



Долговечность подшипника

$$L_h = \left(\frac{C}{P} \right)^k \frac{10^6}{60n} \geq t_h$$

C – динамическая грузоподъемность;

P – приведенная нагрузка;

n – относительная частота вращения колец подшипника, об/мин;

k=3 – для шариковых подшипников;

k=3,33 – для роликовых подшипников.



Осевая нагрузка

$$P = F_a K_\sigma K_T$$

F_a – осевая нагрузка, действующая на подшипник;

K_σ – коэффициент безопасности;

K_T – температурный коэффициент.

$K_\sigma = 1,05 \dots 1,3$;

$K_T = 1$ – при температуре не более 100°C .



Радиальная нагрузка

$$P = VF_r K_\sigma K_T$$

F_r – радиальная нагрузка, действующая на подшипник;

V – коэффициент вращения;

K_σ – коэффициент безопасности;

K_T – температурный коэффициент.

$V=1$ – внутреннее кольцо подшипника вращается, наружное - неподвижно;

$V=1,2$ – наружное кольцо подшипника вращается, внутреннее - неподвижно;

$K_\sigma = 1,05 \dots 1,3$;

$K_T = 1$ – при температуре не более 100°C .



Осевая и радиальная нагрузка

$$P = (XVF_r + YF_a) K_\sigma K_T$$

F_r – радиальная нагрузка, действующая на подшипник;

F_a – осевая нагрузка, действующая на подшипник;

X – коэффициент радиальной нагрузки;

Y – коэффициент осевой нагрузки;

V – коэффициент вращения;

K_σ – коэффициент безопасности;

K_T – температурный коэффициент.

$V=1$ – внутреннее кольцо подшипника вращается, наружное - неподвижно;

$V=1,2$ – наружное кольцо подшипника вращается, внутреннее - неподвижно;

$K_\sigma = 1,05 \dots 1,3$;

$K_T = 1$ – при температуре не более 100°C .



Осевая и радиальная нагрузка

$$\frac{F_a}{VF_r}, e$$

e – коэффициент осевого нагружения

$$\frac{F_a}{VF_r} > e \rightarrow X \text{ по справочным данным}$$

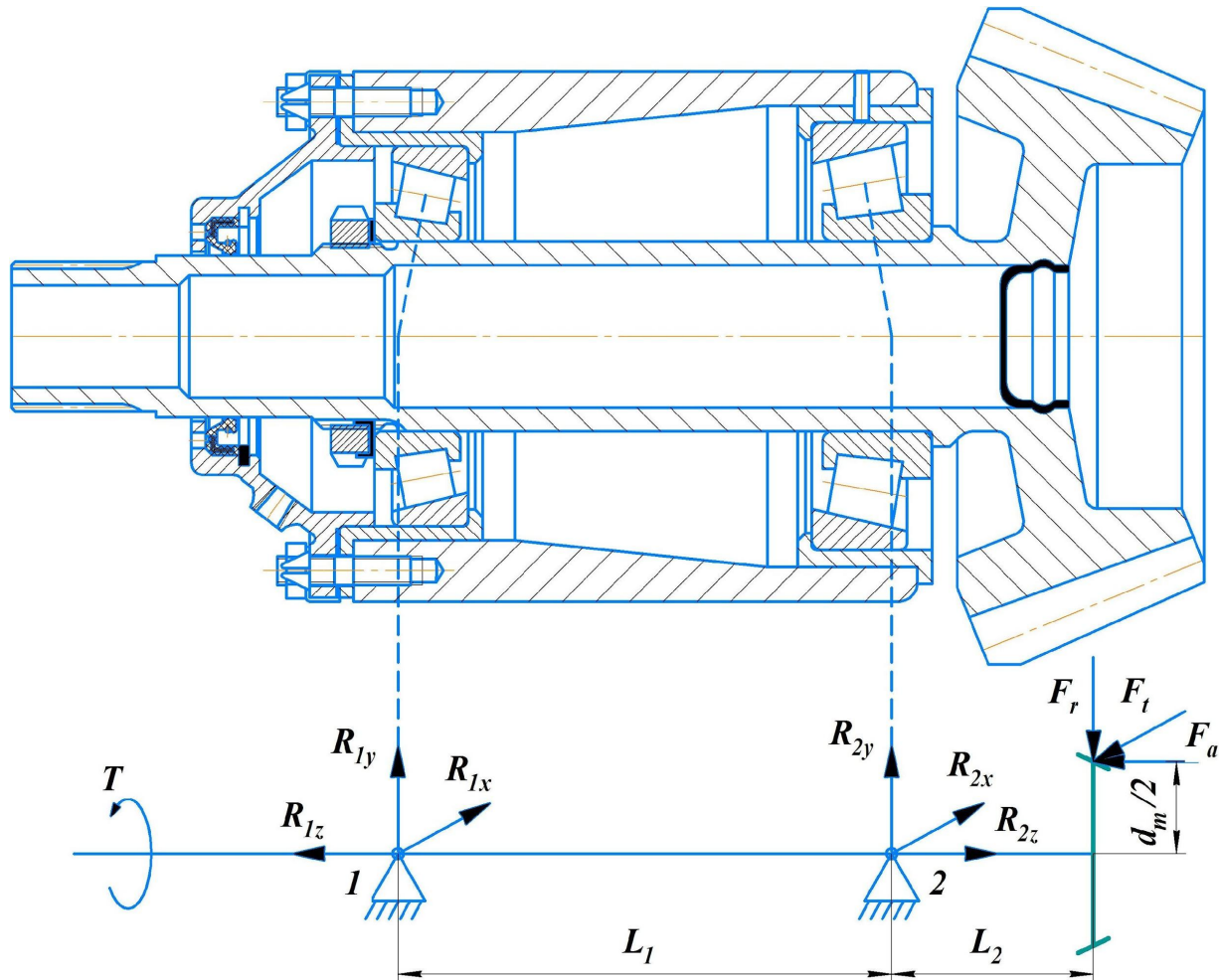
$$P = (XVF_r + YF_a) K_\sigma K_T$$

$$\frac{F_a}{VF_r} \leq e \rightarrow X = 1, Y = 0$$

$$P = (XVF_r + YF_a) K_\sigma K_T = VF_r K_\sigma K_T$$

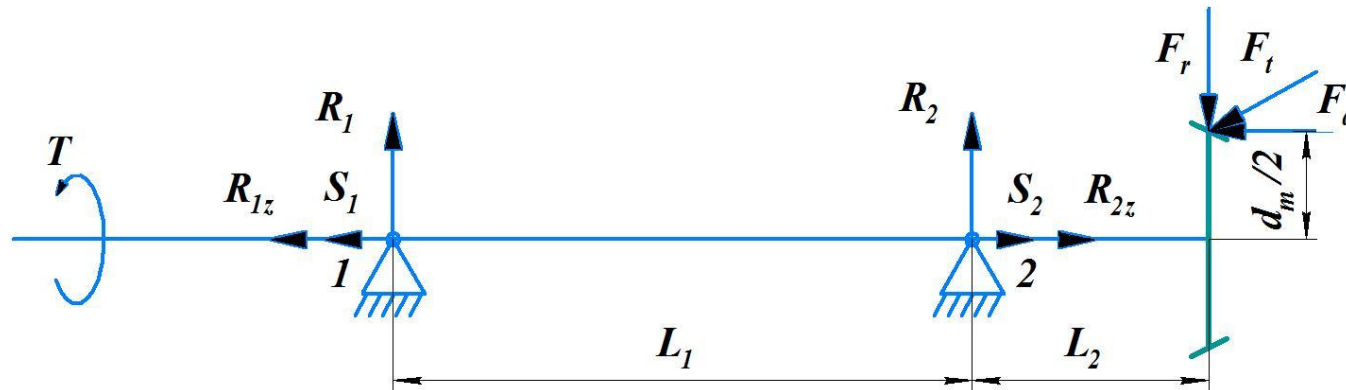


Осевая и радиальная нагрузка Схема установки ПК – враспор или врастяжку





Осевая и радиальная нагрузка Схема установки ПК – враспор или врастяжку



За счёт наклона контактных линий от действия радиальных сил на подшипник появляются осевые составляющие:

$S_i = eR_i$ для шариковых радиально-упорных ПК

$S_i = 0,83R_i$ для роликовых радиально-упорных ПК

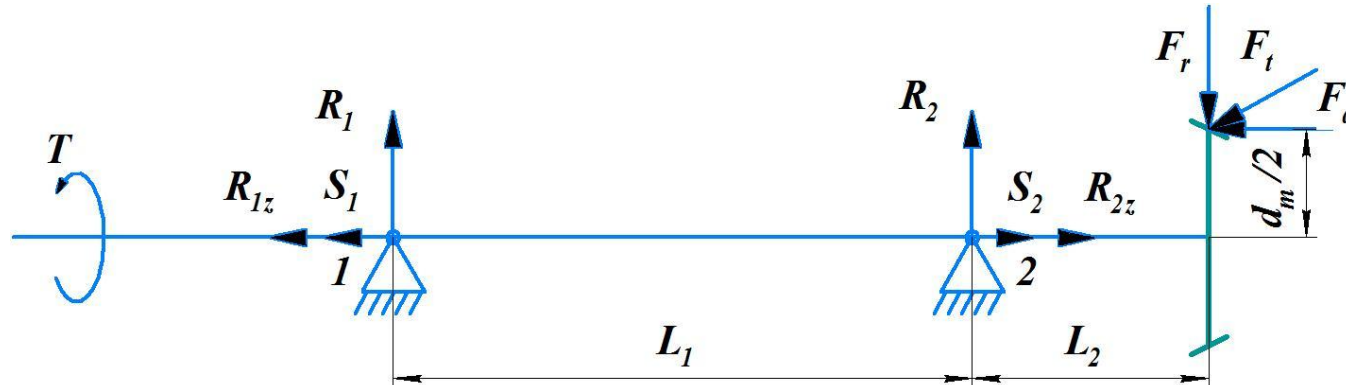
$$R_{1z} \geq S_1$$

$$R_{2z} \geq S_2$$

$$\Sigma F_z = R_{2z} - R_{1z} - F_a = 0$$



Осевая и радиальная нагрузка Схема установки ПК – враспор или врасстяжку



случай. $S_2 > S_1$ $\Delta S = S_2 - S_1 > F_a$

Результирующая сил S_1 , S_2 и F_a направлена **вправо**: $F_Z \rightarrow$.

От действия данной результирующей **подшипник будет разгружаться**,
а **подшипник будет нагружаться**. В этом случае принимается:

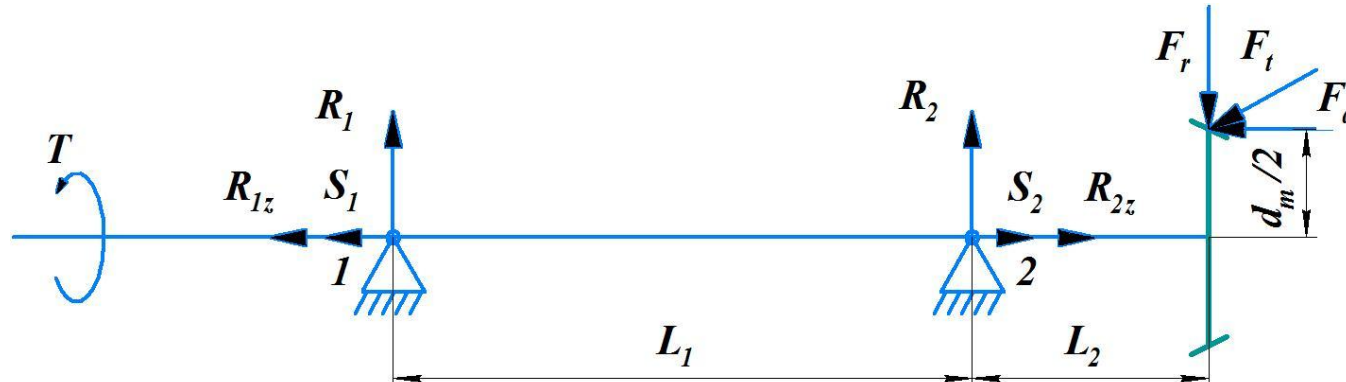
$R_{2z} = S_2$ (обеспечивается условие $R_{2z} \geq S_2$).

Из условия равновесия $\Sigma F_Z = R_{2z} - R_{1z} - F_a = 0$ находим:

$R_{1z} = S_2 - F_a$ (условие $R_{1z} \geq S_1$ обеспечивается автоматически).



Осевая и радиальная нагрузка Схема установки ПК – враспор или врастяжку



2 случай. $S_2 > S_1$ $\Delta S = S_2 - S_1 \leq F_a$ 3 случай. $S_1 > S_2$ F_a 4.

Результирующая сил S_1 , S_2 и F_a направлена **влево**: $F_z \leftarrow$.

От действия данной результирующей **подшипник будет разгружаться**, а **подшипник будет нагружаться** в этом случае принимается:

$$R_{1z} = S_1 \text{ (обеспечивается условие } R_{1z} \geq S_1 \text{).}$$

Из условия равновесия $\Sigma F_z = R_{2z} - R_{1z} - F_a = 0$ находим:

$$R_{2z} = S_1 + F_a \text{ (условие } R_{2z} \geq S_2 \text{ обеспечивается автоматически).}$$



Осевая и радиальная нагрузка Схема установки ПК – враспор или врастяжку

Определив осевые силы для 1 и 2 подшипника выполняется расчет долговечности (см. 5 слайд).

$$F_a = R_{1z}$$

$$F_r = R_1$$

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{R_{1z}}{VR_1}$$

$$F_a = R_{2z}$$

$$F_r = R_2$$

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{R_{2z}}{VR_2}$$



Повышение долговечности подшипника

Если не выполняется условие $L_h \geq t_h$, то повысить долговечность ПК можно следующими способами:

Изменить положение опор, тем самым изменить реакции в опорах;

Заменить тип или размер подшипника - применить подшипник с большей грузоподъемностью;

Применить специальный подшипник и/или обеспечить благоприятные условия работы (только для авиационных редукторов) - грузоподъемность такого подшипника при расчетах определяется с помощью коэффициента повышения грузоподъемности авиационных подшипников $k_{кач}$.

$$C_{ав} = C k_{кач}.$$