

СОЗДАНИЕ МАЛОШУМНОГО ГЕРМЕТИЧНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО ГЛАВНОГО ЦИРКУЛЯЦИОННОГО НАСОСА

А. С. Абдурагимов, В. Н. Думнов, А. В. Долгов,
М. Б. Панасюк, М. Е. Коварский

Рассмотрены герметичные электроприводы главных циркуляционных насосов. Показано, что применение вновь разработанного герметичного электропривода на основе синхронной электрической машины с возбуждением от постоянных магнитов обеспечивает достижение главным циркуляционным насосом требуемых виброшумовых характеристик. Приведено описание герметичного электропривода инновационного главного циркуляционного насоса. Приведено описание конструкции инновационного главного циркуляционного насоса. Разработаны пути дальнейшей модернизации электропривода с целью увеличения мощности и улучшения виброшумовых характеристик главного циркуляционного насоса с сохранением габаритно-присоединительных размеров.

Ключевые слова: главный циркуляционный насос, синхронная машина с возбуждением от постоянных магнитов, постоянные магниты.

Увеличение мощности паротурбинной установки (ПТУ) без увеличения производительности главных циркуляционных насосов не представляется возможным. В связи с этим появилась необходимость создания принципиально нового главного циркуляционного насоса увеличенной мощности, при неизменных габаритах и ужесточении требований по виброшумовым характеристикам.

Поставленная задача была решена и впервые в мировой практике разработан и изготовлен главный циркуляционный электронасос герметичного исполнения (ГЭН-300) [1]. Инновационный электронасос по габаритам не превышает габаритов существующих гидравлических насосов, при этом обеспечивает двукратный расход и регулирование параметров расхода в широком диапазоне, при этом полностью удовлетворяет предъявляемым к нему жестким требованиям по шуму и вибрации.

Проектирование приводного двигателя инновационного главного циркуляционного насоса осуществлялось с помощью двухмерного математического моделирования динамических электромагнитных, механических и тепловых процессов, протекающих в электрической машине. Исследованы различные варианты синхронных электрических машин с различными: исполнениями обмоток статора; конфигурациями зубцово-пазовой зоны; формами полюсов [2].

В результате проектирования создана конструкция привода инновационного главного циркуляционного насоса, которая обеспечивает увеличение мощности привода более чем в два раза при удовлетворении требований к виброшумовым характеристикам.

Достичь полученных результатов удалось за счёт применения в качестве приводного двигателя синхронной электрической машины с возбуждением от постоянных магнитов, имеющей наилучшие

массогабаритные и энергетические показатели по сравнению с другими типами электрических машин, и применения инновационной конструкции насоса, в которой рабочее колесо выполнено заодно с ротором электродвигателя. В такой конструкции основной поток перекачиваемой жидкости проходит внутри герметичного двигателя (рисунок).

Принятые конструкторские решения в значительной степени позволили сократить габариты главного циркуляционного насоса. Для обеспечения регулирования привода во всём диапазоне частот вращения питание двигателя осуществляется от статических преобразователей частоты, выполненных на базе инвертора с широтно-импульсной модуляцией.



Ротор герметичного двигателя с рабочим колесом инновационного главного циркуляционного насоса

Электропривод имеет простую конструкцию, что делает его исключительно надёжным, долговечным, приспособленным к работе в агрессивных и взрывоопасных средах, а также при повышенной температуре окружающей среды. Статор и обмотка статора отделены от внутренней полости двигателя, заполненной рабочей жидкостью, с помощью гильзы из немагнитного материала с большим удельным электрическим сопротивлением, и высокими коррозионностойкими показателями относительно рабочей жидкости. Для опоры гильзы используются пакет статора и специальная арматура, к которым гильза приваривается герметичным швом.

В конструкции электронасоса применены керамические подшипники скольжения, что позволяет в качестве их смазки использовать рабочую жидкость и избежать тем самым применения пожароопасного масла, применяемого в классических подшипниках скольжения. Ресурс таких подшипников составляет не менее 120 тыс. ч.

КПД насоса ГЭН-300 значительно превышает КПД существующих главных циркуляционных насосов. Улучшение КПД достигается за счёт применения синхронной электрической машины и конструкции насоса с высокими показателями КПД.

В будущем неизбежно потребуются дальнейшее увеличение мощности и снижение шума и вибрации насосов без значительного увеличения габаритов. Поэтому по результатам опытно конструкторской

работы по созданию насоса ГЭН-300 в АО «Корпорация «ВНИИЭМ» разработаны пути дальнейшей модернизации двигателя электропривода в части введения углового сдвига между независимыми обмотками и оптимизации формы активных частей двигателя.

В настоящее время электропривод и инновационный циркуляционный насос ГЭН-300 применяются в строящихся кораблях различных проектов.

В целом разработанный электропривод является уникальным и не имеет аналогов в РФ, при этом решения, заложенные в конструкции, можно использовать при создании гребных электродвигателей различного исполнения систем электродвижения кораблей, как малой, так и большой мощности.

Литература

1. Голобоков Г. В., Макриденко Л. А., Сарычев А. П. [и др.]. Создание электроприводов главных насосов силовой паротурбинной установки / Г. В. Голобоков, Л. А. Макриденко, А. П. Сарычев, М. Е. Коварский, В. В. Магин, К. Г. Маслов, Трунов И. Г., Н. И. Швецов // Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. – М. : ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2009. – Т. 108. – № 1. – С. 5 – 8.
2. Магин В. В. Особенности проектирования роторов малошумных синхронных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов / В. В. Магин // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – М. : АО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2015. – Т. 144. – № 1. – С. 3 – 15.

Поступила в редакцию 15.11.2017

Азим Седрединович Абдурагимов, заместитель генерального директора по космической и комплексной силовой электромеханике, т. (495) 365-25-45.

Владимир Николаевич Думнов, директор по насосному оборудованию, т. (495) 366-13-47. (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»).

Андрей Владимирович Долгов, ведущий конструктор, т. (812) 242-75-00, e-mail: info-ckb@malachit-spb.ru. (АО «СПМБ «Малахит»).

Максим Борисович Панасюк, ведущий инженер, т. (495) 365-26-14.

Михаил Ефимович Коварский, кандидат технических наук, главный конструктор регулируемых электроприводов для ВМФ, т. (495) 366-15-61. (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»).

DESIGNING OF A LOW-NOISE SEALED ELECTRICAL DRIVE FOR THE INNOVATIVE MAIN CIRCULATING PUMP

A. S. Abduragimov, V. N. Dumnov, A. V. Dolgov, M. B. Panasiuk, M. E. Kovarskii

The article deals with sealed electrical drives of main circulating pumps. It is shown that the application of a newly designed sealed electrical drive based on the synchronous electrical machine with permanent magnet excitation ensures that the main circulating pump reaches the required vibration and noise characteristics. The description of the sealed electrical drive of the innovative main circulating pump is provided. The description of the innovative main circulating pump design is provided. The methods of further upgrading of the electrical drive are elaborated in order to increase the power and improve the vibration and noise characteristics of the main circulating pump keeping without changing its overall and mounting dimensions.

Key words: main circulating pump, synchronous machine with permanent magnet excitation, permanent magnets.

List of References

1. Golobokov G. V., Makridenko L. A., Sarychev A. P. [et al.]. Designing of electrical drives of main pumps of a power steam turbine plant / G. V. Golobokov, L. A. Makridenko, A. P. Sarychev, M. E. Kovarskii, V. V. Magin, K. G. Maslov, I. G. Trunov, N. I. Shvetsov // Matters of Electromechanics. VNIEM Proceedings. – Moscow : FGUE «NPP VNIEM», 2009. – Vol. 108. – No. 1. – Pp. 5 – 8.
2. Magin V. V. Particular issues associated with designing of rotors of low-noise synchronous motors with permanent magnet excitation / V. V. Magin // Matters of Electromechanics. VNIEM Proceedings. – Moscow : JC «VNIEM Corporation», 2015. – Vol. 144. – No. 1. – Pp. 3 – 15.

*Azim Sedredinovich Abduragimov, Deputy Director General for Space and Power Electromechanics,
tel.: +7(495) 365-25-45.*

*Vladimir Nikolaevich Dumnov, Director for Pumping Equipment, tel.: +7 (495) 366-13-47.
(JC «VNIEM Corporation»).*

*Andrei Vladimirovich Dolgov, Leading Engineer, tel.: +7 (812) 242-75-00, e-mail: info-ckb@malachit-spb.ru,
(JSC «Saint-Petersburg Marine Design Bureau «Malachite»).*

Maksim Borisovich Panasiuk, Leading Engineer, tel.: +7 (495) 365-26-14.

*Mikhail Efimovich Kovarskii, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Chief Designer of Controlled Drives for Navy,
tel.: +7 (495) 366-15-61.
(JC «VNIEM Corporation»).*