

УПРАЖНЕНИЕ

№ 3

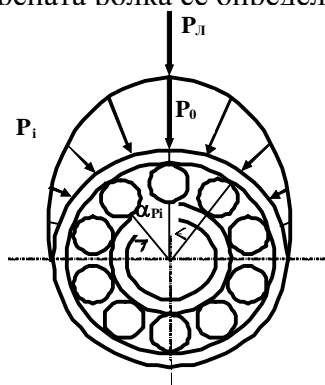
“Изчисление на ролкови
лагери, използвани в буксовия
възел на вагоните”

При съвременните вагонни букси се използват най-често три основни типа ролкови лагери: с цилиндрични, бъчвообразни и конусни ролки. Най-широко разпространени са лагерите с къси цилиндрични ролки. Лагерите с бъчвообразни ролки са самонагаждащи и като правило се използват при по-големи вертикални натоварвания, където има възможност да се получат по-значителни деформации на осната шийка. В последните години се наблюдава увеличено използване на лагери с конусни ролки, които много по-добре поемат хоризонталните натоварвания.

Изчислението на ролковите лагери се свежда до якостна проверка на работните елементи на лагера и тяхната дълготрайност при зададени режими на експлоатация за определен брой, тип и габарити на лагерите.

3.1. Якостна проверка на работните елементи на лагера

На буксовия възел по време на експлоатация се предават всички основни статични и динамични натоварвания от рамата на талигата (вагона) върху колоосите. Разпределението на натоварването между ролките се определя според фиг. 3.1. Най-натоварена е ролката, чийто център е разположен по направление на вертикалната сила $P_{\text{л}}$, действаща на лагера. Натоварването на останалите ролки се намалява пропорционално на косинуса на ъгъла между направлението на силата P_i и вертикалната ос. С отчитане на радиалната хлабина и деформациите на пръстените и ролките при лагер с къси цилиндрични ролки, силата P_0 в най-натоварената волка се определя с израза: $P_0 = 4,6 \cdot P_{\text{л}} / z$, kN [1],



Фиг.3.1 Натоварване на ролките от лагера

където z е броя на ролките в лагера (за вагонни лагери $z = 10 \div 20$).

Къси цилиндрични ролки са тези, при които съотношението между дължина и диаметър на ролката е съгласно формула: $l_p : d_p \geq 2 : 1$.

Натоварването на един вагонен лагер се определя по следната формула:

$$P_{\text{л}} = \frac{Q + T - n \cdot q_k}{2,2n},$$

където $P_{\text{л}}$ е натоварването на един лагер, kN; Q – максимална товароносимост на вагона, kN; T – тара на вагона, kN; n – брой на колоосите във вагона; q_k – тегло на една колоос, kN/ос.

Между повърхностите на съприкосновение на ролките и пръстените на цилиндричния лагер възникват контактни напрежения σ , които се определят съгласно следната формула:

$$\sigma = 0,1925 \cdot \sqrt{\frac{P_i}{l_p} \cdot \left(\frac{2}{d_p} \pm \frac{1}{R_{\text{ВТ}}(\text{ВН})} \right)}, \text{ МПа,}$$

където P_i е натоварването на ролката, N; l_p , d_p – дължина и диаметър на ролката, m; $R_{\text{ВТ}}$, $R_{\text{ВН}}$ – радиуси на повърхността на търкаляне на ролките по съответните пръстени, m.

Знакът “+” за $R_{\text{ВТ}}$, а знакът “-” за $R_{\text{ВН}}$.

Допустимата стойност на контактното напрежение е $\sigma \leq [\sigma] = 3500 \text{ МПа}$.

3.2. Проверка на дълготрайността на лагерите

Лагерите трябва да обезпечават висока надеждност и необходимата дълготрайност.

Дълготрайността на ролковите лагери се изразява в срок служба, измерен в километри пробег (или брой обороти), в течение на които не трябва да проявяват признаци на умора на материала минимум 90% от лагерите от определена група при еднакви условия на натоварване.

При избора на лагерите дълготрайността се приема: 3 милиона km за пътнически вагони и 1,5 милиона km за товарни вагони.

Диаметърът на вътрешния пръстен се избира въз основа на якостни изчисления на осната шийка (120 mm или 130 mm).

Изборът на лагери се свежда до:

1. Установяване необходимата дълговечност на лагерите.

2. Избор на тип и брой лагери на една шийка - например два стандартни лагера с размери 120 x 240 x 80 mm с къси цилиндрични ролки.

3. Определяне приведеното натоварване на лагера P

$$P = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot k_\sigma \cdot k_t, \quad N,$$

където F_r е радиалното натоварване на лагера, N ; F_a - аксиалното натоварване, N ; X , Y - коефициенти на радиално и осево (аксиално) натоварване, които се избират от каталог в зависимост от типа на лагера; k_σ - коефициент на безопасност, отчитащ характера на натоварване на лагера; k_t - температурен коефициент, $k_t = 1$ при режим до 100°C ; V - коефициент, отчитащ въртенето: $V = 1$ - при въртене на вътрешния пръстен, $V = 1,2$ - при въртене на външния пръстен.

Въз основа на приведените данни, еквивалентното натоварване на цилиндричните ролкови лагери се пресмята по формулата:

$$P = P_{\text{ст}} \cdot k_\sigma, \quad N,$$

където:

$$k_\sigma \approx 1 + k_D.$$

4. Определяне необходимата динамична товароносимост C

Показателят C представлява радиално натоварване, което група идентични лагери с неподвижни външни пръстени могат да издържат през експлоатационния срок, изчислен за 1 милион оборота на вътрешните пръстени.

Динамичната товароносимост C може да се избере по каталог или да се изчисли.

По методика на фирмата SKF приведеното натоварване се определя по формулата: $P = f_0 \cdot f_1 \cdot G$, N , където G е максималното статично натоварване на лагера, N ; $G = 0,5 \cdot (G_{\text{ос}} - G_{\text{необр}})$, N ; $G_{\text{ос}}$ - максимално статично натоварване на ос, N ; $G_{\text{необр}}$ - тегло на необресорените части: колоос и частите на окачването, N ; f_0 - фактор, свързан с изменение на полезния товар ($f_0 = 1,0$ - за локомотиви; $f_0 = 0,9 \div 1,0$ - за пътнически вагони; $f_0 = 0,8 \div 0,9$ - за товарни вагони); f_1 - фактор, сумиращ влиянието на радиалното и аксиално динамично натоварване. Зависи от експлоатационната скорост, състоянието на релсите, ресорното окачване и големината на необресорените маси ($f_1 = 1,3 \div 1,5$ - за локомотиви; $f_1 = 1,2 \div 1,4$ - за пътнически вагони; $f_1 = 1,1 \div 1,3$ - за товарни вагони).

5. Определяне дълготрайността на лагерите в милиони km пробег на вагона

$$L_{\text{km}} = L_0 \cdot \frac{\pi \cdot D}{1000}$$

при
$$L_0 = \left(\frac{C}{P} \right)^p,$$

Упражнение № 3 “Изчисление на ролкови лагери, използвани в буксовия възел на вагоните”
където L_0 - дълготрайност в млн. об.; C - динамична товароносимост, N; P - еквивалентно
приведено натоварване, N; p - степенен показател, който за ролкови лагери е $10/3$.

$$L_{km} = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3} \cdot D \cdot 10^{-3}, \text{ млн. km.}$$

От каталог се намират размерите на лагера, осигуряващ необходимата динамична товароносимост.

Диаметърът на колооста по кръга на търкаляне е 920 mm, но с отчитане средното износване в експлоатацията се приема $D = 0,87m$.

Според SKF [2] препоръчителната стойност за дълготрайността на лагерите на товарните вагони е $L_{km} = 1,7$ млн. km.

Литература

- [1] Караджов Т. Димитров Ж. Вагони, Техника, С., 1988
- [2] Каталог на SKF, FAG и др.