

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ  
ИНСТИТУТИ

УДК 621.81

«Механизмлар назарияси ва машина деталлари»  
кафедраси

**Ёпиқ цилиндрсимон узатмаларни ҳисоби**  
(услубий қўлланма)

ТОШКЕНТ 2009 й

## Аннотация

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

Услубий қўлланмада ёпиқ цилиндрсимон узатмаларни ҳисоблаш учун етарли материаллар берилган.

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

Тақризчи: доц. Мирахмедов Ж.Ю., ТТЕСИ  
доц. Рахмонбердиева М.Қ., 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 цилиндрсимон узатмаларни ҳисоби.

Узатмаларни асосий ўлчамлари бу ўқлараро масофа  $a_w$ , узатиш сони  $u$ , тиш эни коэффициентлари  $\psi_a$  илашиш модули  $m$ , тишнинг қиялик бурчаги  $\beta$ .

Цилиндрсимон узатмани ҳисоблаш учун керакли узатиш сонини, рухсат этилган контакт ва эгилишдаги кучланишни аниқлаш, материал танлаш юқорида берилган. Ўқлараро масофа эса куйидагича аниқланади.

$$a_w = K_a (1 + u) \sqrt[3]{\frac{K_{H\beta} \cdot T_2 \cdot 10^3}{\psi_a \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]^2}} \text{ мм,}$$

бу ерда:  $K_a$  - ўқлараро масофа коэффициентлари, қия тишли узатмалар учун  $K_a=43$ ; тўғри тишли узатмалар учун  $K_a=49,5$ ;  $\psi_a$ -тиш эни коэффициентлари қиймати етакловчи ғилдиракни таянчга нисбатан жойлашишига боғлиқ:

Симметрик жойлашса –  $0,315 \div 0,4$

Носимметрик жойлашса –  $0,25 \div 0,315$

Консол жойлашса –  $0,2 \div 0,25$

Тавсия этилган қийматнинг кичигининг ғилдирак тишларини қаттиқлиги  $HRC > 45$  бўлганда танланади. Танланган  $\psi_a$ нинг қиймати стандарт бўйича мувофиқлаштириш керак яъни  $\psi_a = 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,4; 0,55; 0,63$ .

$K_{H\beta}$  - юкланиш нотекис тақсимланиши ҳисобга олувчи коэффициент. Тишли ғилдиракларни материалларини термик қайта ишланиши  $a, b$  гуруҳ бўйича олинган бўлиб, етакланувчи тишли ғилдирак тезлиги  $V < 15$  м/с ҳамда тиш юзасининг қаттиқлиги  $< 350$  НВ бўлганда ғилдирак тишлари ўзаро тез мослашганлиги учун  $K_{H\beta} = 1,0$ ;  $> 350$  НВ бўлганда коэффициент қиймати куйидагича аниқланади.

$$K_{H\beta} = 1 + \frac{2\psi_\alpha}{S} \leq 2,0$$

бунда  $\psi_d = 0,5\psi_a(1 + u)$  - тиш эни коэффициентлари;  $S$  - таянчларга нисбатан тишли ғилдираклар жойлашганини ҳисобга олувчи коэффициентлари, қиймати жадвалдан танланади

|   |     |
|---|-----|
| Етакловчи тишли ғилдиракни таянчга нисбатан жойланиши         | $S$ |
| Таянчга золдирли подшипник ўрнатилиб кансол ҳолатда жойлашган | 1   |
| Таянчга ролик подшипник ўрнатилиб кансол ҳолатда жойлашган    | 2   |
| Носимметрик жойлашган   | 4   |
| Симметрик жойлашган   | 8   |

$T_2$  – етакланувчи тишли ғилдирак валидаги буровчи момент, Нм ҳисобида;  
 $[\sigma_H]$  – рухсат этилган контакт кучланиш, МПа. Аниқланган ўқлараро масофа  
 $a_\omega (d_{e2})$  стандарт бўйича яхлитланади, мм

|           |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 – қатор | 40 | 50 | 63  | 80  | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| 2 – қатор | 71 | 90 | 112 | 140 | 180 | 224 | 280 | 355 | 450 | 560 | 710 |

2. Етакланувчи тишли ғилдирак эни  $b_2 = \psi_a \cdot a$

3. Етакловчи тишли ғилдирак эни  $b_1 = 1,12b_2$

4. Етакланувчи тишли ғилдирак тиш бўлувчи айланасининг ўлчами

$$d_2 = \frac{2a \cdot u}{(1 + u)} \text{ мм.}$$

5.  $a_\omega$ ,  $b_2$ ,  $d_2$  қийматлари аниқлангач контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати аниқланади.

$$\sigma_H = K_a \sqrt{\frac{F_t(1+u)K_H}{b_2 \cdot d_2}} \leq [\sigma_H]$$

бу ерда:  $K$  – қўшимча коэффициент тўғри тишли узатмалар учун 436, қия тишли узатмалар учун 376;  $K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\nu} \cdot K_{H\beta}$  – юкланиш коэффициенти.  $K_{H\alpha}$  – юкланишни тишлараро нотекис тақсимотланиши ҳисобга олувчи коэффициент, қиймати тўғри цилиндрсимон узатмалар учун 1,0; қия тишли цилиндрсимон узатмалар учун 1,1;  $K_{H\nu}$  – қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент қиймати, тўғри тишли ғилдираклар учун тиш юзасининг қаттиқлиги  $\leq 350$  НВ бўлганда – 1,2;  $>350$  бўлганда – 1,1; қия тишли ғилдираклар учун тиш юзасининг қаттиқлиги  $\leq 350$  НВ бўлганда – 1,1;  $>350$  НВ бўлганда – 1,08.  $K_{H\beta}$  – коэффициент қийматни аниқлаш юқорида кўрсатилган.

Ҳисобий контакт кучланиш қиймати  $\sigma_H \leq (0,9 - 1,05)[\sigma_H]$  шартни бажариш керак, агар бу шарт бажарилмаса  $a_\omega$ , ёки  $b_2$  қийматларини ўзгартириб ҳисоб қайтарилади.

6. Узатма ғилдиракларнинг илашиш модули

$$m_n \geq \frac{2K_m \cdot T_2}{d_2 \cdot b_2 [\sigma_F]} \text{ мм,}$$

бу ерда  $K_m$  – модул коэффициенти бўлиб, қиймати тўғри тишли ғилдираклар учун 6,8; қия тишли ғилдирак учун 5,8. Модулнинг аниқланган қиймати стандарт бўйича яхлитланади,  $m$ , мм.

|           |      |      |      |      |     |     |     |   |   |    |
|-----------|------|------|------|------|-----|-----|-----|---|---|----|
| 1 – қатор | 1    | 1,5  | 2    | 2,5  | 3   | 4   | 5   | 6 | 8 | 10 |
| 2 – қатор | 1,25 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 7 | 9 |    |

Модулни асосан 1 – қатордан танлаш тавсия этилади. Қувват узатадиган узатмаларда тиш юзасининг қаттиқлиги  $\geq 350\text{HB}$  бўлганда  $m > 1$  мм; ғилдирак тишларини бирортасини қаттиқлиги  $\geq 45 \text{HRC}$  бўлганда  $m \geq 1,5$  мм олинади.

7. Узатма ғилдирак тишларининг қиялик бурчаги  $\beta$  ҳамда умумий тишлар сони,  $Z_y$

а) Қия тишли ғилдирак учун қиялик бурчагининг энг кичик қиймати

$$\beta_{\min} = \frac{\arcsin 4_m}{b_2}.$$

б) Узатма ғилдирак тишларининг умумий сони

$$Z_y = \frac{2a \cos \beta_{\min}}{m},$$

$Z_y$  нинг қийматини яхлитлаб қиялик бурчагини ҳисобий қиймати аниқланади, яъни  $\beta = \arccos(Z_y \cdot m / 2a)$ . Қия тишли ғилдирак учун қиялик бурчагининг қийматлар  $\beta_{\min} = 8^\circ - 15^\circ$ . Ҳисобланганда аниқлик даражаси вергулдан кейин 5 – хонагача олиниши керак.

8. Етакловчи ва етакланувчи ғилдирак тишлари сони

Етакловчи ғилдирак тишлар сони  $Z_1 = Z_y / (1 + u) \geq Z_{1\min}$

Етакланувчи ғилдирак тишлар сони  $Z_2 = Z_y - Z_1$

9. Узатма ғилдиракларнинг геометрик ўлчамлари, 1 – расм

| Ғилдирак диаметрлари         | Тўғри тишли цилиндрсимон ғилдираклар | Қия тишли цилиндрсимон ғилдираклар |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Тиш бўлувчи айланаси ўлчами  |                                      |                                    |
| а) Етакловчи ғилдирак        | $d_1 = mz_1$                         | $d_1 = m_n z_1 / \cos \beta$       |
| б) Етакланувчи ғилдирак      | $d_2 = mz_2$                         | $d_2 = m_n z_2 / \cos \beta$       |
| Ташқи айланасининг ўлчами    |                                      |                                    |
| а) Етакловчи ғилдирак        | $d_{a1} = d_1 + 2m$                  | $d_{a1} = d_1 + 2m$                |
| б) Етакланувчи ғилдирак      | $d_{a2} = d_2 + 2m$                  | $d_{a2} = d_2 + 2m$                |
| Тиш ости айланасининг ўлчами |                                      |                                    |
| а) Етакловчи ғилдирак        | $d_{f1} = d_1 - 2,5m$                | $d_{f1} = d_1 - 2,5m$              |
| б) Етакланувчи ғилдирак      | $d_{f2} = d_2 - 2,5m$                | $d_{f2} = d_2 - 2,5m$              |

10. Тишли ғилдиракларнинг илашишда ҳосил бўлган кучлар, 2 – расм.

|                               | Тўғри тишли узатмалар  | Қия тишли узатмалар                                     |
|-------------------------------|--|---|
| Айланма куч, $F_t$            | $F_t = 2T/d$   |   |
| Марказга интилувчи куч, $F_r$ | $F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha$ , $\alpha = 20^\circ$ | $F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta$ |
| Бўйлама куч                   |  | $F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta$               |

11. Эгилишдаги кучланишни ҳисобий қиймати

Етакланувчи ғилдирак учун

$$\sigma_{F2} = \frac{F_t \cdot Y_{F2} \cdot Y_\beta \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv}}{b_2 \cdot m} \text{ МПа,}$$

Етакловчи ғилдирак учун  $\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \frac{Y_{F1}}{Y_{F2}}$  МПа бунда  $\sigma_F < [\sigma_F]$  шарт

бажарилиши керак.

$K_{F\alpha}$  – узатма ғилдирак тишларнинг аниқлик даражасини ҳисобга олувчи коэффиенти бўлиб қиймати тўғри тишли цилиндрсимон узатмалар учун – 1,0; қиялик бурчаги  $\beta > 0$  бўлганда ғилдирак тишларини аниқлик даражасига нисбатан қуйидагича олинади.

| Аниқлик даражаси | 6    | 7    | 8    | 9   |
|------------------|------|------|------|-----|
| $K_{F\alpha}$    | 0,72 | 0,81 | 0,91 | 1,0 |

$Y_F$  – тиш шаклини ҳисобга олувчи коэффицент қийматижадвалдан тўғри тишли цилиндрсимон ғилдираклар учун тишлар сонига нисбатан танланади, қия тишли цилиндрсимон ғилдираклар учун келтирилган тишлар сонига нисбатан танланади.

$$Z_K = Z / \cos^3 \beta$$

|           |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |           |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----------|
| Z         | 17   | 20   | 22   | 24   | 26   | 28   | 30   | 35   | 40  | 45   | 50   | 65   | $\geq 80$ |
| ёки $Z_k$ |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |           |
| $Y_F$     | 4,27 | 4,07 | 3,98 | 3,92 | 3,88 | 3,84 | 3,80 | 3,75 | 3,7 | 3,66 | 3,65 | 3,62 | 3,61      |

$Y_\beta$  - ғилдирак тишларининг қиялик бурчагини эгилишда кучланишга таъсирини ҳисобга олувчи коэффицент

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140^\circ}$$

$K_{FV}$  - қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб қиймати тиш юзасини қаттиқлигига нисбатан қуйидагича олинади:

Тўғри тишли цилиндрсимон ғилдирак учун  
 $\leq 350$  НВ бўлганда  $K_{FV} = 1,4$   
 $> 350$  НВ бўлганда  $K_{FV} = 1,1$

Қия тишли цилиндрсимон ғилдирак учун  
 $\leq 350$  НВ бўлганда  $K_{FV} = 1,2$   
 $> 350$  НВ бўлганда  $K_{FV} = 1,1$

$K_{F\beta}$  – кучланишларни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишларини ҳисобга олувчи коэффициент. Тишли ғилдирак материаллари а, в – гуруҳ бўйича термик қайта ишланган бўлса – 1,0;  $> 350$  НВ бўлганда

$$K_{F\beta} = 1 + \frac{1,5 \cdot \psi_{\alpha}}{S} \leq 1,7$$

## Намуна учун ечилган масала

**Масала.** Лентали конвейр юритмасидаги қия тишли цилиндрсимон узатма учун материал танлансин. Хамда контакт ва эгилишдаги кучланишларни рухсат этилган қийматлари аниқлансин. Узатмада  $u = 5,0$  ;  $n_2 = 415 \text{ мин}^{-1}$ ,  $n_3 = 83 \text{ мин}^{-1}$ .

### Масаланинг ечими.

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

Юқоридаги тавсияга асосан тишли ғилдираклар учун а,б,в, ларда берилган материалларни хамда 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 цикларга тўғри келган контакт кучланиш қиймати (1.1-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 циклар сони.

$N_2 = 60 \cdot n_3 \cdot L_n = 60 * 93 * 25000 = 139,5 * 10^6$  - ҳисобий циклар 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 цикларга 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 циклар 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  $[\sigma_{FO}]_2 = 1,03 \text{ НВ}_{\text{ҧр}1} = 1,03 * 285,5 = 294 \text{ МПа};$

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

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

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

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

$$K_{HL1} = \sqrt{\frac{N_{H01}}{N_1}} \leq K_{HL \max}, \quad N_{01} < N_1 \text{ бўлганлиги учун } K_{HL1} = 1,0$$

Натижада

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

Контакт кучланишни хисобий 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

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

$$\text{бунда } [\sigma_{FO}]_2 = 1,03 \text{ НВ}_{\text{ўп1}} = 1,03 * 285,5 = 294 \text{ Н/мм}^2; \quad K_{FL2} = 1,0$$

Натижада

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

г) Етакловчи тишли ғилдирак учун эгилишдаги кучланиш рухсат этилган қиймати

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

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

$$K_{FL1} = 6 \sqrt{\frac{N_{FO1}}{N_1}} \leq K_{FL \max} = 1,63 \quad N_{FO} < N_1 \text{ бўлганлиги учун}$$

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

Натижада

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

### В) Вариант.

а) Етакланувчи тишли ғилдирак учун

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

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

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

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

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

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

а) ўқлараро масофа

$$a_w = K_a (1 + u) \sqrt[3]{\frac{K_{H\beta} \cdot T_3}{\psi_a \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]^2}} \text{ мм}$$

Ўқлараро масофа қийматини аниқлаш учун формуладаги коэффициентларни қийматини аниқлаш зарур.

б)  $K_a$  – ўқлараро масофа коэффициенти, қия тишли узатмалар учун – 43,

в)  $\psi_a$  – тиш эни коэффициенти, қиймати ғилдирак тишларини таянчларга нисбатан жойланиши бўйича танланади. Тишли ғилдираклар таянчларга нисбатан симметрик жойланса..... 0,315...0,4 қийматларни кичигини ғилдирак тишларининг қаттиқлиги  $\geq 45$  HRC бўлганда олинади.

Берилган масала А вариант учун  $\psi_a = 0,4$

Б вариант учун  $\psi_a = 0,315$

В вариант учун  $\psi_a = 0,315$

в)  $K_{H\beta}$  - юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишни ҳисобга олувчи коэффициент. Ғилдирак тишларининг қаттиқлиги  $\leq 350$  НВ бўлганда қуйидагича аниқланади.

А вариант учун  $K_{H\beta} = 1,0$

Б вариант учун  $K_{H\beta} = 1 + 2 \cdot \psi_a / S \leq 2,0$  бунда

$\psi_a = 0,5 \cdot \psi_a \cdot (1 + u) = 0,5 \cdot 0,315(1 + 5) = 0,95$ ;  $S=8$ : натижада

$K_{H\beta} = 1 + 2 \cdot 0,95 / 8 = 1,24$

В вариант учун  $K_{H\beta} = 1,24$

Аниқланган ва танланган қийматларни формулага қўйиб қуйидаги ифодани оламиз

А вариант учун

$a_{\omega} = 43(1 + 5)\sqrt[3]{(1,0 \cdot 3,94 \cdot 10^3)/(0,4 \cdot 5^2 \cdot 514^2)} = 136$  мм яхлитлаб  $a_{\omega} = 140$  мм қабул қиламиз.

Б вариант учун

$a_{\omega} = 43(1 + 5)\sqrt[3]{(1,24 \cdot 3,94 \cdot 10^3)/(0,315 \cdot 5^2 \cdot 729^2)} = 126$  мм яхлитлаб

$a_{\omega} = 125$  мм қабул қиламиз.

В вариант учун

$a_{\omega} = 43(1 + 5)\sqrt[3]{(1,24 \cdot 3,94 \cdot 10^3)/(0,315 \cdot 5^2 \cdot 877^2)} = 112$  мм яхлитлаб

$a_{\omega} = 112$  мм қабул қиламиз.

2. Етакланувчи тишли ғилдирак эни

А вариант учун  $b_2 = \psi_0 \cdot a_{\alpha} = 0,4 \cdot 140 = 56$  мм

Б вариант учун  $b_2 = \psi_0 \cdot a_{\alpha} = 0,315 \cdot 125 = 39,3$  мм  $b_2 = 40$  мм

қабул қиламиз

В вариант учун  $b_2 = \psi_0 \cdot a_{\alpha} = 0,315 \cdot 112 = 35$  мм

3. Етакловчи тишли ғилдирак эни

А вариант  $b_1 = 1,12 \cdot b_2 = 1,12 \cdot 56 = 62,7$  мм яхлитлаб  $b_1 = 63$  қабул

қиламиз

Б вариант  $b_1 = 1,12 \cdot b_2 = 1,12 \cdot 40 = 44,8$  мм яхлитлаб  $b_1 = 45$  қабул

қиламиз

В вариант  $b_1 = 1,12 \cdot b_2 = 1,12 \cdot 35 = 39,2$  мм яхлитлаб  $b_1 = 40$  қабул

қиламиз

4. Етакланувчи тишли ғилдирак бўлувчи айланасини ўлчаш

А вариант  $d_2 = 2 \cdot a_{\omega} \cdot u/(1 + u) = 2 \cdot 140 \cdot 5/(1 + 5) = 233,33$  мм

Б вариант  $d_2 = 2 \cdot a_{\omega} \cdot u/(1 + u) = 2 \cdot 125 \cdot 5/(1 + 5) = 208,33$  мм

В вариант  $d_2 = 2 \cdot a_{\omega} \cdot u/(1 + u) = 2 \cdot 112 \cdot 5/(1 + 5) = 186,66$  мм

5. Контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_H = K \sqrt{\frac{F_t \cdot K_H (1 + u)}{b_2 \cdot d_2}} \leq \sigma_H$$

бунда  $K$  – қўшимча коэффициент, қия тишли узатмалар учун 376;  $u = 5$ ;

$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\gamma} \cdot K_{H\alpha}$  - юкланиш коэффициенти.  $K_{H\beta}$  - коэффициент қиймати

(4.1 қаралсин) юқорида аниқланган;  $K_{H\alpha}$  - қия тишли узатмалар учун – 1,1;

$K_{H\gamma}$  - қия тишли узатмалар учун тиш юзасининг қаттиқлиги  $\leq 350$  НВ бўлганда – 1,1;  $> 350$  НВ бўлганда – 1,08. аниқланган ва танланган

қийматларни формулага қўйиб контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати аниқланади.

А вариант

$$\sigma_H = 376 \cdot \sqrt{(F_t \cdot (1+u) \cdot K_H) / (b_2 \cdot d_2)} \leq [\sigma_H] \quad \text{бунда} \quad u = 5, \quad b_2 = 56,$$

$d_2 = 233,33$  мм.  $F_t$  – айланма куч қиймати

$$F_t = 2T_3 / d_2 = 2 \cdot 394 \cdot 10^3 / 233,33 = 3377 \text{ Н}$$

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\gamma} \cdot K_{H\alpha} = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 1,32; \quad K_{H\beta} = 1,0 \text{ (1. Р каралсин)}$$

Натижада

$$\sigma_H = 376 \cdot \sqrt{(3377 \cdot (1+5) \cdot 1,32) / (56 \cdot 233,33)} = 538 \text{ МПа} > 514 \text{ МПа}$$

$\sigma_H > [\sigma_H]$  ўта юкланиш 5% гача бўлиши мумкин, шарт бажарилди.

Б вариант

бунда  $u = 5$ ,  $b_2 = 40$ ,

$d_2 = 208,33$  мм.  $F_t$  – айланма куч қиймати

$$F_t = 2T_3 / d_2 = 2 \cdot 394 \cdot 10^3 / 208,33 = 3782 \text{ Н}$$

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\gamma} \cdot K_{H\alpha} = 1,24 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 1,64$$

Натижада

$$\sigma_H = 376 \cdot \sqrt{(3782 \cdot (1+5) \cdot 1,64) / (40 \cdot 208,33)} = 794 \text{ МПа}$$

$\sigma_H > [\sigma_H]$ ,  $794 > 729$  шарт бажарилмади.

В вариант

бунда  $u = 5$ ,  $b_2 = 35$ ,

$d_2 = 186,66$  мм.  $F_t$  – айланма куч қиймати

$$F_t = 2T_3 / d_2 = 2 \cdot 394 \cdot 10^3 / 186,66 = 4222 \text{ Н}$$

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\gamma} \cdot K_{H\alpha} = 1,24 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 1,64$$

Натижада

$$\sigma_H = 376 \cdot \sqrt{(4222 \cdot (1+5) \cdot 1,64) / (35 \cdot 186,66)} = 948 \text{ МПа}$$

$\sigma_H > [\sigma_H]$ ,  $948 > 877$  шарт бажарилмади.

Узатмани ҳисоблаш жараёнида  $\sigma_H > [\sigma_H]$  шарт бажарилмаса (Б, В вариантларда бажарилмади) ўқлараро масофани катталаштириш ёки материални ҳамда термик қайта ишлашни ўзгартириб ҳисоб қайтарилади.

Узатмани ҳисоблашда фақат А вариант давом эттираемиз

6. Узатманинг илашиш модули

$$m_n \geq \frac{2T_3 \cdot K_m}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma_F]} \text{ мм,}$$

бунда  $K_m$  – модул коэффициентлари, қия тишли ғилдираклар учун – 5,8;  
 $T_3 = 394 \text{ Нм}$ ;  $d_2 = 233,33$ ;  $b_2 = 56 \text{ мм}$ ,  $[\sigma_F] = 256 \text{ МПа}$ , натижада

$$m = \frac{2 \cdot 394 \cdot 10^3 \cdot 5,8}{233,33 \cdot 56 \cdot 256} = 1,36 \text{ мм}$$

Яхлитлаб  $m = 2,0 \text{ мм}$  оламиз.

7. Узатма ғилдирак тишларининг қиялик бурчаги  $\beta$  ҳамда умумий тишлар сони

а) Қиялик бурчаги

$$\beta_{\min} = \arcsin 4 \cdot m / b_2 = \arcsin 4 \cdot 2,0 / 56 = 8^{\circ}13'$$

б) Умумий тишлар сони

$$Z_y = 2 \cdot a \cdot \cos \beta / m = 2 \cdot 140 \cdot 0,98973 / 2 = 138$$

в) Қиялик бурчагининг ҳисобий қиймати

$$\beta = \arccos(Z_y \cdot m / 2a) = \arccos(138 \cdot 2 / 2 \cdot 140) = 9^{\circ}71'$$

8. Етакланувчи ва етакловчи ғилдирак тишлари сони

а) Етакловчи тишли ғилдирак сони  $Z_2 = Z_y / (1 + u) = 138 / (1 + 5) = 23$

б) Етакланувчи тишли ғилдирак сони  $Z_1 = Z_y - Z_2 = 138 - 23 = 115$

9. Тишли ғилдиракни геометрик ўлчамлари

а) Тиш бўлувчи айланасининг ўлчами

$$d_1 = m_n \cdot Z_1 / \cos \beta = 2 \cdot 115 / 0,9857 = 46,66 \text{ мм}$$

$$d_2 = m_n \cdot Z_2 / \cos \beta = 2 \cdot 23 / 0,9857 = 232,33 \text{ мм}$$

$$a = (d_1 + d_2) / 2 = (46,66 + 232,33) / 2 = 280 / 2 = 140$$

б) Ташқи диаметр ўлчами

$$d_{f1} = d_1 + 2,5m = 46,66 + 2,5 \cdot 2 = 41,66 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 + 2,5m = 232,33 + 2,5 \cdot 2 = 228,33 \text{ мм}$$

10. Илашишда ҳосил бўлган кучлар

Айланма куч  $F_t = 2T_3 / d_2 = 2 \cdot 394 \cdot 10^3 / 232,33 = 3377 \text{ Н}$

Бўйлама куч  $F_{a1} = F \cdot \operatorname{tg} \beta = 3377 \cdot 0,17063 = 576 \text{ Н}$

Марказга интилувчи куч  $F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta = 3377 \cdot 0,364 / 0,9857 = 1247 \text{ Н}$

Демак, ҳисоблаш жараёнида танланган А, Б, В вариантлардан, фақат А – вариант бўйича танланган материаллар, термик қайта ишлашлар қўйилган шартларга жавоб беради.

## 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 цилиндрсимон узатмани хисоби .....3
2. Намуна учун ечилган масала .....8
3. Фойдаланилган адабиётлар .....16