

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ  
ИНСТИТУТИ

УДК 621.81

«Механизмлар назарияси ва машина деталлари»  
кафедраси

**ЁПИҚ КОНУССИМОН УЗАТМАЛАРНИ  
ҲИСОБИ.**

(услубий қўлланма)

ТОШКЕНТ 2009 й

## Аннотация

Ушбу услубий қўлланма техник олий ўқув юрт бакалаврлари учун ёзилган. Қўлланмада ёпиқ конуссимон узатмаларни хисоблаш услубияти берилган бўлиб, намуна сифатида масала ечилган. Масалада тишли ғилдираклар учун танланган материалларни уларнинг геометрик ўлчамларига таъсири кўрсатилган.

Услубий қўлланмада ёпиқ конуссимон узатмаларни хисоблаш учун етарли материаллар берилган.

Тузувчи: проф. Таджибаев Р.Н.  
асс. Исламова Г.Х.

Такризчи: доц. Абдукаримов Т.А. ТТЕСИ  
доц. Рахмонбердиева М.К., ТТЕСИ

Услубий қўлланма «МН ва МД» кафедра мажлисида тасдиқланган.  
Сана                      Баённома № \_\_\_\_\_

Услубий қўлланма институт илмий – услубий кенгашида тасдиқланган.  
Сана                      Баённома № \_\_\_\_\_

Услубий қўлланма ТТЕСИ баённомасида \_\_\_\_\_ нусха чоп этилган.

## Ёпиқ конуссимон узатмаларни ҳисоби.

1. Узатма тишли ғилдираклар учун материаллар танлаш, термик қайта ишлаш ва тиш юзасини қаттиқлигини белгилаш ҳамда рухсат этилган  $[\sigma_H]$ ,  $[\sigma_F]$  қийматларини аниқлаш юқорида берилган.

2. Етакланувчи ғилдирак тишларнинг бўлувчи айлана бўйича ўлчами

$$d_{e2} = 1653 \sqrt{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta} \cdot u}{V_H \cdot [\sigma_H]^2}} \text{ мм}$$

бу ерда  $V_H$  – конуссимон ғилдирак тишларини цилиндрсимон ғилдирак тишларига нисбатан мустахкамлигини камлигини ҳисобга олувчи коэффициент, тўғри тишли узатмалар учун 0,85.

$K_{H\beta}$  – юкланишни нотекис тақсимланишни ҳисобга олувчи коэффициент. Тиш юзасининг қаттиқлиги  $\leq 350$ НВ бўлганда тўғри тишли ғилдираклар учун – 1,0; тиш юзасининг қаттиқлиги  $>350$  НВ бўлганда қиймати куйидагича аниқланади.

$$K_{H\beta} = 1 + \frac{2\psi_\alpha}{S} \leq 2$$

бу ерда:  $S=2,0$  – таянчларга нисбатан тишли ғилдиракларни жойланишини ҳисобга олувчи коэффициент. (юқорида 1-§ берилган)

$\psi_d = 0,166\sqrt{1+u^2}$  тиш эни коэффициент

3. конус бурчаги, конус узунлиги ҳамда тиш эни.

а) конус бурчаклари  $tg\varphi_1 = 1/u$ ;  $\varphi_2 = 90 - \varphi_1$ :

б) конус узунлиги  $R_e = d_{e2} / 2 \cos \varphi_1$

в) тишнинг эни  $b = 0,285R_e$ .

4. Узатма ғилдиракларнинг илашиш модули

$$m_e = \frac{14T_2 \cdot K_{F\beta}}{V_F \cdot d_{e2} \cdot b_2 [\sigma_F]} \text{ мм}$$

бу ерда:  $m_e$  - тўғри тишли конуссимон ғилдираклар илашиш модули,  $V_F$  – конуссимон тишларни мустахкамлигини тўғри тишли ғилдирак тишларини мустахкамлигига нисбатан камлигини ҳисобга олувчи коэффициент, тўғри тишли ғилдираклар учун – 0,85.

$K_{F\beta}$  – юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Тиш юзасининг қаттиқлиги  $\leq 350$ НВ бўлганда тўғри тишли ғилдираклар учун – 1,0; тиш юзасининг қаттиқлиги  $>350$  НВ бўлганда.

$$K_{F\beta} = 1 + 1,5\psi_d / S \leq 1,7$$

бу ерда  $S=2,1$ -жадвал.  $\psi_d$  – коэффициент қиймати юқорида аниқланган. Аниқланган модул қиймат 0,00 гача аниқлик билан ҳисобланиб стандарт бўйича яхлитланмайди.

Қувват узатадиган узатмалар учун модул қиймати  $m_{e(te)} > 1,5$  ; мм бўлиши керак, очиқ узатмалар учун эса қиймат 30% катталаштириб олинади.

5. Узатма ғилдиракларнинг тишлар сони аниқланади.

$$Z_2 = d_{e2} / m_{e(te)}, \quad Z_1 = Z_2 / u$$

аниқланган қийматлар бутун сон қилиб яхлитланиб олинади, бунда  $Z_1$  ни қиймати ғилдираклар тишларини кесиш жараёнида унинг асоси кесилмасли шарт бажарилиши керак.

6. Узатиш сонинг ҳисобий қийматлари.

$$u_x = Z_2 / Z_1 \quad \Delta u = (u_x - u) / u \cdot 100\% \leq [4\%] \quad \text{шарт бажарилиши керак.}$$

7. Бошланғич конус бурчагининг ҳисобий қиймати:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{1}{u_x}, \quad \varphi_2 = 90 - \varphi_1$$

8. Узатма учун силжиш коэффиценти танланади, етакловчи ва етакланувчи ғилдирак тишининг каттиклиг  $HB_1 - HB_2 \leq 100$  бўлади. 3.1 – жадвалдан силжиш коэффиценти қиймати аниқланади, бунда  $X_{e2} = -X_{e1}$ , агарда  $HB_{1yp} - HB_{2yp} > 100$  бўлса  $X_1 = X_2 = 0$

3.1-жадвал

$Z_1$	Узатиш сони $u$ бўлганда $X_{e1}$ коэффицент қийматлари				
	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0
12	-	0,50	0,53	0,56	0,57
13	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55
14	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53
15	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51
16	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49
18	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46
20	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43
25	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39
30	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34
40	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27

9. Тиш ғилдиракларини геометрик ўлчамлар, 1 - расм.

Ўлчамлари	Тўғри тишли ғилдирак учун
Тиш бўлувчи айланасини ўлчами Етакловчи ғилдирак учун Етакланувчи ғилдирак учун	$d_{e1} = m_e \cdot Z_1$ $d_{e2} = m_e \cdot Z_2$
Ташқи айланасининг ўлчами	$d_{ae1} = d_{e1} + 2(1 + X_{e1})m_e \cos \alpha_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2(1 + X_{e2})m_e \cos \alpha_2$
Тиш ости айланасининг ўлчови	$d_{fe1} = d_{e1} - 2(1,2 - X_{e1})m_e \cos \alpha_1$ $d_{fe2} = d_{e2} - 2(1,2 - X_{e2})m_e \cos \alpha_2$

## 10. Илашишда ҳосил бўлган кучлар

	Тўғри тишли ғилдраклар учун
Айланма куч	$F_t = 2T_2/d_{m2}$ $d_{m2} = 0,857d_{e2}$ – ўртача диаметр
Етакловчи тишли ғилдирак учун а) Бўйлама куч б) Марказга интилувчи куч	$tg\alpha = tg20^\circ = 0,364$ $F_{a1} = F_t \cdot tg\alpha \cdot \sin\varphi_1 = 0,364F_t \cdot \sin\varphi_1$ $F_{r1} = F_t \cdot tg\alpha \cdot \cos\varphi_1 = 0,364F_t \cdot \cos\varphi_1$
Етакланувчи тишли ғилдирак учун а) Бўйлама куч б) Марказга интилувчи куч	$F_{a1} = F_{r2}$ $F_{r1} = F_{a2}$

## 11. Эгилишдаги кучланишни ҳисобий қиймати

$$\sigma_{F2} = \frac{F_t \cdot Y_{F2} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv}}{b \cdot m_e \cdot Y_F} \leq [\sigma_{F2}]$$

бу ерда:  $K_{F\beta}$  – қийматини аниқлаш 4п. кўрсатилган.  $K_{Fv}$  – қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент, қиймати ғилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги  $\leq 350\text{HB}$  бўлганда – 1,2;  $>350\text{HB}$  бўлганда – 1,1.

$Y_F$  – ғилдирак тиш шаклини ҳисобга олувчи коэффициент, қиймати “келтирилган” ғилдирак тишлари сонга нисбатан 2 – жадвалдан танланади.

Келтирилган тишлар сони

$$Z_{K1} = (Z_1)/\cos\varphi_1, \quad Z_{K2} = (Z_2)/\cos\varphi_2$$

$Z_K$	12	14	17	20	25	30	40	50	60	80	>100
$Y_K$	-	-	4,27	4,07	3,90	3,80	3,70	3,65	3,63	3,61	3,60

## 12. Контакт кучланишни ҳисобий қиймати

$$\sigma_H = 2120 \sqrt{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta}}{d_{e2}^3 \cdot V_h}} \leq [\sigma_H]$$

бунда  $\sigma_H = (0,9 - 1,03)[\sigma_H]$  шарт бажарилиши керак.

## Намуна учун ечилган масала

Масала. Узатиш сони  $u = 2,5$  айланувчи момент  $T_2 = 172$  Нм бўлган ёпиқ конуссимон узатма ҳисоблансин.

Масалани ечими.

1. Тишли ғилдираклар учун материал танлаш ҳамда термик қайта ишлашни белгилаш.

Юқоридаги тавсияга асосан тишли ғилдираклар учун а,б,в,г ларда берилган материалларни ҳамда термик қайта ишлашни танлаб бир-бирига таққослаймиз.

А) Вариант.

Етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдираклар учун 40х маркали пўлат материал танлаймиз. Бунда термик қайта ишлаш яхшиланиш тиш юзасининг қаттиқлиги (235...262)HB<sub>2</sub>; (269...302)HB<sub>1</sub>.

Б) Вариант.

Етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдираклар учун 45х маркали пўлат материал танлаймиз, бунда етакловчи тишли ғилдирак термик қайта ишланиш яхшиланиш + ю.ч.т ёрдамида тоблаш. Тиш юзасининг қаттиқлиги (45...50) HRC; Етакланувчи тишли ғилдирак учун термик қайта ишланиши яхшиланиш, тиш юзасининг қаттиқлиги (235...262)HB<sub>2</sub>.

В) Вариант.

Етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдираклар учун бир хил 40хН материал танлаймиз, бунда термик қайта ишлашни яхшиланиш + ю.ч.т ёрдамида тоблаш, тиш юзасининг қаттиқлиги (48...53) HRC.

2. Ғилдирак тишларнинг ўртача қаттиқлиги.

А) Вариант

$$HB_{1\text{ўр}} = (269 + 302) / 2 = 285,5$$

$$HB_{2\text{ўр}} = (235 + 262) / 2 = 248,5$$

Б) Вариант.

$$HRC_{1\text{ўр}} = (48 + 53) / 2 = 50,5 \approx 490 \text{ HB}$$

$$HB_{2\text{ўр}} = (269 + 302) / 2 = 285,5$$

В) Вариант.

$$HRC = (48 + 53) / 2 = 50,5 \approx 490 \text{ HB}$$

3. Етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдираклар учун контакт кучланишни рухсат этилган қийматини аниқлаймиз.

$$[\sigma_H] = K_{HL} \cdot [\sigma_{HO}] \text{ МПа.}$$

А) Вариант

а) Етакланувчи тишли ғилдирак учун

$$[\sigma_H]_2 = K_{HL2} \cdot [\sigma_{HO}]_2 \text{ МПа.}$$

Бунда  $[\sigma_{HO}]_2$  - базовий циклларга тўғри келган контакт кучланиш қиймати (1.2-жадвалга қаралсин)

$$[\sigma_{HO}]_2 = 1,8 \text{ HB}_{\text{ўр}} + 67 = (1,8 * 248,5) + 67 = 514 \text{ Н/мм}^2;$$

$K_{HL2}$  - ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффициентлари

$$K_{HL2} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO2}}{N_2}} \leq K_{HL\max}$$

бунда  $N_{HO2} = (\text{HB}_{2\text{ўр}})^3 = (248,5)^3 = 15 * 10^6$  - базовий цикллар сони.

$N_2 = 60 \cdot n_3 \cdot L_n = 60 * 93 * 25000 = 139,5 * 10^6$  - ҳисобий цикллар сони.

Натижада

$$K_{HL2} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO2}}{N_2}} = \sqrt[6]{\frac{15 \cdot 10^6}{139,5 \cdot 10^6}} = 1,0 \text{ чунки } N_{HO2} < N_2$$

Етакланувчи тишли ғилдирак учун контакт кучланишни қиймати

$$[\sigma_H]_2 = 514 * 1,0 = 514 \text{ Н/мм}^2$$

б) Етакловчи тишли ғилдирак учун контакт кучланишни рухсат этилган қиймати.

$$[\sigma_H] = [\sigma_{HO}]_1 \cdot K_{HL1} \text{ МПа,}$$

бунда  $[\sigma_{HO}]_1 = 1,8 \text{ HB}_{\text{ўр}} + 67 = (1,8 * 285,5) + 67 = 581 \text{ Н/мм}^2;$

$$K_{HL1} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO1}}{N_1}} \leq K_{HL\max} . \quad N_{HO1} = 15 * 10^6 \text{ цикл,}$$

$N_1 = N_2 \cdot U_1 = 139,5 * 10^6 * 5 = 697,5 * 10^6$  цикл.  $N_{HO1} < N_1$  бўлгани учун  $K_{HL1} = 1,0$

Етакловчи тишли ғилдирак учун контакт кучланишни рухсат этилган қиймати.

$$[\sigma_H]_1 = 581 * 1,0 = 581 \text{ Н/мм}^2$$

в) Етакланувчи тишли ғилдирак учун эгилишдаги кучланишни рухсат этилган қиймати

$$[\sigma_F]_2 = [\sigma_{FO}]_2 \cdot K_{FL2} \text{ Н/мм}^2$$

бунда  $[\sigma_{FO}]_2$  - базовий циклларга тўғри келган эгилишдаги кучланиш қиймати.

$$[\sigma_{FO}]_2 = 1,03 \text{ HB}_{\text{ўр}} = 1,03 * 248,5 = 256 \text{ Н/мм}^2;$$

бунда  $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$  - базовий цикллар сони;  $N_2 = 139,5 \cdot 10^6$  цикл.

Натижада

$$K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_2}} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{139,5 \cdot 10^6}} = 1,0 \text{ чунки } N_{FO} < N_2$$

Етакланувчи тишли ғилдирак учун эгилишдаги кучланишни рухсат этилган қиймати

$$[\sigma_H]_2 = 256 * 1,0 = 256 \text{ Н/мм}^2$$

2. Етакловчи тишли ғилдирак учун эгилишдаги кучланишни рухсат этилган қиймати

$$[\sigma_F]_1 = [\sigma_{FO}]_1 \cdot K_{FL1} \text{ Н/мм}^2;$$

бунда  $[\sigma_{FO}]_2 = 1,03 \text{ НВ}_{\dot{y}p1} = 1,03 * 285,5 = 294 \text{ МПа};$

$$K_{FL1} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_1}} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{697 \cdot 10^6}} = 1,0 \text{ чунки } N_{FO} < N_1$$

Етакловчи тишли ғилдирак учун эгилишдаги кучланишни рухсат этилган қиймати

$$[\sigma_F]_1 = 294 * 1,0 = 294 \text{ Н/мм}^2;$$

Б) Вариант.

а) Етакланувчи тишли ғилдирак учун

$$[\sigma_H]_2 = K_{HL2} \cdot [\sigma_{HO}]_2 \text{ Н/мм}^2;$$

бунда  $[\sigma_{HO}]_2 = 1,8 \text{ НВ}_{\dot{y}p} + 67 = (1,8 * 285,5) + 67 = 581 \text{ Н/мм}^2;$

$$K_{HL2} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO2}}{N_2}} = \sqrt[6]{\frac{15 \cdot 10^6}{139,5 \cdot 10^6}} = 1,0 \text{ чунки } N_{HO2} < N_2$$

Натижада

$$[\sigma_H]_2 = 581 * 1,0 = 581 \text{ Н/мм}^2$$

б) Етакловчи тишли ғилдирак учун

$$[\sigma_H]_1 = K_{HL1} \cdot [\sigma_{HO}]_1 \text{ Н/мм}^2,$$

бунда  $[\sigma_{HO}]_1 = 14 \text{HRC}_{\dot{y}p} + 170 = (14 * 50,5) + 170 = 877 \text{ Н/мм}^2.$

$$K_{HL1} = \sqrt[6]{\frac{N_{01}}{N_1}} \leq K_{HL\max}, \quad N_{01} < N_1 \text{ бўлганлиги учун } K_{HL1} = 1,0$$

Натижада

$$[\sigma_H]_1 = 877 * 1,0 = 877 \text{ Н/мм}^2.$$

Контакт кучланишни ҳисобий қиймати юқоридаги (2. ж. қаралсин) тавсияга асосан қуйидагича аниқланади

$$[\sigma_H] = 0,45([\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2) = 0,45(581 + 877) = 729 \text{ Н/мм}^2.$$

в) Етакланувчи тишли ғилдираклар учун эгилишдаги кучланишни рухсат этилган қиймати

$$[\sigma_F]_2 = [\sigma_{FO}]_2 \cdot K_{FL2} \text{ Н/мм}^2.$$

$$\text{бунда } [\sigma_{FO}]_2 = 1,03 \text{ НВ}_{\text{ҧр1}} = 1,03 * 285,5 = 294 \text{ Н/мм}^2; \quad K_{FL2} = 1,0$$

Натижада

$$[\sigma_F]_2 = 294 * 1,0 = 294 \text{ Н/мм}^2;$$

г) Етакловчи тишли ғилдирак учун эгилишдаги кучланиш рухсат этилган қиймати

$$[\sigma_F]_1 = [\sigma_{FO}]_1 \cdot K_{FL1} \text{ Н/мм}^2.$$

$$\text{бунда } [\sigma_{FO}]_1 = 310 \text{ Н/мм}^2. \text{ (1.2-жадвалга қаралсин);}$$

$$K_{FL1} = \sqrt[9]{\frac{N_{FO1}}{N_1}} \leq K_{FL \max} = 1,63 \quad N_{FO} < N_1 \text{ бўлганлиги учун}$$

$$K_{FL1} = 1,0$$

Натижада

$$[\sigma_F]_1 = 310 \cdot 0,1 = 310 \text{ Н/мм}^2.$$

В) Вариант.

а) Етакланувчи тишли ғилдирак учун

$$[\sigma_H]_2 = [\sigma_{HO}]_2 \cdot K_{HL2} \text{ Н/мм}^2,$$

$$\text{бунда } [\sigma_{HO}]_2 = 14 \text{HRC}_{\text{ҧр}} + 170 = (14 * 50,5) + 170 = 877 \text{ Н/мм}^2.$$

$$K_{HL2} = \sqrt[9]{\frac{N_{HO2}}{N_2}} \leq K_{HL \max} = 1,63 \quad N_{HO2} < N_2 \text{ бўлганлиги учун}$$

$$K_{HL2} = 1,0$$

Натижада

$$[\sigma_H]_2 = 877 * 1,0 = 877 \text{ Н/мм}^2.$$

Етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдиракларни материалларини, термик ишланиши, қаттиқлиги бир хил бўлганлиги учун

$$[\sigma_F]_1 = [\sigma_F]_2 = 310 \text{ Н/мм}^2$$

Демак, рухсат этилган контакт ва эгилишдаги кучланишларни қийматлари:

А) Вариант

$$\begin{aligned} [\sigma_H]_1 &= 514 \text{ МПа}; & [\sigma_F]_1 &= 256 \text{ МПа}; \\ [\sigma_H]_2 &= 581 \text{ МПа}; & [\sigma_F]_2 &= 294 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Б) Вариант

$$\begin{aligned} [\sigma_H] &= 729 \text{ МПа}, \\ [\sigma_F]_1 &= 294 \text{ Н/мм}^2; & [\sigma_F]_2 &= 310 \text{ Н/мм}^2. \end{aligned}$$

В) Вариант

$$\begin{aligned} [\sigma_H]_1 &= [\sigma_H]_2 = 877 \text{ МПа} \\ [\sigma_F]_1 &= [\sigma_F]_2 = 310 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

1. Етакланувчи тишли ғилдиракнинг бўлувчи айлана диаметри

$$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta} \cdot u}{V_H \cdot [\sigma_H]^2}} \text{ мм},$$

а)  $V_H$  – тўғри тишли конуссимон ғилдирак тишларини цилиндрсимон ғилдирак мустахамлигини камлигини билдирувчи коэффициент – 0,85.

б)  $K_{H\beta}$  – юкланишни тиш эни бўйича нотекис таксимланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Ғилдирак тишларининг қаттиқлиги  $\leq 350\text{НВ}$  бўлганда – 1,0;  $>350\text{НВ}$  бўлганда формула ёрдамида аниқланади.

А вариант учун  $K_{H\beta} = 1,0$

Б вариант учун  $K_{H\beta} = 1 + 2\psi_a/S < 2,0$  бунда  $\psi_a$  – тиш эни коэффициенти қиймати  $\psi_a = 0,166\sqrt{(1+u^2)} = 0,166\sqrt{(1+2,5^2)} = 0,45$   $S=2,0$  натижада

$$K_{H\beta} = 1 + \frac{2 \cdot 0,45}{2} = 1,45$$

Аниқланган ва танланган қийматларни формулага қўйиб қуйидаги ифодани оламиз

А вариант учун

$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{(172 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 1,0) / (0,85 \cdot 514^2)} = 204,9$  мм, яхлитлаб  $d_{e2} = 200$  мм қабул қиламиз.

Б вариант учун

$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{(172 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 1,45) / (0,85 \cdot 729^2)} = 183,7$  мм, яхлитлаб  $d_{e2} = 180$  мм қабул қиламиз.

В вариант учун

$d_{e2} = 165\sqrt[3]{(172 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 1,0)/(0,85 \cdot 877^2)} = 162,4$  мм, яхлитлаб  $d_{e2} = 160$  мм кабул қиламиз.

2. А, Б, В вариантлар учун конус бурчаги

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = 1/u = 1/2,5 = 21^{\circ} 48' \quad \varphi_2 = 90 - 21^{\circ} 48' = 68^{\circ} 12'$$

3. Конус узунлиги:

А вариант учун

$$R_e = d_{e2}/2 \cos \varphi_1 = 200/2 \cos 21^{\circ} 48' = 200/(2 \cdot 0,92849) = 110,34 \text{ мм}$$

Аниқланган қиймат яхлитланади.

Б вариант учун

$$R_e = d_{e2}/2 \cos \varphi_1 = 180/2 \cos 21^{\circ} 48' = 180/(2 \cdot 0,92849) = 98,92 \text{ мм}$$

В вариант учун

$$R_e = d_{e2}/2 \cos \varphi_1 = 160/2 \cos 21^{\circ} 48' = 160/(2 \cdot 0,92849) = 87,15 \text{ мм}$$

Аниқланган  $R_e$  қийматлар яхлитланмайди

4. Ғилдирак тишининг эни

А вариант учун

$b = 0,285R_e = 0,285 \cdot 110,34 = 31,45$  мм яхлитланиб  $b = 32$  кабул қилинади

Б вариант учун

$b = 0,285R_e = 0,285 \cdot 98,92 = 28,2$  мм яхлитланиб  $b = 28$  кабул қилинади

В вариант учун

$b = 0,285R_e = 0,285 \cdot 87,15 = 24,8$  мм яхлитланиб  $b = 25$  кабул қилинади

5. Узатма ғилдирак тишларининг илашиш модули

$$m_e = \frac{14T_2 \cdot K_{F\beta}}{V_F \cdot b_2 \cdot d_{e2} [\sigma_F]} \text{ мм}$$

бунда  $V_F$  – конуссимон ғилдирак тишларини цилиндрсимон ғилдирак тишларига нисбатан мустахкамлигини камлигини кўрсатувчи коэффициент, қиймати – 0,85;  $K_{F\beta}$  – юкланишни нотекис тақсимланишни ҳисобга олувчи коэффициент, қиймати узатма ғилдирак тишларининг қаттиқлиги  $\leq 350$  НВ бўлганда – 1,0;  $\geq 350$  НВ бўлганда қиймати

$$K_{F\beta} = 1 + \frac{1,5\psi_\alpha}{S} \leq 1,7; \quad \psi_\alpha = 0,45$$

натихада  $K_{F\beta} = 1 + (1,5 \cdot 0,45)/2 = 1,34$

Аниқланган ва танланган қийматларни формулага қўйиб илашиш модулини ҳисобий қийматини аниқлаймиз

А вариант учун

$$m_e = \frac{14 \cdot 172 \cdot 10^3 \cdot 1,34}{0,85 \cdot 32 \cdot 200 \cdot 256} = 2,32 \text{ мм}$$

Б вариант учун

$$m_e = \frac{(14 \cdot 172 \cdot 10^3 \cdot 1,34)}{(0,85 \cdot 28 \cdot 180 \cdot 294)} = 2,56 \text{ мм}$$

В вариант учун

$$m_e = \frac{(14 \cdot 172 \cdot 10^3 \cdot 1,34)}{(0,85 \cdot 25 \cdot 160 \cdot 310)} = 3,06 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматлар яхлитланмайди.

6. Узатма ғилдиракларининг тишлари сони

А вариант учун

$$Z_2 = d_{e2}/m_e = 200/2,32 = 86,2 \quad \text{яхлитлаб} \quad Z_2 = 86 \quad \text{қабул қиламиз}$$

$$Z_1 = Z_2/u = 86/2,5 = 34,4 \quad \text{яхлитлаб} \quad Z_1 = 34 \quad \text{қабул қиламиз}$$

Б вариант учун

$$Z_2 = d_{e2}/m_e = 180/2,56 = 70,3 \quad \text{яхлитлаб} \quad Z_2 = 70 \quad \text{қабул қиламиз}$$

$$Z_1 = Z_2/u = 70/2,5 = 28$$

В вариант учун

$$Z_2 = d_{e2}/m_e = 160/3,06 = 52,2 \quad \text{яхлитлаб} \quad Z_2 = 52 \quad \text{қабул қиламиз}$$

$$Z_1 = Z_2/u = 52/2,5 = 20,8 \quad \text{яхлитлаб} \quad Z_1 = 21 \quad \text{қабул қиламиз}$$

7. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

А вариант учун

$$u_x = Z_2/Z_1 = 86/34 = 2,53$$

$$\Delta u = |u_x - u|/u \cdot 100\% = \frac{|2,53 - 2,5|}{2,5} \cdot 100 = 1,2\% < [4\%]$$

Б вариант учун

$$u_x = Z_2/Z_1 = 70/28 = 2,5 \quad \Delta u = 0\%$$

В вариант учун

$$u_x = Z_2/Z_1 = 52/21 = 2,48 \quad \Delta u = |2,48 - 2,5|/2,5 \cdot 100\% = 0,8\% < [4\%]$$

8. Конус бурчагининг ҳисобий қиймати

А, Б, В вариант  $\varphi_1 = \varphi_2$  қийматлари ўзгармайди.

9. Ғилдирак тишларининг силжиш коэффициенти

А вариант

$$HB_1 - HB_2 \leq 100 \quad \text{бўлганлиги учун} \quad Z_1 = 34 \quad \text{бўлганда} \quad X_{e1} = 0,25;$$
$$X_{e2} = -0,25$$

Б вариант

$$HB_1 - HB_2 > 100 \quad \text{бўлганлиги учун} \quad X_1 = X_2 = 0$$

В вариант

$$HB_1 - HB_2 \leq 100 \quad \text{бўлганлиги учун} \quad Z_1 = 21 \quad \text{бўлганда} \quad X_{e1} = 0,36;$$
$$X_{e2} = -0,36$$

10. Тишли ғилдиракларни геометрик ўлчамларни

А вариант

а) Бўлувчи айлана ўлчами

$$d_{e1} = m_e \cdot Z_1 = 2,32 \cdot 34 = 78,88 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = m_e \cdot Z_2 = 2,32 \cdot 86 = 199,52 \text{ мм}$$

б) Ташқи айлана ўлчами

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2(1 + X_e)m_e \cos \varphi_1 = 78,88 + (1 + 0,25) \cdot 2,32 \cdot 0,92849 = 81,57 \text{ мм}$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2(1 + X_e)m_e \cos \varphi_2 = 199,52 + (1 - 0,25) \cdot 2,32 \cdot 0,92849 = 200,17 \text{ мм}$$

в) Тиш ости айлана ўлчами.

$$d_{ae1} = d_{e1} - 2(1,2 - X_e)m_e \cos \varphi_1 = 78,88 - 2(1,2 - 0,25) \cdot 2,32 \cdot 0,92849 = 76,83 \text{ мм}$$

$$d_{ae2} = d_{e2} - 2(1,2 - X_e)m_e \cos \varphi_2 = 199,52 - 2(1,2 + 0,25) \cdot 2,32 \cdot 0,3714 = 198,27 \text{ мм}$$

Б вариант

а) Бўлувчи айлана ўлчами

$$d_{e1} = m_e \cdot Z_1 = 2,56 \cdot 28 = 71,68 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = m_e \cdot Z_2 = 2,56 \cdot 70 = 179,2 \text{ мм}$$

б) Ташқи айлана ўлчами

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2m_e \cos \varphi_1 = 71,68 + 2,56 \cdot 0,92849 = 74,06 \text{ мм}$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2m_e \cos \varphi_2 = 179,2 + 2,56 \cdot 0,3714 = 180,15 \text{ мм}$$

в) Тиш ости айлана ўлчами

$$d_{fe1} = d_{e1} - 2,4m_e \cos \varphi_1 = 71,68 - 2 \cdot 2,56 \cdot 0,92849 = 66,93 \text{ мм}$$

$$d_{fe2} = d_{e2} - 2,4m_e \cos \varphi_2 = 179,2 - 2 \cdot 2,56 \cdot 0,3714 = 177,30 \text{ мм}$$

В вариант

а) Бўлувчи айлана ўлчами

$$d_{e1} = m_e \cdot Z_1 = 3,06 \cdot 21 = 64,26 \text{ мм}$$

$$d_{e1} = m_e Z_1 = 3,06 \cdot 52 = 159,12 \text{ мм}$$

б) Ташқи айлана ўлчами

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2(1 + X_e)m_e \cos \varphi_1 = 64 + 2(1 + 0,35) \cdot 3,0 \cdot 0,92849 = 73,52 \text{ мм}$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2(1 + X_e)m_e \cos \varphi_2 = 159,12 + (1, -0,36) \cdot 3,06 \cdot 0,3714 = 159,85 \text{ мм}$$

в) Тиш ости айлана ўлчами

$$d_{ae1} = d_{e1} - 2(1,2 + X_e)m_e \cos \varphi_1 = 64,26 - 2(1,2 - 0,36) \cdot 3,06 \cdot 0,92849 = 59,48 \text{ мм}$$

$$d_{ae2} = d_{e2} - 2(1,2 + X_e)m_e \cos \varphi_2 = 159,12 - 2(1,2 + 0,36) \cdot 3,06 \cdot 0,3714 = 155,57 \text{ мм}$$

11. Илашишда ҳосил бўлган кучлар

А вариант

а) Айланма куч

$$F_t = 2T_2 / d_{m2} = 2 \cdot 172 \cdot 10^3 / 171,0 = 2012 \text{ Н}$$

$$d_{m2} = 0,857d_{e2} = 0,857 \cdot 199,52 = 171,0 \text{ мм}$$

б) Етакловчи тишли ғилдирак учун бўйлама куч

$$F_{a1} = F_{Z2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot F_t \cdot \sin \varphi_1 = 0,364 \cdot 2012 \cdot 0,3714 = 272 \text{ Н}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 20^\circ = 0,364 \quad \sin \varphi_1 = \sin 21^\circ 48' = 0,3714$$

в) Етакловчи тишли ғилдирак учун марказга интилувчи куч

$$F_{Z1} = F_{a2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi_1 = 0,364 \cdot 2012 \cdot 0,92849 = 680 \text{ Н}$$

Б вариант

а) Айланма куч

$$F_t = 2T_2 / d_{m2} = 2 \cdot 172 \cdot 10^3 / 153,57 = 2240 \text{ Н}$$

$$d_{m2} = 0,857d_{e2} = 0,857 \cdot 179,2 = 153,57 \text{ мм}$$

б) Етакловчи тишли ғилдирак учун бўйлама куч

$$F_{a1} = F_{Z2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_1 = 0,364 \cdot 2240 \cdot 0,3714 = 303 \text{ Н}$$

в) Етакловчи тишли ғилдирак учун марказга интилувчи куч

$$F_{Z1} = F_{a2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi_1 = 0,364 \cdot 2240 \cdot 0,92849 = 757 \text{ Н}$$

В вариант

а) Айланма куч

$$F_t = 2T_2 / d_{m2} = 2 \cdot 172 \cdot 10^3 / 136,4 = 2522 \text{ Н}$$

$$d_{m2} = 0,857d_{e2} = 0,857 \cdot 159,12 = 136,4 \text{ мм}$$

б) Етакловчи тишли ғилдирак учун бўйлама куч

$$F_{a1} = F_{Z2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_1 = 0,364 \cdot 2522 \cdot 0,3714 = 341 \text{ Н}$$

в) Етакловчи тишли ғилдирак учун марказга интилувчи куч

$$F_{Z1} = F_{a2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \varphi_1 = 0,364 \cdot 2522 \cdot 0,92849 = 852 \text{ Н}$$

## 12. Контакт кучланишни ҳисобий қиймати

### А вариант

$$\sigma_H = 2120 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot u \cdot K_{H\beta}}{d_{e2}^3 \cdot V_H}} = 2120 \sqrt{\frac{172 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 1,45}{(199,52)^3 \cdot 0,85}} = 754 \text{ МПа}$$

### Б вариант

$$\sigma_H = 2120 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot u \cdot K_{H\beta}}{d_{e2}^3 \cdot V_H}} = 2120 \sqrt{\frac{172 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 1,45}{(179,2)^3 \cdot 0,85}} = 762 \text{ МПа}$$

$\sigma_H > [\sigma_H]$  732 > 729 ўта юкланиш чегара доирасида, шарт бажарилди

### В вариант

$$\sigma_H = 2120 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot u \cdot K_{H\beta}}{d_{e2}^3 \cdot V_H}} = 2120 \sqrt{\frac{172 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 1,45}{(159,12)^3 \cdot 0,85}} = 912 \text{ МПа}$$

$\sigma_H < [\sigma_H]$  912 < 887. ўта юкланиш 5% гача бўлиши мумкин. Узатмани хисоблаш жараёнида  $\sigma_H < [\sigma_H]$  шарт бажарилши керак, агарда бу шарт бажарилмаса  $d_{e2}$  диаметрни,  $\mathcal{B}$  ни қийматини ошириш мумкин ёки бошқа материал танлаб хисоб қайтарилди. Биз ишлаган масалаларда А вариантда  $\sigma_H < [\sigma_H]$  шарт бажарилмади, Б, В вариантларда шарт бажарилди, бунда ўта юкланиш чегара доирасида.  $\sigma_H < [\sigma_H]$  - шарт бажарилмага А вариант учун тавсияга асосланиб  $d_{e2}$ ,  $\mathcal{B}$  ни ўзгартириш керак.

## Фойдаланилган адабиётлар

1. Таджибаев Р.Н., Жўраев А.Ж. «Машина деталлари». Т.: «Ўқитувчи», 1999 й.
2. Таджибаев Р.Н., Жўраев А.Ж. «Машина деталлари». Т.: «Ўқитувчи», 2002 й.
3. Таджибаев Р.Н., Шукуров М.М. «Машина деталларини лойихалаш». Т.: «Фан», 1992 й.
4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. «Детали машин. Курсовое проектирование». М.:, 1990.
5. Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. Теоретическая механика; сопротивление материалов: (Учебник для машиностроительных специальностей средних профессиональных учебных заведений). Изд. 4-е. М.:, 2001.  
(<http://www.eurobook.ru/cgi-bin/showprod2.cgi?ID=134698>,  
<http://buynet.ru/book/b/wj2343.htm>,  
<http://www.litara.net/forum/17.> )

## Мундарижа

1. Ёпиқ конуссимон узатмаларни ҳисоби .....3
2. Намуна учун ечилган масала .....6
3. Фойдаланилган адабиётлар .....16