

УДК 621.869

Методика повышения допустимого момента трения рулевых агрегатов ЖРД

В.Б. Балякин, А.В. Лаврин

Самарский национальный исследовательский университет им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия

Поступила в редакцию 28.09.2020.

После доработки 12.03.2021.

Принята к публикации 12.03.2021.

Рассмотрена условная сумма момента трения и момента от асимметрии тяги в отдельном рулевом агрегате. Впервые в практике исследований моментных характеристик рулевых агрегатов жидкостных ракетных двигателей введен параметр совокупного момента, характеризующий данную условную сумму. При этом компоненты полученного параметра могут являться независимыми переменными величинами. Данное обстоятельство позволяет разработать универсальную методику корректировки совокупного момента, которая пригодна для регулирования шарнирных рулевых агрегатов при любых ограничениях входящих в сумму моментов. При этом методика может применяться как на этапе проектирования при выработке технического предложения, так и в процессе модификации существующих конструкций при изменении эксплуатационных условий. Методика основана на применении эксцентриковой втулки, ранее использовавшейся только для компенсации момента от асимметрии тяги. На примере исполнения серийного рулевого агрегата показано, что предложенный способ регулирования характеризуется чрезвычайной простотой и не требует радикальных дорогостоящих компоновочных изменений. На основе вновь полученных аналитических зависимостей установлена оптимальная граница применения втулки, позволяющая повысить момент трения агрегата как одного из компонентов условной суммы без повышения ее верхнего установленного предела. Внедрение нового способа регулировки моментных характеристик позволяет сократить процесс доводки серийных конструкций до требуемых значений момента трения. Данная возможность способствует уменьшению числа дорогостоящих повторных испытаний.

Ключевые слова: рулевой агрегат ЖРД, узлы качания, момент трения, момент от асимметрии тяги, эксцентриковая втулка.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-329-337

Адрес для переписки:

В.Б. Балякин
Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия
e-mail: 029-029@mail.ru

Address for correspondence:

V.B. Balyakin
Samara National Research University named after Acad. S.P. Korolev,
Moscow highway, 34, Samara 443086, Russia
e-mail: 029-029@mail.ru

Для цитирования:

В.Б. Балякин, А.В. Лаврин.
Методика повышения допустимого момента трения рулевых агрегатов ЖРД.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 329—337.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-329-337

For citation:

V.B. Balyakin and A.V. Lavrin.
[Method of Increasing the Allowable Moment of Friction in Steering Units of LRE].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 329—337 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-329-337

Method of Increasing the Allowable Moment of Friction in Steering Units of LRE

V.B. Balyakin and A.V. Lavrin

*Samara National Research University named after Acad. S.P. Korolev,
Moscow highway, 34, Samara 443086, Russia*

Received 28.09.2020.

Revised 12.03.2021.

Accepted 12.03.2021.

Abstract

The conditional sum of the friction torque and the torque from the asymmetry of thrust in a separate steering unit is considered. For the first time in the practice of researching the torque characteristics of the steering units of liquid-propellant rocket engines, the parameter of the cumulative torque was introduced, which characterizes this conditional sum. In this case, the components of the obtained parameter can be independent variables. This circumstance makes it possible to develop a universal method for correcting the cumulative torque, which is suitable for regulating articulated steering units under any restrictions of the torques included in the sum. In this case, the technique can be applied both at the design stage when developing a technical proposal, and in the process of modifying existing designs when operating conditions change. The method is based on the use of an eccentric bushing, previously used only to compensate for the torque from the thrust asymmetry. On the example of the execution of a serial steering unit, it is shown that the proposed control method is characterized by extreme simplicity and does not require radical expensive layout changes. Based on the newly obtained analytical dependencies, the optimal limit for the use of the bushing is established. This makes it possible to increase the friction torque of the unit as one of the components of the conventional sum without increasing its established threshold. The introduction of a new method of adjusting the torque characteristics makes it possible to reduce the process of adjusting production designs to the required values of the friction torque. This capability helps to reduce the number of costly retests.

Keywords: rocket engine steering unit, swing units, friction moment, moment from traction asymmetry, eccentric bush.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-329-337

Адрес для переписки:

В.Б. Балякин
Самарский национальный исследовательский университет
им. акад. С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия
e-mail: 029-029@mail.ru

Address for correspondence:

V.B. Balyakin
Samara National Research University named after Acad. S.P. Korolev,
Moscow highway, 34, Samara 443086, Russia
e-mail: 029-029@mail.ru

Для цитирования:

В.Б. Балякин, А.В. Лаврин.
Методика повышения допустимого момента трения рулевых агрегатов ЖРД.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 3. — С. 329–337.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-329-337

For citation:

V.B. Balyakin and A.V. Lavrin.
[Method of Increasing the Allowable Moment of Friction in Steering Units of LRE].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 3, pp. 329–337 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-3-329-337

Список использованных источников

1. Фалалеев С.В. Методика расчета гидродинамических характеристик торцового уплотнения с сложной формой зазора // Трение и износ. — 2015 (36), № 2, 230—237
2. Jixie Gongcheng Xu Wei L., Zhang P., Liu Q., Jin L., and Fang G. Influencing Factors Analysis and Experiments of Friction Coefficient between the End Faces for Contact Mechanical Seals // *Mocaxue Xuebao/Tribology*. — 2016 (36), no. 3, 354—361
3. Балякин В.Б., Лаврин А.В., Оссиала В.Б. Методика определения момента трения в торцевом мембранном уплотнении // Трение и износ. — 2019 (40), № 1, 62—67
4. Yun F., Wang L., Yao S., Liu J., Liu T., and Wang R. Analytical and Experimental Study on Sealing Contact Characteristics of Subsea Collet Connectors // *Advances in Mechanical Engineering*. — 2017 (9), no. 4, 1—14
5. Королев А.А., Королев А.В. Влияние геометрических параметров рабочих поверхностей шарикоподшипника на его работоспособность // Трение и износ. — 2015 (36), № 2, 244—248
6. Королев А.В., Королев А.А. Экспериментальное исследование влияния геометрии контакта тел и дорожек качения шариковых подшипников на момент трения качения // Трение и износ. — 2016 (37), № 2, 156—161
7. Балякин В.В., Жильников Е.П., Косенок Б.Б., Лаврин А.В. Исследование влияния перекоса колец подшипника качения на момент трения и долговечность опор // Трение и износ. — 2016 (37), № 6, 693—698
8. Силаев Б.М., Даниленко П.А. Метод расчёта высокоскоростной опоры качения двигателей летательных аппаратов с учётом изнашивания // Трение и износ. — 2015 (36), № 4, 453—460
9. Жильников Е.П., Балякин В.Б., Лаврин А.В. Методика расчёта момента трения в радиально-упорных бессепараторных подшипниках // Трение и износ. — 2018 (39), № 5, 400—404

References

1. Falaleev S.V. Techniques for Calculating the Hydrodynamic Characteristics of Mechanical Face Seals with Gaps of Complex Forms // *Journal of Friction and Wear*. — 2015 (36), no. 2, 177—183
2. Jixie Gongcheng Xu Wei L., Zhang P., Liu Q., Jin L., and Fang G. Influencing Factors Analysis and Experiments of Friction Coefficient between the End Faces for Contact Mechanical Seals // *Mocaxue Xuebao/Tribology*. — 2016 (36), no. 3, 354—361
3. Balyakin V.B., Zhil'nikov E.P., and Pilla K.K. Calculating Life Spans of Bearings Taking into Consideration the Wear and Failure of PTFE Cages // *Journal of Friction and Wear*. — 2019 (40), no. 1, 19—23
4. Yun F., Wang L., Yao S., Liu J., Liu T., and Wang R. Analytical and Experimental Study on Sealing Contact Characteristics of Subsea Collet Connectors // *Advances in Mechanical Engineering*. — 2017 (9), no. 4, 1—14
5. Korolev A.A. and Korolev A.V. Influence of Geometrical Parameters of the Working Surface of the Bearing Raceway on Its Operability // *Journal of Friction and Wear*. — 2015 (36), no. 2, 189—192
6. Korolev A.A. and Korolev A.V. Experimental Study of the Balls and Raceways Contact Geometry Effect on the Rolling-Friction Torque // *Journal of Friction and Wear*. — 2016 (37), no. 2, 119—123
7. Balyakin V.B., Zhilnikov E.P., Kosenok B.B., and Lavrin A.V. Study of the Influence of Ring Misalignment in Rolling Bearings on Frictional Torque and the Fatigue Life of Supports // *Journal of Friction and Wear*. — 2017 (38), no. 1, 7—12
8. Silayev B.M. and Danilenko P.A. Method of Calculating High-Speed Rolling Bearings Intended for an Aircraft Engine Based on Considering the Wear Process // *Journal of Friction and Wear*. — 2015 (36), no. 4, 350—354
9. Zhil'nikov E.P., Balyakin V.B., and Lavrin A.V. A Method for Calculating the Frictional Moment in Cageless Bearings // *Journal of Friction and Wear*. — 2018 (39), no. 5, 400—404

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/>