} = (1440 \cdot 5000)^{0,3} \approx 115.$$

შესაბამისად, შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$C = Q_{0,33} (nh)^{0,3} = 109 \cdot 115 \approx 12600,$$

რაც ნაკლებია $C_{სა} = 22000$; ამიტომ შერჩეული საკისარი მისაღებია.

კიახრახნის ღილევი (შუალედი) (ნახ. 124). 1. ესკიზური შეთანწყობის შედეგად გვაქვს

$$L = 260 \text{ მმ}; \quad b = 50 \text{ მმ.}$$

2. ლილეზე მოქმედი დატვირთვებია P_1, A_1, T_1 ,

$$P_2 = 730 \text{ კგ}; \quad Q_2 = 206 \text{ კგ}; \quad T_2 = 256 \text{ კგ.}$$

3. განესაზღვრავეთ საყრდენების რეაქციებს P_1 და Q_2 ძალებისაგან

$$-P_1(b+L) + R_{0Q}L + Q_2 \frac{L}{2} = 0;$$

$$R_{0Q} = \frac{P_1(b+L) - Q_2 \frac{L}{2}}{L} = \frac{108(5+26) - 206 \frac{26}{2}}{26} \approx 25,8 \text{ კგ};$$

$$R_{DQ}L - Q_2 \frac{L}{2} - P_1b = 0; \quad R_{DQ} = \frac{Q_2 \frac{L}{2} + P_1b}{L} = \frac{206 \frac{26}{2} + 108 \cdot 5}{26} = 231,8 \text{ კგ.}$$

შემოწმება:

$$R_{0Q} + Q_2 = P_1 + R_{DQ}; \quad 25,8 + 206 = 108 + 231,8 = 231,8 \text{ კგ.}$$

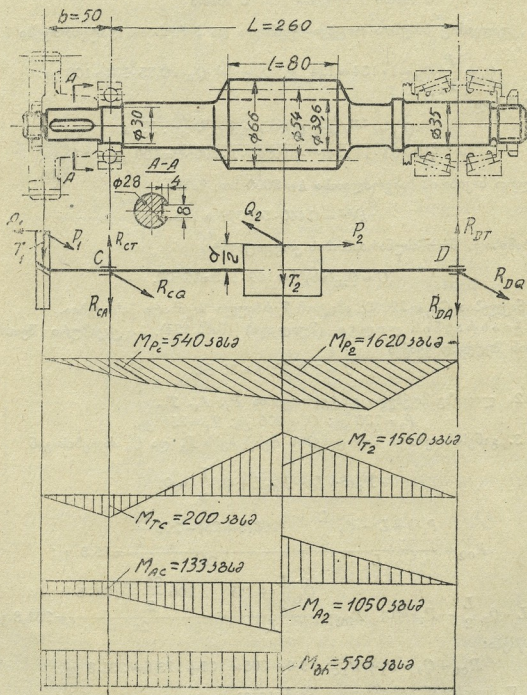
T ძალისაგან გამოწვეული რეაქციები

$$-T_1(b+L) + R_{0T}L - T_2 \frac{L}{2} = 0;$$

$$R_{CT} = \frac{T_1(b+L) + T_2 \frac{L}{2}}{L} = \frac{40(5+26) + 256 \frac{26}{2}}{26} \approx 176 \text{ жб};$$

$$-T_1 b + T_2 \frac{L}{2} - R_{DT} L = 0;$$

$$R_{DT} = \frac{T_2 \frac{L}{2} - T_1 b}{L} = \frac{256 \cdot 13 - 40 \cdot 5}{26} \approx 120 \text{ жб}.$$



5.б. 124.

შემოწმება: $T_1 + T_2 = R_{CT} + R_{DT}$; $40 + 256 = 176 + 120 = 296$ კგ.

A_1 და P_2 ძალებისაგან

$$R_{CA} = R_{DA} = -\frac{A_1 D_2}{2L} + \frac{P_2 d}{2L} = \frac{25 \cdot 10,667}{2 \cdot 26} + \frac{730 \cdot 5,4}{2 \cdot 26} \approx 81 \text{ კგ.}$$

შეჯამებული რეაქციები: C საყრდენისათვის

$$R_C = \sqrt{R_{CQ}^2 + (R_{CT} - R_{CA})^2} = \sqrt{25,8^2 + (176 - 81)^2} \approx 98 \text{ კგ.}$$

D საყრდენისათვის

$$R_D = \sqrt{R_{DQ}^2 + (R_{DT} + R_{DA})^2} = \sqrt{123,8^2 + (120 + 81)^2} \approx 236 \text{ კგ.}$$

4. ლილვზე მოქმედი მღუნავი მომენტებია: C საყრდენში

$$M_{PC} = P_1 b = 108 \cdot 5 = 540 \text{ კგსმ.}$$

$$M_{TC} = T_1 b = 40 \cdot 5 = 200 \text{ კგსმ.}$$

$$M_{AC} = A_1 \frac{D_2}{2} = \frac{25 \cdot 10,667}{2} \approx 133 \text{ კგსმ.}$$

ტოლქმედი მღუნავი მომენტი

$$M_{CC} = \sqrt{M_{PC}^2 + (M_{TC} + M_{AC})^2} = \sqrt{540^2 + (200 + 133)^2} \approx 635 \text{ კგსმ.}$$

ლილვზე მოქმედი მგრეხავი მომენტი $M_{236} = 558$ კგსმ. შესაბამისად გამოითვლება ამ განივი კვეთისათვის დაყვანილი მომენტი და შემოწმდება ლილვი სიმტკიცეზე წინა მაგალითების მსგავსად.

ლილვის შუა განივკვეთში:

$$M_{P2} = R_{DQ} \frac{L}{2} = \frac{123,8 \cdot 26}{2} = 1620 \text{ კგსმ.}$$

$$M_{T2} = R_{DT} \frac{L}{2} = 120 \frac{26}{2} = 1560 \text{ კგსმ.}$$

$$M_{2A} = R_{DA} \frac{L}{2} = 81 \frac{26}{2} = 1050 \text{ კგსმ.}$$

ტოლქმედი მღუნავი მომენტი

$$M_{22} = \sqrt{M_{P2}^2 + (M_{T2} + M_{2A})^2} = \sqrt{1620^2 + (1560 + 1050)^2} \approx 3090 \text{ კგსმ.}$$

შესაბამისად, ამ განივკვეთისათვისაც გამოითვლება დაყვანილი მომენტი და შემოწმდება ლილვი სიმტკიცეზე.

124-ე ნახ-ზე მიღებული მღუნავი და მგრეხავი მომენტების მიხედვით აგებულია მათი შესაბამისი ეპიურები.

5. C საყრდენისათვის ГОСТ 8338-57-ის მიხედვით შერჩეულია მსუბუქი სერიის რადიალური ბურთულა საკისარი № 206, რომელსაც აქვს $C_{საკ} = 22000$. საკისრის ზომებია $d \times D \times B = 30 \times 62 \times 16$ მმ.

საკისრებისათვის საანგარიშო ცხრილებიდან აღებულია:

$k_1 = 1$; $k_2 = 1,3$; თუ მივიღებთ, რომ $h = 50000$ სთ, შესაბამისად $(n_2 h)^{0,3} =$

$= (720 \cdot 5000)^{0,3} \approx 92$; $R = R_0 = 98$ კგ; ღერძულ ძალას იღებს D საყრდენში მდებარე საკისარი, ამიტომ აქ $A = 0$; პირობითი დატვირთვა საკისარზე

$$Q_0 = (Rk_k + mA) k_k k_k = (98 \cdot 1 + 1,3 \cdot 0) 1,3 \cdot 1 \approx 127 \text{ კგ.}$$

აქაც, რადგანაც საკისარზე მოქმედებს ცვლადი დატვირთვა, გვაქვს $\alpha_1 = 0,333$; $\alpha_2 = 0,666$; $\beta = 1$; $Q_1 = Q_0 = 127$ კგ;

$Q_2 = 0,75 \cdot 127 \approx 95$ კგ და შესაბამისად ექვივალენტური პირობითი დატვირთვა

$$Q_{333} = \sqrt[3]{\alpha_1 \beta_1 Q_1^{3,33} + \alpha_2 \beta_2 Q_2^{3,33}} = \sqrt[3]{0,333 \cdot 1 \cdot 127^{3,33} + 0,666 \cdot 1 \cdot 95^{3,33}} \approx 105 \text{ კგ.}$$

შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$C = Q_{333} (nh)^{0,3} = 105 \cdot 92 \approx 9700 < C_{\text{სა}} = 22000;$$

ამიტომ შერჩეული საკისარი მისაღებად.

D საყრდენში მდებარე ორმაგი კონუსურგორგოლაქიანი საკისრისათვის გვაქვს

$$Q_D = (0,5 Rk_k + 0,4 A_D \cotg \beta) k_k k_k = (0,5 \cdot 236 \cdot 1 + 0,4 \cdot 705 \cdot \cotg 11^\circ) 1,2 \cdot 1 \approx 1880 \text{ კგ,}$$

სადაც მიღებულია, რომ: $R = R_D = 236$ კგ; $A_D = P_2 - A_1 = 730 - 25 = 705$ კგ; β — კონუსური გორგოლაქის ღერძის დახრის კუთხეა და ГОСТ 333-55-ის მიხედვით $\beta = 11^\circ$; $k_k = 1,2$.

რადგან დატვირთვა ცვლებადია, ამიტომ $\alpha_1 = 0,333$; $\alpha_2 = 0,666$; $\beta = 1$; $Q_1 = Q_D = 1880$ კგ; $Q_2 = 0,75 Q_D = 0,75 \cdot 1880 = 1410$ კგ და

$$Q_{333} = \sqrt[3]{0,333 \cdot 1 \cdot 1880^{3,33} + 0,666 \cdot 1 \cdot 1410^{3,33}} \approx 1660 \text{ კგ.}$$

შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$C = Q_{333} (nh)^{0,3} = 1660 (720 \cdot 5000)^{0,3} = 153000.$$

რედუქტორის გაბარიტების შემცირების მიზნით ГОСТ 333-55-დან შერჩეულია საშუალო სერიის კონუსურგორგოლაქიანი საკისარი № 7607, რომელსაც აქვს $C_{\text{სა}} = 116000 < C$. საკისარს აქვს ზომები

$$d \times D \times B \times C \times T = 35 \times 80 \times 31 \times 27 \times 33 \text{ მმ.}$$

შერჩეული საკისრისათვის საკისრის ხანგრძლიობა $h = 2500$ სთ, რომლის გასვლის შემდეგ საკისარი უნდა შეიცვალოს, ან საკისრის დასაყენებელი ლილვის დიამეტრი უნდა გადიდდეს $d = 45$ მმ-მდე.

მიმყოლი ლილვი (ნახ. 125). 1. ესკიზური შეთანწყობის შედეგად გვაქვს $L_1 = 155$ მმ.

2. საყრდენების რეაქციებია:

$$R_{EP} = R_{FP} = \frac{P_2}{2} = \frac{730}{2} = 365 \text{ კგ;}$$

$$R_{ET} = R_{FT} = \frac{T_2}{2} = \frac{256}{2} = 128 \text{ კგ;}$$

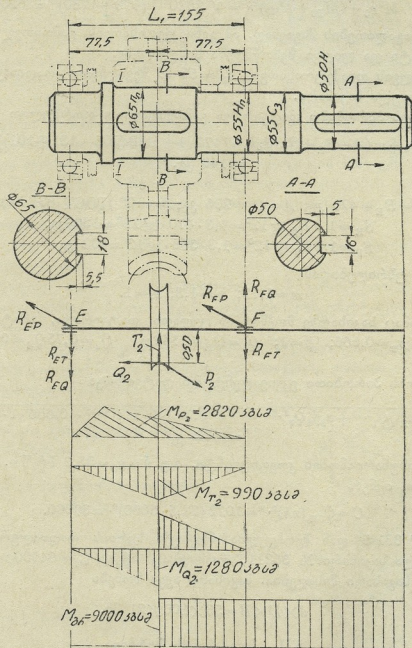
$$R_{EQ} = R_{FQ} = \frac{Q_2 D}{2 L_1} = \frac{206 \cdot 246}{2 \cdot 155} \approx 165 \text{ კგ.}$$

3. შეჯამებული რეაქციები:

$$R_E = \sqrt{R_{EP}^2 + (R_{ET} + R_{EQ})^2} = \sqrt{365^2 + (128 + 165)^2} \approx 470 \text{ კგ};$$

$$R_F = \sqrt{R_{FP}^2 + (R_{FQ} - R_{FT})^2} = \sqrt{365^2 + (165 - 128)^2} \approx 368 \text{ კგ}.$$

4. მღუნავი მომენტები კიაკბილანის შუა ადგილას:



ნახ. 125.

$$M_{P_3} = R_{FP} \frac{L_1}{2} = 365 \frac{15.5}{2} \approx 2820 \text{ კგსმ};$$

$$M_{T_3} = R_{ET} \frac{L_1}{2} = 128 \frac{15.5}{2} \approx 990 \text{ კგსმ};$$

$$M_{Q_3} = R_{EQ} \frac{L_1}{2} = 165 \frac{15.5}{2} \approx 1280 \text{ კგსმ}.$$

ლილვზე მოქმედი მგრესავი მომენტი $M_{3,6} = 9000$ კგსმ. მიღებული მომენტების მიხედვით 125-ე ნახ-ზე აგებულია მლუნავი და მგრესავი მომენტების ეპიურები.

შეჯამებული მლუნავი მომენტი ლილვის შუა ადგილას

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M^2_{P_3} + (M_{T_3} + M_{Q_2})^2} = \sqrt{2820^2 + (990 + 1280)^2} \approx 3620 \text{ კგსმ.}$$

წინა მაგალითების მსგავსად, ამ განივკვეთისათვის გამოითვლება დაყვანილი მომენტი და ლილვი შემოწმდება სიმტკიცეზე.

5. ლილვის დიამეტრისათვის $d_3'' = 55$ მმ შევირჩიოთ რადიალურ-მისაბრჯენი ბურთულა საკისარი.

საკისრის პირობითი დატვირთვა გამოვთვალოთ ფორმულით

$$Q_E = [Rk_k + m(A - S_E + S_F)]k_k k_t = [470 \cdot 1 + 1,72(206 - 131 + 101)]1,3 \cdot 1 \approx 1140 \text{ კგ,}$$

სადაც

$$R = R_E = 470 \text{ კგ; } A = Q_2 = 206 \text{ კგ; } \beta = 12^\circ \text{ (ГОСТ 831-54);}$$

$$S_E = 1,3 R_E \operatorname{tg} 12^\circ = 1,3 \cdot 470 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ \approx 130 \text{ კგ;}$$

$$S_F = 1,3 R_F \operatorname{tg} 12^\circ = 1,3 \cdot 368 \cdot \operatorname{tg} 12^\circ \approx 102 \text{ კგ.}$$

საკისრების ცხრილებიდან

$$m = 1,72; k_2 = 1,3; k_t = 1.$$

რადგანაც საკისარზე მოქმედებს ცვლადი დატვირთვა, ამიტომ, როცა $\alpha_1 = 0,333$; $\alpha_2 = 0,666$; $\beta = 1$; $Q_1 = Q_E = 1140$ კგ; $Q_2 = 0,75 Q_E = 0,75 \cdot 1140 \approx 850$ კგ.

საკისრის პირობითი ეკვივალენტური დატვირთვა

$$Q_{\text{ეკვ}} = \sqrt[3,33]{\alpha_1 \beta_1 Q_1^{3,33} + \alpha_2 \beta_2 Q_2^{3,33}} = \sqrt[3,33]{0,333 \cdot 1 \cdot 1140^{3,33} + 0,666 \cdot 1 \cdot 850^{3,33}} \approx 1072 \text{ კგ.}$$

შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი, თუ $n = n_3 = 35,2$ ბრ/წთ, $h = 5000$ სთ, იქნება

$$C = Q_{\text{ეკვ}} (nh)^{0,3} = 1072 (32,5 \cdot 5000)^{0,3} \approx 39000.$$

ГОСТ 831-54-დან შერჩეულია მსუბუქი სერიის რადიალურ-მისაბრჯენი ბურთულა საკისარი № 36211, რომელსაც აქვს $C_{\text{საქ}} = 64000 > C$, ამიტომ შერჩეული საკისარი მისაღებია. საკისარს აქვს ზომები

$$d \times D \times B = 55 \times 100 \times 21 \text{ მმ.}$$

VII. სოგმანების შერჩევა

წინა მაგალითების მსგავსად ГОСТ 8788-58-ის მიხედვით ლილვების დიამეტრების შესაბამისად შეირჩევა პრიზმული სოგმანები და შემოწმდება თელვანზე.

VIII. ლილვების დაზუსტებითი გაანგარიშება

ლილვების დაზუსტებითი გაანგარიშებისათვის სიმტკიცის მარაგის განსაზღვრა ხდება წინა მაგალითების ანალოგიურად. აღვნიშნავთ აქ მხოლოდ იმ განივკვეთებს, სადაც უნდა განისაზღვროს სიმტკიცის მარაგი.

წამყვანი ლილვი (ნახ. 123). ლილვი დამზადებულია კბილანასთან ერთად და ამიტომ ლილვის მასალა იგივეა, რაც კბილანის, ე. ი. ფოლადი 30ХП. რადგანაც ლილვის დიამეტრი საგრძნობლად დიდია, ამიტომ სიმტკიცის მარაგის განსაზღვრა საჭირო არაა.

შუალედო ლილვი (ნახ. 124). რადგანაც ლილვი დამზადებულია კბილანასთან ერთად მთლიანი, ამიტომ ლილვის და ზრახნის მასალა ერთი და იგივეა, ე. ი. ფოლადი 45. სიმტკიცის მარაგი განისაზღვრება $A-A$ განივკვეთისათვის, სადაც ძაბვების კონცენტრაცია გამოწვეულია სასოგმანე ლარისაგან. აქ მოქმედებს მღუნავი მომენტი $M_{\Delta C} = 133$ კგსმ და მგრეხავი მომენტი $M_{\Delta B} = 558$ კგსმ. C საყრდენში, სადაც მოქმედებს მღუნავი და მგრეხავი მომენტები, ძაბვების კონცენტრაციას იწვევს საკისრის ჭეჭვით ჩასმა.

კბილანის შუა ადგილას, სადაც მოქმედებს მღუნავი და მგრეხავი მომენტები და ლერძის მიმართულების ძალა, სიმტკიცის მარაგის განსაზღვრის დროს გაითვალისწინება ძაბვების კონცენტრაცია კბილანის კუთხეებისაგან. კბილანის ლილვი უნდა შემოწმდეს აგრეთვე სიხისტესა და სიმტკიცეზე წინა მაგალითების ანალოგიურად.

მიმყოლი ლილვი (ნახ. 125). ლილვის მასალად მივიღოთ ფოლადი 35, ნორმალიზებული.

სიმტკიცის მარაგი განისაზღვრება: $A-A$ განივკვეთისათვის, სადაც მოქმედებს მგრეხავი მომენტი $M_{\Delta B}$, ძაბვების კონცენტრაცია გამოწვეულია სასოგმანე ლარით.

$B-B$ განივკვეთისათვის; აქ მოქმედებს მღუნავი და მგრეხავი მომენტები. ძაბვების კონცენტრაცია გამოწვეულია სასოგმანე ლარით.

$I-I$ განივკვეთისათვის; აქ მოქმედებს მღუნავი და მგრეხავი მომენტები. ძაბვების კონცენტრაცია გამოწვეულია ჰალტელით და კბილანის ჩაწნევით.

IX. რედუქტორის სითბური განგაზრდება

ტემპერატურათა სხვაობას ზეთსა და გარემო ჰაერს შორის განვსაზღვრავთ ფორმულით

$$\Delta t = t_{\text{ზეთ}} - t_{\text{ჰაერ}} = \frac{632 N (1 - \eta) \Sigma T}{k_0 F_{\text{გარსაც}} 60}$$

მივიღოთ სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი

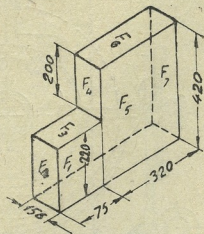
$$k_0 = 15 \frac{\text{ბ. კალ}}{\text{მ}^2 \text{ სთ } ^\circ \text{C}}; \text{ მუშა პერიოდის ჯამი ერთი საათის განმავლობაში}$$

$$\Sigma T = 30 \text{ წთ.}$$

განვსაზღვრავთ რედუქტორის კორპუსის გამაცივებელ ზედაპირს მისი გამარტივებული ფორმისათვის (ნახ. 126):

$$F_1 = 2 \cdot 0,075 \cdot 0,22 = 0,033 \text{ მ}^2; F_2 = 0,156 \cdot 0,22 = 0,0343 \text{ მ}^2;$$

$$F_3 = 0,075 \cdot 0,156 = 0,0117 \text{ მ}^2; F_4 = 0,156 \cdot 0,2 = 0,0312 \text{ მ}^2;$$



ნახ. 126.

$$F_6 = 0,32 \cdot 0,42 \cdot 2 = 0,26 \text{ მ}^2; F_8 = 0,32 \cdot 0,156 = 0,05 \text{ მ}^2;$$

$$F_7 = 0,156 \cdot 0,42 = 0,0655 \text{ მ}^2;$$

$$F = 0,033 + 0,0343 + 0,0117 + 0,0312 + 0,25 + 0,05 + 0,0655 \approx 0,49 \text{ მ}^2.$$

ძირის ფართობი მხედველობაში არაა მიღებული, რადგანაც იგი სითბოს ნაკლებად ასხივებს. ამგვარად, ჩასმით გვაქვს

$$\Delta t = t_{\text{ზეთ}} - t_{\text{პაერ}} = \frac{632 \cdot 5,75 (1 - 0,79) 30}{15 \cdot 0,49 \cdot 60} \approx 58^\circ.$$

რადგან ჩვენს შემთხვევაში რედუქტორი განუწყვეტლივ იმუშავებს, ამიტომ საჭიროა ზეთის ხელოვნური გაცივება.

X. რედუქტორის შეზეთვა

მიღებული გაანგარიშების შედეგად შედგენილია რედუქტორის საერთო ხედის ნახაზი (ნახ. 127). შეზეთვისათვის კიახრახნი და ცილინდრული კბილა თვალი ნაწილობრივ ჩაშვებულია ზეთის აბაზანაში. წამყვანი ლილვის საკისრების შეზეთვა ხდება ზეთის გაშხეფებით; კიახრახნის რადიალური საკისრების შეზეთვა—აბაზანაში მოთავსებული ზეთით; კიაკბილანის და გორგოლაკ საკისრების—კონსისტენტური ზეთით.

სრიალის სიჩქარის $v_{\text{სრ}} = 2,1$ მ/წმ-ის მიხედვით ცხრილებიდან [8,9, 17] ეპოულობთ ზეთის სიბლანტეს $E_{50} = 24$, რომელსაც შეესაბამება ნახევარგუდრონი. იმ საკისრებისათვის, რომელთაც დამოუკიდებელი შეზეთვა აქვთ, ვირჩევთ ზეთს—სოლიდოლ II-ს.

ზეთის დონის საჩვენებლად გამოყენებულთა ზეთის დონის მაჩვენებელი. ზეთის გამოსაშვებად გაკეთებულია ზერეტი საცობით.

მაგალითი 8. დავაგეგმაროთ კონვეიერის ამძრავი, თუ კონვეიერის ჯაჭვით გადასაცემი სასარგებლო ძალა $P = 920$ კგ. კონვეიერის ჯაჭვის სიჩქარე მდოვრად უნდა რეგულირდებოდეს საზღვრებში $v_{\text{მინ}} = 0,75$ -დან $v_{\text{მაქს}} = 3,0$ მ/წმ-მდე. დატვირთვა ჯაჭვზე არაა დამოკიდებული კონვეიერის მუშაობის სიჩქარული რეჟიმისაგან. დანადგარმა უნდა იმუშაოს დღე-ღამეში ორი ცვლით; სამსახურის საანგარიშო დრო 5 წელია და შერჩეული წვეის ჯაჭვის ბიჯი $t = 125$ მმ. ვარსკვლავს კბილთა რიცხვი კი $z = 8$.

გაანგარიშება.

I. ამძრავის სქემის შერჩევა

1. სიჩქარეთა საშუალო გეომეტრიული სიდიდე სიმეტრიულად რეგულირების დროს

$$v_{\text{საშ}} = \sqrt{v_{\text{მაქს}} v_{\text{მინ}}} = \sqrt{0,75 \cdot 3,0} = 1,5 \text{ მ/წმ.}$$

ვარსკვლავს ლილვის ბრუნთა რიცხვი

$$n_0 = \frac{1000 v_{\text{საშ}}}{z t} = \frac{1000 \cdot 1,5}{8 \cdot 125} = 1,5 \text{ ბრ/წმ.}$$

ვარსკვლავს დიამეტრი

$$D_0 = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}} = \frac{125}{\sin \frac{180^\circ}{8}} = 326 \text{ მმ.}$$

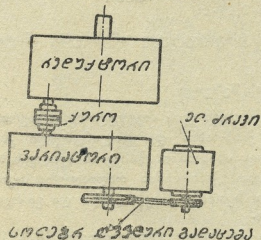
2. თუ წინასწარ დაეუშვებთ, რომ ელექტროძრავის სინქრონული ბრუნ-
თა რიცხვი $n_{ძრ} = 1000$ ბრ/წთ, მაშინ საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_{ძრ}}{n^0} = \frac{1000}{1,5} = 666.$$

ასეთი დიდი გადაცემის დროს დაგვირგობა ორსაფეხურიანი კიარედუქტორი.

3. მიღებული გადაცემის რიცხვის განსახორციელებლად შევარჩიოთ

128-ე ნახ-ზე გამოსახული ამძრავი, რომელშიც სოლებრ-ღვედური გადაცემა გამოყენებულია ღვედურ - ხუნდებიანი ვარიატორის კუთხური სიჩქარეების შემცირების მიზნით.



სოლებრ-ღვედური გამაძრავი

ნახ. 128.

II. ელექტროძრავის შერჩევა

1. თუ მივიღებთ საორიენტაციო მარგი ქმედების კოეფიციენტებს

$$\eta_{ს.ღვ} = 0,95; \eta_{ვარსკ} = 0,85;$$

$$\eta_{პ} = 0,6^2 = 0,36; \eta_{სრ.საკ} = 0,98,$$

მაშინ

$$\eta = \eta_{ს.ღვ} \eta_{ვარსკ} \eta_{პ} \eta_{სრ.საკ} = 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,36 \cdot 0,98 \approx 0,283.$$

2. ელექტროძრავის საჭირო სიმძლავრე

$$N_9 = \frac{P_{v_{პკს}}}{75 \cdot 60 \cdot \eta} = \frac{920 \cdot 3,0}{75 \cdot 60 \cdot 0,283} \approx 2,17 \text{ ცხ. ძ} \approx 1,6 \text{ კვტ.}$$

შესაბამისად, კატალოგიდან შეიძლება შეირჩეს ასინქრონული ელექტროძრავი АОИ 42-6, რომელსაც აქვს $N_{ძრ} = 1,7$ კვტ; $n_{ძრ} = 930$ ბრ/წთ; $d_{ლილ} = 25$ მმ.

III. კინემატიკური გაანგარიშება

საერთო გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_{ძრ}}{n_0} = \frac{930}{1,5} = 620.$$

მივიღოთ, რომ სოლებრ-ღვედური გადაცემისათვის $i_{ს.ღვ} = 2,45$, მაშინ რედუქტორის გადაცემის რიცხვი

$$i_r = \frac{i}{i_{ს.ღვ}} = \frac{620}{2,45} \approx 253.$$

მივიღოთ ორსაფეხურიანი კიარედუქტორი.

ვარიატორის რეგულირების დიაპაზონი

$$D = \frac{v_{პკს}}{v_{მინ}} = \frac{3,0}{0,75} = 4.$$

IV. ორსაფეხურიანი კიარედუქტორის გაანგარიშება

1. რედუქტორის გადაცემის რიცხვის განაწილება მოგახდინოთ სამი ვარიანტით:

$$ა) i_{სწრ} = 8; i_{ნელ} = \frac{i_{რ}}{i_{სწრ}} = \frac{253}{8} = 31,6 \approx 32;$$

$$ბ) i_{სწრ} = \sqrt{i_{რ}} = \sqrt{253} \approx 16; i_{ნელ} = \frac{253}{16} \approx 16;$$

$$გ) i_{სწრ} = 32; i_{ნელ} = \frac{253}{32} \approx 8.$$

შესაბამისად რედუქტორის ნელმავალი საფეხურის კიახრაზნის ბრუნთა რიცხვებია:

$$ა) n_{ზრ} = n_{ი_{ნელ}} = 1,5 \cdot 32 = 48; ბ) n_{ზრ} = 1,5 \cdot 16 = 24; გ) n_{ზრ} = 1,5 \cdot 8 = 12.$$

2. ნელმავალი საფეხურის გაანგარიშება. ჭიაკბილანის გვირგვინის მასალად მივიღოთ ВРАЖ 9-4 II; კიახრაზნისათვის — ფოლადი 45, წრთობილი ($H_{RC} = 45 \div 50$). შესაბამისად, $[\sigma]_s = 18,4 \text{ კგ/მმ}^2$ (ცხრ. 38); $[\sigma]_L = 10 \text{ კგ/მმ}^2$ (ცხრ. 32).

3. უდიდესი მომენტი ჭიაკბილანის ლილვზე

$$M_{\phi} = \frac{PD_0}{2\eta_{საჯ}} = \frac{920 \cdot 326}{2 \cdot 0,98} \approx 154000 \text{ კგმ}.$$

4. კიახრაზნის სვლათა რიცხვი და ჭიაკბილანის კბილთა რიცხვები თითოეული ვარიანტისათვის ტოლია:

$$ა) z_{ზრ} = 1; z = z_{ზრ} i_{ნელ} = 1 \cdot 32 = 32; ბ) z_{ზრ} = 2; z = 2 \cdot 16 = 32;$$

$$გ) z_{ზრ} = 3; z = 3 \cdot 8 = 32.$$

5. დატვირთვის კოეფიციენტად მივიღოთ $K = 1,25$; დატვირთვის ციკლთა რიცხვი

$$N_0 = 60 \cdot T n_0 = 60 \cdot 300_{\text{დ}} \cdot 7_{\text{სთ}} \cdot 2_{\text{ცვ}} \cdot 5_{\text{წელ}} \cdot 1,5 = 1,89 \cdot 10^6.$$

შესაბამისად

$$[\sigma]_s = [\sigma]_L \sqrt[8]{\frac{10^7}{N_0}} = 18,4 \sqrt[8]{\frac{10^7}{1,89 \cdot 10^6}} \approx 22 \text{ კგ/მმ}^2 = 2200 \text{ კგ/სმ}^2.$$

6. ცენტრთაშორისი მანძილი განსაზღვროთ ფორმულით

$$A = \left(\frac{z}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{\left(\frac{540}{\frac{z}{q} [\sigma]_s} \right)^2 K M_{\phi}} =$$

$$= \left(\frac{32}{9} + 1 \right) \sqrt[3]{\left(\frac{540}{\frac{32}{9} 2200} \right)^2 1,25 \cdot 15400} \approx 20,5 \text{ სმ}.$$

ეს მანძილი ერთი და იგივეა ყველა ვარიანტისათვის, რადგან $z = 32$.

7. ძირითადი პარამეტრები ყველა ვარიანტისათვის

$$m = \frac{2A}{z+q} = \frac{2 \cdot 20,5}{32+9} = 10 \text{ მმ}.$$

მივიღოთ, რომ $m=10$ მმ; $q=11$ (ცხრ. 37), მაშინ

$$A_{\text{ფელ}} = \frac{m}{2} (\chi + q) = \frac{10}{2} (32 + 11) = 215 \text{ მმ.}$$

გამყოფი წრეხაზების დიამეტრები

$$D = \chi m = 32 \cdot 10 = 320 \text{ მმ;}$$

$$d_3 = qm = 11 \cdot 10 = 110 \text{ მმ;}$$

$$d_2 = d_3 + 2h' = 110 + 2 \cdot 10 = 130 \text{ მმ; } d_1 = d_3 - 2,4m = 86 \text{ მმ.}$$

8. მარგი ქმედების კოეფიციენტი განვსაზღვროთ სამივე ვარიანტისათვის ფორმულით

$$\eta_{\text{ფელ}} = (0,95 \div 0,96) \frac{\text{tg } \lambda}{\text{tg } (\lambda + \rho)}$$

და შედეგი შევითანოთ ცხრილში

სიდიდე	საანგარიშო ფორმულა	ვარიანტი		
		ა	ბ	გ
ხრანული ხაზის აწევის კუთხე	λ (ცხრ. 30)	5°11'40"	10°18'17"	19°58'59"
წრიული სიჩქარე მ/წმ	$v_{\text{ხრ}} = \frac{\pi d_{\text{ხრ}} n_{\text{ხრ}}}{60 \cdot 1000}$	0,28	0,14	0,07
სრიალის სიჩქარე მ/წმ	$v_{\text{სრ}} = \frac{v_{\text{ხრ}}}{\cos \lambda}$	0,28	0,141	0,072
ხაზუნის კუთხე	ρ (ცხრ. 29)	4°50'	6°	7°
მარგი ქმედების კოეფიციენტი	$\eta_{\text{ფელ}}$	0,495	0,595	0,725

9. კბილის ღუნვაზე შემოწმებისათვის მივიღოთ დატვირთვის კოეფიციენტი კბილის ღუნვის დროს $K_{\text{ლ}}=1 \div 2$; ჩვენი შემთხვევისათვის $K_{\text{ლ}}=1,2$; გადახურვის კოეფიციენტი $k_{\text{გ}}=1,6$; კბილის ფორმის კოეფიციენტი $\gamma=0,123$; წრიული ძალა

$$P = \frac{2M_{\text{გბ}}}{D} = \frac{2 \cdot 154000}{320} = 960 \text{ კგ;}$$

წინასწარ მივიღოთ, რომ $\varphi=100^\circ=1,745$ რადიანი, მაშინ კბილის საანგარიშო სიგრძე

$$b = (d_2 - 0,5m) \frac{\varphi}{2} = (130 - 0,5 \cdot 10) \frac{1,745}{2} = 109 \text{ მმ;}$$

შესაბამისად, ძაბვა კბილში

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{PK_{\text{ლ}}}{\gamma m k_{\text{გ}} \pi b} = \frac{960 \cdot 1,2}{0,123 \cdot 10 \cdot 1,6 \cdot 3,14 \cdot 109} \approx 1,7 \text{ კგ/მმ}^2 < [\sigma]_{\text{ლ}} = 10 \text{ კგ/მმ}^2.$$

10. სწრაფმავალი საფეხურის გაანგარიშება. უნიფიკაციის თვალსაზრისით სწრაფმავალი საფეხურისათვის მივიღოთ იგივე მასალა, რაც ნელმავალი საფეხურისათვის.

რადგანაც ციკლთა რიცხვი სწრაფმავალ საფეხურში $i_{\text{ნელ}} = 16$ უფრო მეტია, ვიდრე ნელმავალში, ამიტომ თუ $i_{\text{ნელ}} = 16$, მივიღოთ

$$[\sigma] = 18,4 \sqrt{\frac{10^7}{1,89 \cdot 10^6 i_{\text{ნელ}}}} \approx 16 \text{ კგ/მმ}^2 = 1600 \text{ კგ/სმ}^2.$$

სწრაფმავალი საფეხურის განგარიშების შედეგი მოვათავსოთ ცხრილში.

დასახელება	ფორმულა	ა	ბ	გ
1	2	3	4	5
უდიდესი მომენტი კბილანის ლილეზე	$M'_{\text{კბ}} = \frac{M_{\text{კბ}}}{i_{\text{ნელ}} i_{\text{ნელ}}} = \frac{154000}{i_{\text{ნელ}} i_{\text{ნელ}}} \text{ კგმმ}$	9 20	19400	38900
გადაცემის რიცხვი	$i_{\text{სფრ}}$	8	16	32
ჭიანჭის სფლათა რიცხვი	$i'_{\text{ზრ}}$	4	2	1
ჭიანჭილანის კბილთა რიცხვი	$i'_{\text{ზრ}} = i_{\text{სფრ}} i'_{\text{ზრ}}$	32	32	32
მოდულულების რიცხვი	q წინასწარი	10	10	10
ცენტრთაშორისი მანძილი	$A_{\text{სფრ}}$, როცა $K=1,25$ წინა ფორმულით	105	130	160
მოდული	$m = \frac{2A_{\text{სფრ}}}{i'_{\text{ზრ}} + q}$ მმ	5	6,28	7,85
მოდული	ГОСТ 2144-43-ის შესაბამისად	5	6	8
მოდულულების რიცხვი	q , ГОСТ 2144-43-ის შესა- ბამისად	10	11	8
დაზუსტებული ცენტრთაშორისი მანძილი	$A_{\text{სფრ}} = \frac{m(i'_{\text{ზრ}} + q)}{2}$ მმ	105	129	160
ზრახული ზახის ასვლის კუთხე	λ (ცხრ. 30)	21°48'05"	10°18'17"	7°07'30"
ჭიანჭის გამყოფი წრეზახის დიამეტრი	$d_{\text{გსფრ}} = qm$ მმ	50	66	64
ჭიანჭილანის დიამეტრი	$D_{\text{სფრ}} = m i'_{\text{ზრ}}$ მმ	160	192	256
ჭიანჭილანის ბრუნთა რიცხვი	$n_{\text{კბსფრ}} = n_{\text{გსფრ}} i_{\text{ნელ}}$ ბრ/წთ	48	24	12
ჭიანჭის ბრუნთა რიცხვი	$n_{\text{ზრსფრ}} = n_{\text{კბსფრ}} i_{\text{ნელ}}$ ბრ/წთ	384	384	384
ჭიანჭის წრიული სიჩქარე	$v_{\text{ზრ}} = \frac{\pi d_{\text{გსფრ}} n_{\text{ზრსფრ}}}{60 \cdot 1000}$ მ/წმ	1,0	1,33	1,28
სრიალის სიჩქარე	$v_{\text{სრ}} = \frac{v_{\text{ზრ}}}{\cos \lambda}$ მ/წმ	1,07	1,35	1,29
ზახუნის კუთხე	ρ (ცხრ 29)	3°20'	3°10'	2°45'
მარგი ქმედების კოეფიციენტი	$\eta_{\text{სფრ}} = (0,95 - 0,96) \frac{\text{tg } \lambda}{\text{tg } (\lambda + \rho)}$	0,81	0,725	0,682
წრიული ძალა	$P' = \frac{2M'_{\text{კბ}}}{D_{\text{სფრ}}}$ კბ	122	202	304
კბილის საანგარიშო სიგრძე	$b = (d_e - 0,5m) \frac{q}{2}$ მმ	50	65	66
ლუნვის ძაბვა კბილანის კბილში	$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{PK_{\text{ლ}}}{y_{\text{კბ}} m \pi k_{\text{გ}}}$ კგ/მმ ²	0,82	0,86	0,95
საერთო მ. ქ. კ.	$\gamma = \gamma_{\text{ნელ}} \gamma_{\text{სფრ}}$	0,4	0,431	0,495

აღნიშნული ცხრილიდან ჩანს, რომ რედუქტორის უმცირეს გაბარიტულ ზომებს და ზეთში ჩაშვებით შეზეთვის უკეთეს პირობებს (ზეთში ერთნაირ სიღრმეზე ჩაშვება კბილანისა და ჭიანჭისათვის) გვაძლევს პირველი (ა) ვარიანტი, რომლის $i_{\text{სფრ}} = 8$ და $i_{\text{ნელ}} = 32$.

11. სამი ვარიანტის ეკონომიური შედარებისათვის გამოვთვალოთ რედუქტორის მუშაობის საათების რიცხვი T , სამსახურის მთელი დროის განმავლობაში; თუ დავუშვებთ, რომ რედუქტორი წელიწადში მუშაობს 300 დღეს, 2 ცვლით და ცვლაში 7 საათს, გვექნება

$$T_{\text{სთ}} = 300 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 5 = 21000 \text{ სთ.}$$

სიმძლავრე კონვეიერის ლილვზე (მისი საშუალო სიჩქარის $v_{\text{საშ}} = 1,5$ მ/წმ) იქნება

$$N_{\text{საშ}} = \frac{P v_{\text{საშ}}}{75 \cdot 60} = \frac{920 \cdot 1,5}{102 \cdot 60} = 0,226 \text{ კვტ.}$$

სიმძლავრის დანაკარგი რედუქტორში ვარიანტებისათვის:

$$\text{ა) } \Pi = \frac{N_{\text{საშ}}}{\eta_{\text{საქ}} \eta} (1 - \eta) = \frac{0,226}{0,98 \cdot 0,4} (1 - 0,4) = 0,350 \text{ კვტ.}$$

$$\text{ბ) } \Pi = 0,307 \text{ კვტ.; გ) } \Pi = 0,238 \text{ კვტ.}$$

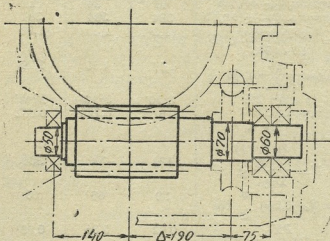
თუ დავუშვებთ, რომ 1 კვტ ელექტროენერგიის ღირებულება არის 2 კაპ., მაშინ სამსახურის მთელი დროის განმავლობაში იქნება:

$$\text{ა) } \Pi I_{\text{სთ}} \cdot 0,02 = 0,350 \cdot 21000 \cdot 0,02 = 146 \text{ მან.};$$

$$\text{ბ) } 129 \text{ მან.; გ) } 100 \text{ მან.}$$

როგორც ჩანს, სამსახურის მთელი დროის განმავლობაში გვაქვს ექსპლოატაციური ხარჯების მცირე განსხვავება. ამიტომ უმჯობესია პირველი ვარიანტი.

12. რედუქტორის შუალედური ლილვის გაანგარიშება და დაგეგმარება (დანარჩენი ლილვები მსგავსადვე გაიანგარიშება და ამიტომ აქ აღარაა განხილული).



ნახ. 129.

ლილვზე მოქმედი დატვირთვებია: ნელმავალი საფეხურიდან: კბილანის წრიული ძალა $P = 960$ კგ (იგივე ხრახნის ღერძული ძალა); ხრახნის წრიული ძალა

$$Q = \frac{2M_{\text{ხრ}}}{d} = \frac{2 \cdot 154000}{32 \cdot 110 \cdot 0,495} = 177 \text{ კგ.}$$

ხრახნის ღერძის მართობი ძალა $T \approx P \operatorname{tg} \alpha = 960 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \approx 350 \text{ კგ.}$

სწრაფმავალი საფეხურიდან:

კბილანის წრიული ძალა $P' = 122$ კგ;

კბილანის ღერძული ძალა $Q' = \frac{2M_{\text{კბ}}}{i_{\text{სფ}} \eta_{\text{სფ}}} = \frac{2 \cdot 9720}{8 \cdot 50 \cdot 0,81} \approx 60 \text{ კგ.}$

რადიალური ძალა $T' = P' \operatorname{tg} \alpha = 122 \cdot 0,364 = 44 \text{ კგ.}$

13. რედუქტორის პირველი შეთანწყობი ნახაზის შესადგენად აღვნიშნავთ ნახაზზე სწრაფმავალი და ნელმავალი საფეხურების გაბარიტულ ზომებს და გრაფიკულად განვსაზღვრავთ ზომას $\Delta = 190$ მმ (ნახ. 129). შუალედი ლილვისათვის მოვაწყობთ მარცხნივ მოსრიალე საყრდენებს გორგის საკისართ, ხოლო მარჯვნივ — გაორმაგებულ რადიალურ-საბრჯენ საკისარს.

ლილვის დიამეტრი კბილანის დასასმელ ადგილას განვსაზღვროთ გრეხაზე სიმტკიცის პირობიდან

$$d = \sqrt[3]{\frac{M'_{\text{კბ}}}{0,2[\tau]_{\text{გრ}}}} = \sqrt[3]{\frac{972}{0,2 \cdot 200}} \approx 2,88 \text{ სმ.}$$

რადგანაც საყრდენებს შორის დიდი მანძილი გამოდის, ლილვის სიხისტის შემცირების საკომპენსაციოდ ვადიდებთ ლილვის დიამეტრს: მივიღოთ კიახრახნის შიგა დიამეტრიდან ($d_1 = 86$ მმ) გადასვლების დაცვით ლილვის დიამეტრი კბილანის ქვეშ $d = 70$ მმ; მარჯვნივ საყრდენთან $d = 60$ მმ, ხოლო მარცხენა რადიალურ საკისართან $d = 50$ მმ (ნახ. 129). კიკა საკისრების ჩასასმელ ადგილას საგრძნობლად დიდი დიამეტრის უნდა ავიღოთ, რომ შესაძლებელი იყოს კიაკბილანის მონტაჟის განხორციელება.

14. მიღებული შეთანწყობის შესაბამისად ვახდენთ ლილვის გაანგარიშებას. გამარტივების მიზნით ლილვს ვანგარიშობთ როგორც სტატიკურად რკვევადს, ბოლოებში სახსრული საყრდენებით (ნახ. 130). წინა გაანგარიშების საფუძველზე გვაქვს:

$$P' = 122 \text{ კგ; } Q' = 60 \text{ კგ; } T' = 44 \text{ კგ; } P = 960 \text{ კგ; } Q = 177 \text{ კგ; } T = 350 \text{ კგ; } D_{\text{სწრ}} = 160 \text{ მმ; } d = 110 \text{ მმ.}$$

შესაბამისად საყრდენების რეაქციები თარაზულ სიბრტყეში იქნება

$$P' \cdot 330 - Q' \cdot 140 - R_{2\text{თარ}} \cdot 405 = 0; \quad R_{2\text{თარ}} = \frac{122 \cdot 330 - 177 \cdot 140}{405} \approx 38 \text{ კგ.}$$

$$Q \cdot 265 - P' \cdot 75 - R_{1\text{თ}} \cdot 405 = 0; \quad R_{1\text{თ}} = \frac{177 \cdot 265 - 122 \cdot 75}{405} \approx 93 \text{ კგ.}$$

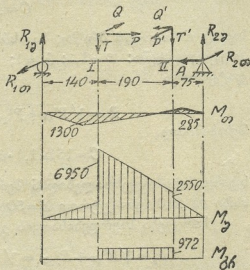
შემოწმება:

$$R_{1\text{თ}} + P' - Q - Q_{2\text{თ}} = 93 + 122 - 177 - 38 = 0.$$

შვეულ სიბრტყეში

$$-R_{2\text{თ}} \cdot 405 + T' \cdot 330 - Q' \cdot \frac{D_{\text{სწრ}}}{2} + P \cdot \frac{d}{2} + T \cdot 140 = 0;$$

$$R_{2\text{თ}} = \frac{44 \cdot 330 - 60 \cdot 80 + 960 \cdot 55 + 350 \cdot 140}{405} = 276 \text{ კგ;}$$



ნახ. 130.

$$R_{1\pi} \cdot 405 - T \cdot 265 + P \frac{d}{2} - Q' \frac{D_{\text{სფ}}}{2} - T' \cdot 75 = 0;$$

$$R_{1\pi} = \frac{350 \cdot 265 - 960 \cdot 55 + 60 \cdot 80 + 44 \cdot 75}{405} = 118 \text{ კგ.}$$

შემოწმება:

$$R_{1\pi} + R_{2\pi} - T - T' = 276 + 118 - 350 - 44 = 0.$$

ლილვზე მოქმედი ღერძული ძალა

$$A = P - Q' = 960 - 60 = 900 \text{ კგ.}$$

მარცხენა საყრდენის რადიალური ბურთულა საკისრისათვის შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი განვსაზღვროთ ფორმულით

$$C = R_1 k_b k_k k_t (nh)^{0.3},$$

სადაც $n = n_{\text{ბრ}} = 48$ ბრ/წთ; საკისრის ხანგრძლიობად მივიღოთ $h = 21000$ სთ; კოეფიციენტები: $k_b = 1,1$; $k_k = 1$; $k_t = 1$ და საკისარზე მოქმედი ტოლქმედი დატვირთვა

$$R_1 = \sqrt{R_{1\pi}^2 + R_{1\sigma}^2} = \sqrt{118^2 + 93^2} \approx 150 \text{ კგ.}$$

შესაბამისად

$$C = 151 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (48 \cdot 21000)^{0.3} \approx 10890.$$

სტანდარტების ცხრილებიდან შერჩეულია მსუბუქი სერიის ბურთულა საკისარი № 210, დიამეტრით $d = 50$ მმ და $C = 42000$.

მარჯვენა საყრდენისათვის გვაქვს

$$R_2 = \sqrt{R_{2\pi}^2 + R_{2\sigma}^2} = \sqrt{38^2 + 276^2} \approx 279 \text{ კგ; } A = 900 \text{ კგ.}$$

მარჯვენა საყრდენზე დაყენებული გვაქვს ორმაგი რადიალურ-მისაბრ-ჯენი კონუსური გორგოლაჟ-საკისრები და ვთვლით, რომ რადიალურ დატვირთვას მთლიანად იღებს ის საკისარი, რომელზეც ღერძითი დატვირთვა მოქმედებს. შესაბამისად საკისრის შრომისუნარიანობის კოეფიციენტი

$$C = (R_2 k_k + mA) k_b k_t (nh)^{0.3} = (279 \cdot 1 + 1,8 \cdot 900) \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot (48 \cdot 21000)^{0.3} = 138000.$$

ასეთ C -ს შეესაბამება მსუბუქი განიერი სერიის გორგოლაჟ-საკისარი № 7512, რომელსაც აქვს $C = 152000$.

ლილვის გაანგარიშება სიმტკიცეზე

შემოგანსაზღვრული რეაქციების მიხედვით, თითოეულ სიბრტყეში აგებულია მღუნავი მომენტების ეპიურა (ნახ. 130). გამოწმეობთ ძაბვებს:

1. კვეთი I-I.

$$M_{\pi} = \sqrt{M_{\pi}^2 + M_{\sigma}^2} = \sqrt{6950^2 + 1300^2} \approx 7070 \text{ კგსმ,}$$

სადაც

$$M_{\sigma} = R_{1\pi} \cdot 14 = (-93) \cdot 14 = -1300 \text{ კგსმ;}$$

$$M_{\pi} = R_{1\pi} \cdot 14 + P \frac{d}{2} = 118 \cdot 14 + 960 \cdot 5,5 \approx 6950 \text{ კგსმ.}$$

შესაბამისად, ძაბვები იქნება:

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{M_{\text{ლ}}}{W} = \frac{M_{\text{ლ}}}{0,1d_1^3} = \frac{7070}{0,1 \cdot 8,6^3} \approx 110 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{კ}} = \frac{4P}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 960}{3,14 \cdot 8,6^2} \approx 16,5 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\tau = \frac{M_{\text{ტრ}}}{W_{\text{ტრ}}} = \frac{972}{0,2 \cdot 8,6^3} \approx 8 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{კკ}} = \sqrt{(\sigma_{\text{ლ}} + \sigma_{\text{კ}})^2 + 3\tau^2} = \sqrt{(110 + 16,5)^2 + 3 \cdot 8^2} \approx 127 \text{ კგ/სმ}^2.$$

2. კვეთი II-II.

$$M_{\text{მ}} = R_{\text{გ}} \cdot 7,5 = 38 \cdot 7,5 = 285 \text{ კგსმ};$$

$$M_{\text{გ}} = R_{\text{გ}} \cdot 7,5 + Q' \frac{D_{\text{სფრ}}}{2} = 276 \cdot 7,5 + 60 \cdot 8 \approx 2550 \text{ კგსმ};$$

$$M_{\text{ლ}} = \sqrt{M_{\text{მ}}^2 + M_{\text{გ}}^2} = \sqrt{285^2 + 2550^2} \approx 2560 \text{ კგსმ};$$

$$\sigma_{\text{ლ}} = \frac{2560}{0,1 \cdot 7^3} \approx 72 \text{ კგ/სმ}^2; \quad \sigma_{\text{კ}} = \frac{4 \cdot 960}{3,14 \cdot 7^2} \approx 25 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\tau = \frac{972}{0,2 \cdot 7^3} \approx 14 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$\sigma_{\text{კკ}} = \sqrt{(72 + 25)^2 + 3 \cdot 14^2} \approx 100 \text{ კგ/სმ}^2.$$

რადგანაც მიღებული ექვივალენტური ძაბვები ორივე კვეთისათვის საგრძნობლად ნაკლებია დასაშვებზე, ამიტომ დაზუსტებით გაანგარიშების წარმოება საჭირო აღარ არის.

საჭიროა აგრეთვე ლილვის შემოწმება სიხისტეზე.

ასეთი გაანგარიშების შემდეგ ხდება რედუქტორის კონსტრუქციის საბოლოო დამუშავება (ნახ. 131). შეირჩევა სტანდარტული ან ნორმალზედული დეტალები, დაზუსტდება ლილვების კონსტრუქციები. თუ საჭიროება მოითხოვს, შევიტანთ ნაწილობრივ ცვლილებებს და სხვ.

15. რედუქტორის სითბური გაანგარიშებისათვის განვსაზღვრავთ რედუქტორის გარსაცმის ფართობს ძირის ფართობის გამოკლებით, ნახ. 132-ის შესაბამისად.

$$F = 0,5 \cdot 0,35 \cdot 2 + 0,26 \cdot 0,35 \cdot 2 + \pi \cdot 0,21^2 \cdot 2 + \pi \cdot 0,21 \cdot 0,26 = 0,98 \text{ მ}^2.$$

რედუქტორზე მიყვანილი უდიდესი სიმძლავრე

$$N_{\text{შაკს}} = \frac{Pv_{\text{შაკს}}}{60 \cdot 75 \cdot \eta} = \frac{920 \cdot 3}{60 \cdot 75 \cdot 0,4} \approx 1,54 \text{ ცხ. d.}$$

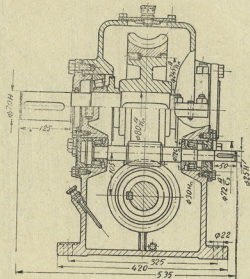
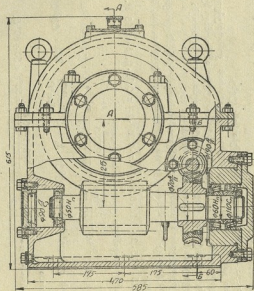
თუ სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი $k_0 = 12 \frac{\text{კალ}}{\text{მ}^2 \cdot \text{სთ} \cdot \text{C}}$, მაშინ ტემპერატურა

რათა სხვაობა

$$\Delta t = t_{\text{გ}} - t_{\text{გ}} = \frac{632(1 - \eta)}{k_0 F} = \frac{632(1 - 0,4)}{12 \cdot 0,98} \approx 50^\circ \text{C} < 50 \div 60^\circ \text{C}.$$

16. რედუქტორის ბოლო ლილვისა და წამყვანი ლილვის საკისრების შეზღუდვა ხდება კონსისტენტური საცხით—სოლიდოლ M -ით, ხოლო ორივე

ЗАДАЧА АА-55-87



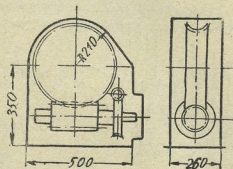
საფეხურის მოდებისა და შუალედი ლილვის საკისრების შესაზეთად საშუალო სიბლანტის მიხედვით შერჩეულია სატრანსმისიო საავტომობილო ზეთი (ГОСТ 3781-53).

17. ლველურ-ხუნდებიანი ვარიატორის გასაანგარიშებლად განვსაზღვრავთ წამყვანი და მიმყოლი ლილვების ბრუნთა რიცხვებს, როცა ვარიატორის გადაცემის რიცხვი $i_3 = 1$ და გასრიალების კოეფიციენტი $\varepsilon = 0,03$;

$$n_2 = n_{\text{წინა}} i_{\text{სწრ}} = 1,5 \cdot 32 \cdot 8 = 384 \text{ ბრ/წთ};$$

$$n_1 = \frac{n_2}{1 - \varepsilon} = \frac{384}{1 - 0,03} \approx 396 \text{ ბრ/წთ}.$$

თუ მივიღებთ ვარიატორის მ. ქ. კ. $\eta_3 = 0,9$, მაშინ მომენტი ვარიატორის მიმყოლ ლილვზე



ნახ. 132.

$$M_2 = \frac{M_{\text{სწრ}}}{i_{\text{სწრ}} \eta_{\text{სწრ}} \eta_3} = \frac{972}{8 \cdot 0,81 \cdot 0,9} \approx 150 \text{ კგსმ};$$

ლილვის დიამეტრი

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_2}{0,2[\tau]_{\text{კგ}}}} = \sqrt[3]{\frac{150}{0,2 \cdot 150}} \approx 1,78 \text{ სმ}.$$

მივიღოთ, რომ $d = 20$ მმ.

ვარიატორის ბორბლის დიამეტრი რეკომენდებულია ავიღოთ $D_{\text{მინ}} = (2,5 \div 4) d$ -ის ფარგლებში, რადგან ჩვენს შემთხვევაში ვარიატორი მცირე კუთხური სიჩქარით მუშაობს, ამიტომ მივიღოთ

$$D_{\text{მინ}} = 4 d = 4 \cdot 20 = 80 \text{ მმ},$$

მაშინ

$$D_{\text{მაქს}} = D_{\text{მინ}} \sqrt{D} = 80 \sqrt{4} = 160 \text{ მმ}.$$

ვარიატორის შემდგომი გაანგარიშება ხდება ისე, როგორც ეს წინა მაგალითებში იყო აღნიშნული (იხ. ფრიქციული გადაცემა).

18. სოლისებრ-ლველური გადაცემის გაანგარიშების დაწყებამდე საჭიროა შედგეს მთელი დანადგარის ესკიზური საშეთანწყობო ნახაზი. ამისათვის რელექტორისა და ვარიატორის ლილვების შესაერთებლად შეირჩევა სტანდარტებიდან ქურო M 01. ელექტროძრავის АОП 42.6 ზომები შეირჩევა კატალოგებიდან. შეთანწყობი ნახაზიდან განისაზღვრება ლველური გადაცემისათვის მინიმალური ცენტრთაშორისი მანძილი და აგრეთვე ლველებისაგან წნევის მიმართულება ვარიატორის წამყვან ლილვზე.

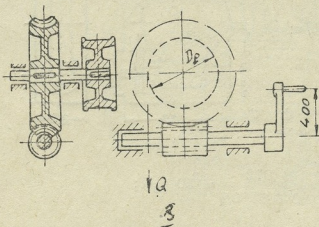
რადგანაც ვარიატორის წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_2 = 396 \frac{\text{ბრ}}{\text{წთ}}$, ამიტომ ლველური გადაცემისათვის გადაცემის რიცხვი იქნება

$$i_{\text{ვ3}} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{930}{396} = 2,35.$$

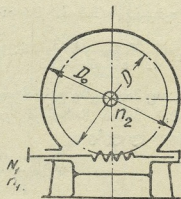
სოლგერ-ლეღური გადაცემის დანარჩენი გაანგარიშება ხდება ისე, როგორც ეს აღნიშნულია IV თავში და მას აქ აღარ განვიხილავთ.

ხაკონტროლო ამოცანები

1. გაიანგარიშეთ თვითდამუხრუჭებელი ჰიაგადაცემა ხელის ჯალამბრისათვის (ნახ. 133), თუ ასაწვეი ტვირთი $Q=1000$ კგ, დოლის დიამეტრი $D_0=350$ მმ, სახელურის სიგრძე $l=400$ მმ. სახელურზე მუშაობს ერთი მუშა, რომლის საანგარიშო ძალად მიიღეთ $P_0=15 \pm 20$ კგ.

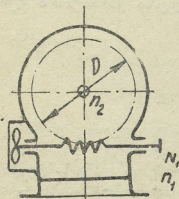


ნახ. 133.



ნახ. 134.

2. გაიანგარიშეთ ჰიარედუქტორი (ნახ. 134) $N_1=25$ ცხ. ძ-ზე, თუ ჰიარახანის ბრუნთა რიცხვი $n_1=1000$ ბრ/წთ; ჰიაკბილანის $n_2=50$ ბრ/წთ. სასურველია, რომ რედუქტორი განუწყვეტლივ მუშაობდეს და ზეთის ტემპერატურამ 60°C -ს არ გადააჭარბოს; თუ განუწყვეტლივ ვერ იმუშავებს, მაშინ განსაზღვრეთ გაჩერების დრო, საჭირო რედუქტორის გასაცივებლად. გაანგარიშებისას ჩათვალით, რომ სითბოს გაყვანა ხდება კოლოდის ნაპირებიდან—დიამეტრით $D_0=D_0+100$ მმ, და გვერდითი ზედაპირიდან—ფართობით $F=0,8\pi D_0 B_1$, სადაც B_1 კოლოდის სიგანეა და $B_1=B+100$ მმ; B —ჰიაკბილანის სიგანე. გადაცემა მუშაობს მცირე ბიძგებით.



ნახ. 135.

3. გაიანგარიშეთ ჰიარედუქტორი (ნახ. 135) 50 ცხ. ძ-ზე, თუ $n_1=1000$ ბრ/წთ; $i=18$; ხრახნი სამსვლიანია და რედუქტორი ცივდება შემოჭრებით.

4. გაიანგარიშეთ 3 ტონიანი ხელით ამწევი სახველას (ნახ. 136) ჰიარახანის და კბილანის ზომები, თუ ვარსკვლავის დიამეტრი $D_1=117$ მმ; მწევი თელის დიამეტრი $D_0=320$ მმ; გაანგარიშებისათვის ორი მუშის ძალად მიიღეთ $P_0=40$ კგ.

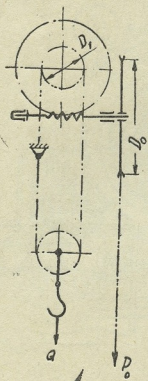
5. გაიანგარიშეთ მოსაბრუნებელი ამწეს ტვირთამწევი მექანიზმის ჰიარედუქტორი და ღია ცილინდრული კბილანებით გადაცემა (ნახ. 137), თუ ასაწვეი ტვირთის წონა $Q=5000$ კგ, აწვეის სიჩქარე $v_{\text{გვ}}=6$ მ/წთ; $D_0=300$ მმ; ჰიარახანის ბრუნთა რიცხვი $n_1=945$ ბრ/წთ. მექანიზმი შესვენებით მუშაობს.

6. გაიანგარიშეთ 138-ე ნახ-ის სქემაზე გამოსახული მექანიზმის ჰია და ჯაკვუარი გადაცემა, თუ ელექტროძრავის სიმძლავრე $N_1=20$ ცხ. ძ; ბრუნთა რიცხვი $n_1=1500$ ბრ/წთ და $n_2=50$ ბრ/წთ.

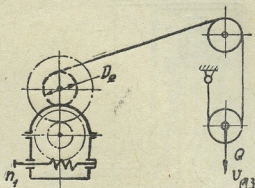
7. გაიანგარიშეთ 139-ე ნახ-ის სქემაზე მოცემული ელექტროჯალამბრის ძირითადი ზომები, თუ ასაწვეი ტვირთის წონა 1 საათის განმავლობაში $P_1=3000$ კგ, 7 საათის განმავლობაში კი— $P_2=2500$ კგ, ტვირთის აწვეის სიჩქარე $v=7$ მ/წთ. გადაცემა დღე-ღამეში უნდა იმუშაოს 8 საათს, წელიწადში—300 დღეს, გადაცემის სამსახურის დრო 10 წელია.

8. გაიანგარიშეთ 140-ე ნახ-ის სქემაზე გამოსახული ლენტური კონვეიერის ამძრავი მექანიზმი, თუ წრიული ძალა დოლზე $P=350$ კგ, ლენტის სიჩქარე $v=0,5$ მ/წმ; დოლის დიამეტრი $D_e=340$ მმ. ამძრავი მექანიზმი შედგება კიატილინდრული რედუქტორისა და ჯაჭვური გადაცემისაგან.

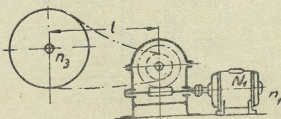
9. გაიანგარიშეთ კიაზრანული რედუქტორი დამცველი ფრეკტიული ქუროთი 141-ე



ნახ. 136.

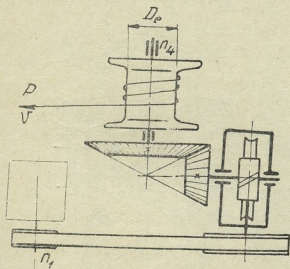


ნახ. 137.

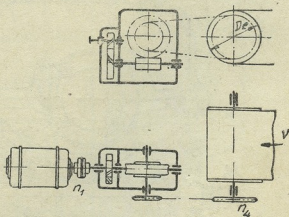


ნახ. 138.

ნახ-ზე გამოსახული სქემის საფუძველზე, თუ გადასაცემი მგრეზავი მომენტი $M_{გრ}=7200$ კგსმ კიატილინის ფეროს მასალა ბრინჯალა ОЦ 6-6-3; შემომქერი კონუსებისა—ფოლადის



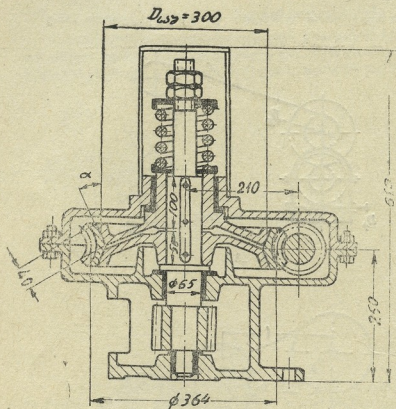
ნახ. 139.



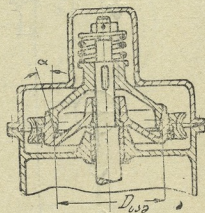
ნახ. 140.

სამუღი; $\alpha=8^{\circ} \div 12^{\circ}$; ხაზუნის კოეფიციენტი $f=0,06$; კუთრი წნევა ბრინჯალისი—ფოლადზე ან თუჯზე $[p]=6 \div 10$ კგ/სმ².

10. მგრეზავი მომენტის ჰიაკბილანიდან ლილვზე გადაცემა ხდება დამცველი კონუსური ფრიქციული ქურთი (ნახ. 142). ჰიაკბილანა შესრულებულია შემდეგი პარამეტრებით: $m=10$ მმ; $z=40$; ჰიახრახნი ორსვლიანია— $d=80$ მმ; კბილის სიგრძე $b=60$ მმ; $n_3=50$ ბრ/წთ;

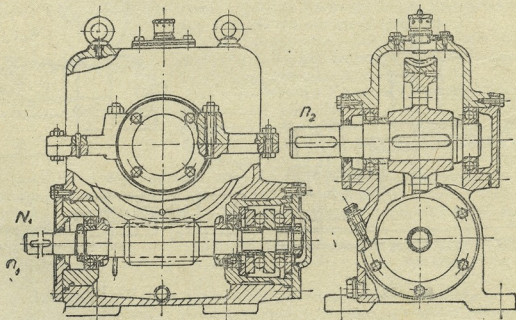


ნახ. 141.

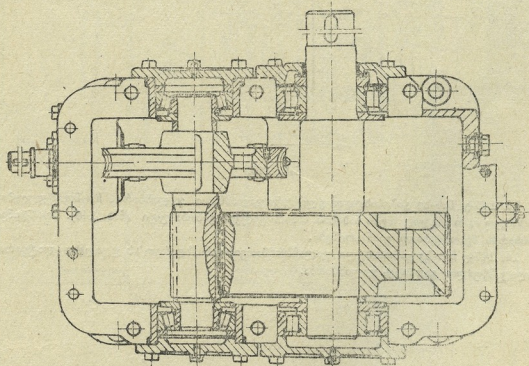
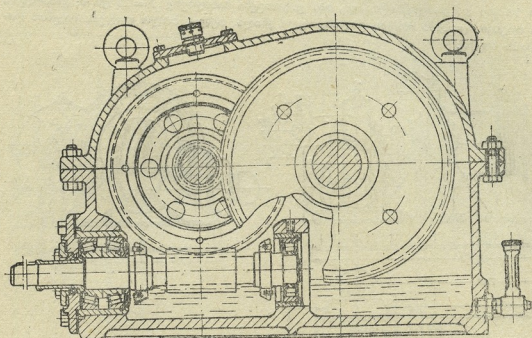


ნახ. 142.

კბილებში ძვრაზე დასაშვები ძაბვა $[\sigma]_{\text{კ}}=520$ კგ/სმ². გაიანგარიშეთ მყენშავი ზამბარა, თუ მისი მასალა არის ფოლადი 60 C 2, წრთობილი; ფრიქციული კონუსების მასალა—რ. თ. 15-32; ხახუნის კოეფიციენტი $f=0,1$; $\alpha=15^\circ$ და კონუსების საშუალო დიამეტრი $D_{\text{სა}}=220$ მმ.



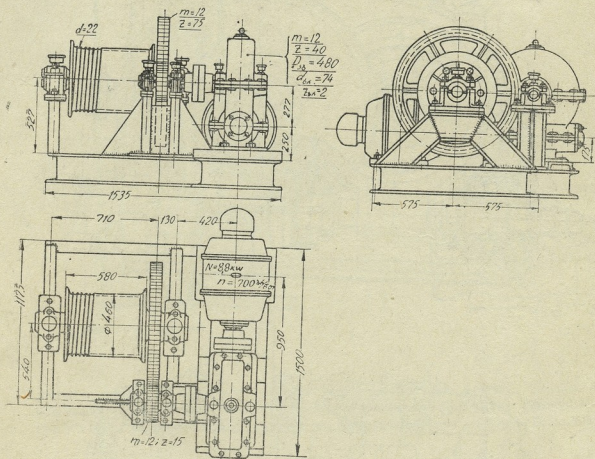
ნახ. 143.



636. 144.

11. განსაზღვრეთ 143-ე ნახ-ზე გამოსახული კიარედუქტორის ძირითადი ზომები, თუ სიმძლავრე კიარახანის ლილვზე $N_1=5$ ცხ. ძ; კიარახანის ბრუნთა რიცხვი $n_1=940$ ბრ/წთ; კიარებილანის $n_2=47$ ბრ/წთ.

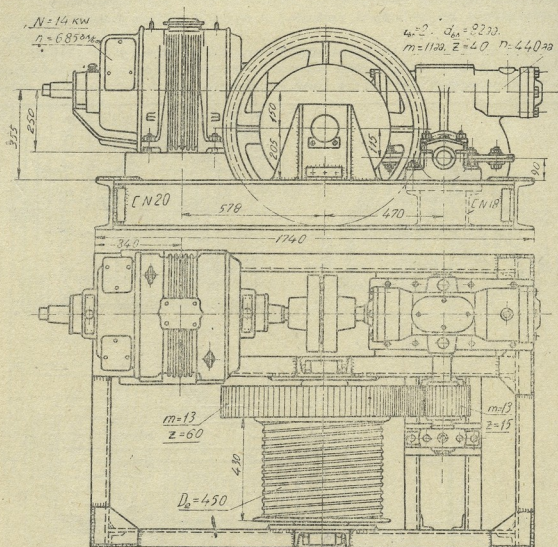
12. 144-ე ნახ-ზე გამოსახულია კიაცილინდრული რედუქტორი. გაიანგარიშეთ მისი ძირითადი ზომები და დაგეგმარეთ იგი, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=15$ ცხ. ძ; კიარახანის ბრუნთა რიცხვი $n_1=1440$ ბრ/წთ; ცილინდრული კბილა თვლის ბოლო ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_2=15$ ბრ/წთ.



ნახ. 145.

13. 145-ე ნახ-ზე გამოსახულია ელექტროჯალამბარი. ჯალამბარის ჩარჩო შედგენილია დამხუბული, რომელიც მუშა ნახანის სახით ცალკეა გამოსახული (ნახ. 146). მოახდინეთ ჯალამბარის შემოწმებითი გაანგარიშება.

14. 147-ე ნახ-ზე გამოსახული ჯალამბარისათვის განსაზღვრეთ ის უდიდესი დატვირთვა რომელიც შეუძლია გადასცეს ჯალამბარმა.



ნახ. 147.

კბილანური და ზიაგადაცემები პლასტიკური მასალებისათვის

ძირითადი მონაცემები და საანგარიშო ფორმულები

ამ ბოლო დროს მანქანათმშენებლობაში ფართო გავრცელებას პოულობს სინთეტიკური საკონსტრუქციო მასალები—პლასტიკები. მანქანათა ნაწილები უმეტესად მზადდება ფენოლური (თერმოორეაქტიული) და პოლიამიდური (თერმოპლასტიკური) ფისებისაგან.

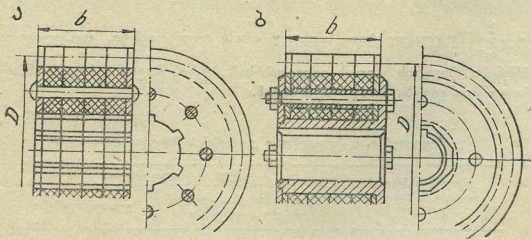
თერმოპლასტიკური მასალები შექცევადია, ე. ი. მათგან დამზადებული ნაწილები შეიძლება რამდენიმეჯერ გადამუშავდეს. თერმოორეაქტიული პლასტიკები არაა შექცევადი.

ზოგიერთი პლასტიკური მასალის მექანიკური მახასიათებლები მოცემულია 39-ე ცხრილში.

ზოგიერთი პლასტიკური მასის მექანიკური მახასიათებლები

მასალა	სიმტკიცის ზღვარი კგ/მმ²				გრძ.კმ	გამოყენების უბნები
	გრ.ლ		გრ.კუშვ			
	ბოჭკოების მიმართ					
	⊥		⊥			
ფენოლპლასტიკები:						
1. ტექსტოლიტი 2	12	—	—	15	—	საკისრების სადებეზად და კბილა თვლებისათვის
2Б	15	—	22	13	—	საკისრებისათვის
სპეციალური ტექსტოლიტი						
ПТ	14,5	—	23	13	—	კბილა თვლებისა და ჭია-
ПТК	16	—	25	15	—	კბილანებისათვის
ტექსტოვოლანიტი	4—12	—	10—13	—	—	სხვადასხვა სახის დაწნე- ხილი ნაყეთებისათვის
2. დრეკოლიტი და ფენოდრეკლას- ტიკები:						
ДСП-Б	26—28	—	15,5— 16	—	—	საკისრების სადებეზად და მილისებისათვის
ДСП-В	15—18	—	11—12	—	—	საკისრების სადებეზად და კბილა თვლებისათვის
ДСП-Г	10	—	12	—	—	კბილა თვლებისა, ჭიაკბი- ლანებისა და საღვედე ბორბლებისათვის
ფენოდრეკლასტი	13,8— 18	—	—	10—14	—	დაწნეხილი სადებეზისა- თვის, მილისებისათვის და მცირე ზომის კბილანე- ბისათვის
ამინოპლასტიკები:						
პოლიამიდი 66	6—7	—	—	6—7	—	საკისრების სადებეზად, კბილა თვლებისათვის
პოლიამიდი 68	7—9	—	—	7—9	—	ლვედების ბორბლებისა- თვის, სამაგრი ნაწილე- ბისათვის, კონვეიერის ლენტებისათვის და სხვ.
ულტრაამიდი А და В	6—7	—	—	6—7	—	
კარონი	6—7	—	—	6—7	—	
ამინოპლასტი № 68	7	—	—	—	—	

კბილა თვლებისათვის ნამზადი გამოიჭრება თხელი ფურცლისაგან, შევებდება წებოთი (БФ-4) და შეერთდება მოქლონებით, ჭანჭიკებით (ნახ. 148 ა და ბ)



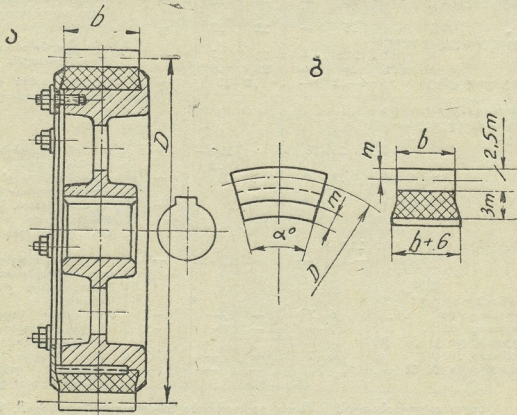
ნახ. 148 ა და ბ.

ან ფასონური ჭანჭიკით; ნაპირებში უკეთებენ დამცველ ფოლადის ფურცლებს (ფლ. 3), სისქით 2—8 მმ.

დიდი დიამეტრის თვლები კეთდება თუჯის ცენტრზე დამაგრებულ პლასტმასით, შავ., ნახ. 149 ა და ბ-ს შესაბამისად.

ამინოპლასტების თვლებს ზშირად ამზადებენ ნეილონისაგან, მთლიანი ნამზადიდან (დიამეტრი შეიძლება იყოს 300 მმ-მდე, სიგრძე—1 მ-მდე), შეიძლება იგი ჩამოისხას პრესფორმებში, რომელსაც შემდეგ დამუშავება ალარ სჭირდება.

პლასტმასებისაგან დამზადებული კბილანები გაიანგარიშება ლითონის კბილანების საანგარიშო ფორმულებით. სპეციფიკურობა გაითვალისწინება



ნახ. 149.

$k = \frac{1}{k_{\text{ფ}} \gamma}$ კოეფიციენტი, სადაც γ ჯარის კოეფიციენტი, [რომელიც ითვალისწინებს კბილანის კბილის გაცვეთას სამსახურის მთელი დროის განმავლობაში და იგი აიღება მე-40 ცხრილიდან.

ცხრილი 40

γ კოეფიციენტი, დამოკიდებული კბილანის სამსახურის დროისაგან

კბილანის ბრუნთა რიცხვი სამსახურის მთელ დროში	ცვეთის კოეფიციენტი	
	ზეთში მომუშავე დაბურული გადაცემები	ლია გადაცემები
$5 \cdot 10^6$	1,00	0,90
$5 \cdot 10^6 \div 100 \cdot 10^6$	0,85	0,75
$> 100 \cdot 10^6$	0,75	0,50

სადაც β პროფილის კუთხეა ხრახნისათვის და $\beta = 20^\circ$. ξ საკონტაქტო ხაზის მინიმალური სიგრძის კოეფიციენტი და $\xi = 0,75$. რეჟიმის კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$K = k_1 \frac{1}{k_{\text{კ}}},$$

სადაც k_1 ჭიკადაცემის მუშაობის რეჟიმის კოეფიციენტი და აიღება 43-ე ცხრილიდან.

ცხრილი 43

მუშაობის რეჟიმის კოეფიციენტი k_1	
მექანიზმის მუშაობის ხასიათი	k_1
გადაცემები მცირე დატვირთვებით, დამყოფი მექანიზმები, მიწოდების მექანიზმები ჩარბებში და სხვა	1—1,25
თანაბარი დატვირთვით მომუშავე გადაცემები, უბიძგებოდ, არარევერსიული ტრანსმისიური გადაცემები, მანქანა-იარაღების რედუქტორი	1,25—1,5
მთავარი მექანიზმების გადაცემები, უბიძგებოდ, რევერსიული გადაცემები, მცირე დატვირთვები	1,5—1,75
ბიძგებით მომუშავე და რევერსიული გადაცემები საშუალო დატვირთვებისას, ტვირთამწევი მანქანების გადაცემები	1,75—2,25
ამძრავების გადაცემები, არათანაბარი დატვირთვით, ბიძგებითა და დარტყმებით მომუშავე; საგლინავე ჩარბები, სამსხვრევლა, ექსკავატორები და სხვ.	2,25—3

გადახურვების კოეფიციენტი დაახლოებით შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით, როცა $f_0 = \frac{h'}{m} = 1$,

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{\sqrt{(z_{\alpha} + 2)^2 - 0,88z_{\alpha}^2 - 0,34z_{\alpha} + 5,88}}{5,9}.$$

დანარჩენი სიდიდეები ფენოპლასტიკებისა და პოლიამიდებისათვის განისაზღვრება ლითონის კბილანების მსგავსად.

პლასტმასის კბილანების შეერთება ლილვებთან და ლითონის ნაწილებთან გაიანგარიშება თელვაზე

$$\sigma_{\text{თელ}} = \frac{P}{F} = \frac{2M_{\text{გრ}}}{DF} \leq [\sigma]_{\text{თელ}},$$

სადაც შლიცებით შეერთების დროს $F = hlz$.

h , l და z შლიცების სიმაღლე, სიგრძე და რიცხვია.

მოქლონებით და კანჭიკებით შეერთების დროს ანგარიშში იღებენ $2/3 z$, შესაბამისად $F = \frac{2}{3} dlz$;

$$[\sigma]_{\text{თელ}} = \frac{\sigma_{\text{დრ.კუშვ}}}{n}, \text{ სადაც } n = 5; \sigma_{\text{დრ.კუშვ}} \text{ აიღება პლასტმასისათვის.}$$

ფერსოს დამმარებელი ხრახნის გაანგარიშებისათვის ხრახნის ღერძული ძალა Q_0 განისაზღვრება ტოლობიდან

$$Q_0 f' i \chi \frac{D}{2} = M_{\text{გრ}k},$$

სადაც $f' = \frac{f}{\sin \gamma}$; γ —ფერსოს ჩამოჭრის კუთხეა და $\lg \gamma = \frac{3}{m}$; უფრო მეტი

საიმედობისათვის აიღება $f' \approx f$; i —მოხაზუნე ზედაპირების რიცხვი და $i=2$; χ —ხრახნების რიცხვი; k —მარაგის კოეფიციენტი და $k=1,3 \div 1,5$.

მაგალითი. განსაზღვრეთ ძირითადი ზომები ელექტროძრავიდან ერთსა-ფეხურიან ღია ცილინდრულკბილანებიანი გადაცემისათვის, თუ: სიმძლავ-რე წამყვან ლილვზე $N_1=4,5$ ცხ. ძ; წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_1=1440$ ბრ/წთ; გადაცემის რიცხვი $i=4$; კბილანების მასალა კაპრონი, სიმ-ტყიცის ზღვარი ლუნვის დროს $\sigma_{\text{დრ.ლ}}=700$ კგ/სმ²; გადაცემის მუშა ტემპე-რატურა $t=28^\circ\text{C}$; კბილანის კბილთა რიცხვი $z_1=24$ და მოდების კუთხე $\alpha=20^\circ$.

გაანგარიშება. 1. ცვეთის კოეფიციენტად მივიღოთ $\gamma=1$;

2. წინდაწინ დავუშვათ, რომ წრიული სიჩქარე $v=5,8$ მ/წმ;

მაშინ დინამიკურობის კოეფიციენტი

$$k_{\text{დ}} = \frac{159}{200+197v} + 0,25 = \frac{159}{200+197 \cdot 5,8} + 0,25 = 0,368.$$

3. K კოეფიციენტი

$$K = \frac{1}{\gamma k_{\text{დ}}} = \frac{1}{1 \cdot 0,368} = 2,72;$$

4. კბილის ფორმის კოეფიციენტი 42-ე ცხრილიდან, როცა $z_1=24$, არის $\gamma_{\text{კ}}=0,182$.

5. ლუნვის დასაშვები ძაბვა, თუ მივიღებთ სიმტყიცის მარაგს $n=3$, იქნება

$$[\sigma]_{\text{ლ}} = \frac{\sigma_{\text{დრ.ლ}}}{n} = \frac{700}{3} = 233 \text{ კგ/სმ}^2;$$

6. მოდების მოდული, თუ მივიღებთ $\psi=10$, იქნება

$$m=10 \sqrt[3]{\frac{455 NK}{\gamma [\sigma]_{\text{ლ}} \psi z_{\text{კ}} n_{\text{კ}}}} = 10 \sqrt[3]{\frac{455 \cdot 4,5 \cdot 2,72}{0,182 \cdot 2,33 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 1440}} \approx 3,36 \text{ მმ.}$$

მივიღოთ, რომ $m=3,5$ მმ (ОСТ 1597).

7. კბილანისა და კბილა თვლის საწყისი დიამეტრები

$$D_1 = m z_1 = 3,5 \cdot 24 = 84 \text{ მმ};$$

$$D_2 = m z_2 = 3,5 \cdot 96 = 336 \text{ მმ},$$

სადაც

$$z_2 = i z_1 = 4 \cdot 24 = 96.$$

8. კბილა თვლის სიგანე

$$b = \phi m = 10 \cdot 3,5 = 35 \text{ მმ.}$$

9. ვამოწმებთ v , $k_{\text{ფ}}$ და K -ს

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 84 \cdot 1440}{60 \cdot 1000} = 6,33 \text{ მ/წმ};$$

$$k_{\text{ფ}} = \frac{159}{200 + 197 \cdot 6,33} + 0,25 = 0,359;$$

$$K = \frac{1}{\gamma k_{\text{ფ}}} = \frac{1}{1 \cdot 0,359} \approx 2,78.$$

10. შეგვაქვს შემოწმება K -ს სიდიდეზე

$$m = 3,36 \sqrt[3]{\frac{2,78}{2,72}} \approx 3,33 \text{ მმ.}$$

11. გადახურვის კოეფიციენტის დაახლოებითი მნიშვნელობაა

$$\varepsilon_p = 1,913 - \frac{2,562(5+i)}{z_1 + z_2} = 1,913 - \frac{2,562(5+4)}{24+96} = 1,72 < 2.$$

ამგვარად, შემოგამოთვლილი ზომების შეცვლა საჭირო აღარ არის.

IV თავი

ლევური გადაცემა

გრძელლევური გადაცემა

ლევური გადაცემის უმთავრესი საანგარიშო ფორმულები

ლევლის სიჩქარე (ნახ. 151)

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} \text{ მ/წმ};$$

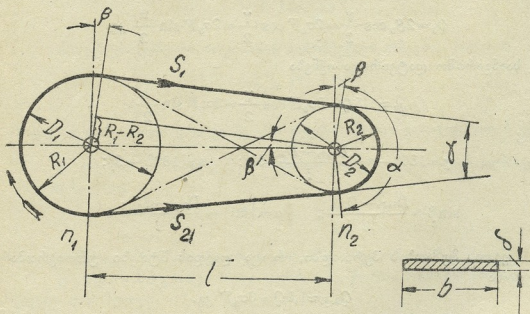
წრიული ძალა

$$P = \frac{75 N_{\text{ცხ.ძ}}}{v} = \frac{102 N_{\text{კვბ.}}}{v},$$

სადაც N არის გადასაცემი სიმძლავრე, ცხ. ძ;

D_1 —წამყვანი ბორბლის დიამეტრი, მ;

n_1 —წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი, წთ.



ნახ. 151.

ლევლის წამყვანი და მიმყოლი ბოლოების S_1 და S_2 დაჭიმულობებს შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულებები:

$$S_1 - S_2 = P; \quad S_1 = S_2 e^{f\alpha}; \quad S_1 = \frac{P e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}; \quad S_2 = \frac{P}{e^{f\alpha} - 1},$$

სადაც f არის ხახუნის კოეფიციენტი ბორბლის ფერსოსა და ლვედს შორის; α —უმცირეს ბორბალზე ლვედის შემოხვევის კუთხე; e —ნატურალური ლოგარიტმების ფუნქცია.

ლვედის მოძრაობისას ლვედში წარმოშობილი ცენტრიდანული ძალის გათვალისწინებით გვექნება:

$$S_1 = \frac{P e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} + \frac{qv^2}{g}; \quad S_2 = \frac{P}{e^{f\alpha} - 1} + \frac{qv^2}{g},$$

სადაც q არის ლვედის ერთი მეტრის სიგრძის წონა და g —სიმძიმის ძალის აჩქარება.

ლვედის წინასწარი დაჭიმვის ძალის სიდიდე

$$S_0 = \frac{S_1 + S_2}{2}.$$

ლილვზე მოქმედი წნევა, როცა გადაცემა უძრავია და ლვედის შტოები ურთიერთპარალელური, იქნება

$$Q = 2S_0 = 2\sigma_0 F \text{ კგ},$$

სადაც σ_0 არის რეკომენდებული ძაბვა ლვედში მისი წინასწარი დაჭიმულობისაგან და $\sigma_0 \approx 18$ კგ/სმ²; F —ლვედის განივკვეთის ფართობი და $F = b\delta$ სმ².

საანგარიშოდ იღებენ

$$Q_{\text{მაქს}} \approx 1,5Q = 3\sigma_0 F \text{ კგ}.$$

როცა ლვედის შტოები ურთიერთპარალელური არაა, მაშინ უძრავ ლვედში

$$Q_0 = 2S_0 \cos \frac{\gamma}{2} = 2\sigma_0 F \cos \frac{\gamma}{2} = 2\sigma_0 F \sin \frac{\alpha}{2} \text{ კგ}.$$

საანგარიშოდ დატვირთვა იქნება

$$Q_{\text{მაქს}} \approx 1,5Q = 3\sigma_0 F \cos \frac{\gamma}{2} = 3\sigma_0 F \sin \frac{\alpha}{2},$$

სადაც

$$\gamma = 180^\circ - \alpha = \frac{D_{\text{მაქს}} - D_{\text{მინ}}}{l} 60^\circ; \quad \alpha = 180^\circ - 2\beta;$$

$$\sin \beta = \frac{D_{\text{მაქს}} - D_{\text{მინ}}}{2l}; \quad \alpha = 180^\circ - \frac{D_{\text{მაქს}} - D_{\text{მინ}}}{l} 60^\circ.$$

ლვედის მუშაობის პერიოდში, როცა ლვედის შტოები ურთიერთპარალელური

$$Q_{\text{მაქს}} \approx 1,5Q = 3\sigma_0 F \text{ კგ}.$$

დაახლოებით იღებენ

$$Q_{\text{მაქს}} \approx (3 \div 5) P.$$

Q წნევის მიმართულება ბორბლის ცენტრში არ გადის და მისგან დაშორებულია მანძილით

$$e = \varphi \frac{D}{2},$$

სადაც φ არის წევის კოეფიციენტი და $\psi = \frac{k}{2\sigma_0}$; k — სასარგებლო დაბე-
ლვადში.

როცა ღვედის შტოები ურთიერთპარალელური არაა, მაშინ ღვედის მოძ-
რაობის დროს

$$Q = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + 2S_1S_2 \cos \gamma}; \quad Q_{\text{მაქს}} \approx 1,5Q.$$

ბორბლის ცენტრებიდან ეს ძალა გადახრილია მანძილებით

$$e_1 = l \frac{D_1}{D_1 + D_2} \sin \Theta; \quad e_2 = l \frac{D_2 \sin \Theta}{D_1 + D_2},$$

სადაც გადახრის კუთხის სიდიდე გამოითვლება ტოლობიდან

$$\operatorname{tg} \Theta = \varphi \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \varphi \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}.$$

ღვედში არსებული დაბეების სიდიდეებია: 1. ღვედის წინას-
წარი დაჭიმულობისაგან

$$\sigma_0 = \frac{S_0}{F};$$

2. ღვედის მუშა სვლისას

$$\sigma_1 = \frac{S_1}{F}; \quad \sigma_2 = \frac{S_2}{F};$$

3. სასარგებლო დაბეა ტოლია

$$k = \frac{P}{F};$$

4. ცენტრიდანული ძალისაგან გამოწვეული დაბეების სიდიდე

$$\sigma_3 = \frac{qv^2}{gF} = \frac{q_1 v^2}{g},$$

სადაც $q_1 = \frac{q}{F}$ ერთი გრძივი მეტრი ღვედის წონაა განივკვეთით 1 სმ².

5. ღვედის ბორბალზე მოძრაობისას ღვედის ღუნვისაგან აღმოცენებული
დაბეის სიდიდე

$$\sigma_4 = E \frac{\delta}{D},$$

სადაც E ღვედის მასალის დრეკადობის მოდულია.

ღვედის სიგრძე, როცა ცენტრებს შორის მანძილი არის l , გამოით-
ვლება ფორმულით

$$L = 2l + \frac{\pi}{2} (D_{\text{მაქს}} + D_{\text{მინ}}) + \frac{(D_{\text{მაქს}} - D_{\text{მინ}})^2}{4l}.$$

გადაჯვარდინებულად მდებარე ღვედისათვის

$$L = 2l + \frac{\pi}{2} (D_{\text{მაქს}} + D_{\text{მინ}}) + \frac{(D_{\text{მაქს}} + D_{\text{მინ}})^2}{4l}.$$

საღვედე ბორბლების დიამეტრები. თუ ლვედის სიჩქარეს წინ-
დაწინ დაუშვებთ (ხშირად იღებენ $v=5 \div 25$ მ/წმ), მაშინ ტოლობიდან

$$v = \frac{\pi D n}{60}$$

განსაზღვრავთ ერთ-ერთი ბორბლის დიამეტრს, რომელსაც სტანდარტს
(OCT 1655-ს) შეუსაბამებენ (ცხრ. 44).

ხშირად უმცირესი ბორბლის დიამეტრს განსაზღვრავენ ემპირიული
ფორმულით

$$D_{\text{ბოტ}} = (1000 \div 1200) \sqrt[3]{\frac{N}{n_{\text{ბოტ}}}} \text{ მმ}$$

(N -გადასაცემი სიმძლავრეა ცხ. d), რომელსაც სტანდარტს OCT 1655-ს შეუსა-
ბამებთ. მეორე ბორბლის დიამეტრი განისაზღვრება გადაცემის რიცხვის ფორ-
მულიდან

$$D_1 n_1 \eta = D_2 n_2$$

სადაც η ითვალისწინებს დანაკარგებს საღვედე ბორბლებზე ლვედის გასრია-
ლების გამო და $\eta \approx 0,98$. მეორე ბორბლის დიამეტრი შეუსაბამდება იმავე სტან-
დარტს — OCT 1655.

ცხრილი 44

საღვედე ბორბლების ძირითადი ზომები 1655-ის მიხედვით, მმ

დია- მეტრი	დასაშვე- ბი გადა- ხრა	დია- მეტრი	დასაშვე- ბი გადა- ხრა	ბორბლის სიგანე B	დასაშვე- ბი გადა- ხრა	ბორბლის ფეროს ამო- წევის ისარი ω	გამოიყენება ლვედის სი- განისას b
50 63 80	± 1	560 630 710 800 900	± 4	40 50 60 70 85	—2	1	30 40 50
90 100 112 125 140 160 180 200	± 2	1000 1120 1250 1400 1600 1800 2000 2250	± 6	100 125 150	—4	1,5	60 (70) და 75 80, 85 და 90
225 250 280 320 360 400 450 500	± 3	2500 2800 3200 3600 4000	± 8	175 200 225	—6	2,5	150 175 200 225
				250 300 350	—8	3	250 და 275 300 350
				400 450 500 600	—10	4	400 450 500 და 550

გადაჯვარდინებული ლვედისათვის $B = 1,4 b + 1 \div 2$ სმ.

სხვადასხვა მასალის ლვედის ძირითადი მახასიათებლები მოცემულია
45-ე ცხრილში.

ბრტყელი ლევები

ტექნიკური მახასიათებლები	ტყავი	მორეზინებული ბამბულის	ბამბეულის ნაკერი	ბამბეულის მთლიანად ნაკსოვი	მატყლის
ტექნიკური პირობები OCT და ГОСТ	OCTHKIII 5773/176	ГОСТ 101-54	HKTH 3156	ГОСТ 6982-54	OCTHKTH 3157
ლევების სიგანე b მმ	20—300	20—500	20—500	30—250	50—500
ლევების სისქე δ მმ	ერთმაგი 3—5,5 ორმაგი 7,5—10	2,5—13,5	5,6—8—11	4,5—6,5—8,5	6—9—11
სიმტკიცის ზღვარი გა- ჭიმვისას კგ/სმ ²	200	440-უშუა- ფენოდ 370-შუა- ფენებით	360	360—405	300
ფარდობა $\frac{D_{\text{ფინ}}}{\delta}$ რეკომენდ. დასაშვ.	35	40	50	30—40	30
	25	30	45	25—35	25
რეკომენდებული უდი- დესი სიჩქარე v მ/წმ	40	20—30	25	25	30
მუდმივები საანგა- რიზო ფორმულაში $\left\{ \begin{matrix} a \\ W \end{matrix} \right.$	29 300	25 100	23 200	21 150	18 150
დრეკადობის მოდული E კგ/სმ ²	1000—1500	800—1200	300—600	300—600	—

ლედის განივკვეთის ზომები შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით

$$F = b\delta = \frac{P}{k},$$

სადაც $k = k_0 C_0 C_1 C_2 C_3$ პრაქტიკული სასარგებლო ძაბვა;

k_0 — დასაშვები სასარგებლო ძაბვა და გამოითვლება ფორმულით

$$k_0 = a - w \frac{\delta}{D_{\text{გის}}};$$

როცა ლედის წინასწარი დაქიმვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე $\sigma_0 = 18$ კგ/სმ², მაშინ k_0 -ის მნიშვნელობა შეიძლება ავიღოთ 46-ე ცხრილიდან.

k_0 და $\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$ -ის მნიშვნელობანი

ლველი	k_0 კგ/სმ ²	$\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$ რეკომენდებული	$\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$ უდიდესი დასაშვები
ტყავის	29—300 $\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$	$\frac{1}{35}$	$\frac{1}{25}$
მორეზინებული	25—100 $\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$	$\leq \frac{1}{40}$	$\frac{1}{30}$
ბამბეულის ნაკერი	23—200 $\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$	$\leq \frac{1}{50}$	$\frac{1}{45}$
ბამბეულის ნაქსოვი	21—150 $\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$	$\leq \frac{1}{30}$	$\frac{1}{25}$
მატყლის ნაქსოვი	18—150 $\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$	$\leq \frac{1}{30}$	$\frac{1}{25}$

k_0 -ის მნიშვნელობა $\frac{\delta}{D_{\text{მინ}}}$ — ფართობის მიხედვით, როცა $\sigma_0 = 18$ კგ/სმ², მოცემულია 47-ე ცხრილში.

ცხრილი 47

k_0 -ის მნიშვნელობანი, როცა $\sigma_0 = 18$ კგ/სმ²

ლველის სახე	ფართობი $\frac{D}{\delta}$									
	20	25	30	35	40	45	50	60	75	100
	k_0 კგ/სმ ²									
ტყავის	(14,0)	17,0	19	20,4	21,5	22,3	23	24	25	26
მორეზინებული	—	(21,0)	21,7	22,1	22,5	22,8	23	23,3	23,7	24
ბამბეულის ნაკერი	—	—	—	—	(18)	18,5	19	19,7	20,3	21
ბამბეულის ნაქსოვი	(13,5)	15	16	16,7	17,2	17,7	18	18,5	19	19,5
მატყლის ნაქსოვი	(10,5)	12	13	13,7	14,2	14,7	15	15,5	16	16,5

სხვა ძაბვებისათვის α კოეფიციენტი შეიძლება შეირჩეს 48-ე ცხრილიდან.

ცხრილი 48

α კოეფიციენტის მნიშვნელობანი $\sigma_0 = 14, 16$ და 20 კგ/სმ²-სათვის

წინასწარი ძაბვა σ_0 კგ/სმ ²	ტყავი	მორეზინებული	ბამბეულის ნაკერი	ბამბეულის ნაქსოვი	მატყლის ნაქსოვი
14	25,5	21,2	20,1	18,4	16,1
16	27,3	23,2	21,6	19,8	17,1
20	30,6	26,7	24,2	22,1	18,8

C_0 კოეფიციენტი დამოკიდებულია ლვედური გადაცემის სახეზე და აიღება 49-ე ცხრილიდან.

C_0 კოეფიციენტის მნიშვნელობანი

გადაცემის სახე	C_0 კოეფიციენტი ბორბლების ცენტრების ხაზის პარიონტთან დახრის კუთხის γ -ს შესაბამისად		
	$\gamma = 0 \div 60^\circ$	$\gamma = 60^\circ \div 80^\circ$	$\gamma = 80^\circ \div 90^\circ$
თვითდამჭიმავი გადაცემები	1,0	1,0	1,0
დამჭიმავი გადაცემები და მარტივი ლია გადაცემა (ლვედის პერიოდულად მოჭიმვით ან გადაკრევით)	1,0	0,9	0,8
გადაჯვარედინებული გადაცემა	0,9	0,8	0,1
ნახევრადგადაჯვარედინებული გადაცემა და კუთხური გადაცემები მიმართი გორგოლაკებით .	0,8	0,7	0,6

C_1 კოეფიციენტი ითვლისწინებს უმცირეს ბორბალზე ლვედის შემოხვევის კუთხეს და გამოითვლება ფორმულით

$$C_1 = 1 - 0,003 (180^\circ - \alpha),$$

ან აიღება 50-ე ცხრილიდან.

ცხრილი 50

C_1 კოეფიციენტის მნიშვნელობანი

შემოხვევის კუთხე α°	150	160	170	180
C_1 კოეფიციენტი	0,91	0,94	0,97	1,0

C_2 კოეფიციენტი ითვლისწინებს ლვედის სიჩქარეს და აიღება 51-ე ცხრილიდან ან $C_2 = 1,04 - 0,0004 \nu^2$.

ცხრილი 51

C_2 კოეფიციენტის მნიშვნელობა

ლვედის სიჩქარე ν მ/წმ	1	5	10	15	20	25	30
C_2 კოეფიციენტი	1,04	1,03	1,0	0,95	0,88	0,79	1,68

დამჭიმავი გორგოლაკის გამოყენების ან თვითდამჭიმავი ლვედური გადაცემის დროს $C_2 = 1$.

C_3 კოეფიციენტი რეჟიმის კოეფიციენტია და ითვლისწინებს გადაცემის მუშაობის ხასიათსა და ხანგრძლიობას და დამოკიდებულია გადაცემის დანიშნულებასა და ძრავის სახეზე. C_3 კოეფიციენტის ზოგიერთი მნიშვნელობა შეიძლება ავიღოთ 52-ე ცხრილიდან.

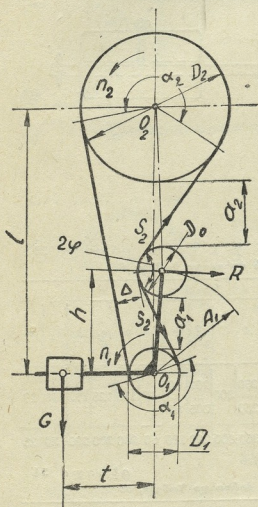
C₃ რეჟიმისა და ხანგრძლიობის კოეფიციენტის მნიშვნელობანი

მაწანების კლასი	დატვირთვის ხასიათი	მანქანის დასახელება	ძრავის სახე წამყვან ლილვზე					
			ჯგუფი A			ჯგუფი B		
			მუდმივი დენის ელექტროძრავები. ერთდაზა ელექტრო- ძრავები. ასინქრო- ნული და მოკლედ ჩართული როტო- რიანი ელექტრო- ძრავები. წყლის ან ორთქლის ტუმბო- ები			სინქრონული ელექ- ტროძრავები. კონ- ტაქტურ როგოლები- ანი ასინქრონული ელექტროძრავები. შიგა წვის ძრავები და ორთქლის ძანქა- ნები. სატრანსმისიო ლილვები		
I	მსუბუქი გასა- შვები დატვირ- თვა ნორმალუ- რის 120%/მდე. თითქმის მუდმი- ვი დატვირთვა	მცირე ვენტილატორები და ჰაერაბეზრავები. ცენ- ტრიდანული და როტა- ციული ტუმბოები და კომპრესორები. სახარა- ტო, საბურღი და სახეხი ჩარხები; დინამოძანქანები (გენერატორები); ლენტუ- რი ტრანსპორტიორები და სხვ.	1 ცვლა	2 ცვლა	3 ცვლა	1 ცვლა	2 ცვლა	3 ცვლა
			1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7
II	გასაშვები დატ- ვირთვა ნორმა- ლურის 150%/ მდე. მუშა დატ- ვირთვის უმნიშ- ვნელო რხევა	მსუბუქი სატრანსმისიო ამძრავები. ჩარხები — მლა- რავი, კბილსაჭრელი და რეგოლვერული; დამუშავი ტუმბოები და კომპრესო- რები მძიმე მქნევალებით; ფირფიტებიანი ტრანს- პორტიორები	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6
III	გასაშვები დატ- ვირთვა ნორმა- ლურის 200%/ მდე. მუშა დატ- ვირთვის საგრ- ძნობი რხევა	რევერსიული ამძრავები; ჩარხები — სარანდი, სატე- ხი, კბილესაჭრელი; დამუ- შავი ტუმბოები და კომ- პრესორები მსუბუქი მქნე- ვარებით; ტრანსპორტიო- რები; ხრახნიანი და ფხე- კია ელევატორები; ხრახნი და ექსცენტრი- კები ან წნეხები მძიმე მქნევალებით; საჭრელი, სართავი და სხვა მაწანები და სხვ.	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5
IV	გასაშვები დატ- ვირთვა ნორმა- ლურის 300%/ მდე; ძალიან უთანაბრო ან დარტყმითი მუ- შა დატვირთვა	ამწვევები, ექსკავატორები, რბენია, თიხისსახელი, ხის სახერხი ჩარჩოები, წისქვილები, ექსცენტრუ- ლი ან ხრახნიანი წნეხები, შეღარებით მსუბუქი მქნე- ვარებით; მაკრატლები, ჩაქურები, სამტრეველა და სხვ.	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4

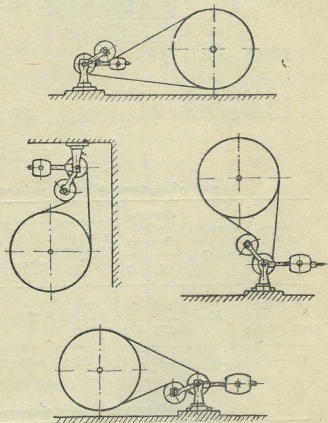
როცა მანძილი ღერძებს შორის მცირეა და გადაცემის რიცხვი $i \geq 3 \div 5$ -ზე, მაშინ გამოიყენება დამჭიმვი გორგოლაკებით გადაცემა (ნახ. 152). გორგოლაკის დიამეტრი აიღება: როცა $D_1 \approx 300$ მმ, $D_0 = D_1$; როცა $D_1 > 300$ მმ, $D_0 \approx 0,8 D_1$. აიღება აგრეთვე $a_1 \geq \frac{D_1 + D_0}{2}$; ან როცა $D_0 \leq 500$, მაშინ $a_1 = (0,5 \div 1) D_1$; როცა $D_0 > 500$ მმ, მაშინ $a_1 = 400 \div 500$ მმ; $a_2 > a_1$; $\Delta > 30 \div 50$ მმ; $l_{\text{მინ}} \approx D_1 + D_2$.

დამჭიმვი გორგოლაკით გადაცემის სხვადასხვა სახე წარმოდგენილია 153-ე ნახ-ზე.

ტვირთის წონა G შეიძლება გამოითვალოს დამოკიდებულებიდან $G \approx \frac{RA_1}{t}$, სადაც გორგოლაკზე მოქმედი წნევა $R = 2S \cos \varphi$ (ნახ. 152). დამჭიმვი გორგოლაკის ერთმხრიანი ბერკეტით გადაცემის კონსტრუქციული ნახაზი გა-

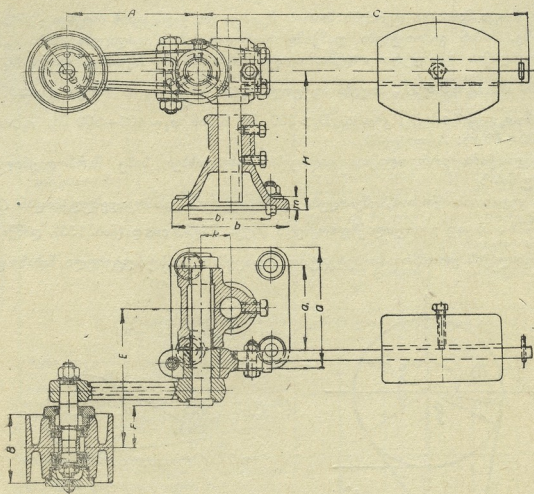


ნახ. 152.



ნახ. 153.

მოსახულია 154-ე ნახ-ზე და მისი ძირითადი ზომები მოცემულია 53-ე ცხრილში. ორმხრიანი ბერკეტული გადაცემის სქემა მოცემულია 155-ე ნახ-ზე, ხოლო ძირითადი ზომები—54-ე ცხრილში. ცხრილებიდან აღებული ზომების მიხედვით დაიხაზება გადაცემის ნახაზი და შემდეგ შემოწმდება ბერკეტები და ღერძები სიმტკიცეზე.



ნახ. 154.

ცხრილი 53

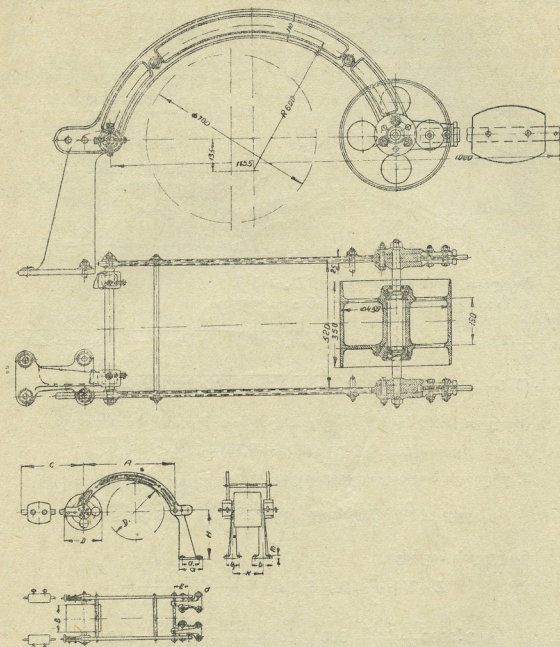
ერთბერკეტული დამქიმავი გორგოლაკის ძირითადი ზომები, მმ

გორგო- ლაკის აღნიშვნა	უდიდესი წრიული ძალა P კგ	გორგო- ლაკის ზომები		ბორბლის უდიდესი დამეტრი D_1	ზომები												
		B	D		H		A	C	E	F	k	a	a_1	b	b_1	m	
					უდიდ.	უმც.											
60-T-100	60	100	125	200	280	190	200	500	200	60	45	175	125	175	125	19	
60-T-125		125	175	300			250		205	65							
60-T-175	150	175	275	400	405	275	360	800	290	100	60	280	200	200	130	25	

ცხრილი 54

ორბერკეტული დამქიმავი გორგოლაკის ძირითადი ზომები, მმ

გორგო- ლაკის აღნიშვნა	უდიდესი წრიული ძალა P კგ	გორგო- ლაკის ზომები		ბორბლის უდიდესი დამეტრი D_1	ზომები											ხერტი განვიკი- სათვის
		B	D		H	A	C	k	E	a	a_1	b	b_1	m		
61-T-250	250	250	350	450	450	700	650	—	170	250	170	200	120	25	20	
61-T-350	400	350	450	700	550	1155	1000	375								
61-T-450	650	450	500	850	550	1350	915	440		220	300	230	225	150	25	20



ნახ. 155.

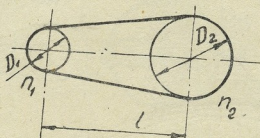
მაგალითები

მაგალითი 1. გავეიანგარიშოთ ლვედური გადაცემა კონტაქტურგოლენ-ბიანი ასინქრონული ელექტროძრავიდან $N=7$ კვტ სიმძლავრით და 1445 ბრ/წთ, ერთ-ერთი ჩარხის ლილვზე, რომელსაც აქვს $n_2=320$ ბრ/წთ. ლვედი ბაშბეულისაა, მუშაობა ერთ ცვლაშია, გადაცემა—თარაზული, ნახ. 156-ე სქემის მიხედვით.

განგარიშება. 1. მივიღოთ უმცირესი ბორბლის დიამეტრი ფორმულიდან $D_1 = (1000 \div 1200) \sqrt[3]{\frac{N}{n_1}} = (1000 \div 1200) \sqrt[3]{\frac{7 \cdot 1,36}{1445}} = 170 \div 204$ მმ.

OCT 1655-დან მივიღოთ $D_1=180$ მმ, რომელსაც შეესაბამება ლვედის სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 1445}{60 \cdot 1000} \approx 13,6 \text{ მ/წმ.}$$



ნახ. 156.

2. მიმყოლი ბორბლის დიამეტრი

$$D_2 = \frac{D_1 n_1 \eta}{n_2} = \frac{180 \cdot 1445 \cdot 0,98}{320} \approx 800 \text{ მმ,}$$

რაც შეესაბამება OCT 1655-ს.

3. ლვედის უმცირესი რეკომენდებული სიგრძე იქნება

$$L_{\text{მინ}} = \frac{v}{u} = \frac{v}{3 \div 5} = \frac{13,6}{3} \approx 4,5 \text{ მ.}$$

მივიღოთ, რომ დაახლოებით, $L_{\text{მინ}}=5$ მ.

4. მაშინ ცენტრთაშორისი მანძილი იქნება

$$l_{\text{მინ}} = \frac{1}{8} \{ 2L_{\text{მინ}} - \pi(D_{\text{მაქს}} + D_{\text{მინ}}) + \sqrt{[2L_{\text{მინ}} - \pi(D_{\text{მაქს}} + D_{\text{მინ}})]^2 - 8(D_{\text{მაქს}} - D_{\text{მინ}})^2} \} =$$

$$= \frac{1}{8} \{ 2 \cdot 5 - 3,14(0,8 + 0,18) + \sqrt{[2 \cdot 5 - 3,14(0,8 + 0,18)]^2 - 8(0,8 - 0,18)^2} \} \approx 1,7 \text{ მ.}$$

მივიღოთ, რომ $l=2$ მ, რაც დაახლოებით შეესაბამება სიდიდეს

$$l_{\text{მინ}} = 2(D_{\text{მაქს}} + D_{\text{მინ}}) = 2(0,8 + 0,18) = 1,96 < l = 2 \text{ მ.}$$

5. უმცირეს ბორბალზე შემოხვევის კუთხე

$$\alpha = 180^\circ - \frac{D_{\text{მაქს}} - D_{\text{მინ}}}{l} 60^\circ = 180^\circ - \frac{800 - 180}{2000} 60^\circ \approx 161^\circ.$$

6. ლვედის სიგრძე

$$L = 2l + \frac{\pi}{2} (D_{\text{მაქს}} + D_{\text{მინ}}) + \frac{(D_{\text{მაქს}} - D_{\text{მინ}})^2}{4l} =$$

$$= 2 \cdot 2000 + \frac{3,14}{2} (800 + 180) + \frac{(800 - 180)^2}{4 \cdot 2000} = 5524 \text{ მმ.}$$

ამ სიგრძეს მიემატება გადასაყვრად საჭირო ლვედის სიგრძე 100–200 მმ.

7. ბაშბეულის მთლიანად ნაქსოვი ლვედის სისქეს $D_1=180$ მმ-ის მიხედვით 55-ე ცხრილიდან ვიღებთ $\delta=6,5$ მმ.

8. ვირჩევთ ლვედის წინასწარი დაკომპლუობისაგან გამოწვეულ ძაბვის სიდიდეს $\sigma_0=18$ კგ/სმ².

9. ბაშბეულის ნაქსოვი ლვედისათვის დასაშვები სასარგებლო ძაბვის სიდიდე (ცხრ. 47)

$$k_0 = a - w \frac{\delta}{D_1} = 21 - 150 \frac{6,5}{180} = 15,6 \text{ კგ/სმ}^2.$$

10. ვირჩევთ კოეფიციენტებს: $C_0=1$ (ცხრ. 48—თარაზული გადაცემა); $C_1=0,94$ (ცხრ. 50—მოხვევის კუთხე $\alpha=161^\circ$); $C_2=0,96$ (ცხრ. 51—ლვედის

საღვედე ბორბლების მინიმალური დიამეტრები ნაქსოვი ლვედებისათვის

ლვედის სახე	სისტემა №	ფენების რიცხვი	ბორბლის მინიმალური დიამეტრი	
			რეკომენდებული	დასაშვები
ბამბეულის ნაკერი	5,6	4	280	250
	8	6	450	400
	11	8	710	630
ბამბეულის მთლიანად ნაქსოვი	4	4	112	100
	6,5	6	200	180
	8,5	8	320	280
მატყლის ნაქსოვი	6	3	180	160
	9	4	320	280
	11	5	450	400

სიჩქარე $v=13,6$ მ/წმ; $C_3=0,9$ (ცხრ. 52—1 კლასის, B ჯგუფის მანქანა-ძრავი).

11. პრაქტიკული სასარგებლო ძაბვა ტოლია

$$k=k_0 C_0 C_1 C_2 C_3 = 15,6 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 0,96 \cdot 0,9 = 12,7 \text{ კგ/სმ}^2.$$

12. წრიული ძალა

$$P = \frac{75 N}{v} = \frac{75 \cdot 7 \cdot 1,36}{13,6} \approx 52 \text{ კგ.}$$

13. ლვედის განივკვეთის საჭირო ფართობი

$$F = \frac{P}{k} = \frac{52}{12,7} \approx 4,1 \text{ სმ}^2;$$

14. ლვედის მინიმალური სიგანე

$$b = \frac{F}{\delta} = \frac{41}{0,65} \approx 6,3 \text{ სმ.}$$

44-ე ცხრილის მიხედვით ლვედის სიგანედ მივიღოთ $b=70$ მმ, რომელსაც შეესაბამება ბორბლის სიგანე $B=85$ მმ.

15. შევამოწმებთ ფარდობას $\frac{D_{\text{ნაქს}}}{B} = \frac{800}{85} = 9,4$, რაც დასაშვებია ($6 \div 12$).

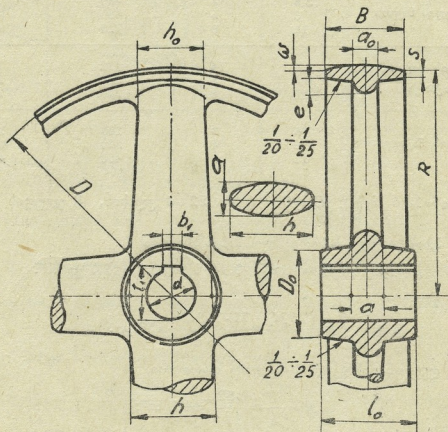
16. წნევის სიდიდე ლილვებზე

$$Q_{\text{ნაქს}} = 3\sigma_0 F \sin \frac{\alpha}{2} = 3 \cdot 18 \cdot 7 \cdot 0,65 \sin \frac{161^\circ}{2} \approx 240 \text{ კგ};$$

$$Q = \frac{Q_{\text{ნაქს}}}{1,5} = \frac{240}{1,5} = 160 \text{ კგ.}$$

17. საღვედე ბორბლების ელემენტების გაანგარიშება: ვიანგარიშოთ ჯერ უდიდესი ბორბლის ზომები, დიამეტრით $D_2=800$ მმ და სიგანით $B=85$ მმ. ბორბლის მასალად მივიღოთ თუჯი რ. თ. 12-28 (ГОСТ 1412.48).

ფერსოს ამოზნექის ისარი OCT 1655-ის მიხედვით იქნება $\omega = 1,5$ მმ
(ცხრ. 45) (ნახ. 157); ფერსოს სისქე $S = 0,01R + 2 \div 3$ მმ $\approx 0,01 \frac{800}{2} + 2 =$
 $= 6$ მმ. ფერსოს შიგნიდან აქვს დახრა $\frac{1}{25} \div \frac{1}{40}$; დახრად მივიღოთ $\frac{1}{25}$, გამ-
მაგრებული ნეკნის სისქედ მივიღოთ $e \approx S + 0,02 B = 6 + 0,02 \cdot 85 = 7,7$ მმ.



ნახ. 157.

მანების რიცხვი გამოვთვალოთ ფორმულით

$$A_3 = \frac{1}{6} \sqrt{D_2} = \frac{1}{6} \sqrt{800} \approx 4,7; \text{ მივიღოთ } A = 6.$$

მანის სიგანე ღერძზე ტოლია

$$h = \sqrt[3]{\frac{75 PR}{A_3 [\sigma]_c}} = \sqrt[3]{\frac{75 \cdot 52 \cdot 40}{6 \cdot 300}} \approx 4,4 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ კონსტრუქციულად $h = 6,5$ სმ, მაშინ მანის სიგანე ფერსოსთან

$$h_0 = 0,8h = 0,8 \cdot 65 = 52 \text{ მმ.}$$

მეორე გვეგმილში მანის სისქე ღერძზე

$$a = 0,4h = 0,4 \cdot 65 \approx 26 \text{ მმ.}$$

მანის სისქე ფერსოსთან

$$a_0 = 0,8a = 0,8 \cdot 26 \approx 21 \text{ მმ.}$$

ლილვის დიამეტრი გამოვთვალოთ გრესაზე სიმტკიცის პირობიდან.

$$d = 12 \sqrt[4]{\frac{N}{n_2}} = 12 \sqrt[4]{\frac{7 \cdot 1,36}{320}} \approx 5,2 \text{ სმ.}$$

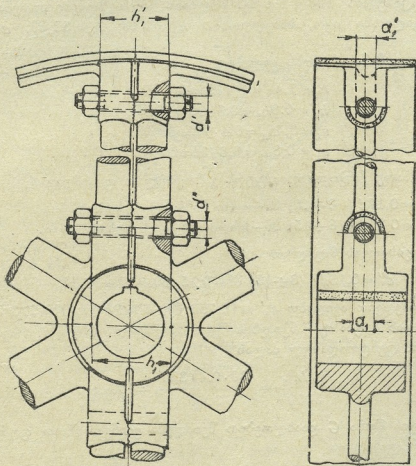
მივიღოთ, რომ კონსტრუქციულად $d = 60$ მმ, მაშინ მორგვის დიამეტრი იქნება

$$D_0 = 2d = 2 \cdot 60 = 120 \text{ მმ.}$$

მორგვის სიგრძედ მივიღოთ

$$l_0 = (1,5 \div 2)d = 1,6 \cdot 60 = 100 \text{ მმ.}$$

ლილვის დიამეტრის $d = 60$ მმ-ის მიხედვით, ГОСТ 8791-58-ით, შევარჩევთ სოგმანის ზომებს $b \times h = 18 \times 11$ მმ; $t = 5,5$ მმ; $t_1 = 66$ მმ.



ნახ. 158.

სოგმანის მიღებულ ზომებს შევამოწმებთ თელვაზე.

მსგავსად გაიანგარიშება $D_1 = 180$ მმ საღვედე ბორბლის ელემენტების ზომებიც.

მაბალთით 2. ვიანგარიშით წინა მაგალითში განხილული მიმყოლი საღვედე ბორბლის ელემენტების ზომები, თუ იგი ორი ნახევრისაგან არის შედგენილი და ერთიმეორესთან პანკიკებითაა შეერთებული (ნახ. 158).

გაანგარიშება. წინა მაგალითის შესაბამისად, გასაანგარიშებელი ბორბლისათვის გვაქვს: $D_2 = 800$ მმ; $B = 85$ მმ; $S = 6$ მმ; წრიული ძალა $P = 52$ კგ.

რადგანაც ბორბლის სიგანე $B < 150$ მმ-ზე, ამიტომ ბორბლის ნახევრების შემაერთებელ კანკიკებს ვალაგებთ ერთ რიგზე (თუ ბორბლის სიგანე $B > 150$ მმ, მაშინ კანკიკები ორ რიგზე ლაგდება).

ფერსოსთან მდებარე კანკიკების დიამეტრი შეიძლება გავიანგარიშოთ ფორმულით

$$d' = 0,35\sqrt{BS} + 5 \text{ მმ} - \text{ორი კანკიკის შემთხვევაში};$$

$$d' = 0,45\sqrt{BS} + 5 \text{ მმ} - \text{ერთი კანკიკის შემთხვევაში}.$$

ჩვენი შემთხვევისათვის

$$d' = 0,45\sqrt{BS} + 5 \text{ მმ} = 0,45\sqrt{85 \cdot 6} + 5 = 15,18 \text{ მმ}.$$

OCT 32-დან ავიღოთ $d_1 = 14,753$ მმ; $d = 18$ მმ; $F = 166$ მმ². საღვედე ბორბლის სახე მოცემულია 158-ე ნახ-ზე. მთლიანი მანის ზომები აიღება იგივე, რაც წინა მაგალითში იყო, სახელდობრ: $h = 65$ მმ; $h_0 = 52$ მმ; $a = 26$ მმ; $a_2 = 21$ მმ.

შედგენილი მანის ზომებს ვიღებთ:

$$h_1 = 1,4h = 1,4 \cdot 65 \approx 90 \text{ მმ};$$

$$h_1' = 0,8h_1 = 0,8 \cdot 90 = 72 \text{ მმ};$$

$$a_1 = 0,4h_1 = 0,4 \cdot 90 = 36 \text{ მმ};$$

$$a_1' = 0,8a_1 = 0,8 \cdot 36 \approx 30 \text{ მმ}.$$

ლილვთან მდებარე კანკიკის დიამეტრს გამოვთვლით ფორმულით

$$d'' = 0,12d + (8 \div 15) \text{ მმ} - \text{ორი კანკიკის შემთხვევაში};$$

$$d'' = 0,15d + (8 \div 15) \text{ მმ} - \text{ერთი კანკიკის შემთხვევაში}.$$

ჩვენი შემთხვევისათვის მივიღოთ

$$d'' = 0,15d + (8 \div 15) \text{ მმ} = 0,15 \cdot 60 + 10 = 19 \text{ მმ}.$$

OCT 32-ის მიხედვით ავიღებთ $d_1'' = 18,753$ მმ; $d'' = 22$ მმ; $F = 270$ მმ².

ფერსოსთან მდებარე კანკიკების შესამოწმებლად განვსაზღვრავთ ბორბლის ნახევრის ცენტრიდანულ ძალას

$$C = \frac{GRn^2}{3000} = \frac{33 \cdot 0,4 \cdot 320^2}{3000} \approx 450 \text{ კგ},$$

სადაც ბორბლის წონა G დაახლოებით შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით: მთლიანი ბორბლისათვის

$$G = 3 + BR(3,5 + 0,9R + 0,4B) = \\ = 3 + 0,85 \cdot 4,0(3,5 + 0,9 \cdot 4,0 + 0,4 \cdot 0,85) \approx 28,3 \text{ კგ}$$

(ფორმულაში ზომები ჩასმულია დეციმეტრებით).

რადგანაც ბორბალი ორი ნახევრისაგან შედგება, ამიტომ მიღებულ წონას ვადიდებთ 15%-ით და საბოლოოდ ვიღებთ $G \approx 33$ კგ.

შესაბამისად გაკიშვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე ფერსოსთან მდებარე კანკიკში

$$\sigma_{კკ} = \frac{P + C}{\frac{\pi(d_1')^2}{4}} = \frac{52 + 450}{2 \cdot 1,66} \approx 152 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{კკ} = 600 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მორგვთან მდებარე ქანჭიკს ვამოწმებთ ისე, როგორც კლემურ შეერთებას; ამიტომ

$$\sigma_{\text{კ}} = \frac{PR}{f d z_2 \frac{\pi(d_1'')^2}{4}} = \frac{52 \cdot 40}{0,15 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 2,7} \approx 430 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma]_{\text{კ}} = 600 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ბორბლის დანარჩენი ზომები ისეთნაირადვე გაიანგარიშება, როგორც ეს მთლიანი ბორბლისათვის იყო აღნიშნული.

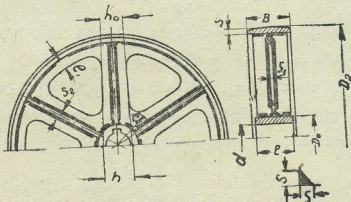
მაგალითი 3. გაიანგარიშეთ წინა მაგალითში განხილული მიმყოლი საღვედე ბორბლის ელემენტების ზომები, თუ იგი ფოლადის მასალისაგან შედგენილია და მზადებული (ნახ. 159).

გაანგარიშება. წინა მაგალითების შესაბამისად, გასაანგარიშებელი ბორბლისათვის გვაქვს: $D_2 = 800$ მმ; $B = 85$ მმ; $d = 60$ მმ; $l = 100$ მმ; წრიული ძალა $P = 52$ კგ; გადასაცემა სიმძლავრე $N = 7$ კვტ; $n_2 = 320$ ბრ/წთ; $b = 70$ მმ.

ბორბლის კონსტრუქცია ავიღოთ 159-ე ნახ.ის შესაბამისი.

ბადროს სისქეს დაახლოებით იღებენ

$$s_1 \approx 0,08d = 0,08 \cdot 60 = 4,8 \text{ მმ.}$$



ნახ. 159.

ერთბადროიან ბორბლებში ბადროს სისქეს 8 მმ-ზე ნაკლებს არ იღებენ. ამიტომ მივიღოთ, რომ $s_1 = 8$ მმ.

ვამოწმებთ ნაკერს, რომელიც ამაგრებს ბადროს ბორბლის მორგვთან. მორგვის დიამეტრად მივიღოთ $D_0 \approx 1,8d = 1,8 \cdot 60 \approx 100$ მმ. ნაკერის ზომა მორგვთან არის 5×5 მმ. მაშინ, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ძაბვების არათანაბრად განაწილების კოეფიციენტი $\frac{1}{3}$ -ია, გვექნება

$$\tau'_{1\text{კ}} = \frac{P_1}{\frac{1}{3} \pi D_0 r 0,7 h_1} = \frac{6 M_{\text{კ}}}{\pi D_0^2 r 0,7 h_1} = \frac{6 \cdot 52 \cdot 40}{3,14 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 0,5} \approx 57 \text{ კგ/სმ}^2,$$

რაც საგრძნობლად ნაკლებია $[\tau]_{\text{კ}} = 500 \div 600$ კგ/სმ². აქ მიღებულია, რომ ნაკერის რიცხვი მორგვთან არის $\chi = 2$. ნაკერის სისქე $h_1 = 5$ მმ.

მივიღოთ, რომ ბადროში გამოჭრილი რადიუსი $r_1 = 0,8D_0 = 0,8 \cdot 100 = 80$ მმ.

ბადროს სიგანე ფეროსთან $l_1 \geq (3 \div 4)s_1 = 3 \cdot 8 = 24$ მმ. მივიღოთ, რომ $l_1 = 50$ მმ.

ბადროს სიგანე ღერძის მიმართ (h) ვიანგარიშოთ ღუნვის სიმტკიცის პირობიდან; ამასთანავე, აქაც ვგულისხმობთ, რომ ღუნვაზე მონაწილეობს მანების რიცხვის მხოლოდ მესამედი, და შესაბამისად სწორკუთხა კვეთის მანისათვის გვექნება

$$M_{\delta\phi} = \frac{4\beta}{3} W[\sigma]_{\phi} = \frac{4\beta}{3} \frac{h^2 s_1}{6} [\sigma]_{\phi},$$

აქედან

$$h = \sqrt{\frac{18M_{\delta\phi}}{4\beta s_1 [\sigma]_{\phi}}} = \sqrt{\frac{18 \cdot 52 \cdot 40}{6 \cdot 0,8 \cdot 1000}} \approx 1,6 \text{ სმ.}$$

მაგრამ პრაქტიკულად მიღებულია, რომ შესრულებულ იქნეს პირობა: $h \geq (0,8 \div 1,5) d$; ამიტომ ავიღოთ $h = 1,2d = 1,2 \cdot 60 = 70$ მმ. სოლის სიგანედ ფეროსოსთან მივიღოთ $h_0 = 0,8h = 0,8 \cdot 70 = 56$ მმ.

მორგვეთან მდებარე შენადული ნაკერი განიცდის აგრეთვე ჰრის მოვლენას ღვედის დაჭიმულობისაგან გამოწვეული ტოლქმედი განივი ძალისაგან. მივიღოთ დაახლოებით მის სიდიდედ $S = S_1 + S_2 = (3 \div 5)P = 5 \cdot 52 = 260$ კგ. მაშინ მისგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე

$$\tau'_{\phi\phi} = \frac{3S}{\pi D_0 0,7h_1} = \frac{3 \cdot 260}{2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 0,5} \approx 38 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მოლიანი ძაბვა მორგვეთან მდებარე ნაკერში

$$\tau' = \tau'_{\phi\phi} + \tau'_{\phi\phi} = 57 + 38 = 95 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\phi\phi} = 500 \div 600 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ფეროსოსთან მდებარე ნაკერის ზომად მივიღოთ 4×4 მმ. მაშინ, თუ ვიგულისხმებთ, რომ ჰრაზე ნაკერის სიგრძის მხოლოდ $\frac{1}{3}$ მონაწილეობს, გვექნება

$$\tau'_{\phi\phi} = \frac{3P}{\pi D 0,7h_2} = \frac{3 \cdot 52}{2 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 0,7 \cdot 0,4} \approx 1,1 \text{ კგ/სმ}^2 < [\tau]_{\phi\phi} = 500 \text{ კგ/სმ}^2,$$

სადაც $h_2 = 4$ მმ ფეროსოსთან მდებარე ნაკერის კათეტის ზომაა. ძაბვის მცირე სიდიდის გამო ნაკერი შეიძლება წყვეტილად შესრულდეს. სიხისტის წიბოები მზადდება ფლ. 3 ან ფლ. 0-საგან; სისქედ აიღება

$$s_2 = (0,7 \div 0,8) s_1 = 0,75 \cdot 8 = 6 \text{ მმ.}$$

სიხისტის წიბოების მიმმავარებელი ნაკერის ზომებია

$$h_3 = 0,5s_2 = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ მმ.}$$

მაგრამ ნაკერის კათეტის ზომა 4 მმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, ამიტომ მივიღოთ $h_3 = 4$ მმ.

ფეროსოს მასალად მიღებულია ნაგლინი ფლ. 3, შედუღება პირისპირი, V-ს მაგვარი ნაკერით. ფეროსოს სისქე ტოლია

$$s = 0,002(D + 2B) + 0,3 \text{ სმ} = 0,002(80 + 2 \cdot 7) + 0,3 = 0,488 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ, რომ $s = 5$ მმ.

მაბალითი 4. მძიმემაქნეგარა დგუშოან ტუმბოზე მოწყობილია გადაცემა მორგზინებული ღვედით. ბორბლის დიამეტრებია: $D_1 = 630$ მმ; $D_2 = 2800$ მმ. ბორბლის ცენტრებს შორის მანძილი $l = 6$ მ. ბორბლის სიგანე $B = 450$ მმ. გადაცემის დახრა ჰორიზონტთან $\gamma = 75^\circ$. გადაცემა ხდება ღია ღვედით და მუშაობს ორ ცვლაში.

საჭიროა შეირჩეს მორგზინებული ღვედი და შემოწმდეს გამოდგება თუ არა მუდმივი დენის ელექტროძრავი, სიმძლავრით $N = 100$ კვტ, ბრუნთარიცხვით $n_1 = 730$ ბრ/წთ.

გაანგარიშება. 1. ბორბლის სიგანეს $B=450$ მმ შეესაბამება ლველი—სიგანით $b=400$ მმ (ცხრ. 44. OCT 1655).

2. 56-ე ცხრილის მიხედვით ბორბლის დიამეტრით $D_1=630$ მმ შეიძლება შეირჩეს ლველი მაქსიმალური ფენების რიცხვით $\chi=8$. შევჩერდეთ ფენების რიცხვზე $\chi=7$, რომელსაც ამავე ცხრილიდან შეესაბამება $\bar{b}=9,45$ მმ სისქის ლველი.

ცხრილი 56

საღველე ბორბლების მინიმალური დიამეტრები მორეზინებული და ტყავის ლველებისათვის

ლველის სახე და სიგანე	სისქე \bar{b} მმ	ფენების რიცხვი	ბორბლის მინიმალური დიამეტრი	
			რეკომენდებული	დასაშვები
მორეზინებული უშუაფენოდ $b \leq 300$ მმ	2,5	2	100	80
	3,75	3	160	125
	5	4	225	180
	6,25	5	280	250
	7,5	6	360	320
	8,75	7	450	400
მორეზინებული უშუაფენოდ $b > 300$	6,75	5	320	280
	8,1	6	400	360
	9,45	7	500	450
	10,8	8	630	560
	12,15	9	800	710
ტყავის ერთმაგი	3		100	80
	3,5		125	100
	4		160	125
	4,5		180	140
	5		200	160
	5,5		225	180
	6		250	200

3. ლველის სიქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,63 \cdot 730}{60} \approx 24 \text{ მ/წმ.}$$

4. შემოხვევის კუთხე უმცირეს ბორბალზე

$$\alpha = 180^\circ - \frac{(D_2 - D_1)60^\circ}{l} = 180^\circ - \frac{(2800 - 630)60^\circ}{6000} \approx 158^\circ.$$

5. წინასწარ მოჭიმვისაგან ლველში არსებული ძაბვის სიდიდე მივიღოთ $\sigma_0 = 16 \text{ კგ/სმ}^2$.

6. დაყვანილ სასარგებლო ძაბვას მორეზინებული ლველებისათვის ვიღებთ 46-ე და 47-ე ცხრილების მიხედვით

$$k_0 = a - w \frac{\delta}{D} = 23,2 - 100 \frac{9,45}{630} \approx 21,7 \text{ კგ/სმ}^2.$$

7. ვირჩევთ კოეფიციენტებს: $C_0 = 0,9$ (ცხრ. 49; $\gamma = 75^\circ$); $C_1 = 0,93$ (ცხრ. 50; $\alpha = 158^\circ$); $C_2 = 0,80$ (ცხრ. 51; $v = 24 \text{ მ/წმ}$); $C_3 = 0,8$ (ცხრ. 52; მეორე კლასის მანქანები, ძრავი A ჯგუფის; ორ ცვლაში მუშაობა).

8. პრაქტიკული სასარგებლო ძაბვა

$$k = k_0 C_0 C_1 C_2 C_3 = 21,7 \cdot 0,9 \cdot 0,93 \cdot 0,80 \cdot 0,8 \approx 11,6 \text{ კგ/სმ}^2.$$

9. ლეგის განივკვეთის ფართობი

$$F = b \cdot h = 40,0 \cdot 0,945 = 37,8 \text{ სმ}^2.$$

10. დასაშვები წრიული ძალა

$$P = kF = 11,6 \cdot 37,8 = 440 \text{ კგ.}$$

11. დასაშვები სიმძლავრე

$$N = \frac{P \cdot \sigma}{102} = \frac{440 \cdot 24}{102} \approx 103 \text{ კვტ} > 100 \text{ კვტ.}$$

ამგვარად შერჩეული ლეგი უზრუნველყოფს მოცემული სიმძლავრით ორ ცვლაში მუშაობას.

12. ლილეებზე წნევის სიდიდე

$$Q_{\text{ვაკუ}} = 3 \sigma_0 F \sin \frac{\alpha}{2} = 3 \cdot 16 \cdot 37,8 \sin \frac{158^\circ}{2} \approx 1730 \text{ კგ.}$$

ეს მაქსიმალური დატვირთვა მოქმედებს მუშაობის დასაწყისში. ნორმალურად კი

$$Q = \frac{2}{3} Q_{\text{ვაკუ}} = \frac{2}{3} 1730 \approx 1180 \text{ კგ.}$$

13. ლეგის სიგრძე

$$L = 2l + \frac{\pi}{2} (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4l} =$$

$$= 2 \cdot 6 + \frac{3,14}{2} (2,8 + 0,63) + \frac{(2,8 - 0,63)^2}{4 \cdot 6} \approx 15,636 \text{ მ.}$$

14. ლეგის გადარბენის რიცხვი ბორბალზე

$$u = \frac{v}{L} = \frac{24}{15,63} = 1,54,$$

რაც ნაკლებია დასაშვებზე $u = 3$.

მაგალითი 5. განვსაზღვროთ ლეგდური გადაცემის სამსახურის დრო, თუ წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 720$; სალევდე ბორბლების დიამეტრები $D_1 = 320$ მმ; $D_2 = 1250$ მმ; ცენტრებშორისი მანძილი $l = 4000$ მმ; ლეგი მორეზინებულია, ოთხი ფენით, სისქით $\delta = 5$ მმ; გადაცემა მუშაობს ორ ცვლაში. საანგარიშო ციკლთა რიცხვი $N_8 = 10^8$.

განგარიშება. 1. ლეგის სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,32 \cdot 720}{60} \approx 12 \text{ მ/წმ.}$$

2. ლეგის სიგრძე

$$L = 2l + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4l} =$$

$$= 2 \cdot 4 + \frac{3,14}{2} (0,32 + 1,250) + \frac{(1,25 - 0,32)^2}{4 \cdot 4} \approx 10,5 \text{ მ.}$$

3. ბორბალზე ღვედის გადარბენის რიცხვი ერთ წამში

$$u = \frac{v}{L} = \frac{12}{10,5} \approx 1,14.$$

4. რადგანაც ბორბლებზე ღვედის ერთხელ გადარბენისას იგი ორჯერ იტუნება, ამიტომ ერთ საათში ციკლთა რიცხვი

$$u = 2 \cdot 1,14 \cdot 3600 = 8200.$$

შესაბამისად, ღვედის სამსახურის დრო

$$h = \frac{N_{\text{ფ}}}{u} = \frac{10^8}{8200} = \frac{10^8}{8,2 \cdot 10^3} \approx 12\,200 \text{ სთ.}$$

5. თუ მივიღებთ, რომ წელიწადში 300 სამუშაო დღეა და გადაცემა ერთ ცვლაში მუშაობს 8 საათის განმავლობაში, მაშინ ორ ცვლაში მუშაობისას ღვედის სამსახურის დრო

$$t = \frac{h}{2 \cdot 8 \cdot 300} = \frac{12200}{4800} \approx 2,5 \text{ წელი.}$$

მაგალითი 6. ვიანგარიშით დამჭიმავგორგოლაქიანი გადაცემისათვის ღვედის განივკვეთის ზომები, თუ: გადასაცემი სიმძლავრე $N=14$ კვტ; $n_1=1450$ ბრ/წთ; $n_2=280$ ბრ/წთ; მანძილები l და H ცნობილია (ნახ. 160).

გაანგარიშება. 1. წამყვანი ბორბლის დიამეტრი გამოვთვალოთ სიმძლავრისა და ბრუნთა რიცხვის მიხედვით

$$D_1 = (1000 \div 1200) \sqrt[3]{\frac{N}{n_{\text{მაქ}}}} \approx 1000 \sqrt[3]{\frac{14 \cdot 1,36}{1450}} \approx 236 \text{ მმ.}$$

OCT 1655-დან მივიღოთ, რომ $D_1=250$ მმ.

2. მიმყოლი ბორბლის დიამეტრი

$$D_2 = \frac{D_1 n_1 \eta}{n_2} = \frac{250 \cdot 1450 \cdot 0,98}{280} \approx 1270 \text{ მმ.}$$

OCT 1655-დან მივიღოთ, რომ $D_2=1250$ მმ, მაშინ მიმყოლი ლილვის ბრუნთა რიცხვი

$$n_2 = \frac{D_1 n_1 \eta}{D_2} = \frac{250 \cdot 1450 \cdot 0,98}{1250} \approx 284 \text{ ბრ/წთ.}$$

3. დამჭიმავი გორგოლაქის დიამეტრად მივიღოთ

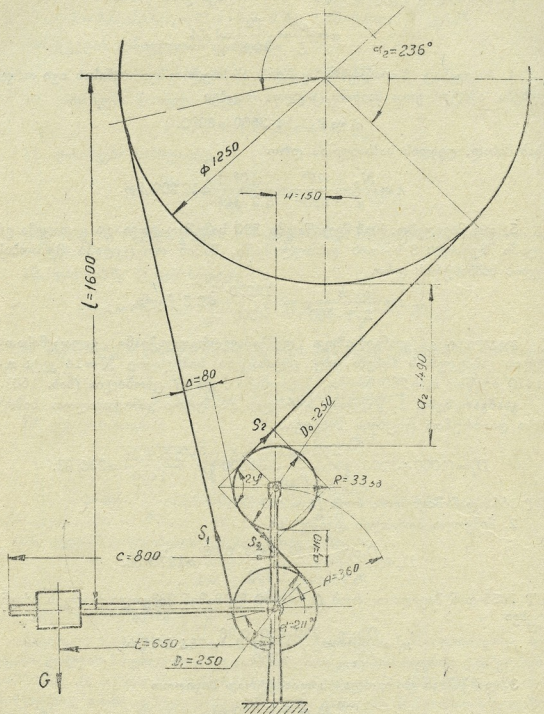
$$D_0 = D_1 = 250 \text{ მმ.}$$

4. მივიღოთ, რომ $a_1=0,5D_1=0,5 \cdot 250 \approx 125$ მმ. ბერკეტის ზომებად, 52-ე ცხრილის მიხედვით, მივიღოთ $60 \cdot T-175$, რომელსაც აქვს $A=360$ მმ; $c=800$ მმ. შესაბამისად, საბოლოოდ a_1 -ის სიდიდე იქნება

$$a_1 = A - \frac{D_1 + D_0}{2} = 360 - \frac{250 + 250}{2} = 110 \text{ მმ.}$$

5. გამოიხატება ღვედური გადაცემა მასშტაბში (ნახ. 160), საიდანაც გაზომვის საშუალებით განისაზღვრება

$$\alpha_1 = 211^\circ; \quad \alpha_2 = 236^\circ.$$



ნახ. 160.

6. ლედის სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,25 \cdot 1450}{60} \approx 19 \text{ მ/წმ.}$$

7. წრიული ძალა

$$P = \frac{75N}{v} = \frac{75 \cdot 14 \cdot 1,36}{19} \approx 100 \text{ კგ.}$$

8. ტყავის ლედისა და თუჯის ბორბალს შორის ხახუნის კოეფიციენტი მივიღოთ

$$f = 0,22 + 0,012 v = 0,22 + 0,012 \cdot 19 \approx 0,448;$$

ლევდის შემოხვევის კუთხე რადიანებში $\alpha_1 = \frac{211 \cdot 3,14}{180} \approx 3,7$, და შესაბამისად

$$e^{f\alpha} = 2,71^{0,448 \cdot 3,7} = 5,224.$$

9. ლევდის ბოლოების დაქიმულობები ტოლია

$$S_1 = \frac{P e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} = \frac{100 \cdot 5,224}{5,224 - 1} \approx 124 \text{ კგ};$$

$$S_2 = S_1 - P = 124 - 100 = 24 \text{ კგ}.$$

10. გრაფიკულად ვბოლობთ გორგოლაჰზე მოქმედი S_2 დაქიმულობების ტოლქმედს $R = 33$ კგ, რომლის მიხედვით დამქიმავი ტვირთის წონა

$$G = \frac{RA}{t} = \frac{33 \cdot 360}{650} \approx 20 \text{ კგ}.$$

11. ლევდის განიკვეთის განგსაზღვრავთ ფორმულით

$$F = b\delta = \frac{P}{k_0 C_0 C_1 C_2 C_3} = \frac{100}{23 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,95} \approx 5,1 \text{ სმ}^2,$$

სადაც, როცა $\frac{\delta}{D_{\text{ბიფ}}} = \frac{5}{250} = \frac{1}{50}$ (მიღებულია წინდაწინ ლევდის სისქე $\delta = 5$ მმ),

მაშინ $k_0 = 23$ (ცხრ. 47); $C_0 = 1,0$ (ცხრ. 49); $C_1 = 1,0$ (ცხრ. 50); $C_2 = 0,9$ (ცხრ. 51, როცა $v = 19$ მ/წმ); $C_3 = 0,95$ (ცხრ. 52).

შესაბამისად, ლევდის სიგანე

$$b = \frac{F}{\delta} = \frac{5,1}{0,5} \approx 10,2 \text{ სმ}.$$

OCT 1655-დან მივიღოთ, რომ $b = 100$ მმ, რომელსაც შეესაბამება ბორბლის სიგანე $B = 125$ მმ. ფარდობა

$$\frac{D_{\text{ბაქს}}}{B} = \frac{1250}{125} = 10 \text{ დასაშვებ ფარგლებში (6-12)}.$$

12. ბორბლის ელემენტების ზომები იანგარიშება წინა მაგალითების მსგავსად.

13. გამოიხაზება დამქიმავი გორგოლაჰის ერთბერკეტიანი სისტემის საერთო ხედი და მისი დეტალების მუშა ნახაზი მასშტაბში, რის მიხედვით წარმოებს ბერკეტების, ღერძებისა და საკისრების შემოწმებითი გაანგარიშება.

მაგალითი 7. განსაზღვრეთ მორეზინებული ლევდის განიკვეთის ზომები, თუ გადაცემა დამქიმვი გორგოლაჰითაა, ელექტროძრავს (ტიპი АОП 63-6) აქვს ნომინალური სიმძლავრე $N = 10$ კვტ, ასინქრონული ბრუნთა რიცხვით $n_1 = 970$ ბრ/წთ; წამყვანი და მიმყოლი ბორბლების დიამეტრები: $D_1 = 250$ მმ; $D_2 = 1000$ მმ; გორგოლაჰის დიამეტრად მიღებულია $D_0 = 0,8 D_1 = 0,8 \cdot 250 = 200$ მმ; უმცირეს ბორბალზე ლევდის შემოხვევის კუთხე $\alpha_1 = 210^\circ$; ლევდის გორგოლაჰზე შემოხვევის კუთხე $2\varphi = 120^\circ$ და მუშაობა წარმოებს ერთ ცვლაში.

გაანგარიშება. ლევდის სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,25 \cdot 970}{60} \approx 12,75 \text{ მ/წმ}.$$

წრიული ძალა

$$P = \frac{75N}{v} = \frac{75 \cdot 10 \cdot 1,36}{12,75} \approx 80 \text{ კგ.}$$

მივიღოთ, რომ ფარდობა $\frac{D_{\text{მინ}}}{\delta} = 40$, მაშინ ღვედის სისქე იქნება

$$\delta = \frac{D_{\text{მინ}}}{40} = \frac{250}{40} = 6,25 \text{ მმ.}$$

56-ე ცხრილიდან შევარჩიოთ ოთხფენიანი რეზინის ღვედი, სისქით $\delta = 5 \text{ მმ.}$

46-ე ცხრილის მიხედვით შევარჩიოთ სასარგებლო ძაბვის სიდიდე

$$k_0 = 25 - 100 \frac{\delta}{D_{\text{მინ}}} = 25 - 100 \frac{5}{250} = 23 \text{ კგ/სმ}^2.$$

განვსაზღვროთ

$$C_1 = 1 + 0,005 (\alpha_1 - 180^\circ) = 1 + 0,005 (210^\circ - 180^\circ) \approx 1,15;$$

$$C_2 = 1,04 - 0,0004 \cdot v^2 = 1,04 + 0,0004 \cdot 12,75^2 = 0,975.$$

რეზიმის კოეფიციენტად (C_3), 52-ე ცხრილის მიხედვით, მივიღოთ $C_3 = 0,8$.
შესაბამისად პრაქტიკული სასარგებლო ძაბვის სიდიდე

$$k = k_0 C_1 C_2 C_3 = 23 \cdot 1,15 \cdot 0,975 \cdot 0,8 = 20,6 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ღვედის განივკვეთის ფართობის სიდიდე

$$F = b\delta = \frac{P}{k} = \frac{80}{20,6} = 3,88 \text{ სმ}^2.$$

ღვედის სიგანე

$$b = \frac{F}{\delta} = \frac{3,88}{0,5} = 7,76 \text{ სმ.}$$

OCT 1655-დან მივიღოთ, რომ $b = 80 \text{ მმ.}$

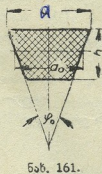
სოლისებრ-ღვედური გადაცემა

მთავარი საანგარიშო ფორმულები და მონაცემები

სოლისებრი ღვედები ორი კონსტრუქციისაა: კორდქსოვილიანი და კორდ-ზონრიანი. ГОСТ 1284-57-ის მიხედვით გათვალისწინებულია შვიდი სახის განივკვეთის ღვედი. მათი ზომები მოცემულია 57-ე ცხრილში (ნახ. 160).

ცხრილი 57

სოლისებრი ღვედის განივკვეთის ზომები (ГОСТ 2184-57-ის მიხედვით)



ღვედის ტიპი	განივკვეთის ზომები მმ				საანგარიშო სიგრძე	ბორბლის მინიმალური საანგარიშო დიამეტრი
	a	a ₀	h	F სმ ²		
O	10	8,5	6	0,47	500—2500	63
A	13	11	8	0,81	500—4000	90
B	17	14	10,5	1,38	670—6300	125
B	22	19	13,5	2,30	1800—9000	200
Г	32	27	19	4,76	3350—11200	315
Д	38	32	23,5	6,92	4750—14000	500
E	50	42	30	11,7	6700—14000	800

სოლისებრი ღვედების სტანდარტული სიგრძეები (ГОСТ 2184-57-ის მიხედვით)

განივკვეთი	О	А	Б	В	Г	Д	Е
ნომინალური შიგა სიგომე L_0	500—600		670— —1600	—	—	—	—
საანგარიშო L_0	1700— —2500	1700— —4000	1700— —6300	1800— —9000	3350— —11200	4750— —14000	6700— —1400

სიგრძეების სტანდარტული რიგი:

შიგა	500	530	560	600	630	670	710	750	800	850	
	900	950	1000	1000	1120	1180	1250	1320	1400	1500	1600;
საანგარიშო	1700	1800	1900	2000	2120	2240	2360	2500	2650	2820	
	3000	3150	3350	3550	3750	4000	4250	4500	4750	5000	
	5300	5600	6000	6300	6700	7100	7500	8000	8500	9000	
	9500	10000	10600	11200	11800	12500	13200	14000			

შენიშვნა: როდესაც ღვედის სიგრძე 1600 მმ-მდეა (ჩათვლით), სტანდარტებში და სპეციფიკაციაში უნდა მივუთითოთ შიგა სიგრძე L_0 . საანგარიშო სიგრძე L_0 ნეიტრალურ ზოეზე იქნება მეტი: კვეთისათვის О,—25 მმ-ით; კვეთისათვის А,—33 მმ-ით და კვეთისათვის Б,—40 მმ-ით.

ღვედის განივკვეთების ხიმძლავრისა და ღვედის სიჩქარის მიხედვით

გადასაცემი სიმძლავრე N კვტ	ღვედის განივკვეთი სიჩქარისა მ/წმ		
	5-მდე	5-დან 10-მდე	10-ზე მეტი
1-მდე	О,А	О,А	О
მეტი 1—2	О,А Б	О,А	О,А
2—4	А,Б	О,А,Б	О,А
4—7,5	Б,Б	А,Б	А,Б
7,5—15	Б	Б,Б	Б,Б
15—30	—	Б,Г	Б,Г
30—60	—	Г,Д	Г,Д
60—120	—	Д	Г,Д
120—200	—	Д,Е	Д,Е
200	—	—	—

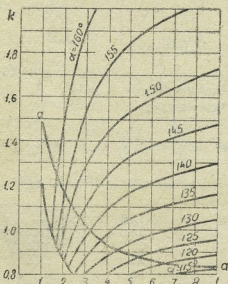
ბორბლის მინიმალური დიამეტრები და სასარგებლო ძაბვები k_0 კგ/სმ²;

$\alpha=180^\circ$; $v=10$ მ/წმ; დატვირთვა მღოვრეა

ღვედის განივკვეთი ГОСТ 1284-57	პატარა ბორბლის საანგარიშო დიამეტრი მმ	ჭიმვის ძაბვა σ_0 კგ/სმ²		
		9	12	15
		დასაშვები სასარგებლო ძაბვა k_0 კგ/სმ²		
О	(63)	11,0	13,5	—
	70	11,8	14,5	16,2
	80	12,8	15,7	17,4
	90	—	16,5	18,6
	და მეტი			
А	(90)	11,0	13,5	—
	100	12,3	15,1	16,7
	112	13,1	16,1	18,0
	125	—	17,0	19,1
	და მეტი			

ლვედის განივკვეთი ГОСТ 1284-57	პატარა ბორბლის საანგარიშო დია- მეტრი მმ	კიმვის ძაბვა σ_0 კგ/სმ ²		
		9	12	15
		დასაშვები სასარგებლო ძაბვა k_0 კგ/სმ ²		
Б	(125)	11,0	13,5	—
	140	12,3	15,1	16,7
	160	13,6	16,7	18,8
	180	—	17,4	20,5
	და მეტი	—	—	—
В	(180)	11,0	13,5	—
	200	12,3	15,1	16,7
	225	13,8	16,9	18,9
	250	—	18,4	20,7
	280 და მეტი	—	19,1	22,4
Г	(300)	11,4	14,0	—
	320	12,3	15,1	16,7
	360	14,0	17,2	19,3
	400	—	19,1	21,6
	450 და მეტი	—	19,2	22,4
Д	(450)	10,7	13,2	—
	500	12,3	15,1	16,7
	560	14,0	17,2	19,3
	630	—	19,2	22,4
	და მეტი	—	—	—
Е	(710)	10,5	13,0	—
	800	12,3	15,1	16,7
	900	—	17,3	19,5
	1000	—	19,2	22,4
	და მეტი	—	—	—

მინიმალური მანძილი ცენტრებს შორის



ნახ. 162.

$$l_{\text{ან}} \approx 0,55(D_1 + D_2) + h \text{ მმ.}$$

ფარდობითი ცენტრთაშორისი მან-
ძილი $k' = \frac{l}{D_2}$ და აიღება $a-a$ მრუდის
მიხედვით, დიაგრამიდან (ნახ. 162) გაღა-
ცემის რიცხვისა და შემოხვევის კუთხის
მიხედვით.

უდიდესი ცენტრთაშორისი მანძილი

$$l_{\text{ან}} \leq 2(D_1 + D_2).$$

ლვედების საპირო რიცხვი, მოცემუ-
ლი სიმძლავრის გადასაცემად, გამოითვ-
ლება ფორმულით

$$\tau = \frac{P}{kF},$$

სადაც τ ლვედების რიცხვი არ უნდა ავიდოთ 8—12-ზე მეტი;

P —წრიული ძალა; F ერთი ლვედის განივკვეთის ფართობი სმ²;

k —სასარგებლო ძაბვის სიდიდე და უდრის $k=k_0C_1C_2C_3$;
 k_0 —დასაშვები ძაბვის სიდიდე აიღება მე-60 ცხრილიდან;
 C_1 —კოეფიციენტი ითვალისწინებს ბორბალზე ლედის შემოხვევის კუთხეს და აიღება 61-ე ცხრილიდან.

ცხრილი 61

შემოხვევის კუთხის კოეფიციენტი C_1

α°	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70
C_1	1,0	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,56

C_2 კოეფიციენტი ითვალისწინებს ცენტრიდანული ძალის გავლენას და აიღება 62-ე ცხრილიდან.

ცხრილი 62

ხიჩქარული კოეფიციენტი C_2

v მ/წმ	1	5	10	15	20	25	30
C_2	1,05	1,04	1,00	0,94	0,85	0,75	0,60

C_3 რეჟიმისა და ხანგრძლიობის კოეფიციენტი და აიღება 52-ე ცხრილიდან. გადასაცემი სიმძლავრე

$$N = \frac{Pv}{75} = \frac{kF\gamma v}{75} \text{ ცხ. ძ ან } N = \frac{Pv}{102} = \frac{kF\gamma v}{102} \text{ კვტ.}$$

ლედის მუშაობის ხანგრძლიობა საათებში გამოითვლება ფორმულით

$$H = \frac{N_3}{3600ux} \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_{\text{მაქს}}} \right)^m \text{ სთ,}$$

სადაც N_3 ბაზური რიცხვია დადლილობაზე გამოცდისა და მიღებულია $N_3=10^7$ ციკლისა;
 σ_y —ამტანაობის ზღვარი, რომელიც შეესაბამება დატვირთვითა რიცხვს N_3 -ს და განისაზღვრება დადლილობის შუალედი მრუდისათვის და ბრტყელი მორეზინებული ლედისათვის $\sigma_y=60$ კგ/სმ², ბამბეულისათვის $\sigma_y=30$ კგ/სმ² და სოლისებრი ლედისათვის $\sigma_y=90$ კგ/სმ²;
 $\sigma_{\text{მაქს}}$ —უდიდესი ძაბვა ლედში, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$\sigma_{\text{მაქს}} = \sigma_0 + \frac{P}{2\gamma F} + \frac{\gamma v^2}{10g} + E_u \frac{h}{D_{865}};$$

γ —ლედის ზვედრითი წონა და მორეზინებული ლედისათვის;

$\gamma=1,25 \div 1,5$ კგ/სმ²; g —სიმძიმის ძალის აჩქარება $=9,81$ მ/წმ²;

v —ლედის სიჩქარე მ/წმ; E_u —დაყვანილი დრეკადობის მოდული ლუნვის დროს და $E_u=400 \div 1000$ კგ/სმ²; h —ლედის სისქე; u —ლედის ბორბალზე გადარბენის რიცხვი ერთ წამში; x —საღვედ ბორბლების რიცხვი გადაცემაში; m —კოეფიციენტი, რომელიც აიღება: ბრტყელი ლედებისათვის $m=5$; სოლისებრი ლედებისათვის $m=8$.

ზოგჯერ დასაშვებ სასარგებლო ძაბვას გამოთვლიან ფორმულით

$$k_0 = a - w \frac{h}{D_{865}},$$

სადაც a და w კოეფიციენტების მნიშვნელობა შეიძლება ავიღოთ 63-ე ცხრილიდან.

ზოგიერთი სიდიდის მნიშვნელობანი სოლისებრი ღვედებისათვის

სოლისებრი ღვედის სახე	O	A	B	B	Г	Д	E
განიკვეთის ფართობი სმ ²	0,47	0,81	1,38	2,30	4,76	6,92	11,7
ბორბლების მინიმალური დიამეტრები მმ	70	100	140	200	320	500	800
ფორმულაში სიდიდეები ^a _w	23	25	28	30	32	32	32
	100	120	180	215	280	350	440
რეკომენდებული უდიდესი სიჩქარე მ/წმ	25	25	25	25	25	25	25

ამ ბოლო დროს ღვედების რიცხვს ხშირად გამოთვლიან ფორმულით

$$\chi = \frac{N}{N_0 C_1 C_2},$$

სადაც C_1 და C_2 კოეფიციენტები ითვალისწინებენ უმცირეს ბორბალზე შემოხვევის კუთხესა და დატვირთვის რეჟიმს; მათი მნიშვნელობა დაახლოებით შეიძლება ავიღოთ 61-ე და 52-ე ცხრილებიდან.

N_0 სიმძლავრეა, რომელიც შეიძლება დაიშვას ერთ ღვედზე. მისი მნიშვნელობა, როცა $\sigma_0 = 12$ კგ/სმ² და $\alpha_1 = 180^\circ$, მოცემულია 64-ე ცხრილში.

N_0 -ის მნიშვნელობა სოლისებრი ღვედებისათვის

ღვედის განიკვეთი	უმცირესი ბორბლის საანგარიშო დია- მეტრი მმ	სიმძლავრე N_0 კვტ ღვედის სიჩქარის v მ/წმ დროს						
		$v=2$	5	10	15	20	25	30
O	63	0,13	0,31	0,59	0,88	1,07	1,01	—
	71	0,15	0,33	0,66	0,96	1,18	1,09	—
	80	0,17	0,38	0,74	1,04	1,29	1,27	—
	90 და მეტი	0,19	0,42	0,82	1,14	1,40	1,38	—
A	90	0,24	0,59	1,04	1,32	1,33	1,20	—
	100	0,28	0,66	1,18	1,51	1,64	1,56	—
	113	0,32	0,74	1,32	1,69	1,96	1,88	—
	125 და მეტი	0,36	0,81	1,47	1,87	2,21	2,21	—
B	125	0,43	1,02	1,84	2,43	2,58	2,29	—
	140	0,48	1,12	2,06	2,80	3,10	2,75	—
	160	0,53	1,25	2,23	3,08	3,54	3,52	—
	180 და მეტი	0,58	1,32	2,41	3,28	3,94	3,98	—
B	200	0,88	1,98	3,60	4,80	5,52	5,15	—
	224	1,03	2,14	3,98	5,41	6,25	5,95	—
	250	1,18	2,41	4,45	6,14	7,00	6,95	—
	280 და მეტი	1,29	2,67	4,95	6,77	7,72	7,88	—
Г	315	—	3,98	7,00	9,20	9,95	9,10	—
	355	—	4,55	8,15	10,65	12,14	11,8	—
	400	—	5,07	9,10	12,30	14,35	14,30	12,75
	450 და მეტი	—	5,45	9,95	13,25	15,4	15,80	14,30
Д	500	—	6,25	11,9	15,6	17,65	17,65	—
	560	—	7,20	13,0	17,1	20,2	20,6	—
	630	—	7,95	14,2	18,9	22,8	23,5	23,9
	710 და მეტი	—	8,45	15,45	20,5	24,8	26,5	27,0
E	800	—	10,0	19,0	26,4	31,0	33,8	34,6
	900	—	11,0	21,3	29,3	34,6	38,1	39,1
	1000 და მეტი	—	12,1	23,6	32,4	38,3	42,6	44,5

ზოგჯერ კი ღვედების რიცხვს გამოთვლიან დასაშვები სასარგებლო დატვირთვის მიხედვით ფორმულით

$$\gamma = \frac{P}{P_0 C_1 C_2 C_3} = \frac{75N}{P_0 C_1 C_2 C_3},$$

სადაც C_1 , C_2 და C_3 კოეფიციენტები იგივეა, რაც წინათ იყო აღნიშნული, ხოლო დასაშვები სასარგებლო დატვირთვა P_0 შეიძლება ავიღოთ 64-ა ცხრილიდან.

ცხრილი 64-ა

დასაშვები სასარგებლო დატვირთვა P_0 ხოლისებრი ღვედებისათვის, როცა
 $\alpha=180^\circ$; $v=10$ მ/წმ და დატვირთვა მდოვრია

ღვედის განივკვეთი	უმცირესი ბორობლის საანგარიშო დიამეტრი მმ	საწყისი ძაბვა σ_0 კგ/სმ ²		
		9	12	15
		დასაშვები სასარგებლო დატვირთვა P_0 კგ		
O	(63)	5,2	6,3	—
	70	5,5	6,8	7,6
	80	6,0	7,4	8,2
	90 და მეტი	—	7,8	8,7
A	(90)	8,9	10,9	—
	100	10,0	12,2	13,5
	112	10,6	13,0	14,6
	125 და მეტი	—	13,8	15,5
B	(125)	15,2	18,6	—
	140	17,0	20,8	23,0
	160	18,8	23,0	26,0
	180 და მეტი	—	24,0	28,3
B	(180)	25,3	31,0	—
	200	28,3	34,7	38,4
	225	31,8	38,9	43,5
	250	—	42,4	47,6
	280 და მეტი	—	44,0	51,5
Г	(300)	54,3	66,7	—
	320	58,5	71,9	79,5
	360	66,7	81,9	91,9
	400	—	91,0	103,0
	450 და მეტი	—	92,0	106,5
Д	(450)	74,0	91,4	—
	500	85,1	104,3	115,4
	560	96,9	119,0	133,4
	630 და მეტი	—	132,8	155,0
E	710	123	152	—
	800	144	177	195
	900	—	202	228
	1000 და მეტი	—	224	262

ბორობლები სოლისებრი ღვედებისათვის მზადდება ლარებით სტანდარტული პროფილისათვის. მათი ზომები ГОСТ 2184-57-ის მიხედვით მოცემულია 65-ე ცხრილში.

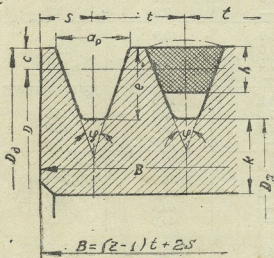
სოლისებრ-ლველური ბორბლების ღარების ზომები (ნახ. 163)

პროფილის ელემენტები	ზომები პროფილებისათვის მმ						
	O	A	B	B	Г	Д	E
c	2,5	3,5	5	6	8,5	10	12,5
e	10	12,5	16	21	28,5	34	43
t	12	16	20	26	37,5	44,5	58
s	8	10	12,5	17	24	29	38
k	5,5	6	7,5	10	12	15	—

კუთხე °	საანგარიშო დიამეტრებისათვის მმ							
34°	63—70	90—112	125—160	200	—	—	—	—
36°	80—100	125—160	180—224	224—315	315—450	500—560	—	—
38°	112—160	180—400	250—500	355—630	500—900	630—1120	800—1400	—
40°	≥180	≥450	≥560	≥710	≥1000	≥1250	≥1600	—

მაბალითები

მაბალითი 1. გავეიანგარიშოთ სოლისებრ-ლველური გადაცემა ასინქრონული ელექტროძრავიდან, სიმძლავრით $N=14$ კვტ, ბრუნთა რიცხვით $n_1=1450$



ნახ. 163.

ბრ/წთ, ცენტრიდანულ ვენტილატორზე, რომელსაც აქვს $n_2=400$ ბრ/წთ; მუშაობა წარმოებს დღე-ღამეში 8 საათს. ცენტრთაშორისი მანძილი დაახლოებით უნდა იყოს $l < 900$ მმ.

განგარიშება. 1. 58-ე ცხრილიდან სიმძლავრისათვის $N=14$ კვტ ვირჩევთ ღვედს პროფილით B (სიჩქარე $v > 10$ მ/წმ), რომლის განივკვეთის ზომებია $17 \times 10,5$ მმ, განივკვეთის ფართობი $F=1,38$ სმ² (ცხრ. 57).

2. უმცირესი ბორბლის დიამეტრად მივიღოთ $D_1=180$ მმ (ცხრ. 60);

მიმყოლი ბორბლის დიამეტრი

$$D_2 = \frac{D_1 n_1}{n_2} = \frac{180 \cdot 1450}{400} \approx 652 \text{ მმ.}$$

ОСТ 1655-დან ავიღოთ, რომ $D_2=630$ მმ.

3. მიმყოლი ლილვის ნამდვილი ბრუნთა რიცხვი

$$n_2 = \frac{D_1 n_1 \eta}{D_2} = \frac{180 \cdot 1450 \cdot 0,98}{630} = 406 \text{ ბრ/წთ.}$$

4. ღვედის სიჩქარე

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 1450}{60 \cdot 1000} \approx 13,7 \text{ მ/წმ.}$$

5. გადაცემის რიცხვი

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1450}{406} \approx 3,6,$$

ჩომლის მიხედვით დიაგრამიდან (ნახ. 162) ფარდობითი ცენტრთაშორისი მანძილი $k' = 0,96$ და შესაბამისად ცენტრთაშორისი მანძილი

$$l_0 = k' D_2 = 0,96 \cdot 630 = 605 \text{ მმ.}$$

6. ლედის სიგრძე ტოლია

$$L_0 = 2l_0 + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4l_0} =$$

$$= 2 \cdot 605 + 1,57(180 + 630) + \frac{(630 - 180)^2}{4 \cdot 605} \approx 2560 \text{ მმ.}$$

უახლოესი სტანდარტული სიგრძე $L = 2540$ მმ (ცხრ. 58).

7. გადარბენის რიცხვი წამში

$$u = \frac{v}{L} = \frac{13,7}{2,540} \approx 5,4 \text{ (რაც ნაკლებია დასაშვებ } u = 10 \text{-ზე).}$$

8. მანძილი ცენტრებს შორის

$$l = A_1 + \sqrt{A_1^2 - A_2} = 315 + \sqrt{315^2 - 25310} = 587 \text{ მმ,}$$

სადაც

$$A_1 = \frac{1}{4} \left[L - \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) \right] = \frac{1}{4} [2540 - 1,57(180 + 630)] = 315 \text{ მმ;}$$

$$A_2 = \frac{(D_2 - D_1)^2}{8} = \frac{(630 - 180)^2}{8} = 25310 \text{ მმ.}$$

მინიმალური მანძილი, რათა შესაძლებელი იყოს ლედის წამოგება ბორბალზე, უნდა იყოს

$$l_{\text{მინ}} \approx l - 2h = 587 - 2 \cdot 10,5 = 565 \text{ მმ.}$$

მაქსიმალური მანძილი ლედის გაჭიმვის კომპენსაციისათვის უნდა იყოს

$$l_{\text{მაქს}} = (1,03 - 1,05)l \approx 615 \text{ მმ.}$$

9. დიაგრამიდან (ნახ. 162) ნამდვილი $i = 3,6$ და $k' = \frac{l}{D_2} = \frac{587}{630} \approx 0,93$ ს

მიხედვით შემოხვევის კუთხე $\alpha_{\text{მინ}} = 134^\circ$, რაც დასაშვებ ფარგლებშია.

10. წრიული ძალა

$$P = \frac{102N}{v} = \frac{102 \cdot 14}{13,7} \approx 105 \text{ კგ.}$$

11. მივიღოთ $\sigma_0 = 12 \text{ კგ/სმ}^2$, მაშინ მე-60 ცხრილიდან $k_0 = 17,4 \text{ კგ/სმ}^2$; $C_1 = 0,88$ (ცხრ. 61); $C_2 = 0,96$ (ცხრ. 62); $C_3 = 0,90$ (ცხრ. 52).

დასაშვები სასარგებლო ძაბვა

$$k = k_0 C_1 C_2 C_3 = 17,4 \cdot 0,88 \cdot 0,96 \cdot 0,90 \approx 13,2 \text{ კგ/სმ}^2.$$

12. ლველების რიცხვი გადაცემაში

$$\gamma = \frac{P}{kF} = \frac{105}{13,2 \cdot 1,38} \approx 5,75; \text{ მივიღოთ } \gamma = 6.$$

13. საღვედე ბორბლის ლარის ზომები ავიღოთ 65-ე ცხრილის მიხედვით (ნახ. 163): $c=5$ მმ; $e=16$ მმ; $t=20$ მმ; $s=12,5$ მმ; $k=7,5$ მმ.

ბორბლის გარე დიამეტრები:

$$D_{13} = D_1 + 2c = 180 + 2 \cdot 5 = 190 \text{ მმ};$$

$$D_{23} = D_2 + 2c = 630 + 2 \cdot 5 = 640 \text{ მმ}.$$

ბორბლის შიგა დიამეტრები:

$$D_{13}^{\text{შ}} = D_{13} - 2e = 190 - 2 \cdot 16 = 158 \text{ მმ};$$

$$D_{23}^{\text{შ}} = D_{23} - 2e = 640 - 2 \cdot 16 = 608 \text{ მმ}.$$

ლარის კუთხე 65-ე ცხრილის მიხედვით: პატარა ბორბალზე $\varphi = 36^\circ$; დიდ ბორბალზე $\varphi = 40^\circ$.

ბორბლის სიგანე

$$B = (\gamma - 1)t + 2s = (6 - 1)20 + 2 \cdot 12,5 = 125 \text{ მმ}.$$

ბორბლის ელემენტების დანარჩენი ზომები იანგარიშება ისე, როგორც ეს ბრტყელი ლვედით გადაცემის გაანგარიშების დროს იყო აღნიშნული.

14. ლილვებზე მოქმედი წნევა

$$Q = 2\sigma_0 F \gamma \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 12 \cdot 1,38 \cdot 6 \cdot \sin \frac{134^\circ}{2} \approx 183 \text{ კგ}.$$

აღნიშნული ძალის გადახრის კუთხე

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{k}{2\sigma_0} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = \frac{13,2}{2 \cdot 12} \operatorname{ctg} \frac{134^\circ}{2} \approx 0,23; \Theta = 13^\circ.$$

მაგალითი 2. გავიანგარიშოთ სოლგერ-ლვედური გადაცემა ელექტროძრავიდან, სიმძლავრით $N=40$ კვტ და ბრუნთა რიცხვით $n_1=980$ წუთში წნეხის მქნევარაზე, რომელსაც აქვს ბრუნთა რიცხვი $n_2=300$ წუთში და დიამეტრი $D_2=1250$ მმ. ცენტრებს შორის მანძილი დაახლოებით $l \approx 1650$ მმ.

განგარიშება. 1. 58-ე ცხრილიდან $N=40$ კვტ სიმძლავრისათვის შევირჩიოთ Γ ბროფილის ლვედი, რომლის ზომები, 58-ე ცხრილის მიხედვით, არის: $a \times h = 32 \times 19$ მმ; $F = 4,76$ სმ².

2. თუ პირობის თანახმად $D_2=1250$ მმ, მაშინ წამყვანი ბორბლის დიამეტრი

$$D_1 = \frac{D_2 n_2}{n_1 \eta} = \frac{1250 \cdot 300}{980 \cdot 0,98} \approx 390 \text{ მმ}.$$

OCT 1655-ის მიხედვით მივიღოთ, რომ $D_1=400$ მმ. შესაბამისად მქნევარის ბრუნთა რიცხვი

$$n_2 = \frac{D_1 n_1 \eta}{D_2} = \frac{400 \cdot 980 \cdot 0,98}{1250} \approx 306 \text{ ბრ/წთ}.$$

10. ლვედების საპირო რიცხვი

$$\chi = \frac{P}{kF} = \frac{295}{15,5 \cdot 4,76} = 3,95.$$

ვიღებთ $\chi = 4$.

11. განვსაზღვროთ ლვედის სამსახურის დრო. ამისათვის ჯერ ვპოულობთ უდიდეს ძაბვას ლვედში

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{მაქს}} &= \sigma_0 + \frac{P}{2\chi F} + \frac{\gamma v^2}{10g} + E_u \frac{h}{D_{\text{ანო}}} = \\ &= 12 + \frac{295}{2 \cdot 4 \cdot 4,76} + \frac{1,5 \cdot 20,5}{10 \cdot 9,81} + 1000 \frac{19}{400} \approx 61,63 \text{ კგ/სმ}^2, \end{aligned}$$

სადაც σ_0 წინასწარი დაქიმებისაგან გამოწვეული ძაბვაა და მიღებულია $\sigma_0 = 12$ კგ/სმ²; ლვედის ხვედრითი წონა $\gamma = 1,5$; g — სიმძიმის ძალის აჩქარება $= 9,81$; E_u — დაყვანილი დრეკადობის მოდული $E_u = 1000$ კგ/სმ².

ლვედის გადარბენის რიცხვი ერთ წაშში

$$u = \frac{v}{L} = \frac{20,5}{6,36} = 3,25.$$

ლვედის სამსახურის დრო, როცა ბორბლების რიცხვი $x = 2$,

$$H = \frac{N_{\text{აბ}}}{3600 \cdot ux} \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_{\text{მაქს}}} \right)^m = \frac{10^7}{3600 \cdot 3,25 \cdot 2} \left(\frac{90}{61,63} \right)^8 \approx 8900 \text{ სთ.}$$

თუ გადაცემა დღე-ღამეში მუშაობს ორი ცვლით და წელიწადში 300 დღეს, მაშინ 8900 საათი მოგვცემს სამსახურის დროს

$$\frac{8900}{2 \cdot 8 \cdot 300} = 1,85 \text{ წელიწადს.}$$

12. ბორბლის ლარის ზომები 163-ე ნახ-ისა და 65-ე ცხრილის მიხედვით იქნება

$$c = 8,5 \text{ მმ}; e = 28,5 \text{ მმ}; t = 37,7 \text{ მმ}; s = 24 \text{ მმ}; k = 12 \text{ მმ.}$$

$$B = (\chi - 1)t + 2s = (4 - 1)37,5 + 2 \cdot 24 = 161 \text{ მმ.}$$

ბორბლის დანარჩენი ზომები ისე იანგარიშება, როგორც ეს წინა მაგალითში იყო აღნიშნული.

13. ლერძე მოქმედი წნევა

$$Q = 2\sigma_0 \chi F \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 4,76 \cdot \sin \frac{162^\circ}{2} \approx 455 \text{ კგ.}$$

მაგალითი 3. ვიანგარიშოთ სოლებრ-ლვედური გადაცემა ელექტროძრავიდან ლენტური ტრანსპორტიორის ამძრავ რედუქტორზე, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N = 6$ კვტ; ელექტროძრავის ბრუნთა რიცხვი $n_1 = 960$ ბრ/წთ; გადაცემის რიცხვი $i = 3$ და გადაცემა მუშაობს ერთი ცვლით.

განგარიშება. 58-ე ცხრილის მიხედვით მოცემული სიმძლავრისათვის შეიძლება შევარჩიოთ A, B ან B განიგვეთის ლვედები. განგარიშება მოვახდინოთ სამივე კვეთისათვის და საბოლოოდ შევარჩიოთ უფრო გამოსადეგი ლვედი. განგარიშებას ვახდენთ ქვემო ცხრილის მიხედვით.

გასაანგარიშებელი სიდიდე	გასაანგარიშებელი ფორმულა	რიცხვითი მნიშ- ვნელობა			შენიშვნა
		A	B	B	
1	2	3	4	5	6
ლვედის სიგანე	ცხრ. 57-დან a მმ	13	17	22	
„ სისქე	„ „ h მმ	8	10,5	13,5	
ბორბლის დიამეტრი— წამყვანი	„ 63-დან D_1 მმ	100	140	200	
ბორბლის დიამეტრი— მიმყოფი	$D_2 = i D_1$ მმ	300	420	600	
ბორბლის დიამეტრი— სტანდარტის მიხედ- ვით	ГОСТ 2184-57 (ცხრ. 63) მმ	280	400	560	
გადაცემის ფაქტიური რიცხვი	$i = \frac{D_2}{D_1 \gamma_1}$	2,83	2,88	2,83	
ლვედის სიჩქარე . . .	$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60 \cdot 1000}$ მ/წმ	5	7	10	59-ე ცხრილი-დან მოცემული სიმძლავრისათვის, როცა სიჩქარე $v > 5$ მ/წმ, ლვედის ტიპი B არ გამოიყენება
ცენტრთაშორისი მან- ძილი—წინასწარი . .	$l = D_2$ მმ	280	400	—	
ლვედის საანგარიშო სი- გრძე	$L = 2l + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4l}$	1185	1690	—	
ლვედის უახლოესი სი- გრძე ГОСТ 2184-57-ის მიხედვით	შიგა L_3 (ცხრ. 58) მმ საანგარიშო L_0 (ცხრ. 58) მმ	1180 1213	— 1700	—	
დაზუსტებული ცენ- ტრთაშორისი მან- ძილი	$l = \frac{2L_0 - \pi(D_1 + D_2)}{8} +$ $+ \sqrt{\frac{[2L_0 - \pi(D_1 + D_2)]^2 - 8(D_2 - D_1)^2}{8}}$ მმ	295	405	—	
შემოხვევის კუთხე . .	$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{l} \cdot 60^\circ$	143	141		
კოეფიციენტები . . .	k_0 (ცხრ. 60) C_1 (ცხრ. 61) C_2 (ცხრ. 62) C_3 (ცხრ. 52)	15,1 0,91 1,04 0,9	15,1 0,90 1,02 0,9		როცა $\alpha_0 = 12$ კმ/სმ ²
წრიული ძალა	$P = \frac{102 N}{v}$ კგ	123	87		
ლვედის განივკვეთის ფართობი	(ცხრ. 56) F სმ ²	0,81	1,38		
ლვედების რიცხვი . .	$\gamma = \frac{P}{k_0 C_1 C_2 C_3 F}$	12	6		
დასვენა					რადგანაც A ტიპისათვის ლვედების რიცხვი $\gamma > 10$ -ზე, ამიტომ ვირჩევთ B ტიპს

მაგალითი 4. შევარჩიოთ A ტიპის ლვედი და განვსაზღვროთ ცენტრთაშორისი მანძილი, თუ ბორბლების დიამეტრები $D_1=100$ მმ და $D_2=400$ მმ. განვსაზღვროთ. წინასწარ მივიღოთ, რომ

$$l=D_2=400 \text{ მმ.}$$

ლვედის სიგრძე

$$L=2l+\frac{\pi}{2}(D_1+D_2)+\frac{(D_2-D_1)^2}{4l}=2\cdot 400+1,57(100+400)+\frac{(400-100)^2}{4\cdot 400}=1641 \text{ მმ.}$$

58-ე ცხრილიდან შევირჩევეთ ლვედის უახლოესი სიგრძე $L_0=1600$ მმ; საანგარიშო სიგრძე $L_0=L_0+33=1633$ მმ.

დავაზუსტოთ ცენტრთაშორისი მანძილი

$$l=\frac{1}{8}\{2L_0-\pi(D_1+D_2)+\sqrt{[2L_0-\pi(D_1+D_2)]^2-8(D_2-D_1)^2}\}=\frac{1}{8}\{2\cdot 1633-3,14(100+400)+\sqrt{[2\cdot 1633-3,14(100+400)]^2-8(400-100)^2}\}=395 \text{ მმ.}$$

შევამოწმოთ შემოხვევის კუთხე

$$\alpha=180^\circ-\frac{D_2-D_1}{l}60=180^\circ-\frac{400-100}{395}60=135^\circ>120^\circ.$$

განვსაზღვროთ l მანძილის გადახრის ზღვრები საჭირო ლვედის დაჭიმვისა და მონტაჟის რეგულირებისათვის

$$\Delta_{\text{ზგზო}}A=+0,03L_0=0,03\cdot 1633=49 \text{ მმ,}$$

$$\Delta_{\text{ჭკვზო}}A=-0,015L_0=-0,015\cdot 1633=-24,5 \text{ მმ.}$$

საკონტროლო ამოცანები

1. განსაზღვრეთ ლვედის წამყვანი და მიმგოლი შტოების დაჭიმულობები S_1 და S_2 , თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=7$ კვტ; ბრუნთა რიცხვი $n_1=950$ ბრ/წთ; სალვედე ბორბლების დიამეტრები $D_1=250$ მმ; $D_2=1000$ მმ; ცენტრებს შორის მანძილი $l=2500$ მმ. ლვედი სამფენიანია, მორეზინებული, განივკვეთი $80\times 3,75$ მმ. ხახუნის კოეფიციენტი $f=0,3$;

2. წინა ამოცანის პირობისათვის განსაზღვრეთ მთლიანი ძაბვა ლვედის წამყვან შტოში, თუ წინასწარი დაჭიმვისაგან გამოწვეული ძაბვის სიდიდე $\sigma_0=18$ კგ/სმ².

3. განსაზღვრეთ ბამბეულის ნაქსოვი ლვედის განივკვეთის ზომები, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=4,5$ კვტ; $n_1=950$ ბრ/წთ; $D_1=280$ მმ; $D_2=500$ მმ; $l=1500$ მმ; მუშაობა წარმოებს ორ ცვლაში და გადაცემის დახრის კუთხე $\gamma=20^\circ$.

4. განსაზღვრეთ რა უდიდესი სიმძლავრე შეუძლია გადასცეს სტანდარტული ბამბეულის ნაქსოვმა გაკერილმა ლვედმა, თუ: $D_1=280$ მმ; $D_2=500$ მმ; $n_1=950$ ბრ/წთ, $l=1500$ მმ; $\gamma=60^\circ$; $C_g=0,8$; ბორბლის სიგანე $B=150$ მმ.

5. ამძრავის რემონტის დროს საჭირო გახდა გაცვეთილი ტყავის ლვედის, განივკვეთით 150×5 მმ², შეკვლა იმავე სიგანის ოთხფენიანი მორეზინებული ლვედით. გადაცემის ზომები: $D_1=200$ მმ; $D_2=1000$ მმ; $l=2200$ მმ. განსაზღვრეთ დასაშვებია თუ არა ასეთი შეცვლა.

6. განსაზღვრეთ სალვედე ბორბლების დიამეტრები, მათი ელემენტებისა და მორეზინებული ლვედის ზომები, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=15$ კვ. ძ; ბრუნთა რიცხვები $n_1=1200$ ბრ/წთ; $n_2=225$ ბრ/წთ;

7. განსაზღვრეთ რა სიმძლავრეზეა ნაანგარიშები ლევდური გადაცემა, რომლის ბორბ-ლია ბრუნთა რიცხვი $n=200$ წუთში; დიამეტრი $D=1200$ მმ; სიგანე $B=200$ მმ; ლევდი ბამ-ბეულისა, ლევდის ბორბალზე შემოხვევის კუთხე $\alpha=170^\circ$, გასაშვები დატვირთვა დაახლოებით ნორმალურის 1,25-ია.

8. გაიანგარიშეთ თარაზული ლევდური გადაცემა $N=20$ ცხ. ძ. სიმძლავრისათვის მორეზინებუ-ლი ლევდით, როცა $n_1=360$ და $n_2=250$ ბრ/წთ; ლილვების ცენ-ტრებს შორის მანძილი $l=4$ მ; გასაშვები დატვირთვა ნორმალუ-რის 150%-ია. მუშაობა წარმოებს ერთ ცვლაში.

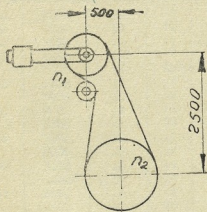
9. საჭიროა შემოწმდეს ტყა-ვის ლევდის სიმტკიცე, რომელსაც აქვს სიგანე $b=200$ მმ, სისქე $\delta=5,5$ მმ და უნდა გადასცეს $N=30$ ცხ. ძ, როცა $n_1=360$ ბრ/წთ. სალევდე ბორბლების დიამეტრებია: $D_1=630$ მმ; $D_2=800$ მმ; ცენტრებს შორის მანძილი $l=3$ მ; გადაცემა თარაზული მდებარეობისა და გასაშვები დატვირთვა შეადგენს ნორმალურის 150%-ს.

10. გაიანგარიშეთ 164-ე ნახაზზე გამოსახული სქემის გადაცემა მორეზინებული ლევდით; გადასაცემი სიმძლავრე $N=20$ ცხ. ძ; ბრუნთა რიცხვები $n_1=1000$ ბრ/წთ; $n_2=250$ ბრ/წთ; განსაზღვრეთ ბორბლე-ბის ყველა ზომა და დამკიმი გორგოლა-ტის ტვირთის სიდიდე. გასაშვები დატ-ვირთვა ნორმალურის 125%-ია და მუ-შაობა წარმოებს ორ ცვლაში.

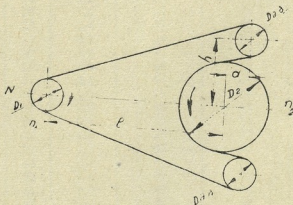
11. გაიანგარიშეთ 165-ე ნახაზზე გამოსახული დამკიმიგორგოლატიანი ლევდური გადაცემა, თუ ელექტრომოტო-რის სიმძლავრე $N=24$ ცხ. ძ, ბრუნთა

რიცხვები $n_1=955$ ბრ/წთ და $n_2=200$ ბრ/წთ.

12. გაიანგარიშეთ 166-ე ნახ-ზე გამოსახული დამკიმიგორგოლატიანი ლევდური გადაცე-მა, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=7$ კვტ. ბრუნთა რიცხვები $n_1=1200$ ბრ/წთ, $n_2=320$ ბრ/წთ.



ნახ. 166.



ნახ. 167.

განსაზღვრეთ ლევდი, სალევდე ბორბლების ელემენტების ზომები და დამკიმივი მოწყო-ბილობის ბერკეტები და საკისარები.

13. ლევდური გადაცემა ორ ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით მბრუნავ ლილვებს შორის ხდება 167-ე ნახ-ზე გამოსახული სქემის საფუძველზე. განსაზღვრეთ მორეზინებული

ღვედის ზომები და ყველა ზომა მიმყოფი ორი ნახევრისაგან შედგენილი ბორბლისათვის. გადასაცემი სიმძლავრის $N_1=20$ ცხ. ძ; ბრუნთა რიცხვები $n_1=500$ ბრ/წთ; $n_2=250$ ბრ/წთ. მანძილი $l=2000$ მმ; მიმართი ბორბლის დიამეტრი $D_{a.2}=0,75D_1$ და მიღებულია, რომ $a=0,75 D_{a.2}$; $h=0,5 (D_1+D_{a.2})+50$ მმ; შემოხვევის კუთხეები განსაზღვრეთ მასშტაბში დახატული ნახაზიდან.

14. გაიანგარიშეთ სოლმბრ-ღვედური გადაცემა $N=25$ ცხ. ძ. სიმძლავრის გადასაცემად, თუ ბრუნთა რიცხვები $n_1=960$ ბრ/წთ, $n_2=400$ ბრ/წთ. ლილვებს შორის დაახლოებითი მანძილი $l=1750$ მმ. გადაცემა მუშაობს სამ ცვლაში, მცირეოდენი ბიძგებით.

V ტ ა ვ ი

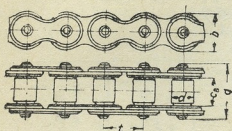
ჯაჭვური გადახვევა

ჯაჭვური გადახვევის ძირითადი საანგარიშო მონაცემები

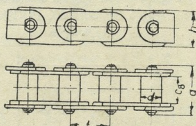
ამჟამადი ჯაჭვები

გ ბ რ ი ლ ი 66

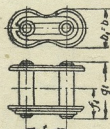
ფირფიტებ-მილისებთან ამჟამადი ჯაჭვები ГОСТ 586-41-ის მიხედვით
ბირობითი აღნიშვნა 30 მმ ბიჯისა და 400 კგ მრღვევი დატვირთვის მქონე მილისებთან ჯაჭვისა,
ჯაჭვი B 30/4000, ГОСТ 586-41



ნახ. 168.



ნახ. 169.

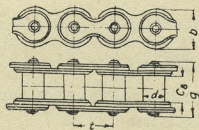


ნახ. 170.

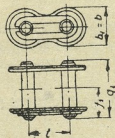
ზომები მმ

ბიჯი	მრღვევი დატვირთვა კგ	ჯ ა ჭ ვ ი					შემაერთებელი რგოლები		
		მანძილი შიგარე ფირფიტებს შორის $C_{შ.ფ.}$	მილისას დიამეტრი $d_{შ.ფ.}$	ფირფიტის სიგანე $d_{შ.ფ.}$	ფირფიტის სიგანე $d_{შ.ფ.}$	ერთი გრძივი მეტრის იგლის ჯაჭვის წონა კგ	ფირფიტის სიგანე $d_{შ.ფ.}$	ფირფიტის სიგანე $d_{შ.ფ.}$	ბიჯის გასაზომი დატვირთვა კგ
15	1250	10	9	21	14	1,1	24	13	18
20	2000	13	11	26	18	1,6	29	16	32
25	3150	16	14	34	22	2,4	37	20	50
30	1250	10	9	21	14	0,7	24	13	75
	4000	19	15	37	27	3,2	40	22	75
35	1250	10	9	21	14	0,6	24	13	100
	5000	22	18	40	31	3,6	44	24	100
40	2000	13	11	26	18	1,0	29	16	130
	6300	24	20	44	34	4,2	48	26	130
45	2000	13	11	26	18	0,9	29	16	160
	8000	27	22	51	37	5,5	57	32	160
50	3150	16	14	34	22	1,7	37	20	200
	10000	30	24	54	43	6,7	60	33	200
55	3150	16	14	34	22	1,6	37	20	240
	12500	35	25	67	46	8,0	69	38	240
60	4000	19	16	37	27	2,0	40	22	290
	16000	40	28	68	52	10,2	74	40	290
70	5000	22	18	40	31	2,9	44	24	400
	20000	45	31	98	55	14,6	90	49	400
80	6300	24	20	44	34	3,6	48	26	510
	25000	50	36	103	65	17,2	95	52	510
90	8000	27	22	51	37	5,0	57	32	650
	31500	55	42	108	80	21,9	100	54	650
100	10000	30	24	54	43	5,6	60	33	800
	50000	60	48	133	90	32,8	123	67	800

მილისა-გორგოლაკიანი ერთრიგა ჯაჭვები ГОСТ 586-41-ის მიხედვით



ნახ. 171.



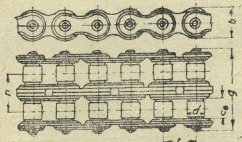
ნახ. 172.

30 მმ ბიჯისა და 4000 კგ მრლვევი დატვირთვის მქონე ერთრიგა მილისა-გორგოლაკიანი ჯაჭვის პირობითი აღნიშვნა

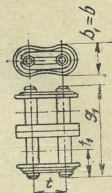
ჯაჭვი BP 30/4000, ГОСТ 586-41
ზომები მმ

ბიჯი t	მრლვევი დატვირთვა Q	ჯ ა ჯ ვ ი					შემაერთებელი რგოლი		ბიჯის გასაზომი დატვირთვა Q_0
		მანძილი შიგა ფირფიტებს შორის $e_{შიგა}$	გორგოლაკის დიამეტრი $d_{შაქს}$	ღერძაქის სიგრძე $e_{შაქს}$	ფირფიტის სიგანე $b_{შაქს}$	1 მ სიგრძის ჯაჭვის წონა G	ღერძაქის სიგრძე $e_{შაქს}$	ღერძაქის სიგრძე ჯაჭვის ღერძიდან ბოლომდე $f_{შაქს}$	
8	200	3	5	11	7	0,22	11	6,5	5
	315	3	6	11	7	0,24	11	6,5	5
10	500	6,5	6,5	14	9	0,43	15	8,5	8
	800	6,5	6,5	14	9	0,48	16	9	8
12	800	8	8	17	11	0,69	19	11	12
	1250	8	8	19	11	0,82	21	12	12
15	1250	10	10	21	14	1,10	24	13	18
	2000	10	10	23	14	1,24	26	14	18
20	500	6,5	6,5	14	9	0,34	15	8,5	32
	2000	13	18	26	18	0,73	29	15	32
25	3150	13	13	28	18	1,98	31	17	32
	800	8	8	17	11	0,46	20	11	50
30	3150	16	16	34	22	2,68	37	20	50
	5000	16	16	36	22	2,91	39	21	50
35	1250	10	10	21	14	0,70	24	13	75
	4000	19	19	37	27	3,36	40	22	75
40	6300	19	19	39	27	3,91	42	23	75
	2000	13	13	27	18	4,22	29	16	100
45	5000	22	22	40	31	4,27	44	24	100
	8000	22	22	44	31	4,91	48	26	100
50	3150	16	16	34	22	2,04	37	20	130
	6300	24	24	44	34	4,97	48	26	130
55	10000	24	24	48	34	5,78	52	28	130
	4000	19	19	37	27	2,56	40	22	160
60	8000	27	27	51	37	6,43	57	32	160
	12500	27	27	55	37	7,17	61	34	160
65	5000	22	22	40	31	3,43	44	24	200
	10000	30	30	54	43	7,94	60	33	200
70	16000	30	30	58	43	8,81	64	35	200

მილისა-გორგოლაქიანი ორრიგა ჯაჭვები ГОСТ 586-41-ის მიხედვით



ნახ. 173.



ნახ. 174.

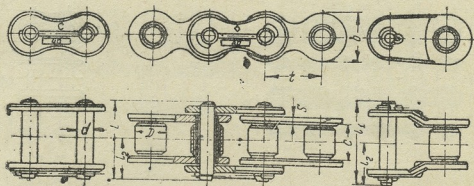
$l=30$ მმ ბიჯისა და 8000 კგ მრღვევი დატვირთვის მქონე ორრიგა მილისა-გორგოლაქიანი ჯაჭვის პირობითი აღნიშვნა

ორრიგა ჯაჭვი $\frac{80}{8000}$ ГОСТ 586-41

ზომები მმ-ით

ჯაჭვის ბიჯი l	მრღვევი დატვირთვა 1 კგ	ჯ ა ჯ ვ ი						შემაერთებ. რგოლი		ბიჯის გასაზომი და- ტვირთვა კგ
		მანძილი შიგა ფი- ფიტებს შორის მმ-ის	გორგოლაქის დია- მეტრი მმ-ის	ღერძაქის სიგრძე მმ-ის	ფორფიტის სიგრძე მმ-ის	მანძილი ჯაჭვის ღერძებს შორის მმ	1 ბრძოვი მეტრი ჯაჭვის წონა კგ	ღერძაქის სიგრძე მმ-ის	ღერძაქის სიგრძე ჯაჭვის ცენტრიდან ბოლომდე მმ-ის	
8	400	3	5	18	7	7	0,44	19	6,5	10
	630	3	5	18	7	7	0,48	19	6,5	10
10	1000	6,5	6,5	26	9	11,5	0,86	28	8,5	15
	1500	6,5	6,5	28	9	12,5	0,96	30	9	15
	1600	8	8	33	11	15	1,40	35	11	22
12	2500	8	8	37	11	17	1,64	39	12	22
	2500	10	10	40	14	18	2,20	43	13	34
15	4000	10	10	44	14	20	2,48	47	14	34
	4000	13	13	51	18	23	3,46	54	16	60
20	6300	13	13	55	18	25	3,96	58	17	60
	6300	16	16	66	22	30	5,36	69	20	100
25	10000	16	16	70	22	32	5,82	73	21	100
	8000	19	19	72	27	33	6,72	75	22	140
30	12500	19	19	76	27	35	7,82	79	23	140
	10000	22	22	78	31	36	8,52	82	24	190
35	15000	22	22	87	31	40	9,82	91	26	190
	12500	24	24	87	34	40	9,95	91	26	240
40	20000	24	24	95	34	44	11,60	99	28	240
	16000	27	27	102	37	47	12,90	108	32	300
45	25000	27	27	110	37	51	14,40	116	34	300
	20000	30	30	108	43	50	16,00	114	33	380
50	31500	30	30	116	43	54	17,70	122	35	380

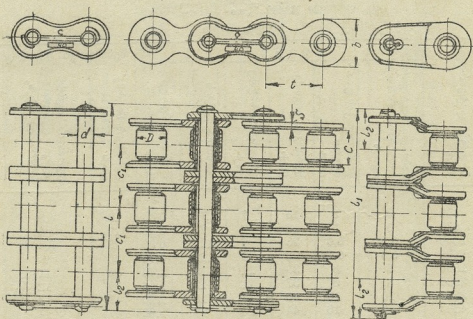
გადიდებული სიმტკიცისა და სიზუსტის მილისა-გორგოლაქიანი ჯაჭვები ГОСТ 5528-50-ის მიხედვით (ნახ. 175 და 176)



შემაერთებელი რგოლი

გადასასვლელი საკეტიანი რგოლი

ნახ. 175.



შემაერთებელი რგოლი

გადასასვლელი საკეტიანი რგოლი

ნახ. 176.

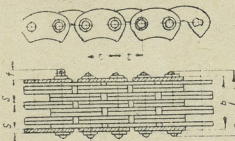
ზომები მმ-ით

t	c	c_1	D	d	b	s	l	l_1	l_2	Q_{35}	q_{35}/m
20	12	22,3	12	6	18	2,5	28	30	15	3800	1,53
25	16	30,5	16	8	23	3,5	37	40	20	6500	2,84
30	19	35,6	19	9,5	28	4	43	46	23	9500	3,95
35	31	39,7	21	10,5	32	4,5	50	54	27	12500	4,83
40	25	45,8	23	11,5	37	5	55	58	29	16000	5,88
45	28	51	26	13	42	5,5	60	64	32	20000	7,30
50	32	57,5	29	14,5	46	6	69	74	37	25000	9,28
65	40	74	40	20	60	8	87	94	47	43000	16,85

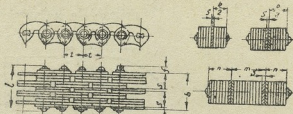
შენიშვნა: ჯაჭვი მზადდება როგორც ერთ, ისე ორ, სამ, ოთხ, ხუთ და ექვსრიგ-
ანი, მრავალრიგიანი ჯაჭვისათვის ცხრილში ნაჩვენებ მრავლევ დატვირთვა Q და გრძივი
1 მეტრი ჯაჭვის წონა q მრავლდება ჯაჭვის რიგის რიცხვზე.

კბილებიანი ჯაჭვები გვერდითი
მიმართულებით ფირფიტებით

კბილებიანი ჯაჭვები შიგა
მიმართულებით ფირფიტებით



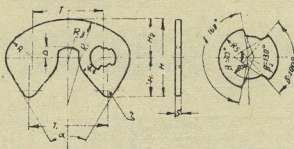
ნახ. 177.



ნახ. 178.

ჯაჭვის ბი- ჯი t მმ	სიგანე b მმ	მთლიანი გრძელობა L მმ	l	f	s	1 ჯაჭვის მთლიანი გრძელობა L მმ	ჯაჭვის ბი- ჯი t მმ	სიგანე b მმ	მთლიანი გრძელობა L მმ	ჯაჭვის ტიპი	მმ					ერთი გრძი- ვი ჯაჭვის გრძელობა L მმ	
											l	f	s	n	m		
12,7 (1/2")	19,0	1900	25,0	4,0	1,5	1,13	12,7 (1/2")	20,5	2050	B1X1	26,5	4,0	1,5			1,3	
	23,5	2350	29,5	4,0	1,5	1,43		26,5	2650		32,5	4,0	1,5			1,7	
	29,5	2950	35,5	4,0	1,5	1,79		33,0	3300		39,0	4,0	1,5			2,1	
	36,0	3600	42,0	4,0	1,5	2,19		39,0	3900		45,0	4,0	1,5			2,4	
	42,0	4200	48,0	4,0	1,5	2,56		45,5	4550		51,5	4,0	1,5			2,8	
	48,5	4850	54,5	4,0	1,5	2,94		51,5	5150		57,5	4,0	1,5			3,2	
	54,5	5450	60,5	4,0	1,5	3,32		63,0	6300		69,0	4,0	1,5			4,0	
	69,0	6900	75,0	4,0	1,5	4,18		78,5	7850	B1X2	84,5	4,0	1,5			4,8	
	81,5	8150	87,5	4,0	1,5	4,95		91,0	9100		97,0	4,0	1,5			5,6	
	94,0	9400	100,0	4,0	1,5	5,71		104,5	10450		110,5	4,0	1,5			6,3	
15,87 (5/8")	107,5	10750	113,5	4,0	1,5	6,45	15,87 (5/8")	26,5	3180	B1X1	32,5	4,5	1,5			1,9	
	29,5	3540	35,5	4,5	1,5	2,15		33,0	3960		39,0	4,5	1,5			2,3	
	36,0	4320	42,0	4,5	1,5	2,57		39,0	4680		45,0	4,5	1,5			2,7	
	42,0	5040	48,0	4,5	1,5	3,00		45,5	5460		51,0	4,5	1,5			3,2	
	48,5	5820	54,5	4,5	1,5	3,44		51,5	6180		57,0	4,5	1,5			3,6	
	54,5	6540	60,5	4,5	1,5	3,85		63,0	7560		0,90	4,5	1,5			4,6	
	69,0	8280	75,0	4,5	1,5	4,85		78,5	9420	B1X1	84,5	4,5	1,5			5,4	
	81,5	9780	87,5	4,5	1,5	5,72		91,0	10920		97,0	4,5	1,5			6,3	
	94,0	11280	100,0	4,5	1,5	6,66		104,5	12940		104,5	4,5	1,5			7,2	
	107,5	12900	113,5	4,5	1,5	7,51		123,0	14760	B2X2	129,5	4,5	1,5	36,5	50,0	8,5	
19,05 (3/4")	126,0	15120	132,0	4,5	1,5	8,75	19,05 (3/4")	33,0	4900	B1X1	32,0	5,0	1,5			2,7	
	36,0	5350	42,0	5,0	1,5	2,97		39,0	5800		45,0	5,0	1,5			3,1	
	42,0	6250	48,0	5,0	1,5	3,42		45,5	6800		51,5	5,0	1,5			3,7	
	48,0	7200	54,5	5,0	1,5	3,94		51,5	7700		57,5	5,0	1,5			4,1	
	54,5	8100	60,5	5,0	1,5	4,44		63,0	9445		69,0	5,0	1,5			5,3	
	69,0	10250	75,0	5,0	1,5	5,58		78,5	11700	B1X1	84,5	5,0	1,5			6,3	
	81,5	12100	87,5	5,0	1,5	6,58		91,0	13600		97,0	5,0	1,5			7,3	
	94,0	14000	100,0	5,0	1,5	7,58		104,5	15600		110,5	5,0	1,5			8,4	
	107,5	16100	113,5	5,0	1,5	8,66		123,0	18400	B2X2	129,0	5,0	1,5	36,5	50,0	9,8	
	126,0	18900	132,0	5,0	1,5	10,14		135,5	20300		141,5	5,0	1,5	36,25	63,0	10,8	
138,5	20800	144,0	5,0	1,5	11,14	148,0	22200	154,0	5,0		1,5	42,5	63,0	11,8			
151,0	22300	151,0	5,0	1,5	12,40	173,0	25900	179,0	5,0		1,5	49,75	73,5	13,8			
176,0	26400	182,0	5,0	1,5	14,14	198,0	29700	204,5	5,0		1,5	55,25	88,5	16,0			
25,4 (1")	201,5	30200	207,5	5,0	1,5	16,28	25,4 (1")	51,5	8700	B1X1	59,5	6,0	2,0			6,4	
	55,5	9400	63,5	6,0	2,0	7,04		76,5	13000		84,5	6,0	2,0			9,6	
	80,5	13600	88,5	6,0	2,0	10,16		93,0	15800		101,0	6,0	2,0			11,6	
	97,5	16400	105,0	6,0	2,0	12,22		101,0	17100		109,0	6,0	2,0			12,6	
	105,0	17700	113,0	6,0	2,0	13,22		121,0	20500	B2X2	129,0	6,0	2,0	35,5	50,0	15,6	
	125,0	21200	133,0	6,0	2,0	16,16		154,5	26200		162,0	6,0	2,0	44,0	66,5	19,3	
	158,5	26800	166,5	6,0	2,0	19,91		179,5	30500		187,5	6,0	2,0	48,0	83,5	22,4	
	183,5	31000	191,5	6,0	2,0	23,03		204,5	34700		212,5	6,0	2,0	60,5	83,5	25,6	
	208,5	35200	216,5	6,0	2,0	26,16		253,5	43000		261,5	6,0	2,0	76,75	100,0	30,3	
	257,5	43500	265,5	6,0	2,0	30,90		78,0	19500		B1X1	86,0	7,0	2,0			12,5
82,0	20500	90,0	7,0	2,0	13,18	103,5	25800	111,5	7,0	2,0				16,6			
107,5	26900	115,5	7,0	2,0	17,26	122,5	13600	130,5	7,0	2,0		36,0	50,5	19,6			
126,5	31600	134,5	7,0	2,0	20,30	148,0	37000	156,0	7,0	2,0		40,25	67,5	23,7			
31,75 (1 1/4")	152,0	38000	160,0	7,0	2,0	24,38	31,75 (1 1/4")	199,0	49700	B2X2	207,0	7,0	2,0	57,0	85,0	31,8	
	203,0	50800	211,0	7,0	2,0	32,54		249,0	62200		257,0	7,0	2,0	73,75	101,5	39,0	
	253,0	63200	261,0	7,0	2,0	40,54		274,5	68600		282,0	7,0	2,0	78,0	118,5	43,9	
	278,5	69500	286,5	7,0	2,0	44,62											

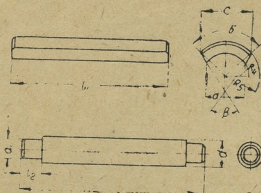
კბილებიანი ჯაჭვების მუშა ფორფიტები



ნახ. 179.

პარამეტრის დასახელება	აღნიშვნა	ზომები მმ-ით					
ჯაჭვის ბიჯი	t	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75	
ფირფიტის ბიჯი	T	12,67	15,85	19,0	25,35	31,7	
ფირფიტის გარე შემოზრგვალების რადიუსი	R	5	6	7	10	12,5	
ფირფიტის ზურგის რადიუსი	R_1	16,08	19,85	23,63	33,38	42,75	
ფირფიტის შუალედი ამონაჭრის მომზადების რადიუსი	R_2	4,5	5,5	6,5	9,0	11,0	
ფირფიტის შუალედი ამონაჭრის რადიუსი	R_3	1,9	2,5	3,2	4,0	5,1	
სიმაღლე ფირფიტის ცენტრიდან ფუძემდე	H_1	7,0	8,5	10,0	13,0	17,0	
მუშა ფუძეების მომზადების რადიუსი	r	1,0	1,0	1,5	1,5	1,75	
მანძილი ღერძის ხაზიდან R_3 რადიუსიდან მრუდამდე	b	1,2	1,5	2,5	2,0	2,5	
მანძილი r რადიუსიანი წრეხაზების ცენტრებს შორის	T_1	15,05	18,82	21,99	31,83	39,09	
ფირფიტის სისქე	S	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	
ხერტის რადიუსი ღერძისათვის	R_4	1,75	2,0	2,5	3,0	4,0	
სადების განლაგების ხერტის რადიუსი	R_5	2,75	3,0	3,75	4,25	5,5	
ფირფიტის საერთო სიმაღლე	H	14,0	17,0	20,0	26,0	34,0	
ჩასოლის კუთხე	α	60°	60°	60°	60°	60°	

კბილებიანი ჯაჭვების სადებები და ლერძაკები



ნახ. 180.

პარამეტრის დასახელება	აღნიშვნა	ზომები მმ-ით და სანტაგარიშო დამოკიდებულებანი				
ჯაჭვის ბიჯი	l	12,7	15 87	19,05	25,4	31,73
სადების შიგა რადიუსი	R_a	1,75	2,0	2,5	3,0	4,0
სადების გარე რადიუსი	R_b	2,75	3,0	3,75	4,25	5,5
სადების მუშა სიგანე	a	2,6	3,0	3,75	4,5	6,05
სადების სისქე		1,0	1,0	1,25	1,5	1,5
ლერძაკის დიამეტრი	d	3,5	4,0	5,0	6,0	8,0

ლერძაკის ყელის დიამეტრი	d_1	$d_1=0,85d$
ლერძაკის ყელის სიგრძე	l_2	$l_2=S+(1,5 \div 2)$
სადების სიგრძე გვერდითი მიმართულებით	l_1	$l_1=b$ (ცხრ. 70)
სადების სიგრძე შიგა მიმართულებით	l_1	$l_1=b$ (ცხრ. 70)
ჯაჭვის ნომინალური სიგანე	b	(ცხრ. 70)
ფირფიტების რიცხვი სადების სიგანეზე განლაგებული	m	$m=\frac{b}{S}$
ლერძაკის საერთო სიგრძე	l_b	$l_b=l_2+2l_1$

კუთხეები β და δ შესაბამისად ტოლია 10° და 70° -ისა

წიგნის ჯაჭვები

ფირფიტებიანი წვეთის ჯაჭვები ГОСТ 5885-4-ის მიხედვით

ფირფიტებიანი წვეთის ჯაჭვები (ნახ. 181) მზადდება შემდეგი ტიპების:

ПВ—მილისა ფირფიტებიანი;

ПВР—ფირფიტებიანი მილისა-გორგოლაკიანი;

ПВК—ფირფიტებიანი მილისა-საგორავებიანი, გლუვი საგორავებით;

ПВКГ—ფირფიტებიანი მილისა-საგორავებიანი ქიშხებით საგორავებზე;

ПВКН—ფირფიტებიანი მილისა-საგორავებიანი, გორგის ზახუნისა საცისრებით.

ჯაჭვები მზადდება სახსრის დეტალების ზედაპირის ნორმალური და მაღალი სისალით.

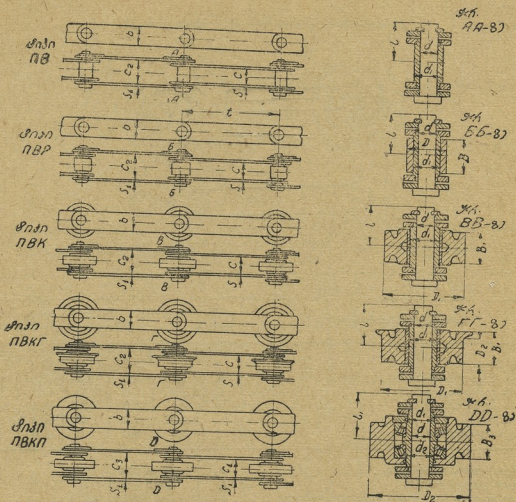
ჯაჭვები მზადდება სიმტკიცის შემდეგი კატეგორიებით:

I—მაღალი დატვირთვისათვის;

II—გადიდებული დატვირთვისათვის;

III—ნორმალური დატვირთვისათვის;

IV—შემცირებული დატვირთვისათვის.



ნახ. 181.

ფირფიტებიანი მილისა-გლუვსაგორავებიანი ჯაჭვის აღნიშვნის მაგალითი, ღერძის დიამეტრი 24 მმ, ბიჯით 320 მმ, I კატეგორიის სიმტკიცით, სახსრის დეტალების ზედაპირის ნორმალური სისალით: წევის ჯაჭვი ИБК-24 320 I, ГОСТ 588-54.

ცხრილი 73

წევს ჯაჭვების ძირითადი ზომები და წონები (ნახ. 181). ზომები მმ-ით

ღერძის დიამეტრი d	მილის დიამეტრი		ფირფიტის სიგანე b	ფირფიტის სისქე		გორგოლაკის ან საგორავის დიამეტრი			მანძილი ფირფიტებს შორის				გორგოლაკის ან საგორავის სიგანე				ღერძის უდიდესი სიგრძე	
				შოგა S	გრ S ₁				შიგა		გარე							
	d ₁	d ₂		შოგა S	გრ S ₁	D	D ₁	D ₂	e	e ₁	e ₂	e ₃	B	B ₁	B ₂	B ₃	l	l ₁
9	14	—	25	3,5	3,5	22	—	—	23	—	32	—	22	—	—	—	28	—
11	17	—	30	4	4	26	—	—	28	—	38	—	27	—	—	—	32	—
13	20	—	35	5	5	30	65	—	32	—	44	—	31	28	—	—	38	—
16	24	—	40	6	6	36	75	—	38	—	52	—	37	34	27	—	46	—
20	30	—	50	7	7	44	90	—	44	—	60	—	42	38	30	—	54	—
24	35	35	60	8	8	52	110	130	52	62	70	80	50	44	35	40	64	64
30	42	45	75	10	8	62	130	180	60	78	82	100	58	50	40	50	75	78
36	50	50	90	12	10	75	150	240	70	100	97	127	68	60	49	65	90	96
44	60	—	110	14	12	90	180	—	82	—	113	—	79	70	58	—	100	—
55	75	—	140	16	14	110	210	—	98	—	113	—	95	86	74	—	115	—

ჯაჭვის ტიპი	ლურჯის დამატური მმ	ჯაჭვის ბიჯი / მმ-ით													
		65	80	100	125	160	200	250	320	400	500	630	800	1000	1250
		1 გრძივი მეტრი ჯაჭვის წონა კგ-ით არა უმეტესი													
IIB	9	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	4,6	4,1	3,7	3,4	3,1	2,9	2,7	—	—	—	—	—	—	—
	13	8,5	7,2	6,6	5,9	5	4,8	4,4	3,9	—	—	—	—	—	—
	16	—	11	10	8,8	7,8	7,1	6,5	6	5,6	—	—	—	—	—
	20	—	—	15,7	13,8	12	10,8	9,8	8,9	8,6	8,1	—	—	—	—
	24	—	—	—	20,6	17,9	15,9	14,4	13	12	11,2	10,5	—	—	—
	30	—	—	—	—	26,8	23,5	20,8	18,4	16,8	15,5	14,3	13,8	—	—
	36	—	—	—	—	—	37,9	33,3	29,2	26,4	24,1	22,2	20,6	19,5	18,5
	44	—	—	—	—	—	—	52,8	46,4	41,3	37,4	34,1	31,5	29,6	28,1
55	—	—	—	—	—	—	—	76,1	67,4	60,3	54,6	49,8	46,4	43,5	
IIBP	9	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	5,6	5	4,4	3,9	3,5	3,2	3	—	—	—	—	—	—	—
	13	10,1	8,5	7,9	6,7	5,6	5,3	4,7	4,2	—	—	—	—	—	—
	16	—	13,6	11,8	10,2	8,9	7,9	7,2	6,5	6,1	—	—	—	—	—
	20	—	—	18,6	16,1	13,8	12,3	10,9	9,9	9,1	8,4	—	—	—	—
	24	—	—	—	24,5	20,5	18,3	16,3	14,4	13,2	12,1	11,3	—	—	—
	30	—	—	—	—	31,8	27,5	24	20,9	19,2	17	14,7	14,3	—	—
	36	—	—	—	—	—	44,9	38,7	33,6	29,8	26,8	24,4	22,3	20,8	19,5
	44	—	—	—	—	—	—	61,5	53,3	47,1	42	37,8	34,3	31,7	30,3
55	—	—	—	—	—	—	—	88,5	76,3	67,3	60,7	54,8	50,4	46,6	
IIBK	13	—	—	—	10,5	8,6	7,7	6,8	5,7	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	13,6	11,7	10,2	8,9	7,9	—	—	—	—	—
	20	—	—	—	—	—	17,9	15,6	13,4	11,9	10,7	—	—	—	—
	24	—	—	—	—	—	—	24,8	21,2	18,6	16,5	14,7	—	—	—
	30	—	—	—	—	—	—	39,2	32,9	28,3	24,6	21,6	19,2	—	—
	36	—	—	—	—	—	—	—	48,1	41,6	36,1	31,7	28,1	25,4	23,3
	44	—	—	—	—	—	—	—	—	66,2	57,4	49,9	43,9	39,6	37,3
	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92,6	80,0	69,5	62,5	56,5
IIBKT	13	—	—	—	11	9	8	7	5,9	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	14,3	12,2	10,6	9,2	8,2	—	—	—	—	—
	20	—	—	—	—	—	18,7	16,2	13,9	12,3	11	—	—	—	—
	24	—	—	—	—	—	—	26,1	22	19,3	17	15,3	—	—	—
	30	—	—	—	—	—	—	41,5	34,6	29,6	25,8	22,5	19,8	—	—
	36	—	—	—	—	—	—	—	50,6	43,4	37,3	33	29	25,7	23,9
	44	—	—	—	—	—	—	—	—	69,0	59,6	51,8	54,4	40,7	37
	55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96,3	83	72,3	64,3	58
IIBKII	24	—	—	—	—	—	—	34,7	28,8	24,6	21,4	18,6	—	—	—
	30	—	—	—	—	—	—	57,8	48,2	43	34,3	29,2	25,2	—	—
	36	—	—	—	—	—	—	—	101,6	84,2	70,6	59	49,6	42,5	38

ცხრილი 74

მრავლოვანი დატვირთვების წიგნის დაკრები

დგრძაქის დიამეტრი მმ	დაკრის სიმტკიცის კატეგორია			
	I	II	III	IV
9	10800	6200	4900	3700
11	15000	8600	6800	52000
13	20900	12000	9500	7200
16	27700	15900	12600	9600
20	40000	23000	18200	13800
24	56200	32300	25600	19400
30	79000	45400	36000	27400
36	119000	68000	54000	41000
44	168000	100000	79000	—
55	262000	150000	119000	—

ცხრილი 75

მრავლოვანი დატვირთვების წიგნის დაკრები

დგრძაქის დიამეტრი მმ	დაკრის სიმტკიცის კატეგორია			
	I	II	III	IV
9	320	320	250	160
11	500	500	400	250
13	800	800	630	400
16	1250	1250	1000	630
20	2000	2000	1600	1000
24	3200	3200	2500	1600
30	5000	5000	4000	2500
36	8000	8000	6300	4000
44	12500	12500	10000	—
55	20000	20000	16000	—

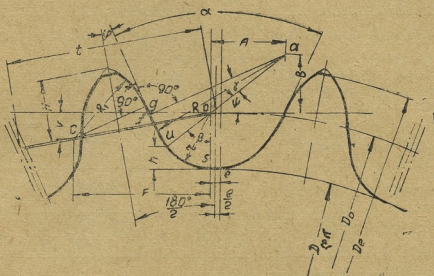
მილისა-გორგოლაქიანი ამჟრავი ჯაჭვების ვარსკვლავები ГОСТ 591-55-ის მიხედვით
(ნახ. 182)

სტანდარტით გათვალისწინებული ვარსკვლავის კბილის პროფილის ორი ტიპი:

ა) ღრმულების რკალების გადანაცვლებული ცენტრებით;

ბ) გადაუნაცვლებელი ცენტრებით.

ვარსკვლავის კბილის პროფილის აგება და გაანგარიშება ხდება 182-ე ნახაზისა და ქვემო ცხრილის მიხედვით.

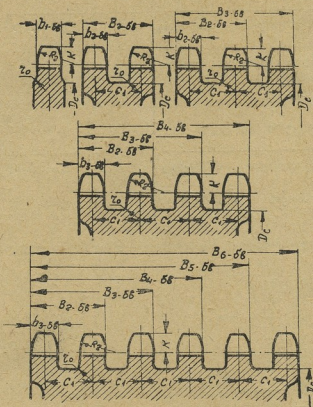


ნახ. 182.

№№ რიგზე	პარამეტრის დასახელება	აღნიშვნა	გასანგარიშებელი ფორმულები
1	ჯაჭვის ბიჯი	l	ზომები ჯაჭვის ГОСТ-დან
2	ჯაჭვის გორგოლაქის დიამეტრი (მილისა ჯაჭვისათვის მილისას დიამეტრი)	D	
3	ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი	z	—
4	გამყოფი წრეხაზის დიამეტრი	D_0	$D_0 = \frac{l}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$
5	შეერების წრეხაზის დიამეტრი	D_g	$D_g = l \left(0,6 + \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z} \right)$
6	ღრმულების წრეხაზის დიამეტრი	$D_{\text{ღრ}}$	$D_{\text{ღრ}} = D_0 - 2r$
7	კბილის ღრმულის რადიუსი	r	$r = 0,5025D + 0,05 \text{ მმ}$
8	კბილის ჩახნეილობის რადიუსი	R	$R = 0,8D + r$

№№ რიგზე	პარამეტრის დასახელება	აღნიშვნა	გასაანგარიშებელი ფორმულები
9	შეერთების კუთხე	β	$\beta = 55^\circ - \frac{60^\circ}{\gamma}$
10	ჩაზნეკილობის კუთხე	γ	$\gamma = 18^\circ - \frac{56^\circ}{\gamma}$
11	პროფილის კუთხე	φ	$\varphi = 17^\circ - \frac{64^\circ}{\gamma}$
12	პროფილის სწორი უბანი	fg	$fg = D(1,24 \sin f - 0,8 \sin \gamma)$
13	მანძილი ღრმულის რკალის ცენტრიდან კბილის თავის რკალის ცენტრამდე	OC	$OC = 1,24D$
14	კბილის თავის რადიუსი	R_1	$R_1 = D(1,24 \cos \varphi + 0,8 \cos \gamma - 1,3025) - 0,05 \text{ მმ}$
15	გადანაცვლების სიდიდე	e	$e = 0,07(t - D) + 0,05 \text{ მმ}$
16	ღრმულის კუთხე	α	$\alpha = 2\varphi + \frac{360^\circ}{\gamma} = 34^\circ + \frac{232^\circ}{\gamma}$
17	ჩაზნეკილობის რადიუსის დაბრის კუთხე	ψ	$\psi = 90^\circ - \beta = 35^\circ + \frac{60^\circ}{\gamma}$
18	მანძილი კბილის ფუძიდან r და R რადიუსიანი რკალების შეუღლეების წერტილამდე	h	$h = r(1 - \cos \beta)$
19	R რადიუსიანი რკალის ქორდა	uf	$uf = 2R \sin \frac{\gamma}{2}$
20	კბილის თავის სიმაღლე	H	$H = \sqrt{R_1^2 - \left(1,24D - \frac{t}{2} + \frac{e}{2} \cos \frac{180^\circ}{t}\right)^2} + \frac{e}{2} \sin \frac{180^\circ}{\gamma}$
21	a წერტილის კოორდინატები	A B	$A = 0,8D \cos \psi$ $B = 0,8D \sin \psi$
22	c წერტილის კოორდინატები	F V	$F = 1,24D \cos \frac{180^\circ}{t}$ $V = 1,24D \sin \frac{180^\circ}{t}$

კბილების ძირითადი ზომების აგება და გაანგარიშება ვარსკვლავას განივკვეთში (ნახ. 183)

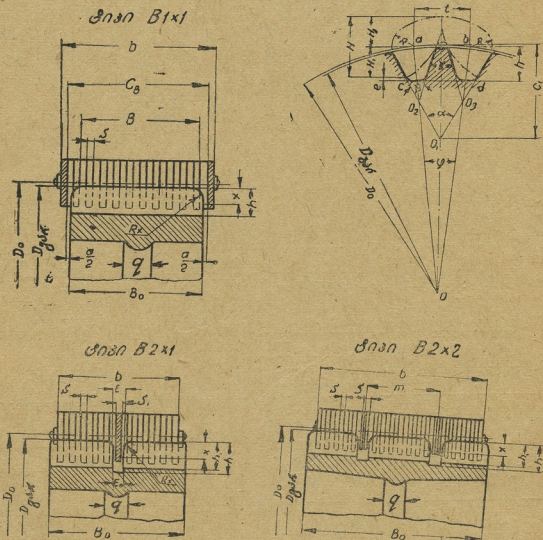


ნახ. 183.

№ სიგზე	პარამეტრის დასახელება	აღნიშვნა	გასაანგარიშებელი ფორმულები
1	2	3	4
1	მანძილი ჯაჭვის შიგა ფირფიტებს შორის	C	ზომები ГОСТ-ებიდან ჯაჭვებისათვის
2	მანძილი ჯაჭვის ღერძებს შორის	C_1	
3	ჯაჭვის ფირფიტების უდიდესი სიგანე	b	
4	ჯაჭვის გორგოლაჰის დიამეტრი (მილიონ-სა-ჯაჭვისათვის—მილისის დიამეტრი)	D	
5	ვარსკვლავას კბილის სიგანე	ერთრიგა	$b_1 = 0,93C - 0,15 \text{ მმ}$
		ორ და სამრიგა	$b_2 = 0,90C - 0,15 \text{ მმ}$
		ოთხრიგა და მეტი	$b_3 = 0,86C - 0,15 \text{ მმ}$
6	ვარსკვლავას გვირგვინის სიგანე	ორრიგა	$B_2 = C_1 + b_3$
		სამრიგა	$B_3 = 2C_1 + b_3$
		ოთხრიგა	$B_4 = 3C_1 + b_3$
		მეხუთხრიგა	$B_5 = 4C_1 + b_3$
		B_6	$B_6 = 5C_1 + b_3$

1	2	3	4
7	კბილების მომრგვალების რადიუსი (უმცირესი)	R_2	$R_2 = 1,7D$
8	მანძილი კბილის შვერიდან მომრგვალების რკალის ცენტრების ზაზემამდე	k	$k = 0,8D$
9	გაჩარხვის დიამეტრი (ჟღერდესი)	D_c	$D_c = \text{ctg } \frac{180^\circ}{\gamma} - 1,3b$
10	მომრგვალების რადიუსი	r_0	$r_0 = 1,5 \text{ მმ}$
	ვარსკვლავებისათვის ბიჯით t		$r_0 = 2,5 \text{ მმ}$

ცხრილი 78.
ვარსკვლავაჲ კბილების პროფილირება კბილებიანი ჯაჭვებისათვის



ნახ. 184 ა, ბ, გ, დ.
ზომები მმ-ით

ვარსკვლავის პარამეტრები	აღნიშვნა და გასაანგარიშებელი დამოკიდებულება	რიცხვითი მნიშვნელობა					
1	2	3					
ჯაჭვის ბიჯი	$l_x \cong t$ ვარსკ	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75	
ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი	z	—					
საწყისი წრეხაზის დიამეტრი	$D_0 = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$	—					
გარე წრეხაზის დიამეტრი	$D_3 = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180^\circ}{z}}$	—					
მანძილი ფირფიტების ცენტრებიდან ფუძემდე	H_1	7	8,5	10	13	17	
რადიალური ღრეჩო	$e = 0,08t$	1	1,25	1,5	2	2,5	
კბილის სიმაღლე	$h = H_1 + e$	8	9,75	11,5	15	19,5	
მიმმართი განაჭერის სიღრმე, უმცირესი ფირფიტების ზემო მომრგვალების რადიუსი	$h_1 = h + 0,16t$	10	12,2	14,5	19	24,5	
მანძილი შუა წახანგების მიმართულუბების განკვეთის წერტილიდან საწყის წრეხაზამდე	R	5	6	7	10	12,5	
ჩასოღვის კუთხე გრადუსობით	C_1 $\alpha = 60^\circ = \text{const}$	21 60	25,75 60	30,5 60	42 60	52,5 60	
რგოლის მობრუნების კუთხე	$\varphi = \frac{360^\circ}{z}$	იხ. ცხრ. 76					
კბილის ღრმულის კუთხე	$\beta = \alpha - \varphi$						
კბილის წაწვეტების კუთხე	$\gamma = 2\beta - \alpha = \alpha - 2\varphi$						
ჯაჭვის ნომინალური სიგანე ფირფიტების მიხედვით	b	იხ. ცხრ. 67					
ძირითადი ფირფიტის სისქე	S	1,5	1,5	1,5	2	2	
მიმმართი ფირფიტის სისქე	$S_1 = S$ ტიპი $B1 \times 1$	1,5	1,5	1,5	2	2	
	$S_1 = 2S$ ტიპი $B2 \times 1$ და $B2 \times 2$	3	3	3	4	4	
განაჭერის ლარაკის სიგანე ფუძესთან:	E_0 მინ = $S_1 + S_2$ ტიპი $B1 \times 1$ ტიპი $B2 \times 2$	3 4,5	3 4,5	3 4,5	4 6	4 6	
მიმმართი განაჭერის ზემო ნაწილის სიგანე	$\begin{cases} E = E_0 + 0,16t \\ \text{ტიპი } B1 \times 1 \\ B2 \times 1; B2 \times 2 \end{cases}$	5 6,5	5,5 7	6 7,5	8 10	8 11	
ჯაჭვის სიგანე მიმმართველ ფირფიტებს შორის	$C_B = b - 2S$	იხ. ცხრ. 70					
ვარსკვლავის განიგვეთის სიგანე ჯაჭვებისათვის:		იხ. ცხრ. 70					
გვერდითი მიმმართველებით	$B = b - 0,16t$						
შიგა მიმმართველებით	$B = b + 0,16t$						

გაგრძელება

1	2	3				
საერთო გვერდითი ღრუთი ვარსკვლავ- სა და მიმართველ ფირფიტებს შო- რის, უმცირესი მანძილი შვერიდან საწყისი წრეხაზის რადიუსის ცენტრის ხაზამდე	$a_{\text{მინ}} = C_B - B_0 =$ $= 0,16l$ $x = 0,39l$ $R_x = \frac{x^2 + (0,08l)^2}{0,16l}$	2	2,5	3	4	5
კბილის მომრგვალების რადიუსი . . .		5	6	7,5	10	12
მანძილი მიმართი ფირფიტების ღერ- ძებს შორის	m	13	15	19,5	26	30
		იხ. ცხრ. 70				

ცხრილი 79

რგოლის მოზრუნების კუთხე φ , კბილის ღრმულის კუთხე β და კბილის წაწვეტების კუთხე γ

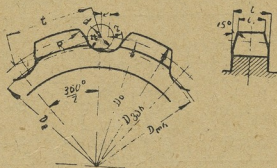
ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი	φ	β	γ	ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი	φ	β	γ
20	18°00'	42°00'	24°00'	50	7°12'	52°43'	45°36'
22	16°22'	43°38'	27°16'	56	6°25'	53°34'	47°19'
25	14°24'	45°36'	31°12'	63	5°42'	54°18'	48°34'
28	12°51'	47°09'	34°18'	72	5°00'	55°00'	50°00'
32	11°15'	48°45'	37°30'	80	4°30'	55°30'	51°00'
36	10°00'	50°00'	40°00'	90	4°00'	56°00'	52°00'
40	9°00'	51°00'	42°00'	100	3°36'	56°24'	52°48'
45	8°00'	52°00'	44°00'				

ცხრილი 80

ვარსკვლავები წვევის ფირფიტებიანი მილიხა და მილიხა-გორგოლაქიანი ჯაჭვებისათვის

ГОСТ 592-41-ის მიხედვით

(1/IV 1957 წლიდან შეცვლილია ГОСТ 592-56-ით)



ნახ. 185.

ზომები მმ-ით

ვარსკვლავის პარამეტრები	აღნიშვნა	ფორმულა
ჯაჭვის ბიჯი	t	—
ჯაჭვის გორგოლაქის ან მილის დიამეტრი	d	—
ჯაჭვის ფირფიტის სიგანე	b	—
მანძილი ჯაჭვის შიგა ფირფიტებს შორის . . .	C_B	—
გორგოლაქის სიგრძე, ან ქიმებიანი გორგოლაქის მუშა ნაწილის სიგრძე	C_p	—

გ ა გ რ ძ ე ლ ე ბ ა

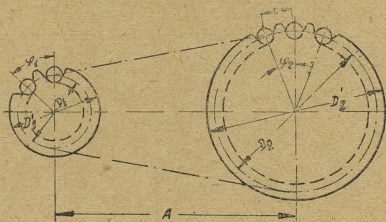
ვარსკვლავის პარამეტრები	აღნიშვნა	ფორმულა
ჯაჭვის მრღვევი დატვირთვა	Q	
ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი	z	
საწყისი წრეხაზის დიამეტრი	D_0	$D_0 = \frac{l}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$
უპირატესო მანძილი კბილის ღრმულების აგების ცენტრებს შორის	e	$e = 0,005 \sqrt[3]{Q}$
კბილის ღრმულის რადიუსი	r	$r = 0,5d$
დამხმარე წრეხაზის დიამეტრი	D_R	$D_R = D_0 - 0,2z$
კბილის შვერის რადიუსი	R	$R = t - (e + r)$
გარე დიამეტრი:		
როცა $d \leq 75$ მმ	$D_{გარე}$	$D_{გარე} = D_0 + 0,5d + 6$ მმ $D_{გარე} = D_0 + 0,25d + 10$ მმ
" $d > 75$ მმ		
კბილის ღრმულების წრეხაზის დიამეტრი	$D_{ღრ}$	$D_{ღრ} = D_0 - d$
კბილის სიგანე ჯაჭვებისათვის:		
მილისა და მილისა-გორგოლაჭიანისათვის ტიპი A, B და Γ	l	$l = 0,9C_B$ $l = 0,9C_P$
მილისა-გორგოლაჭიანისათვის ტიპი B		
კბილის შვერის სიგანე:		
როცა $d \leq 75$ მმ	l_1	$l_1 = l - 0,18d + 1,5$ მმ $l_1 = l - 0,09d + 2,5$ მმ
" $d > 75$ მმ		

ცხრილი 81

ვარსკვლავის კბილთა რეკომენდებული რიცხვი გადაცემის რიცხვისაგან დამოკიდებულებით
გადაცემაში ჯაჭვებისათვის

ჯაჭვი	გადაცემის რიცხვი i						შინ	შეჯს
	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6		
კბილებიანი	45—31	35—31	31—27	27—23	23—19	19—17	17(13)	$z_2 \leq 140$
გორგოლაჭებიანი	31—27	27—25	25—23	23—21	21—17	17—15	13(9)	$z_2 \leq 120$

ჯაჭვური გადაცემის ძირითადი პარამეტრები



ნახ. 186.

ცენტრთაშორისი მანძილი	$A = (30 \div 50) t$
ცენტრთაშორისი უმცირესი მანძილი	$A = 0,6(D'_1 + D'_2) + 30 \div 50 \text{ მმ}$
ცენტრთაშორისი უდიდესი მანძილი	$A \leq 80 t$
ვარსკვლავას გარე დიამეტრი	$D' = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180^\circ}{i}}$
გადაცემის რიცხვი	$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = 1; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,25; 3; 1,5; 4; 4,5; 5; 6; 3; 7; 1$
ვარსკვლავას გამყოფი წრეხაზების დიამეტრები	$D_1 = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}}; D_2 = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_2}}$
ჯაჭვის სიგრძე	$L = 2A + \frac{(z_1 + z_2)t}{2} + \frac{\left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right)^2 t}{A}$
რგოლების რიცხვი ჯაჭვში	$Lt = \frac{L}{t} = 2 \frac{A}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{\left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right)^2}{\frac{A}{t}}$
დამრგვალებული რგოლების რიცხვის მიხედვით საბოლოო ცენტრთაშორისი მანძილი	$A = \frac{t}{4} \left[Lt - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(Lt - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$
ჯაჭვის სიჩქარე	$v = \frac{z_1 n_1}{60 \cdot 1000} \text{ მ/წმ}$
მილისა-გორგოლაჭიანი ჯაჭვისათვის	$v_{\text{მაქს}} \leq 18 \text{ მ/წმ}, \text{ ნორმალურად } < 10 \text{ მ/წმ}$
კბილებიანი ჯაჭვისათვის	$v_{\text{მაქს}} \leq 25 \text{ მ/წმ}$

ჯაჭვის ბიჯი შეირჩევა ცხრილებიდან. შეძლებისდაგვარად ირჩევენ ბიჯის უმცირეს ზომას. შემდეგ ამოწმებენ ზღვრულ ბრუნთა რიცხვს წუთში ცხრილ 82-ის მიხედვით.

მცირე ვარსკვლავის ზღვრული ბრუნთა რიცხვი წუთში მილისა-გორგოლაქიანი ჯაჭვისათვის

ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი	ჯაჭვის ბიჯი მმ-ით								
	12	15	20	25	30	35	40	45	50
15	2300	1900	1350	1150	1000	800	750	650	600
19	2400	2000	1450	1200	1050	850	800	700	650
23	2500	2100	1500	1350	1100	900	800	750	650
27	2550	2150	1550	1300	1100	900	850	750	700
30	2600	2200	1550	1300	1100	900	850	750	700

კბილბიანი ჯაჭვისათვის

z ₁	ჯაჭვის ბიჯი მმ-ით				
	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75
უდიდესი დასაშვები ბრუნთა რიცხვი წუთში					
17 ÷ 35	3300	2650	2200	1650	1300

$$\text{ჯაჭვის დარტყმათა რიცხვი } u = \frac{4z_1 n_1}{60 L t} \cdot \frac{1}{\text{წმ}} = [u]$$

დასაშვებ დარტყმათა რიცხვი [u] წამში

ჯაჭვის ტიპი	ჯაჭვის ბიჯი მმ-ით							
	12 12,7	15 15,87	19,05 20	25 25,4	30 31,75	38,1 40	44,45 45	50 50,8
მილისა-გორგოლაქიანი	60	50	35	30	25	20	15	15
კბილბიანი	80	65	50	30	25	—	—	—

წრიული ძალა

საანგარიშო სინტეზის მარაგის კოეფიციენტი

მრღვევი დატვირთვა

დამატებითი დატვირთვა ცენტრიდანული ძალისაგან

დამატებითი დატვირთვა ჯაჭვის ჩალუნვისაგან

ერთი მეტრი სიგრძის ჯაჭვის წონა

გადაცემის მდებარეობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი

დატვირთვის ხასიათის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი

როცა $v \leq 10$ მ/წმ, მაშინ P_e მზედველობაში არ მიიღება; აგრეთვე როცა $A < 40$ მ, მაშინ არ ითვალისწინებენ P_f საც და შესაბამისად სინტეზის მარაგის გამოსათვლელი ფორმულა

$$P = \frac{75N}{v} \text{ კგ}; \quad P = \frac{102N}{v} \frac{\text{კგ}}{\text{წმ}} \text{ კგ}$$

$$n' = \frac{Q}{k_1 P + P_e + P_f} = [n']$$

Q — აიღება სტანდარტების ცხრილიდან შერჩეული ჯაჭვისათვის

$$P_e = \frac{qv^2}{g} \text{ კგ}$$

$$P_f = k_f q A \text{ კგ}$$

q — აიღება ჯაჭვის სტანდარტების ცხრილიდან შერჩეული ჯაჭვისათვის

$k_f = 4$ — თარაზული გადაცემა
 $k_f = 2 \div 2,5$ — როცა გადაცემა დახრილია 40°-მდე
 $k_f = 1$ — როცა გადაცემა დახრილია 40°-ზე მეტად

$k_1 = 1$ — წყნარი დატვირთვა

$k_1 = 1,2 \div 1,5$ — დარტყმითი დატვირთვა

$$n' = \frac{Q}{k_1 P} = [n']$$

მინიმალური დახაშვები ხიმტიცის მარაგი ჯაჭვებისათვის

ბიჯი t მმ	ბრუნთა რიცხვი უმცირესი ვარსკვლავისათვის წუთში										
	50-მდე	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000	2400	2800
კბილებიანი ჯაჭვებისათვის ($\gamma_1=17 \div 35$)											
12,7—15,82	20	22	24	26	29	31	33	37	42	46	51
19—25,4	20	23	26	30	33	36	40	46	53	—	—
31,75	20	26	32	36	41	46	51	—	—	—	—
მილისა-გორგოლაჭიანი ჯაჭვისათვის ($\gamma_1=15 \div 30$)											
12—15,87	7	7,8	8,5	9,3	10,2	11	11,7	13,2	14,8	16,3	18
19—25,4	7	8,2	9,3	10,3	11,7	12,9	14	16,3	—	—	—
30—38	7	8,5	10,2	13,2	14,8	16,3	19,5	—	—	—	—
40—50,8	7	9,3	11,7	14	16,3	—	—	—	—	—	—

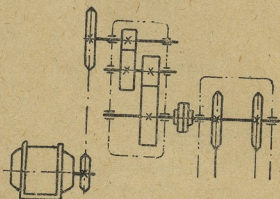
კუთრი წნევის სიდიდე სახარებში	$p = \frac{Pk}{F} \text{ კგ/მმ}^2 = [p]$
დატვირთვის გასაანგარიშებელი კოეფიციენტი	$k = k_1 k_2 k_3$
შეხეთვის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი .	$\begin{cases} k_1=1-\text{განუწყვეტელი შეხეთვა} \\ k_2=1,3-\text{წყვეთური შეხეთვა} \\ k_3=1,5-\text{პერიოდული შეხეთვა} \end{cases}$
ჯაჭვის ზანგრძლიობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი	$\begin{cases} k_4=1-\text{ერთი ცვლით მუშაობა} \\ k_5=1,25-\text{ორი ცვლით მუშაობა} \\ k_6=1,5-\text{განუწყვეტლივ სამ ცვლაში მუშაობა} \end{cases}$
სახსრის საყრდენი ზედაპირის გეგმილი	$F = d(c + 2S) - \text{მილისა-გორგოლაჭიანი ჯაჭვი}$ $F = 0,76dL - \text{კბილებიანი ჯაჭვი}$ — სიდიდეები ჯაჭვის სტანდარტების ცხრილის მიხედვით აიღება

დახაშვები კუთრი წნეგები [p] კგ/მმ² მილისა-გორგოლაჭიანი ჯაჭვებისათვის, როცა $\gamma_1=15 \div 30$

ბრუნთა რიცხვები უმცირესი ვარსკვლავისათვის— n_1 ბრ/წთ	ჯაჭვის ბიჯი t მმ			
	12—15,87	19,05—25,4	30—38,1	40—50,8
≡50	3,5	3,5	3,5	3,5
≡200	3,15	3,0	2,87	2,62
≡400	2,87	2,62	2,42	2,10
≡600	2,62	2,34	2,10	1,75
≡800	2,42	2,10	1,85	1,50
≡1000	2,24	1,90	1,66	—
≡1200	2,10	1,75	1,50	—
≡1600	1,85	1,50	—	—
≡2000	1,66	—	—	—
≡2400	1,50	—	—	—
≡2800	1,37	—	—	—

მ ა ზ ა ლ ი თ ე ბ ი

მაგალითი 1. გაიანგარიშეთ ჯაჭვური გადაცემა ელექტროძრავიდან ხვე-
ტია ტრანსპორტიორის რედუქტორზე შემდეგი მონაცემებით (ნახ. 187): გა-
დასაცემი სიმძლავრე $N=23$ კვტ;
ვარსკვლავის ბრუნთა რიცხვი $n_1=$
 $=735$ ბრ/წთ; გადაცემის რიცხვი
 $i=3,15$; გადაცემა მუშაობს ორ ცვლა-
ში; ჯაჭვი მილისა-გორგოლაქია-
ნია, შეზეთვა განუწყვეტელი; გადა-
ცემის დახრის კუთხე თარაზულ ხაზ-
თან 30° -ია.



გაანგარიშება 1. 81-ე ცხრილიდან
ვირჩევთ უმცირესი ვარსკვლავის
კბილთა რიცხვს $z_1=25$, მაშინ

$$z_2 = i z_1 = 3,15 \cdot 25 = 79.$$

2. დატვირთვის საანგარიშო
კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის:

ნახ. 187.

როცა მცირე სიდიდის ბიძგებს აქვს ადგილი, ვიღებთ $k_1=1,2$; უწყვეტი შეზეთ-
ვისას $k_2=1,0$; ერთ ცვლაში მუშაობის გამო $k_3=1,0$; მაშასადამე

$$k = k_1 k_2 k_3 = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2.$$

3. ჯაჭვის სიჩქარე და წრიული ძალა ბიჯისაგან დამოკიდებულებით

$$v = \frac{z_1 n_1 t}{60 \cdot 1000} = \frac{25 \cdot 735}{60 \cdot 1000} t = 0,306 t \text{ მ/წმ};$$

$$P = \frac{102N}{v} = \frac{102 \cdot 23}{0,306 \cdot t} \approx \frac{7660}{t} \text{ კგ}.$$

4. ვირჩევთ გადიდებული სიმტკიცისა და სიჭუსტის მილისა-გორგო-
ლაქიან ჯაჭვს. ГОСТ 5528-50-ის მიხედვით (ცხრ. 60). რადგანაც ვარსკვლა-
ვების ცენტრებს შორის მანძილი მოცემული არა გვაქვს, ამიტომ ავირჩიოთ
რამდენიმე ბიჯიანი ჯაჭვი; საბოლოოდ ავიღოთ უკეთესი მათგანი. წინასწარ
შევირჩიოთ ჯაჭვები, ბიჯით $t=20, 25$ და 30 მმ; გაანგარიშების შედეგი მო-
ვათავსოთ ცხრილში.

განსასაზღვრავი სიდიდეები და გასანგარიშებელი ფორმულები		განზომი- ლება	ჯაჭვის ბიჯი მმ		
			20	25	30
d	იხ. ნახ. 175 და 176 და ცხრ. 69	მმ	6	8	9,5
c		მმ	12	16	19
S		მმ	2,5	3,5	4
Q		კგ	3800	6500	9500
q		კგ/მ	1,53	2,84	3,95
$l=c+2S$		მმ	17	23	27
$F=dl$		მმ²	102	184	256
$v=\frac{z_1 n_1}{60 \cdot 100}$		მ/წმ	6,12	7,65	9,18

განსახილველი სიდადეგები და გასანგარიშებელი ფორმულები	განზომილება	ჯაჭვის ბიჯი მმ		
		20	25	30
$P = \frac{102N}{\psi}$	კგ	383	306	255
$p = \frac{Pk}{F}$	კგ/მმ²	4,5	2,0	1,2
[p] 85-ე ცხრილიდან 30% გადიდებით	კგ/მმ²	2,8	2,8	2,5
$n' = \frac{Q}{k_1 P}$		8,5	17,7	31
[n']—84 ცხრილიდან		11,2	11,2	14,3
შედარება გვაძლევს:				
კუთრ წნევას		$p > [p]$	$p < [p]$	$p \ll [p]$
სიმკაცრის მარაგის კოეფიციენტი		$n' < [n']$	$n' > [n']$	$n' \gg [n']$
დასკვნა		გამოუსა- დგვია	გამო- სადგ- ვია	საგრძნო- ბი მარა- გითაა

ამგვარად გაანგარიშების მიხედვით სამი ერთრიგა ჯაჭვისათვის ყველაზე უფრო გამოსადეგია ჯაჭვი, ბიჯით $t=25$ მმ. ამ ჯაჭვის პირობითი აღნიშვნაა ჯაჭვი BP 25-1, ГОСТ 5558-50.

მივიღოთ, რომ ვარსკვლავების ცენტრებშორისი მანძილი

$$A = 40t = 40 \cdot 25 = 1000 \text{ მმ};$$

რგოლების რიცხვი ჯაჭვში

$$L_t = 2 \frac{A}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{\left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right)^2}{\frac{A}{t}} = 2 \cdot 40 + \frac{25 + 79}{2} + \frac{\left(\frac{79 - 25}{2 \cdot 3,14}\right)^2}{40} \approx 134,$$

დარტყმათა რიცხვი

$$u = \frac{4z_1 n_1}{60 L_t} = \frac{4 \cdot 25 \cdot 735}{60 \cdot 134} = 9,2 \text{ 1/წმ.}$$

83-ე ცხრილიდან, როცა $t=25$ მმ, გვაქვს $[u]=30$ წამში. ცენტრებს შორის ნამდვილი მანძილი იქნება

$$A = \frac{t}{4} \left[L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] =$$

$$= \frac{25}{4} \left[134 - \frac{25 + 79}{2} + \sqrt{\left(134 - \frac{25 + 79}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{79 - 25}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 1002,5 \text{ მმ.}$$

ჯაჭვის ნორმალური მუშაობისათვის საჭიროა უზრუნველყოთ მისი უდიდესი ჩაღუნვის ისრის სიდიდე. მიღებულია:

$$f = 0,02A - \text{როცა გადაცემა დახრილია } 45^\circ \text{ მდე;}$$

$f = (0,01 - 0,015)A$ — როცა გადაცემის დახრა მეტია 45° -ზე. ფაქტიური ცენტრთაშორისი მანძილი ნაკლები უნდა იყოს გაანგარიშებულზე $0,5f$ -ით,

0. 0.

$$A_{\text{გ}} = A - 0,5f = 1002,5 - 0,5 \cdot 0,02 \cdot 1002,5 \approx 992 \text{ მმ.}$$

ლილვზე მოქმედ დატვირთვის განესაზღვრავეთ ფორმულით

$$P_{\text{ლილვ}} = P + 2P_f,$$

სადაც

$$P_f = k_f q A_{\text{გ}} = 4 \cdot 2,84 \cdot 0,99 = 11,3 \text{ კგ,}$$

შესაბამისად

$$P_{\text{ლილვ}} = 306 + 2 \cdot 11,3 = 328,6 \text{ კგ.}$$

მაბალთით 2. შეარჩიეთ და მოახდინეთ შემოწმებითი გაანგარიშება კბილესიანი ჯაჭვისა, თუ წაყვან ლილვზე მოქმედი სიმძლავრე $N=9,1$ კვტ, ამავე ლილვის ბრუნთა რიცხვი $n_1=970$ ბრ/წთ; გადაცემის რიცხვი $i=3$; მანძილი წაყვან და მიმყოლ ლილვებს შორის დაახლოებით არის $A'=600$ მმ; ჯაჭვი განუწყვეტლივ იზეთება, გადაცემა სამ ცელაში მუშაობს და ჯაჭვის დახრის კუთხე დაახლოებით 30° -ია.

განგარიშება. გადაცემის რიცხვის $i=3$ -ის მიხედვით, 81-ე ცხრილიდან კბილესიანი ჯაჭვისათვის ეპოულობთ $z_1=31$, მაშინ მიმყოლი ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი $z_2=i z_1=3 \cdot 31=93$.

შევირჩიოთ ჯაჭვის ბიჯი დამოკიდებულებიდან $A=(30 \div 50)i$; მივიღოთ, რომ $A=40i$, მაშინ $t = \frac{A}{40} = \frac{600}{40} = 15$ მმ;

70-ე ცხრილიდან მივიღოთ, რომ $t=15,87$ მმ.

ჯაჭვის სიგანის განსაზღვრისათვის წინასწარ ეპოულობთ:

1. ჯაჭვის სიჩქარეს

$$v = \frac{z_1 t n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{31 \cdot 15,87 \cdot 970}{60 \cdot 1000} \approx 8 \text{ მ/წმ;}$$

2. ღერძაკის დიამეტრის ვილბო 72-ე ცხრილიდან, $d=4$ მმ;

3. შემასწორებელი კოეფიციენტი

$$k = k_1 k_2 k_3,$$

სადაც k_1 არის დატვირთვის ხასიათის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი $=1,5$; k_2 შეზეთვის გამთვალისწინებელი $\approx 0,8$; k_3 — მუშაობის ხანგრძლიობის გამთვალისწინებელი $\approx 1,5$. შესაბამისად

$$k = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \approx 1,8;$$

კუთრი წნევა $p=1,32$ კგ/მმ².

ჯაჭვის სიგანე განესაზღვროთ ფორმულით

$$l \geq \frac{135 N k}{p d v} = \frac{135 \cdot 9,1 \cdot 1,8}{1,32 \cdot 4 \cdot 8} \approx 52 \text{ მმ.}$$

70-ე ცხრილიდან ვირჩევთ გვერდითი მიმართველ ფირფიტებიან ჯაჭვს (ბიძგისებური დატვირთვის გამო), სიგანით $b=54,5$ მმ. შერჩეულ ჯაჭვს აქვს მრღვევი დატვირთვა $Q=6540$ კგ; წონა $q=3,85$ კგ/მ.

ჯაჭვის სიგრძის განსაზღვრისათვის ეპოულობთ მუხლების რიცხვს ჯაჭ-

ვში

23.

$$L_t = 2 \frac{A'}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{\left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2}{A'} = 2 \frac{600}{15,87} +$$

$$+ \frac{31 + 93}{2} + \frac{\left(\frac{93 - 31}{2 \cdot 3,14} \right)^2}{60} \approx 142.$$

15,87

ჯაქვის საბოლოო სიგრძეს აღარ გამოვთვლით, რადგანაც გათვალისწინებულია მისი რეგულირება.

ჯაქვის წამყვან შტოში წარმოიშვება მუდმივი სიდიდის დაჭიმულობა

$$P_{\text{მთლ}} = P + P_f \approx 114 + 9 = 129 \text{ კგ},$$

სადაც წრიული ძალა

$$P = \frac{75N}{v} = \frac{75 \cdot 9,1 \cdot 1,36}{8} \approx 114 \text{ კგ};$$

ჯაქვის ჩალუნვისაგან გამოწვეული დატვირთვა

$$P_f = k_f q A' = 4 \cdot 3,85 \cdot 0,6 \approx 9 \text{ კგ}.$$

აქ მიღებულია, რომ თუ ჯაქვის დახრა 30° -ია, მაშინ კოეფიციენტი $k_f = 4$.

მაგალითი 3. შეარჩიეთ ჯაქვი მძიმე სახარატო ჩარხის მალალსიჩქარიანი ამძრავისათვის, თუ ელექტროძრავის სიმძლავრე $N = 55$ კვტ და $n_1 = 1440$ ბრ/წთ. სიჩქარეთა კოლოფის მიმღები ლილვისათვის $n_2 = 750$ ბრ/წთ. განვარიშება. როცა

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1440}{750} \approx 2,$$

შესაბამისად 81-ე ცხრილიდან ვპოულობთ, რომ $z_{\text{მინ}} = 60 \div 65$; მივიღოთ

$$z_1^* = 63, \text{ მაშინ } z_2 = z_1 \frac{n_1}{n_2} = 63 \frac{1440}{750} = 121.$$

თუ წინასწარ დავუშვებთ ჯაქვის სიჩქარეს $v = 25$ მ/წმ, მაშინ ჯაქვის ბიჯი

$$t = \frac{60 \cdot 1000 \cdot v}{z_1 n_1} = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 25}{63 \cdot 1440} \approx 16,5 \text{ მმ}.$$

ნორმების მიხედვით მივიღოთ, რომ $t = 15,87$ მმ, მაშინ

$$v_{\text{ვ.მ}} = \frac{z_1 n_1 t}{60 \cdot 1000} = \frac{63 \cdot 1440 \cdot 15,87}{60 \cdot 1000} \approx 24 \text{ მ/წმ}.$$

ვპოულობთ სასარგებლო ძალას, რომლის გადაცემა შეუძლია ჯაქვს ბიჯით $t = 15,87$ მმ, ამისათვის ვსარგებლობთ ცხრილით

ჯაჭვის ბიჯი	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75
ჯაჭვის სიგანე (სახლურები)	20—105	30—125	35—200	35—250	80—275
მრღვევი დატვირთვა კგ, როცა ჯაჭვის სიგანე 10 მმ-ია	1000	1200	1500	1700	2500
1 მეტრი სიგრძის ჯაჭვის წონა, როცა ჯაჭვის სიგანე 10 მმ-ია, კგ	0,62	0,71	0,82	1,25	1,60

$$T' = \frac{q'v^2}{g} = \frac{0,71 \cdot 24^2}{9,81} = 41,7 \text{ კგ.}$$

ჯაჭვის სიგანე

$$b \geq \frac{1000N}{vT'} = \frac{1000 \cdot 55}{24 \cdot 41,7} \approx 55 \text{ მმ.}$$

70-ე ცხრილიდან ვირჩევთ ჯაჭვს შიგა მიმართული ფირფიტებით $B1 \times 1$, სიგანით $b=63$ მმ, რომლისთვისაც $Q=7560$ კგ.
სიმტკიცის მარაგის პირობითი კოეფიციენტი

$$n' = \frac{Qv}{100N} = \frac{7560 \cdot 24}{100 \cdot 55} \approx 33.$$

მაბალაითი 4. შეარჩიეთ მილისურ-გორგოლაჭიანი ჯაჭვი, თუ მოცემულია: გადასაცემი სიმძლავრე $N=30$ ცხ. ძ. წამყვანი ვარსკვლავის ბრუნთა რიცხვი $n_1=500$ ბრ/წთ; გადაცემის რიცხვი $i=2,5$; ვარსკვლავების ცენტრებზე გამავალი ღერძის დახრა ჰორიზონტთან $\alpha=40^\circ$; მუშაობის რეჟიმი საშუალო.

განგარიშება. 1.81-ე ცხრილიდან გადაცემის რიცხვის $i=2,5$ -ის მიხედვით ვირჩევთ წამყვანი ვარსკვლავის კბილთა რიცხვს $z_1=26$, მაშინ მიმყოლი ვარსკვლავის კბილთა რიცხვი $z_2=i z_1=2,5 \cdot 26=65$.

2. ჯაჭვის შესარჩევად ვსარგებლობთ ინჟ. ლ. კელენჯერიძის ფორმულით (იხ. ვ. გოთოშიძე „მანქანათა ნაწილები“, 1956 წ. გვ. 245—247)

$$Qt = 4500000 \frac{N}{n_1 z_1} n' k_1,$$

სადაც Q არის მრღვევი დატვირთვა, კგ; t —ჯაჭვის ბიჯი, მმ-ით; n' —სიმტკიცის მინიმალური მარაგი და 84-ე ცხრილიდან მილისა-გორგოლაჭებიანი ჯაჭვისათვის $n'=6$; k_1 —კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დინამიკურ ფაქტორებს და მუშაობის საშუალო რეჟიმის დროს $\approx 1,13$.

ჩასმით მივიღებთ

$$Qt = 4500000 \frac{30}{500 \cdot 26} 6 \cdot 1,13 = 70500.$$

ჯაჭვის სტანდარტებიდან (ცხრ. 67) ვირჩევთ ჯაჭვს

t მმ	Q კგ	C_B მმ	D მმ	d მმ	b მმ	S მმ	l მმ	q კგ
25	3150	16	16	9	22	3	34	2,68

ამ ჯაჭვისათვის $Ql = 25 \cdot 3150 = 78750 > 70500$.

3. სიმტკიცეზე შემოწმება ხდება ფორმულით

$$k = \frac{Q}{P_N + P_v + P_f} \geq k_1,$$

სადაც

$$P_N = \frac{75N}{v}; \quad v = \frac{tn_1z_1}{60 \cdot 1000} = \frac{25 \cdot 500 \cdot 26}{60 \cdot 1000} = 5,4 \text{ მ/წმ და}$$

$$P_N = \frac{75 \cdot 30}{5,4} = 375 \text{ კგ}; \quad P_v = \frac{qv^2}{g} = \frac{2,68 \cdot 5,4^2}{9,81} = 7,9 \text{ კგ};$$

$$P_f = Aqk_\alpha,$$

სადაც A ცენტრთაშორისი მანძილია და $A = (40 \div 80) \quad t = 60 \cdot 25 = 1500$ მმ $= 1,5$ მ; k_α — ვარსკვლავების ცენტრებზე გამავალი ღერძის დახრის კუთხისაგან დამოკიდებული კოეფიციენტი, როცა $\alpha = 40^\circ$, მაშინ $k_\alpha = 2$; შესაბამისად

$$P_f = 1,5 \cdot 2,68 \cdot 2 = 8 \text{ კგ.}$$

ჩასმით ვლტულობთ

$$n' = \frac{3150}{375 + 7,9 + 8} = 8,07 > [n'];$$

ამიტომ შერჩეული ჯაჭვი სიმტკიცის მხრივ საიმედოა.

კუთრ წნევაზე შემოწმება: თუ $k_1 = 1,13$; $k_2 = 1,5$; $k_3 = 1$; $F = d(c + 2S) = 0,9 (1,6 + 2 \cdot 0,3) = 1,98$ სმ გვაძლევს

$$p = \frac{Pk}{F} = \frac{375 \cdot 1,13 \cdot 1,5 \cdot 1}{1,98} \approx 370 \text{ კგ} > [p] = 260 \text{ კგ/სმ}^2 \text{ (ცხრ. 85),}$$

რაც არაა მისაღები.

მაბალითი. 5. შევარჩიოთ კბილებიანი ჯაჭვი, თუ მოცემულია $N = 50$ ცხ.დ., $n_1 = 1500$ ბრ/წთ; $i = 2,5$; $\alpha = 40^\circ$; $z_1 = 34$; $n' = 20$; $k_1 = 1,74$.

განვარჩიოთ. განვსაზღვრავთ სიდიდეს

$$Ql = 4500000 \frac{N}{n_1 z_1} \quad n' k_1 = 4500000 \frac{50}{1500 \cdot 34} \quad 20 \cdot 1,74 = 153800.$$

70-ე ცხრილიდან ვირჩევთ კბილებიან ჯაჭვს გვერდითი მიმართულებით ფირფიტებით, რომელსაც აქვს

$$t = 19,05 \text{ მმ}; \quad Q = 8100 \text{ კგ}; \quad q = 4,44 \text{ კგ.}$$

სიმტკიცეზე შემოწმება: განვსაზღვრავთ:

$$v = \frac{tn_1z_1}{60 \cdot 1000} = \frac{19,05 \cdot 1500 \cdot 34}{60 \cdot 1000} = 16,2 \text{ მ/წმ};$$

$$P = \frac{75N}{v} = \frac{75 \cdot 50}{16,2} = 232 \text{ კგ};$$

$$P_e = \frac{qv^2}{g} = \frac{4,44 \cdot 16,2^2}{9,81} = 118 \text{ კგ};$$

$$P_f = Aqk_z = \frac{60t}{1000} \cdot 4,44 \cdot 2 = 10 \text{ კგ}.$$

სიმტკიცის მარაგი

$$n' = \frac{8100}{232 + 118 + 10} = 22,5 > [n'].$$

საკონტროლო ამოცანები

1. გაიანგარიშეთ მილისა-გორგოლაჭიანი ჯაჭვით გადაცემა წამყვანი ლილვიდან მიმ-
ყვალ ლილვზე, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=40$ ცხ. ძ; ბრუნთა რიცხვები: $n_1=780$ ბრ/წთ;
 $n_2=280$ ბრ/წთ. გადაცემა მუშაობს ორ ცვლაში. შეზეთვა პერიოდულია და გადაცემას თარა-
ხული მდებარეობა აქვს.

2. გაიანგარიშეთ კბილეზიანი ჯაჭვით გადაცემა, თუ გადასაცემი სიმძლავრე $N=50$ კვტ;
ლილვებს შორის მანძილი $A'=1000$ მმ; გადაცემის რიცხვი $i=2$ და წამყვანი ლილვის ბრუნ-
თა რიცხვი $n_1=1000$ ბრ/წთ; გადაცემა მუშაობს ერთ ცვლაში და შეზეთვა უწყვეტია.

3. განსაზღვრეთ რა სიმძლავრე შეუძლია გადასცეს მილისა-გორგოლაჭიანმა ჯაჭვმა
შემდეგი მონაცემების საფუძველზე: $t=25$ მმ; $Q=3150$ კგ; $z_1=25$; $i=3$; $n_1=500$ ბრ/წთ; დაბ-
რის კუთხე 30° ია; გადაცემა მუშაობს ერთ ცვლაში და შეზეთვა პერიოდულია.

4. განსაზღვრეთ, რა სიმძლავრე შეუძლია გადასცეს მილისა-გორგოლაჭიანმა გაძლიე-
რებულმა ჯაჭვმა, ბიჯით $t=30$ მმ და $Q=4000$ კგ; როცა $n_1=600$ ბრ/წთ; $i=2,5$; $A=40t$;
 $k=1$, თუ უმცირესი ვარსკვლავს კბილთა რიცხვი აღებულია თანმიმდევრობით $z_1=15$; 17;
19; 21; 25.

5. ლენტური ტრანსპორტიორის ამძრავ ელექტროძრავს $AOII63-8$ მოძრაობაში მოჭ-
ყავს ლენტი, სიჩქარით $v=0,3$ მ/წმ, რედუქტორის და ჯაჭვური გადაცემის საშუალებით. გაი-
ანგარიშეთ ჯაჭვური გადაცემა ელექტროძრავიდან რედუქტორზე, თუ ვარსკვლავს კბილთა
რიცხვებია $z_1=19$ და $z_2=69$.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. თ. ეზიკაშვილი, დ. ქელიძე, მ. ხვინგია, ი. ზაალიშვილი — მანქანათა ნაწილები, 1957 წ.
2. დ. ქელიძე — მანქანათა ნაწილები (განგარიშების ტიპური მაგალითები და ამოცანები), წიგნი I და II, 1946 წ.
3. დ. ქათამაძე, დ. ქელიძე — მექანიზმების თეორია და მანქანათა ნაწილები, 1959 წ.
4. თ. ეზიკაშვილი, დ. ქელიძე — ზოგიერთი ტიპის რედუქტორების კონსტრუქციები და მათი ნაწილები, 1959 წ.
5. ვ. გოთოშია, თ. ეზიკაშვილი — გადაცემები მანქანათმშენებლობაში.
6. Д. Н. Решетов — Детали машин, 1961 г.
7. В. А. Добровольский, К. И. Заблонский, С. Л. Мак, А. С. Радчик, Л. В. Эрлих — Детали машин, 1959 г.
8. Детали машин, т. I и II, сборник материалов по расчету и конструированию, под ред. Н. С. Ачеркана, 1953 г.
9. С. А. Чернавский, Г. М. Ицкович, В. А. Киселев, К. Н. Боков и др., Проектирование механических передач, 1959 г.
10. К. Н. Боков, Г. М. Ицкович и др., — Курсовое проектирование деталей машин, 1958 г.
11. К. И. Заблонский — Расчет и конструирование зубчатых передач, 1958 г.
12. Л. Д. Часовников. — Зубчатые передачи, 1951 г.
13. Л. Д. Часовников. — Червячные передачи, 1952.
14. Л. И. Александров, Н. П. Артеменко, Д. И. Костюк — Цилиндрические зубчатые колеса, 1956 г.
15. Вл. А. Зиновьев, Н. А. Пришедько, С. А. Вильниц — Детали машин, 1960 г.
16. М. С. Ильенко, А. И. Гребенюк, Д. Н. Никольский — Расчет и проектирование зубчатых и червячных передач и редукторов, 1953 г.
17. ЦНИИТМАШ — Справочное руководство по зубчатым передачам и редукторам, кн. 3, 1947 г.

სარჩევი

წინასიტყვაობა	3
---------------	---

I თავი

ფრიქციული გადაცემა (პროფ. თ. ეზიკაშვილი)	
ფრიქციული გადაცემის უმთავრესი საანგარიშო ფორმულები	5
მაგალითები	9
საკონტროლო ამოცანები	22

II თავი

კბილანური გადაცემა (დოც. დ. ჭელიძე)	
გადაცემა ცილინდრული სწორკბილეზიანი კბილანებით	24
ძირითადი საანგარიშო ფორმულები და მონაცემები	34
ცილინდრული სწორკბილეზიანი კბილანების მოდულის საანგარიშო ძირითადი ფორმულები	39
ცილინდრული სწორკბილეზიანი კბილანებით გადაცემის გაანგარიშება ძვრის კონტაქტური ძაბვების მიხედვით	49
კბილების შემოწმებითი გაანგარიშება ამტანიაობაზე ლუნის ძაბვების მიხედვით	50
დახურული კბილა გადაცემების გაანგარიშების ზოგიერთი სხვა მეთოდი	51
კუშმეის ზედაპირული ძაბვის გაანგარიშება	52
დახურული კბილანური გადაცემების — რედუქტორის საპროექტო გაანგარიშების მსვლელობათა ძვრის კონტაქტური ძაბვების მიხედვით	53
ცილინდრული კბილა რედუქტორების ძირითადი პარამეტრები ГОСТ 2185-55-ის მიხედვით	

ირიბკბილეზიანი ცილინდრული კბილანები	
უმთავრესი საანგარიშო ფორმულები	99
ირიბკბილეზიანი და შევრონული კბილანებით გადაცემის გაანგარიშება კონტაქტური ძაბვების მიხედვით	101
დახურული ირიბკბილეზიანი გადაცემის გაანგარიშების ზოგიერთი სხვა მეთოდი	102
მაგალითები	103
კბილანური პლანეტარული გადაცემა (დოც. კ. იმედაშვილი)	
ძირითადი მონაცემები	143
პლანეტარული გადაცემის გაანგარიშება	146
კბილანური გადაცემა ნოვოიკოვის მოდებით (დოც. კ. იმედაშვილი)	
ძირითადი საანგარიშო ფორმულები და მონაცემები	153
კონუსური კბილანებით გადაცემა (დოც. დ. ჭელიძე)	
უმთავრესი საანგარიშო ფორმულები და მონაცემები	156
კონუსურკბილანებიანი რედუქტორების გაანგარიშება	162
მაგალითები	162

III თავი

ჭიანჭნული გადაცემა (დოც. დ. ჭელიძე)	
უმთავრესი გასაანგარიშებელი ფორმულები და მონაცემები	209
მაგალითები	219
საკონტროლო ამოცანები	280
კბილანური და ჭია გადაცემები პლასტიკური მასებისაგან (დოც. დ. ჭელიძე)	
ძირითადი მონაცემები და საანგარიშო ფორმულები	286

IV თავი

ღვედური გადაცემა (პროფ. თ. ეზიკაშვილი)	
ბრტყელღვედური გადაცემა	

ღმდღური გადაცემის უმთავრესი საანგარიშო ფორმულები	293
მაგალითები	303
სოლებ-ღმდღური გადაცემა	
მთავარი საანგარიშო ფორმულები და მონაცემები	316
მაგალითები	322
საკონტროლო ამოცანები	328

V თავი

ჩაჭვური გადაცემა ი. ზაალიშვილი

ჩაჭვური გადაცემის ძირითადი საანგარიშო მონაცემები	
ამჟრავი ჩაჭვები	331
წვეის ჩაჭვები	337
ჩაჭვური გადაცემის ძირითადი პარამეტრები	348
მაგალითები	351
საკონტროლო ამოცანები	357
გამოყენებული ლიტერატურა	

Отар Семенович Езикашвили
Давид Григорьевич Челидзе

Ираклий Иванович Заалишвили

Передачи

Типовые примерные расчеты и
контрольные задания
(на грузинском языке)

Издательство Грузинского политехнического
института им. В. И. Ленина
Тбилиси — 1961

რედაქტორი მ. ხვინგია

გამომც. რედაქტორი ჩ. გურგენიძე

ტიპრედქტორი თ. მამალაძე

კონტრ. კორექტორი მ. გრძელიძე

შეგ. № 2098.

უგ 03360.

ტირაჟი 2.000.

გადაცემა წარმოებას 17/VII-61 წ., ხელმოწერილია დასაბუთებლად 6/XII-61 წ.,
ანაწყოების ზომა 7×11, ქაღალდის ზომა 70×108, პირობით ფურცელთა
რაოდენობა 2,25+2 ჩასაკ. სურ. ფიზიკურ ფურცელთა რაოდენობა 26,25,
სავეტრო ფურცელთა რაოდენობა 25,28.

ფასი 1 მან. 25 კაპ.

საქართველოს სსრ კულტურის სამინისტროს გამომცემლობებისა და
პოლიგრაფიული მრეწველობის მთავარი სამმართველოს სტამბა № 2.
თბილისი, ფურცელაძის ქ. № 5.

Типография № 2 Главного управления издательств и полиграфиче-
ской промышленности Министерства культуры Грузинской ССР.
Тбилиси, ул. Пурцеладзе № 5.

28 91/3

22