

УДК 62-762.001.5

Методика расчёта гидродинамических характеристик торцового уплотнения с учётом парообразования утечек

С.В. Фалалеев

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

Поступила в редакцию 25.05.2020.

После доработки 09.11.2020.

Принята к публикации 10.11.2020.

Представлена численная методика расчёта гидродинамических характеристик торцового уплотнения, учитывающая возможность фазового перехода в его зазоре. В численной модели используются решения для течения как жидкости, так и газа в микрощели уплотнения, полученные с применением метода конечных объёмов. Выявлены закономерности влияния величины и конусности зазора, глубины микроканалов, перепада давления и величины давления насыщенных паров на гидродинамические характеристики уплотнения. Разработана методика расчёта утечек, жёсткости слоя смазки и мощности трения в зазоре уплотнения с учётом парообразования и тепловых деформаций уплотнительных колец. Предложены рекомендации по выбору геометрических параметров уплотнения. Выявлена причина возникновения пульсирующих утечек через уплотнение. Разработанная методика применима как для криогенных жидкостей, так и для воды.

Ключевые слова: торцовое уплотнение, зазор, микроканалы, двухфазное течение, распределение давления, утечки, деформации.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-81-88

Адрес для переписки:

С.В. Фалалеев
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия
e-mail: sergey_falaleev@mail.ru

Address for correspondence:

S.V. Falaleev
Samara National Research University,
Moskovskoe Shosse, 34, Samara 443086, Russia
e-mail: sergey_falaleev@mail.ru

Для цитирования:

С.В. Фалалеев.
Методика расчёта гидродинамических характеристик торцового уплотнения с учётом парообразования утечек.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 1. — С. 81–88.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-81-88

For citation:

S.V. Falaleev.
[The Methodology for Calculating the Hydrodynamic Characteristics of the Mechanical Seal with Leakage Steam Formation].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 1, pp. 81–88 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-81-88

The Methodology for Calculating the Hydrodynamic Characteristics of the Mechanical Seal with Leakage Steam Formation

S.V. Falaleev

Samara National Research University,
Moskovskoe Shosse, 34, Samara 443086, Russia.

Received 25.05.2020.

Revised 09.11.2020.

Accepted 10.11.2020.

Abstract

This paper presents the numerical methods for calculating the hydrodynamic characteristics of the mechanical seal, taking into account the possibility of a phase transition in its gap. In the numerical model, the solutions are used for the flow of both liquid and gas in the microgap of compaction obtained using the finite volume method. Regularities of the influence of the size and taper of the gap, the depth of the microgrooves, the pressure drop and the value of the saturated vapor pressure on the hydrodynamic characteristics of the seal are revealed. A method has been developed for calculating leaks, the stiffness of the lubricant layer and the friction power in the seal gap, taking into account vaporization and thermal deformations of the sealing rings. Recommendations for the selection of the geometric parameters of the seal are offered. The cause of pulsating seal leakage has been identified. The developed technique is applicable both for cryogenic liquids and for water.

Keywords: mechanical seal, gap, microgrooves, two-phase flow, pressure distribution, leakage, deformations.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-81-88

Адрес для переписки:

С.В. Фалалеев
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва,
Московское шоссе, 34, г. Самара 443086, Россия
e-mail: sergey_falaleev@mail.ru

Address for correspondence:

S.V. Falaleev
Samara National Research University,
Moskovskoe Shosse, 34, Samara 443086, Russia
e-mail: sergey_falaleev@mail.ru

Для цитирования:

С.В. Фалалеев.
Методика расчёта гидродинамических характеристик торцового уплотнения с учётом парообразования утечек.
Трение и износ.
2021. — Т. 42, № 1. — С. 81–88.
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-81-88

For citation:

S.V. Falaleev.
[The Methodology for Calculating the Hydrodynamic Characteristics of the Mechanical Seal with Leakage Steam Formation].
Trenie i Iznos.
2021, vol. 42, no. 1, pp. 81–88 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-1-81-88

Список использованных источников

1. **Bruce R.W.** Handbook of Lubrication and Tribology: Theory and Design, Second Edition, 2. — London: CRC Press Taylor & Francis Group. — 2012
2. **Lebeck A.O.** Experiments and Modeling of Zero Leakage Backward Pumping Mechanical Face Seals // Tribology Transactions. — 2008 (51), no. 4, 389—395
3. **Falaleev S.V., Bondarchuk P.V., and Tisarev A.Yu.** Carbon Face Seals for Aircraft Engines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2018 (302), no. 1, 1 January 2018. 012004.
4. **Овчар З.Н., Машков Ю.К., Прокудина Н.А.** Совершенствование конструкции торцовых уплотнений нефтеперекачивающих насосов на основе анализа гидромеханических и тепловых процессов // Трение и износ. — 2006 (27), № 2, 185—190
5. **Mueller H.K. and Nau B.S.** Fluid Sealing Technology: Principles and Applications. — New York: Marcel Dekker. — 1998
6. **Чиннов Е.А., Роньшин Ф.В., Кабов О.А.** Режимы двухфазного течения в микро- и миниканалах (обзор) // Теплофизика и аэромеханика. — 2015 (22), № 3, 275—297
7. **Герасимов А.А., Лепешинский Ю.Я., Пономарев Ю.Н., Федорущенко А.А., Наугольнов В.П.** Результаты исследований гидростатических уплотнений, работающих в режиме образования пара в торцовом зазоре // Уплотнения и вибрационная надежность центробежных машин: Сборник трудов VI научно-технической конференции. Сумский филиал ХПИ. Сумы. — 1991, 24—29
8. **Mueller H.K. und Waidner P.** Niederdruck-Gleitringdichtungen-Vorgaenge in Dichtspalt // Konstruktion (Germany). — 1988, nu. 40, 67—72
9. **Фалалеев С.В.** Методика расчёта гидродинамических характеристик торцового уплотнения со сложной формой зазора // Трение и износ. — 2015 (36), № 2, 230—237
10. **Young L.A., Key B., Philipps R., and Svendsen S.** Mechanical Seals with Laser Machined Wavy SiC Faces for High Duty Boiler Circulation and Feedwater Applications // Lubrication Engineering. — 2003 (59), no. 4, 30—39

References

1. **Bruce R.W.** Handbook of Lubrication and Tribology: Theory and Design, Second Edition, 2. — London: CRC Press Taylor & Francis Group. — 2012
2. **Lebeck A.O.** Experiments and Modeling of Zero Leakage Backward Pumping Mechanical Face Seals // Tribology Transactions. — 2008 (51), no. 4, 389—395
3. **Falaleev S.V., Bondarchuk P.V., and Tisarev A.Yu.** Carbon Face Seals for Aircraft Engines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2018 (302), no. 1, 1 January 2018. 012004.
4. **Ovchar Z.N., Mashkov Y.K., and Prokudina N.A.** Improvement of Design of Face Seals of Oil-Transfer Pumps Based on Analysis of Hydro-mechanical and Thermal Processes // Journal of Friction and Wear. — 2006 (27), no. 2, 56—61
5. **Mueller H.K. and Nau B.S.** Fluid Sealing Technology: Principles and Applications. — New York: Marcel Dekker. — 1998
6. **Chinnov E.A., Ronshin F.V., Kabov O.A.** Rezimi dwuchfasnogo techeniya v mikro- I makrokanalach (obsor) // Teplofysika I aeromechanika. — 2015 (22), no. 3, 275—297
7. **Gerashimov A.A., Lepeshinsky Yu.Ya., Ponomarev Yu.N., Fedorushchenko A.A., Naugolnov V.P.** Resultati issledowanij gidrostaticheskikh uplotnenij, robotajushich v rezime obrasowanija para v torzovom sasore // Uplotnenija I vibrazionnaja nadeznost zentrobeshnich mashin: Sbornik trudow VI nauchno-technicheskoy konferenzii. Sumskij filial KhPI. Sumy. — 1991, 24—29
8. **Mueller H.K. und Waidner P.** Niederdruck-Gleitringdichtungen-Vorgaenge in Dichtspalt // Konstruktion (Germany). — 1988, nu. 40, 67—72
9. **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
10. **Young L.A., Key B., Philipps R., and Svendsen S.** Mechanical Seals with Laser Machined Wavy SiC Faces for High Duty Boiler Circulation and Feedwater Applications // Lubrication Engineering. — 2003 (59), no. 4, 30—39

Образец цитирования: Фалалеев С.В. Методика расчёта гидродинамических характеристик торцового уплотнения с учётом парообразования утечек // Трение и износ. 2021. Т. 42. № 1. С. 81—88.

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