

УДК 539.622

Достоверность моделей расчета долговечности подшипников качения по критерию контактной усталости

Я.М. Клебанов¹, В.В. Мурашкин², А.И. Данильченко²

¹Самарский государственный технический университет,
ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара 443100, Россия

²ЦСКБ ОАО «ЕПК Самара»,
ул. Мичурина, 98, А, г. Самара 443068, Россия

Поступила в редакцию 21.09.2020.

После доработки 12.03.2021.

Принята к публикации 12.03.2021.

Рассмотрены две модели номинальной долговечности подшипников качения по контактной усталости, основанные на концепции динамического несущего напряжения: модифицированная модель Лундберга-Пальмгрена и модель Гупты-Зарецкого. Проанализировано их соответствие закономерностям влияния на долговечность подшипников температуры и масштабного фактора и устойчивость параметров этих моделей к условиям их экспериментального определения.

Существенная зависимость контактной долговечности материала от его упругих свойств является негативной характеристикой модели Гупты-Зарецкого, так как в исследованиях температурной зависимости свойств усталости изменение упругих свойств в явном виде не принимается во внимание. Принятый в модифицированной модели Лундберга-Пальмгрена масштабный фактор хорошо соответствует экспериментальным данным для шарикоподшипников с шариками до 25,4 мм, а в модели Гупты-Зарецкого — с шариками больше 25,4 мм. Результаты анализа устойчивости экспериментальных параметров рассматриваемых моделей к показателю степени в зависимости долговечности от напряжений без масштабного фактора, рассмотренные на примере подшипника типоразмера 32220, свидетельствуют о предпочтительности модели Лундберга-Пальмгрена. Модифицированная модель Лундберга-Пальмгрена обладает необходимыми базовыми характеристиками достоверности, однако её дальнейшее совершенствование должно быть направлено на учёт остаточных и эксплуатационных напряжений, а также на адекватный учёт масштабного фактора в расчётах шариковых подшипников с диаметром шариков выше 25,4 мм.

Ключевые слова: подшипник качения, температура, масштабный фактор, динамическое несущее напряжение, усталостная долговечность.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-311-318

Адрес для переписки:

Я.М. Клебанов
Самарский государственный технический университет,
ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара 443100, Россия
e-mail: jklebanov@mail.ru

Для цитирования:

Я.М. Клебанов, В.В. Мурашкин, А.И. Данильченко.
Достоверность моделей расчета долговечности подшипников качения по критерию контактной усталости.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 311–318.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-311-318

Address for correspondence:

I.M. Klebanov
Samara State Technical University,
Molodogvardeyskaya str., 244, Samara 443100, Russia
e-mail: jklebanov@mail.ru

For citation:

I.M. Klebanov, V.V. Murashkin, and A.I. Danilchenko.
Validity of the Bearing Life Models at Rolling Contact Fatigue.
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 311–318 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-311-318

Validity of the Bearing Life Models at Rolling Contact Fatigue

I.M. Klebanov¹, V.V. Murashkin², and A.I. Danilchenko²

¹Samara State Technical University,
Molodogvardeyskaya str., 244, Samara 443100, Russia

²TsSKB OJSC “EPK Samara”,
Michurina str., 98, A, Samara 443068, Russia

Received 21.09.2020.

Revised 12.03.2021.

Accepted 12.03.2021.

Abstract

Two rolling bearing life models based on the concept of dynamic stress capacity are considered. They are the modified Lundberg-Palmgren model and the Gupta-Zaretsky model. Consistency of these models with patterns of dependencies of the bearing life from temperature and scale factor is analyzed. Stability of the model parameters to the conditions of the experiments used to determine them is analyzed as well.

A significant dependence of the material contact durability on its elastic properties is a negative characteristic of the Gupta-Zaretsky model, since in studies of the temperature dependence of fatigue properties, changes in elastic properties are not explicitly taken into account. The scale factor adopted in the modified Lundberg-Palmgren model is in good agreement with the experimental data for ball bearings with balls up to 25.4 mm, and in the Gupta-Zaretsky model — for bearings with balls larger than 25.4 mm. The results of the stability analysis of the experimental parameters of the considered models to the shear stress life exponent in the life equation without a scale factor, considered on the example of a bearing 32220, indicate the preference of the modified Lundberg-Palmgren model. The modified Lundberg-Palmgren model has good validity characteristics. It requires further improvements aimed at taking into account the residual and operating stresses, as well as adequately taking into account the scale factor in calculating ball bearings with a ball diameter over 25.4 mm.

Keywords: rolling bearing, temperature, scale factor, dynamic stress capacity, fatigue life.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-311-318

Адрес для переписки:

Я.М. Клебанов
Самарский государственный технический университет,
ул. Молодогвардейская, 244, г. Самара 443100, Россия
e-mail: jklebanov@mail.ru

Для цитирования:

Я.М. Клебанов, В.В. Мурашкин, А.И. Данильченко.
Некоторые вопросы адекватности и робастности перспективных
моделей расчета долговечности подшипников по контактной
усталости при трении качения.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 311–318.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-311-318

Address for correspondence:

I.M. Klebanov
Samara State Technical University,
Molodogvardeyskaya str., 244, Samara 443100, Russia
e-mail: jklebanov@mail.ru

For citation:

I.M. Klebanov, V.V. Murashkin, and A.I. Danilchenko.
[Some Adequacy and Robustness Issues of the Prospective Bearing
Life Models at Rolling Contact Fatigue].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 311–318 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-311-318

Список использованных источников

1. **Palmgren A.** Ball and Roller Bearing Engineering. — Philadelphia, PA: SKF Industries. — 1959
2. ГОСТ 18855-2013 (ISO 281:2007). Динамическая грузоподъемность и nominal'nyj resurs (Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life)
3. ANSI/ABMA 11:2014. Load Ratings and Fatigue Life for Roller Bearings
4. Gupta P.K. and Zaretsky E.V. New Stress-Based Fatigue Life Models for Ball and Roller Bearings // Tribology Transactions. — 2018 (61), no. 2, 304—324
5. Gupta P.K. Failure Stress Modification in Fatigue Life Models for Rolling Bearings // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology. — 2019 (233), no. 9, 1327—1344
6. Harris T.A. and Kotzalas M.N. Rolling Bearing Analysis. Essential Concepts of Bearing Technology. — Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Group. — 2007
7. Горячева И.Г., Торская Е.В. Моделирование накопления контактно-усталостных повреждений в условиях трения качения при наличии остаточных напряжений // Трение и износ. — 2019 (40), № 1, 44—51
8. Poplawski J.V., Peters S.M., and Zaretsky E.V. Effect of Roller Profile on Cylindrical Roller Bearing Life Prediction. — Part 1: Comparison of Bearing Life Theories // Tribology Transactions. — 2001 (44), no. 3, 339—350
9. ГОСТ 25.504-82 Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости
10. Zaretsky E.V., Lewicki D.G., Savage M., and Vlcek B.L. Determination of Turboprop Reduction Gearbox System Fatigue Life and Reliability // Tribology and Lubrication Technology. — 2008 (64), no. 1, 40—50

References

1. **Palmgren A.** Ball and Roller Bearing Engineering. — Philadelphia, PA: SKF Industries. — 1959
2. GOST 18855-2013 (ISO 281:2007). Dinamicheskaya gruzopod'emonost' i nominal'nyj resurs (Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life)
3. ANSI/ABMA 11:2014. Load Ratings and Fatigue Life for Roller Bearings
4. Gupta P.K. and Zaretsky E.V. New Stress-Based Fatigue Life Models for Ball and Roller Bearings // Tribology Transactions. — 2018 (61), no. 2, 304—324
5. Gupta P.K. Failure Stress Modification in Fatigue Life Models for Rolling Bearings // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology. — 2019 (233), no. 9, 1327—1344
6. Harris T.A. and Kotzalas M.N. Rolling Bearing Analysis. Essential Concepts of Bearing Technology. — Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Group. — 2007
7. Goryacheva I.G. and Torskaya E.V. Modeling the Accumulation of Contact Fatigue Damage in Materials with Residual Stresses under Rolling Friction // Journal of Friction and Wear. — 2019 (40), no. 1, 33—38
8. Poplawski J.V., Peters S.M., and Zaretsky E.V. Effect of Roller Profile on Cylindrical Roller Bearing Life Prediction. — Part 1: Comparison of Bearing Life Theories // Tribology Transactions. — 2001 (44), no. 3, 339—350
9. ГОСТ 25.504-82 Raschety i ispytaniya na prochnost'. Metody rascheta harakteristik sопротивления усталости (Strength calculation and testing. Methods of fatigue strength behaviour calculation)
10. Zaretsky E.V., Lewicki D.G., Savage M., and Vlcek B.L. Determination of Turboprop Reduction Gearbox System Fatigue Life and Reliability // Tribology and Lubrication Technology. — 2008 (64), no. 1, 40—50

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.
Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11
Full text of articles can be purchased from the editorial office.
Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050 Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11
E-mail: FWJ@tut.by
Web: <https://mpri.org.by/izdaniya/trenie-i-iznos/>