

Практическая работа №2

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Задание 2

Требуется:

- 1) выполнить вероятностный расчет работоспособности и надежности резьбового соединения;
- 2) определить среднее значение силы затяжки;
- 3) определить среднее значение действующего напряжения в резьбовом соединении.

Методические указания по выполнению задания

Вероятностный расчет работоспособности и надежности резьбового соединения сводится к оценке вероятности P безотказной работы соединения, в простейшем предположении равной произведению вероятностей безотказной работы по основным критериям: нераскрытию стыка P_1 , статической прочности болтов P_2 и сопротивления усталости P_3 :

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3.$$

Вероятность безотказной работы по критерию нераскрытия стыка P_1 определяется по табл. П1 приложения в зависимости от величины U_{p1} , равной:

$$U_{p1} = - \frac{\bar{n}_1 - 1}{\sqrt{\bar{n}_1^2 \cdot V_{\text{зат}}^2 + V_F^2}},$$

где $V_{\text{зат}} = 0,09$ – коэффициент вариации силы затяжки; $V_F = 0,1$ – коэффициент вариации силы, раскрывающей стык; \bar{n}_1 – коэффициент запаса нераскрытия стыка по средним нагрузкам:

$$\bar{n}_1 = \frac{\bar{F}_{\text{зат}}}{\beta_c \bar{F} (1 - \chi)},$$

где $\bar{F}_{\text{зат}}$ и \bar{F} – среднее значение силы затяжки и максимальной силы нагрузки цикла, Н; $\beta_c = 1,1$ – коэффициент, учитывающий возможное ослабление затяжки вследствие стыков; $\chi = 0,2$ – коэффициент основной нагрузки.

Среднее значение силы затяжки определяется по формуле

$$\bar{F}_{\text{зат}} = \frac{0,5 \bar{\sigma}_t \pi d_p^2}{4},$$

где $\bar{\sigma}_t$ – среднее значение предела текучести материала болта, МПа; d_p – диаметр болта, мм.

					<i>Практическая работа №2</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Галицкий И.П.				Расчет надежности резьбовых соединений	Лит.	Лист
Провер.	Шишков С.В.						1
Реценз.						ГГТУ им. П.О. Сухого, Гр. ТТ-31	
Н. Контр.							
Утверд.							
						Листов	3

Вероятность безотказной работы по критерию статической прочности стыка P_2 определяется по табл. П1 приложения в зависимости от величины U_{p2} , равной:

$$U_{p2} = - \frac{\bar{n}_2 - 1}{\sqrt{\bar{n}_2^2 V_{\sigma t}^2 + V_{\text{зат}}^2}},$$

где $V_{\sigma t} = 0,06$ – коэффициент вариации предела текучести материала болта; \bar{n}_2 – коэффициент запаса прочности по средним напряжениям:

$$\bar{n}_2 = \frac{\bar{\sigma}_t}{\bar{\sigma}_{\text{рас}}},$$

где $\bar{\sigma}_{\text{рас}}$ – среднее значение расчетного напряжения:

$$\bar{\sigma}_{\text{рас}} = \frac{4}{\pi d_p^2} (1,3 \bar{F}_{\text{зат}} + \chi \bar{F}).$$

Вероятность безотказной работы по критерию сопротивления усталости P_3 определяется по табл. П1 приложения в зависимости от величины U_{p3} , равной:

$$U_{p3} = - \frac{\bar{n}_3 - 1}{\sqrt{\bar{n}_3^2 \cdot V_{-1\sigma}^2 + V_F^2}},$$

где $V_F = 0,1$ – коэффициент вариации силы; $V_{-1\sigma}$ – коэффициент вариации предела выносливости:

$$V_{-1\sigma} = \sqrt{V_{\sigma}^2 + V_{\text{пл}}^2 + V_{\alpha}^2},$$

где $V_{\sigma} = 0,06-0,08$ – коэффициент вариации предела выносливости деталей одной плавки; $V_{\text{пл}} = 0,08$ – коэффициент среднего предела выносливости по плавкам; $V_{\alpha} = 0,023$ – коэффициент концентрации напряжений.

Коэффициент запаса прочности по средним напряжениям определяется по формуле

$$\bar{n}_3 = \frac{\bar{\sigma}_{-1\sigma}}{\bar{\sigma}_{\alpha}},$$

где $\bar{\sigma}_{-1\sigma}$ – среднее значение предела выносливости болта, МПа:

$$\bar{\sigma}_{-1\sigma} = \bar{\sigma}_{-1} \frac{\varepsilon_{\sigma}}{k_{\sigma}} \beta \beta_{\text{уп}},$$

где $\bar{\sigma}_{-1}$ – среднее значение предела выносливости гладкого образца, МПа; $\varepsilon_{\sigma} = 1,0$ – коэффициент влияния абсолютных размеров; $k_{\sigma} = 3,0$ – среднее значение коэффициента концентрации напряжений; $\beta = 1,5-1,6$ – коэффициент соединения; $\beta_{\text{уп}} = 1,2-1,3$ – коэффициент технологического упрочнения.

Среднее значения действующего напряжения определяется по формуле

$$\bar{\sigma}_{\alpha} = \frac{4}{\pi d_p^2} \left[0,5 \chi \bar{F} + \frac{\Psi}{k_{\sigma}} (\bar{F}_{\text{зат}} + 0,5 \chi \bar{F}) \right],$$

где $\psi = 0,1$ – коэффициент чувствительности материала к асимметрии цикла.

При выполнении задания необходимо принимать исходные данные, которые приведены в табл. П9 приложения.

Практическая часть

$$\bar{F}_{\text{зат}} = \frac{0,5\bar{\sigma}_t \pi d_p^2}{4} = \frac{0,5 \cdot 310 \cdot \pi \cdot 9,35^2}{4} = 10642,53 \text{ Н.}$$

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_\alpha &= \frac{4}{\pi d_p^2} \left[0,5\chi\bar{F} + \frac{\psi}{k_\sigma} (\bar{F}_{\text{зат}} + 0,5\chi\bar{F}) \right] = \\ &= \frac{4}{\pi \cdot 9,35^2} \left[0,5 \cdot 0,2 \cdot 6000 + \frac{0,1}{3} (10642,53 + 0,5 \cdot 0,2 \cdot 6000) \right] = \\ &= 63,32 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

$$\bar{\sigma}_{-1\partial} = \bar{\sigma}_{-1} \frac{\varepsilon_\sigma}{k_\sigma} \beta \beta_{\text{уп}} = 200 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 120 \text{ МПа.}$$

$$\bar{n}_3 = \frac{\bar{\sigma}_{-1\partial}}{\bar{\sigma}_\alpha} = \frac{120}{63,32} = 1,9.$$

$$V_{-1\partial} = \sqrt{V_\partial^2 + V_{\text{пл}}^2 + V_\alpha^2} = \sqrt{0,07^2 + 0,08^2 + 0,023^2} = 0,109.$$

$$U_{p3} = -\frac{\bar{n}_3 - 1}{\sqrt{\bar{n}_3^2 \cdot V_{-1\sigma}^2 + V_F^2}} = -\frac{1,9 - 1}{\sqrt{1,9^2 \cdot 0,109^2 + 0,1^2}} = -3,9; P_3 = 0,9999.$$

$$\bar{\sigma}_{\text{рас}} = \frac{4}{\pi d_p^2} (1,3\bar{F}_{\text{зат}} + \chi\bar{F}) = \frac{4}{\pi \cdot 9,35^2} (1,3 \cdot 10642,53 + 0,2 \cdot 6000) = 218,98 \text{ МПа.}$$

$$\bar{n}_2 = \frac{\bar{\sigma}_t}{\bar{\sigma}_{\text{рас}}} = \frac{310}{218,98} = 1,42.$$

$$U_{p2} = -\frac{\bar{n}_2 - 1}{\sqrt{\bar{n}_2^2 \cdot V_{\sigma t}^2 + V_{\text{зат}}^2}} = -\frac{1,42 - 1}{\sqrt{1,42^2 \cdot 0,06^2 + 0,09^2}} = -3,39; P_2 = 0,9996.$$

$$\bar{n}_1 = \frac{\bar{F}_{\text{зат}}}{\beta_c \bar{F} (1 - \chi)} = \frac{10642,53}{1,1 \cdot 6000 (1 - 0,2)} = 2,0156$$

$$U_{p1} = -\frac{\bar{n}_1 - 1}{\sqrt{\bar{n}_1^2 \cdot V_{\text{зат}}^2 + V_F^2}} = -\frac{2,0156 - 1}{\sqrt{2,0156^2 \cdot 0,09^2 + 0,1^2}} = -4,903; P_1 = 0,9999.$$

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 = 0,9999 \cdot 0,9996 \cdot 0,9999 = 0,9994.$$

Вывод: в ходе расчётов выяснили, что соединение довольно надёжное.

					Практическая работа №2	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3