

УДК 621.822

Особенности изнашивания и механизмы разрушения рабочих ступеней высокооборотного насоса

И.С. Сплавский

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН),
Малый Харитоньевский переулок, д.4, г. Москва 101000, Россия

Поступила в редакцию 10.04.2024.

После доработки 08.08.2024.

Принята к публикации 12.08.2024.

Представлены результаты исследований на модернизированном стенде СКИ LX, который обеспечивает добавление в модельную жидкость различного рода абразивных частиц, природа которых и свойства могут соответствовать реальным эксплуатационным условиям. При разработке программы и методики настоящих исследований использовался послеэксплуатационный анализ высокооборотных насосных установок, проводимый на месторождениях различных компаний РФ. Были исследованы особенности изнашивания, механизмы разрушения рабочих ступеней высокооборотного насоса серии 92ЭЛНЦ85-2250-е2ОЭ-10ЭЦ. На реальной конструкции высокооборотного насоса показана возможность определить скорости износа элементов трибосопряжения методом его весового определения с прогнозом на ресурс и выявить способы его увеличения в широком диапазоне количества взвешенных абразивных частиц в модельной жидкости, и в частности, в воде. Полученные в работе результаты являются основой для разработки научно обоснованных методик исследования износостойкости подшипниковых узлов высокооборотных центробежных насосов в условиях большого разноразбрызгивания жидкостей и содержащихся в них взвешенных частиц.

Ключевые слова: высокооборотный насос, центробежный насос, гидравлические характеристики, износ, осевой подшипник, радиальный подшипник, абразивные частицы.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-310-318

Адрес для переписки:

И.С. Сплавский
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской
академии наук (ИМАШ РАН),
Малый Харитоньевский переулок, д.4, г. Москва 101000, Россия
e-mail: spl-igor@yandex.ru

Для цитирования:

И.С. Сплавский.
Особенности изнашивания и механизмы разрушения рабочих
ступеней высокооборотного насоса.
Трение и износ.
2024. — Т. 45, № 4. — С. 310—318.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-310-318

Address for correspondence:

I.S. Splavskiy
Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of
Sciences (IMASH RAN)
M. Kharitonyevskiy Pereulok, 4, building, 101990 Moscow, the
Russian Federation.
e-mail: spl-igor@yandex.ru

For citation:

I.S. Splavskiy.
[The Wear Features and Destruction Mechanisms of the Working
Stages High-Speed Pump].
Trenie i Iznos.
2024, vol. 45, no. 4, pp. 310—318 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-310-318

The Wear Features and Destruction Mechanisms of the Working Stages High-Speed Pump

I.S. Splavskiy

*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IMASH RAN)
M. Kharitonyevskiy Pereulok, 4, building, 101990 Moscow, the Russian Federation.*

Received 10.04.2024.

Revised 08.08.2024.

Accepted 12.08.2024.

Abstract

The results of research on the modernized SKI LX bench, which provides addition to the model fluid of various kinds of abrasive particles, the nature and properties of which can correspond to real operating conditions, are presented. In developing the program and methodology of these studies, used the after exploitation analysis of high-speed pumping units carried out at the fields of various companies in the Russian Federation. The features of wear and the mechanisms of destruction of the working stages of the high-speed pump series 92ELNC85-2250-e2OE-10ETS were investigated. On a real design of a high-speed pump the possibility to determine the wear rate of tribo-contraction elements by the method of its weight determination with a forecast for the resource and to reveal the ways of its increase in a wide range of the number of suspended abrasive particles in the model fluid, and in particular, in water is shown. The results obtained in this work are the basis for the development of scientifically based methods for studying the wear resistance of bearing assemblies of high-speed centrifugal pumps in conditions of a wide variety of reservoir fluids and suspended particles contained in them.

Keywords: high-speed pump, centrifugal pump, hydraulic characteristics, wear, axial bearing, radial bearing, abrasive particles.

DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-310-318

Адрес для переписки:

И.С. Сплавский
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской
академии наук (ИМАШ РАН),
Малый Харитоньевский переулок, д.4, г. Москва 101000, Россия
e-mail: spl-igor@yandex.ru

Для цитирования:

И.С. Сплавский.
Особенности изнашивания и механизмы разрушения рабочих
ступеней высокооборотного насоса.
Трение и износ.
2024. — Т. 45, № 4. — С. 310—318.
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-310-318

Address for correspondence:

I.S. Splavskiy
Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of
Sciences (IMASH RAN)
M. Kharitonyevskiy Pereulok, 4, building, 101990 Moscow, the
Russian Federation.
e-mail: spl-igor@yandex.ru

For citation:

I.S. Splavskiy.
[The Wear Features and Destruction Mechanisms of the Working
Stages High-Speed Pump].
Trenie i Iznos.
2024, vol. 45, no. 4, pp. 310—318 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2024-45-4-310-318

Список использованных источников

1. Дроздов А.Н., Ляпков П.Д., Игrevский В.И. Зависимость степени влияния газовой фазы на работу погружного центробежного насоса от пенности жидкости // Нефтепромысловое дело. — М.: ВНИИОЭНГ. — 1982, № 10, 16—18
2. Дроздов А.Н., Игrevский В.И. Стендовые испытания сепараторов 1МНГ5 и МН-ГСЛ5 к погружным центробежным насосам // Нефтяное хозяйство. — М.: Нефтяное хозяйство. — 1994, № 8, 44—48
3. Murakami M., Suehiro H., Jsaji T., and Kajita J. Flow of Entrained Air in Centrifugal Pumps // 13th Congr. Intern. Assoc. Hydraul Res., Kyoto. — 1969 (2), 71—79
4. Angus R.W. What Air Leakage Does to a Centrifugal Pump // Power. — 1928, no. 4, July 24, 149—151
5. Gangrade A.K., Phalle V.M., Mantha S.S., and Siddiquee A.N. Influence of Eccentricity Ratio on Stability Performance of Hydrodynamic Conical Journal Bearing // Journal of Physics: Conference Series. 2, Advances in Mechanical Engineering. Ser. “2nd International Conference on New Frontiers in Engineering, Science and Technology, NFEST 2019”. — 2019, 012115
6. Xu J., Wang W., Zhang C., and Wang J. Experimental Investigations of Novel Compound Bearing of Superconducting Magnetic Field and Hydrodynamic Fluid Field // IEEE Transactions on Applied Superconductivity. — 2020 (30), no. 1, 8794543
7. Majorov S. On Finite Element Model for Hydrodynamic Journal Bearing with Micropolar Lubrication // Proceedings of 10th International Scientific Conference BALTRIB 2019. 10. — 2019, 202—208
8. Cheremisinov E.M. and Splavskiy I.S. Testing Procedure for the Tribological Properties of Axial Bearings // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2023, no. 52, 281—285. <https://doi.org/10.3103/S1052618823020024>
9. Черемисинов Е.М., Славский И.С. Разработка и оптимизация высокооборотных нагруженных осевых опор с плавающими секторами погружных лопастных насосов // Проблемы машиностроения и автоматизации. — 2023, № 1, 16—22. DOI: 10.52261/02346206_2023_1_16
10. Горлов А.Е., Денгаев А.В. Экспресс-методика выбора компоновок высокооборотных насосных установок при откачке газожидкостных смесей // Инженер-нефтяник. — 2020, № 4, 55—62
11. Smirnov N.I. and Grigoryan E.E. Study of the Impact of Wear of Movable Interfaces on Failures of an Immersible Electrically Operated Vane Pump for Oil Extraction // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2019 (48), no. 1, 79—83. DOI: 10.3103/S105261881901014X

References

1. Drozdov A.N., Lyapkov P.D., Igevsky V.I. Dependence of the degree of influence of the gas phase on the operation of a submersible centrifugal pump on the foaming of the liquid // Oilfield business. — M.: VNIIOENG. — 1982, № 10, 16—18 (in Russian)
2. Drozdov A.N., Igevsky V.I. Bench tests of separators 1MNG5 and MN-GSL5 for submersible centrifugal pumps. — Oil industry. — M.: CJSC Publishing House “Oil industry”. — 1994, № 8, 44—48 (in Russian)
3. Murakami M., Suehiro H., Jsaji T., and Kajita J. Flow of Entrained Air in Centrifugal Pumps // 13th Congr. Intern. Assoc. Hydraul Res., Kyoto. — 1969 (2), 71—79
4. Angus R.W. What Air Leakage Does to a Centrifugal Pump // Power. — 1928, no. 4, July 24, 149—151
5. Gangrade A.K., Phalle V.M., Mantha S.S., and Siddiquee A.N. Influence of Eccentricity Ratio on Stability Performance of Hydrodynamic Conical Journal Bearing // Journal of Physics: Conference Series. 2, Advances in Mechanical Engineering. Ser. “2nd International Conference on New Frontiers in Engineering, Science and Technology, NFEST 2019”. — 2019, 012115
6. Xu J., Wang W., Zhang C., and Wang J. Experimental Investigations of Novel Compound Bearing of Superconducting Magnetic Field and Hydrodynamic Fluid Field // IEEE Transactions on Applied Superconductivity. — 2020 (30), no. 1, 8794543
7. Majorov S. On Finite Element Model for Hydrodynamic Journal Bearing with Micropolar Lubrication // Proceedings of 10th International Scientific Conference BALTRIB 2019. 10. — 2019, 202—208
8. Cheremisinov E.M. and Splavskiy I.S. Testing Procedure for the Tribological Properties of Axial Bearings // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2023, no. 52, 281—285. <https://doi.org/10.3103/S1052618823020024>
9. Splavskiy I.S. Study of the Performance of Highly Loaded Axial Bearings of Pumps in the Nuclear Industry Depending on Operating Conditions // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2023, no. 52, 705—712. <https://doi.org/10.1134/S1052618823070233>
10. Gorelov A.E., Dengaev A.V. Express methodology for selecting layouts of high-speed pumping units for pumping gas-liquid mixtures // An oil engineer. — 2020, № 4, 55—62 (in Russian)
11. Smirnov N.I. and Grigoryan E.E. Study of the Impact of Wear of Movable Interfaces on Failures of an Immersible Electrically Operated Vane Pump for Oil Extraction // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. — 2019 (48), no. 1, 79—83. DOI: 10.3103/S105261881901014X

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