

## САМОЦЕНТРИРУЮЩИЙСЯ ПОДШИПНИКОВЫЙ УЗЕЛ СКОЛЬЖЕНИЯ

*Мамбетов Э.М., Перекрестов А.П., Боловин В.Г.*

*Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань*

**Ключевые слова:** подшипниковый узел скольжения, валопровод, центровка вала, самоцентрирование, постоянное магнитное поле.

**Аннотация.** Предложен новый способ центровки валопроводов. Представлен самоцентрирующийся подшипниковый узел скольжения с использованием мощного источника постоянного магнитного поля. Приведены результаты испытаний изобретения, показавшие увеличение КПД оборудования и снижение биения вала.

Основным условием, определяющим надежность и долговечность эксплуатации электрических машин (например, двигателя и генератора), соединяемых друг с другом или приводимыми в движение механизмами (насосами, вентиляторами и т.д.), является правильно выполненная центровка валов [1].

Проблеме точности центровки валопроводов различных машин и механизмов уделяется очень большое внимание. Особенно актуален этот вопрос применительно к судовым валопроводам гребного вала. Судовой валопровод представляет собой сложную систему, состоящую, как правило, из нескольких последовательно соединенных между собой валов и промежуточных опор, включая дейдвудные подшипники скольжения. На подшипники скольжения судовых валопроводов воздействуют мощные ударные и вибрационные нагрузки. Даже незначительный перекос валопровода может привести к необратимым негативным последствиям и выходу судна из строя.

В настоящее время существует несколько способов центровки валов. Анализ многочисленных работ по данной проблеме показал, что практически у всех есть те или иные недостатки, такие как: сложность реализации, большие материальные и финансовые затраты на изготовление и монтаж, недостаточная эффективность.

В связи с этим перед авторами возникла задача создания наиболее оптимального способа центровки валопроводов. Таким образом, удалось создать универсальный способ центровки – самоцентрирующийся подшипниковый узел скольжения с использованием мощного источника постоянного магнитного поля [2]. Его устройство изображено на рис. 1.

Работа изобретения осуществляется следующим образом: гребной вал 3 при помощи электродвигателя (на рис. 1 не показан) приводится в движение. Во время движения вала 3 в корпусе подшипника 1 магнитное поле, создаваемое мощными постоянными магнитами, корректирует коаксиальность положения вала 3. При увеличении скорости вращения вала 3 под воздействием гидродинамического давления жидкой смазки образуется гидродинамический клин (рис. 2). В результате чего происходит всплытие вала 3 и самоцентрирование вала в корпусе подшипника 1.

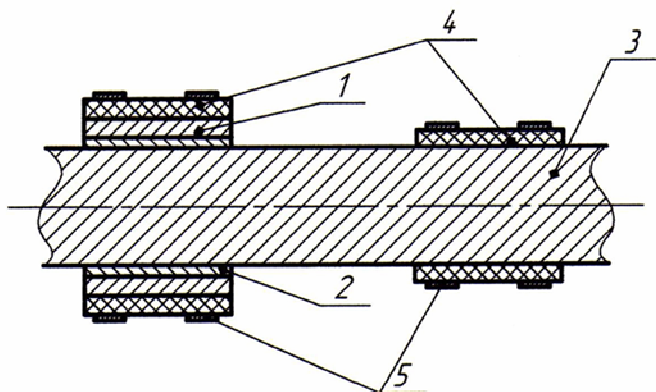


Рис. 1. Устройство самоцентрирующегося подшипникового узла скольжения: 1 – корпус подшипника скольжения; 2 – кольцевой вкладыш из немагнитного материала; 3 – валопровод; 4 – постоянные линейные магниты; 5 – хомуты

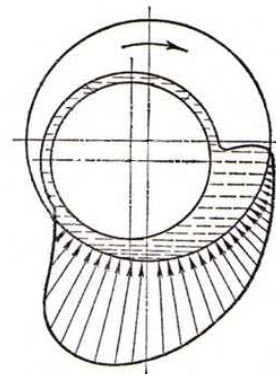


Рис. 2. Схема образования масляного клина и распределение гидродинамического давления в подшипнике скольжения

Изобретение испытано на экспериментальном оборудовании в межинститутской лаборатории общепрофессиональных дисциплин ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Оборудование позволяет проводить испытания при различных скоростях вращения вала и нагрузках с помощью редуктора и нагрузочного устройства. С описанием оборудования и некоторыми результатами испытаний можно ознакомиться в работе [3].

В экспериментах использовались мощные линейные постоянные неодимовые магниты марки N50. Общий вид магнитов показан на рис. 3. С описанием технологии наложения магнитного поля можно ознакомиться в работе [4]. Характеристики марок неодимовых магнитов можно изучить в [4, 5].



Рис. 3. Линейные неодимовые магниты марки N50

Результаты испытаний изобретения показали прирост КПД установки в несколько процентов и заметное снижение биения вала. Средний прирост составил 2-3 %. На рис. 4, 5 представлены графики замеров КПД при скоростях вращения вала электродвигателя 500 и 800 об./мин соответственно. В табл. 1 даны численные результаты экспериментов.

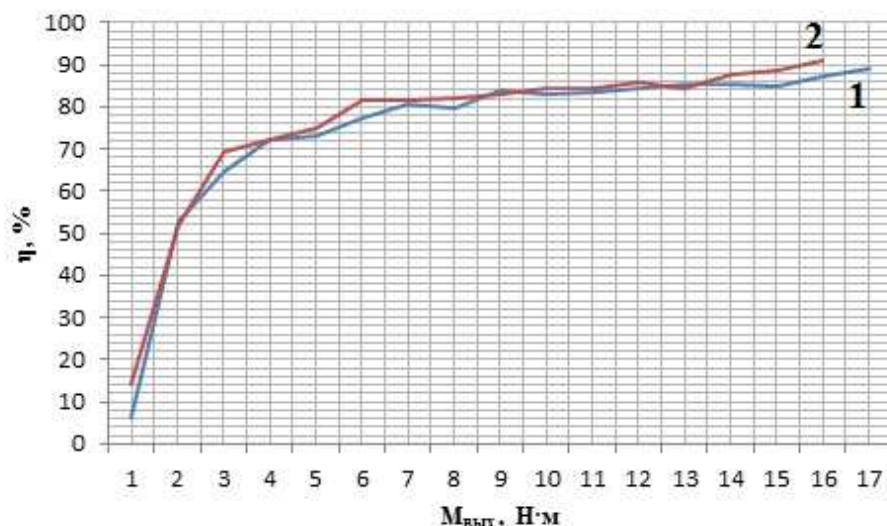


Рис. 4. График КПД при 500 об./мин.: 1 – без наложения магнитного поля; 2 – с наложением магнитного поля



Рис. 5. График КПД при 800 об./мин.: 1 – без наложения магнитного поля; 2 – с наложением магнитного поля

Табл. 1. Результаты замеров КПД при разных скоростях вращения вала

| M <sub>вых.</sub> ,<br>Н·м | η, %                          |                              |                               |                              |
|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                            | при 500 об./мин.              |                              | при 800 об./мин.              |                              |
|                            | без наложения магнитного поля | с наложением магнитного поля | без наложения магнитного поля | с наложением магнитного поля |
| 0,5                        | 6,11                          | 14,37                        | 10,11                         | 12,39                        |
| 1,5                        | 52,65                         | 52,03                        | 53,98                         | 56,79                        |
| 2,5                        | 64,43                         | 69,08                        | 64,48                         | 64,9                         |
| 3,5                        | 72,14                         | 72,18                        | 66,51                         | 66,66                        |
| 4,5                        | 73,13                         | 75,13                        | 72                            | 75,2                         |
| 5,5                        | 77,42                         | 81,49                        | 76,5                          | 76,49                        |
| 6,5                        | 80,66                         | 81,68                        | 74,94                         | 79,29                        |
| 7,5                        | 79,88                         | 81,81                        | 83,82                         | 82,12                        |
| 8,5                        | 83,79                         | 82,73                        | 77,89                         | 81,63                        |
| 9,5                        | 83,12                         | 84,59                        | 83,48                         | 83,44                        |
| 10,5                       | 83,56                         | 84,51                        | 82,69                         | 85,76                        |
| 11,5                       | 84,36                         | 85,85                        | 85,35                         | 85,91                        |
| 12,5                       | 85,2                          | 84,15                        | 83,04                         | 86,02                        |

| Мвых.,<br>Н·м | $\eta$ , %                       |                                 |                                  |                                 |
|---------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|               | при 500 об./мин.                 |                                 | при 800 об./мин.                 |                                 |
|               | без наложения<br>магнитного поля | с наложением<br>магнитного поля | без наложения<br>магнитного поля | с наложением<br>магнитного поля |
| 13,5          | 85,18                            | 87,78                           | 84,73                            | 84,61                           |
| 14,5          | 84,91                            | 88,78                           | 85,43                            | 85,95                           |
| 15,5          | 87,36                            | 90,83                           | 87,36                            | 85,84                           |
| 16,5          | 88,89                            |                                 | 86,45                            | 86,74                           |
| 17,5          |                                  |                                 | 88,53                            | 86,69                           |
| 18,5          |                                  |                                 | 85,12                            | 87,56                           |
| 19,5          |                                  |                                 | 87,8                             | 85,5                            |
| 20,5          |                                  |                                 | 87,27                            | 87,49                           |
| 21,5          |                                  |                                 | 87,99                            | 90,68                           |
| 22,5          |                                  |                                 | 90,89                            |                                 |

### Выводы

1. Разработаны новая технология центровки валопроводов и конструкция подшипникового узла скольжения с использованием мощного источника постоянного магнитного поля.

2. Изобретение может найти применение в судовой технике, а также во многих отраслях машиностроения и народного хозяйства.

3. Данное изобретение обладает рядом несомненных преимуществ: высокой надежностью, стабильностью и долговечностью работы оборудования; простотой конструкции, легкостью обслуживания и ремонта; простотой реализации и относительно невысокой стоимостью.

4. В результате испытаний подшипникового узла скольжения увеличился КПД оборудования на несколько процентов, и снизилось биение вала.

### Список литературы

1. Каминский М.Л. Центровка валов электрических машин. – М.: Энергия, 1972. – 72 с.
2. Пат. № 175223 Российская Федерация, МПК F16C 17/02 (2006.01) Подшипниковый узел скольжения / А.П. Перекрестов, Э.М. Мамбетов. – № 2017114846/11 (025803); заявл. 26.04.2017; опубл. 28.11.2017; Бюл. №34.
3. Перекрестов А.П. Исследование воздействия постоянного магнитного поля на изменение коэффициента трения подшипника скольжения судовых устройств / А.П. Перекрестов, Э.М. Мамбетов, В.Г. Боловин // Всероссийская междисциплинарная научная конференция «Наука и практика – 2018», 18-23 июня 2018 г., [Электронный ресурс]: Материалы / Астрахан. гос. техн. ун-т. - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2018.
4. Перекрестов А.П. Модернизация подшипникового узла скольжения / А.П. Перекрестов, Э.М. Мамбетов, М.А. Саидов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия «Морская техника и технология». – 2017. – №4. – С. 88-92.
5. Марка неодимовых магнитов [Электронный ресурс]. URL: [https://24magnet.ru/novosti/marka\\_magnitov/](https://24magnet.ru/novosti/marka_magnitov/). (Дата обращения: 04.03.2017).

### Сведения об авторах:

*Мамбетов Эльдар Муслимович* – аспирант АГТУ, г. Астрахань;

*Перекрестов Аршавир Петрович* – к.т.н., доцент, профессор кафедры «Механика и инженерная графика», АГТУ, г. Астрахань;

*Боловин Виктор Гаврилович* – инженер кафедры «Механика и инженерная графика», АГТУ, г. Астрахань.

**SELF-CENTERING SLIDE BEARING**  
*Mambetov E.M., Perekrestov A.P., Bolovin V.G.*

**Keywords:** sliding bearing unit, shafting, shaft centering, self-centering, constant magnetic field.

**Abstract.** A new method for centering shafting is proposed. A self-centering slide bearing unit is presented using a powerful source of constant magnetic field. The results of tests of the invention, which showed an increase in the efficiency of the equipment and a decrease in shaft beating, are presented.

**References**

1. Kaminsky M.L. Shaft alignment of electrical machines. - M.: Energy, 1972. - 72 p.
2. Pat. № 175223 Russian Federation, IPC F16C 17/02 (2006.01) Sliding bearing unit / A.P. Perekrestov, E.M. Mambetov. - № 2017114846/11 (025803); declare 04/26/2017; publ. November 28, 2017; Bul. №34.
3. Perekrestov A.P. Study of the effect of a constant magnetic field on the change of the friction coefficient of the sliding bearing of ship devices / A.P. Perekrestov, E.M. Mambetov, V.G. Bolovin // All-Russian Interdisciplinary Scientific Conference "Science and Practice - 2018", June 18-23, 2018, [Electronic resource]: Materials / Astrakhan. state tech. un-t - Astrakhan: Publishing House ASTU, 2018.
4. Perekrestov A.P. Modernization of the sliding bearing / A.P. Perekrestov, E.M. Mambetov, M.A. Saidov // Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series "Marine Engineering and Technology". - 2017. - №4. - pp. 88-92.
5. Brand neodymium magnets [Electronic resource]. URL: [https://24magnet.ru/novosti/marka\\_magnitov/](https://24magnet.ru/novosti/marka_magnitov/). (Date of appeal: 03/04/2017).