

УДК 621.01

## Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений

О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Г.Н. Темасова, Ю.Г. Вергазова, П.В. Голиницкий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, 49, г. Москва 127434, Россия

Поступила в редакцию 20.03.2023.

После доработки 29.05.2023.

Принята к публикации 20.06.2023.

Общий ресурс сборочной единицы, а также послеремонтный ресурс агрегата зависят от заданного ресурса у ответственных соединений. Основной задачей расчёта точности соединения является определение запаса точности, или запаса материала на износ, поскольку увеличение расчётного допуска посадки приведёт к снижению долговечности, а его уменьшение повлечёт за собой увеличение затрат из-за увеличения брака или необходимость внедрения технологической операции. В связи с этим была разработана методика расчёта допуска посадки соединения в зависимости от заданных или проектных характеристик изнашивания на основе анализа модели параметрического отказа. При моделировании различных скоростей изнашивания рекомендовано использовать в полученных зависимостях относительную износостойкость соединения только при условии аппроксимации функции изнашивания в линейном виде. Получено выражение для расчёта относительной износостойкости соединения в зависимости от износостойкости поверхностей деталей, его образующих. На примере расчёта допуска посадки подшипника качения, работающего в условиях гидродинамического трения, проведён анализ получаемых посадок при определённом ресурсе безотказной работы соединения для случаев увеличения износостойкости соединения на 10 и 20 %. Научная новизна исследований заключается в получении теоретической зависимости между допуском посадки и вероятностными характеристиками процесса изнашивания при заданной вероятности безотказной работы. Практическая значимость исследований выражается в возможности расчета параметров точности конкретного соединения при заданном ресурсе.

**Ключевые слова:** соединение, допуск размера, посадка, допуск посадки, зазор, предельные функциональные зазоры, ресурс безотказной работы, вероятность безотказной работы, модель параметрического отказа, функция изнашивания, относительная износостойкость.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-3-261-269

**Адрес для переписки:**

О.А. Леонов  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, 49, г. Москва 127434, Россия  
e-mail: metr@rgau-msha.ru

**Address for correspondence:**

O.A. Leonov  
Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Timiryazevskaya str., 49, Moscow 127434, Russia  
e-mail: metr@rgau-msha.ru

**Для цитирования:**

О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба, Г.Н. Темасова, Ю.Г. Вергазова, П.В. Голиницкий  
Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной износостойкости соединений.  
Трение и износ.  
2023. — Т. 44, № 3. — С. 261–269.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-3-261-269

**For citation:**

O.A. Leonov, N.Z. Shkaruba, G.N. Temasova, Y.G. Vergazova, and P.V. Golitskiy  
[Calculation of the Clearance Fit Tolerance for an Increase in the Relative Wear Resistance of the Joints].  
*Trenie i Iznos*.  
2023, vol. 44, no. 3, pp. 261–269 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-3-261-269

# Calculation of the Clearance Fit Tolerance for an Increase in the Relative Wear Resistance of the Joints

O.A. Leonov, N.Z. Shkaruba, G.N. Temasova, Y.G. Vergazova, and P.V. Golinititskiy

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy,  
Timiryazevskaya str., 49, Moscow 127434, Russia

Received 20.03.2023.

Revised 29.05.2023.

Accepted 20.06.2023.

## Abstract

The total resource of the assembly unit, as well as the post-repair resource of the unit, depend on the specified resource of the responsible connections. The main task of calculating the accuracy of the joint is to determine the margin of accuracy, or the margin of material for wear, since an increase in the estimated fit tolerance will lead to a decrease in durability. In connection with this, a method was developed for calculating the fit tolerance of the joint depending on the specified or design wear characteristics based on the analysis of the parametric failure model. When modeling different wear rates, it is recommended to use the relative wear resistance of the joint in the obtained dependencies only if the wear function is approximated in a linear form. An expression is obtained for calculating the relative wear resistance of the joint depending on the wear resistance of the surfaces of the parts forming it. Using the example of calculating the fit tolerance of a rolling bearing operating under conditions of hydrodynamic friction, the analysis of the resulting fits with a certain uptime of the connection is carried out for cases of increasing the wear resistance of the connection by 10 and 20%. The scientific novelty of the research is to obtain a theoretical relationship between the fit tolerance and the probabilistic characteristics of the wear process at a given probability of trouble-free operation. The practical significance of the research is expressed in the possibility of calculating the accuracy parameters of a particular connection for a given resource.

**Keywords:** tolerance, fit, fit tolerance, clearance, marginal functional clearance, joint, uptime, uptime probability, parametric failure model, wear function, relative wear resistance.

**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-3-261-269

---

### Адрес для переписки:

О.А. Леонов  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Российский государственный  
аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева»,  
ул. Тимирязевская, 49, г. Москва 127434, Россия  
e-mail: metr@rgau-msha.ru

### Address for correspondence:

O.A. Leonov  
Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural  
Academy,  
Timiryazevskaya str., 49, Moscow 127434, Russia  
e-mail: metr@rgau-msha.ru

### Для цитирования:

О.А. Леонов, Н.З. Шкаруба, Г.Н. Темасова, Ю.Г. Вергазова,  
П.В. Голитницкий  
Расчет допуска посадки с зазором для повышения относительной  
износостойкости соединений.  
Трение и износ.  
2023. — Т. 44, № 3. — С. 261—269.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-3-261-269

### For citation:

O.A. Leonov, N.Z. Shkaruba, G.N. Temasova, Y.G. Vergazova, and  
P.V. Golinititskiy  
[Calculation of the Clearance Fit Tolerance for an Increase in the  
Relative Wear Resistance of the Joints].  
*Trenie i Iznos.*  
2023, vol. 44, no. 3, pp. 261—269 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2023-44-3-261-269

## Список использованных источников / References

1. **Leonov O.A. and Shkaruba N.Zh.** A Parametric Failure Model for the Calculation of the Fit Tolerance of Joints with Clearance // Journal of Friction and Wear. — 2019 (40), no. 4, 332—336
2. **Leonov O.A. and Shkaruba N.Zh.** Calculation of Fit Tolerance by the Parametric Joint Failure Model // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2020 (49), no. 12, 1027—1032
3. **Huan Xin Yao, En Ming Miao, and Peng Cheng Niu.** Selection of Hole and Axle interference Fit Tolerance // Int. Conf. on Information Engineering for Mechanics and Materials (ICIMM 2011). — 2011, 475
4. **Nedžad Repcic, Isad Saric, and Adis Muminovic.** Software for Calculation and Analysis of ISO System of Tolerances, Deviations and Fits // Annals of DAAAM for 2012 & Proceedings of the 23rd Int. DAAAM Symposium. — 2012, 0195—0198
5. **Qingya Li, Libao Yang, and Weiguo Zhao.** Design of Positioning Mechanism Fit Clearances Based on On-Orbit Re-Orientation Accuracy // Applied Sciences. — 2019 (9), no. 21, 4712
6. **Yu Zhang and Musheng Yang.** A Quality-Oriented Statistical Tolerance Model for Improving Fit Quality // 4th Int. Conf. on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. — 2008 (1-31), 7995—7998
7. **Skvortsov S., Khryukin V., and Skvortsova T.** Statistical Simulation and Probability Calculation of Mechanical Parts Connection Parameters for CAD/CAM Systems // Advances in Automation. — 2020, 861—870
8. **Ghassan Beydoun, Achim Hoffmann, and Ramsey F. Hamade.** Automating Dimensional Tolerancing Using Ripple down Rules (RDR) // Expert Systems with Applications. — 2010 (37), no. 7, 5101—5109
9. **Yu Zhang and Musheng Yang.** A Coordinate SPC Model for Assuring Designated Fit Quality via Quality-Oriented Statistical Tolerancing // Computers & Industrial Engineering. — 2009 (57), no. 1, 73—79
10. **Erokhin M.N., Leonov O.A., Shkaruba N.Zh., et al.** Application of Dimensional Analysis for Calculating the Total Misalignment between a Seal and a Shaft // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2021 (50), no. 6, 524—529

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](mailto:FWJ@tut.by)