

МОДЕРНИЗАЦИЯ АСИНХРОННЫХ МАЛОШУМНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ГЛАВНОГО ОСУШИТЕЛЬНОГО НАСОСА

М. А. Будниченко, А. С. Абдурагимов, В. Н. Думнов,
В. О. Терешкевич, А. Л. Ишков, А. В. Долгов,
М. Б. Панасюк, М. Е. Коварский

Представлена разработка конструкции малошумного асинхронного двигателя шпиндельного исполнения привода главного осушительного насоса, созданного для импортозамещения аналогичных двигателей иностранного производства. Показаны преимущества шпиндельного исполнения асинхронных двигателей. Приведены основные характеристики разработанных двигателей. Предложены пути улучшения виброшумовых характеристик асинхронных двигателей шпиндельного исполнения. Показаны результаты механических расчетов деформированного состояния корпуса двигателя от электродинамических усилий, действующих на зубцы статора на двойной частоте сети. Разработана модернизированная конструкция асинхронного электродвигателя шпиндельного исполнения с улучшенными виброшумовыми характеристиками. Представлены результаты испытаний модернизированного двигателя шпиндельного исполнения.

Ключевые слова: асинхронный двигатель шпиндельного исполнения, главный осушительный насос, импортозамещение, улучшение виброшумовых характеристик.

Правительством РФ была поставлена задача провести импортозамещение асинхронных электродвигателей производства Украины (г. Харьков), выполненных в соответствии с последними требованиями к виброшумовым характеристикам, с сохранением оригинальных габаритно-присоединительных размеров. Одним из таких двигателей является электродвигатель типа 4АН280. Данные электродвигатели применяются в приводах главных осушительных насосов – ЦН-314.

Двигатели типа 4АН280 привода насосов ЦН-314 являются малошумными асинхронными двигателями шпиндельного типа с подшипниками качения. Принципиальная конструкция модуля насоса ЦН-314 с электроприводом шпиндельного исполнения представлена на рис. 1.

Двигатели шпиндельного исполнения имеют ряд преимуществ:

- высокая точность изготовления подшипникового узла – шпинделя;
- простая стыковка с насосным агрегатом;
- высокая ремонтпригодность (статор снимается с корпусом без демонтажа ротора двигателя).

В АО «Корпорация «ВНИИЭМ» поставленная задача была решена, а именно разработаны электродвигатели 4АН280А2, 4АН280А4, основные характеристики которых представлены в таблице. Двигатели выполнены с воздушной системой охлаждения [1].

По результатам проведённой опытно-конструкторской работы по импортозамещению двигателей типа 4АН280 привода главного осушительного насоса ЦН-314 и опыта их эксплуатации, была поставлена следующая задача по дальнейшей модернизации двигателей типа 4АН280 производства АО «Кор-

порация «ВНИИЭМ», связанная с улучшением виброакустических характеристик.

Для этого было проведено аналитическое исследование уровня вибраций на корпусе 4АН280А2 от рабочего поля и проведён анализ существующей конструкции корпуса двигателя.

По результатам расчётно-экспериментальных исследований было получено, что спектр вибраций двигателя 4АН280А2 можно значительно улучшить за счёт снижения вибраций на двойной частоте питания сети [2].

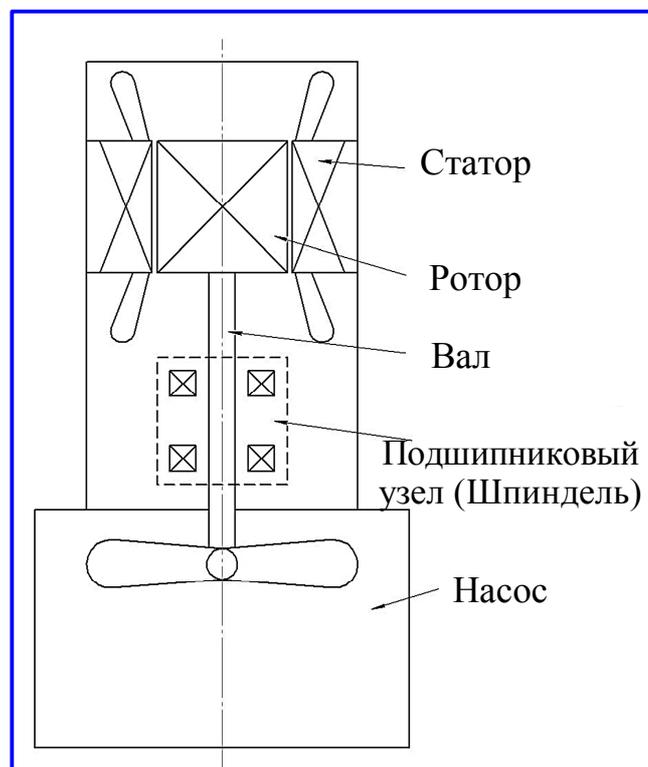


Рис. 1. Электропривод шпиндельного исполнения

Основные параметры двигателей производства АО «Корпорация «ВНИИЭМ»

Параметр	Наименование двигателя	
	4АН280А2	4А280А4
Мощность, кВт	22	22
Частота вращения, об/мин	3000	1500
Соединение фаз статора	Звезда	Звезда
Ток, А	47	88
КПД, %	85,1	88,3
Коэффициент мощности	0,84	0,74
Скольжение, %	2,0	1,9
Кратность пускового момента	0,5	0,5
Кратность пускового тока	6,5	6,5
Отношение максимального момента к номинальному	1,6	1,6
Масса, кг	340	340

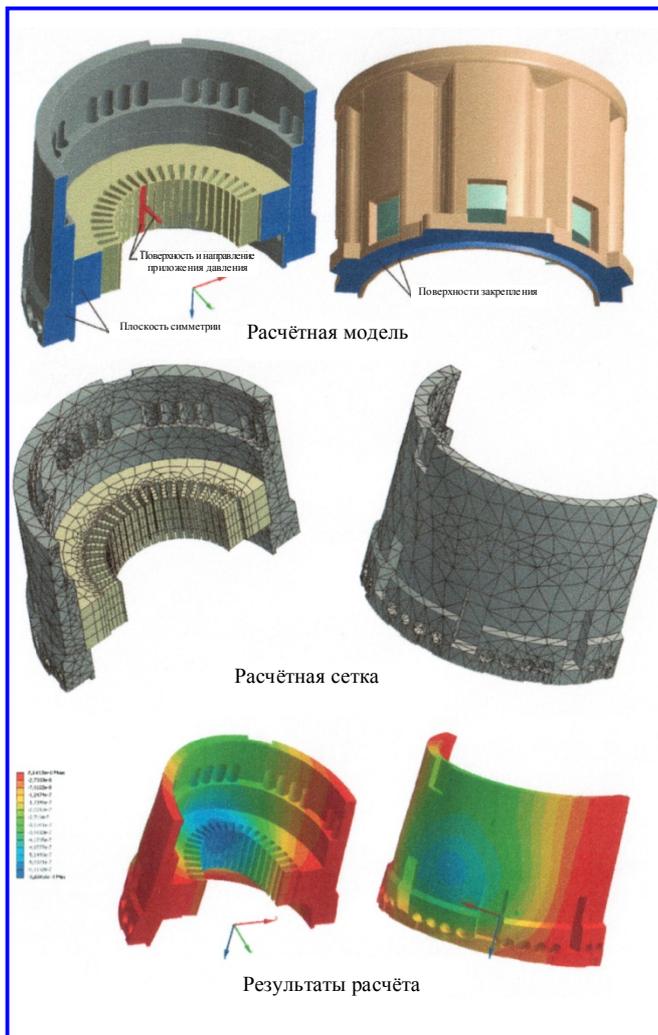


Рис. 2. Моделирование деформированного состояния корпуса двигателя

Вибрация на корпусе двигателя на двойной частоте сети определяется электродинамическими усилиями, приложенными к зубцам статора, и жёсткостью корпуса.

Электродинамические усилия, приложенные к зубцам статора, определяются с помощью программы конечно-элементного динамического моделирования электромагнитных полей.

Жёсткость корпуса и деформированное состояние под действием электродинамических усилий точно определяются с помощью программы трёхмерного конечно-элементного механического расчёта Ansys.

Модель, расчётная сетка и результаты моделирования деформированного состояния корпуса под действием вибровозмущающих динамических усилий на двойной частоте сети представлены на рис. 2.

Уменьшения виброускорения на корпусе двигателя на двойной частоте питания сети можно добиться либо уменьшением значения индукции, что приводит к увеличению габаритов двигателя, либо увеличением жёсткости корпуса, что также, при стандартном подходе, приводит к увеличению габаритов двигателя. Поэтому был применён нестандартный подход к увеличению жёсткости корпуса, заключающийся в максимальном использовании свободного пространства корпуса двигателя. В результате чего был разработан жёсткий корпус при сохранении габаритных размеров двигателя, без ухудшения работоспособности воздушной системы охлаждения.

По результатам испытаний двигателя 4АН280А2 с модернизированным корпусом вибрация на двойной частоте сети была уменьшена в 7 раз.

Применение современных методов проектирования позволит улучшить тактико-технические характеристики серийного оборудования серийных морских заказов.

Литература

1. Сарычев А. П., Коварский М. Е., Самойлов С. Ф. Осипов С. Г. Асинхронные двигатели морского исполнения / А. П. Сарычев, М. Е. Коварский, С. Г. Осипов, С. Ф. Самойлов // Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. – М. : ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2009. – Т. 109. – № 2. – С. 15 – 17.
2. Зубренков Б. И., Маслов К. Г. Частотная вибродиагностика асинхронных двигателей шпиндельного исполнения на подшипниках качения / Б. И. Зубренков, К. Г. Маслов // Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. – М. : ФГУП «НПП ВНИИЭМ», 2009. – Т. 108. – № 1. – С. 19 – 24.

Поступила в редакцию 16.11.2017

Михаил Анатольевич Будниченко, кандидат технических наук, генеральный директор,
т. (818) 450-46-01, e-mail: smp@sevmash.ru.
(АО «ПО «Севмаш»).

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»).

Владимир Олегович Терешкевич, кандидат технических наук, главный конструктор – начальник отделения
энергетики и общесудовых систем, т. (812) 407-51-32.

Алексей Леонидович Ишков, заместитель главного конструктора,
т. (812) 407-51-32, e-mail: neptun@ckb-rubin.ru.
(АО «ЦКБ МТ «Рубин»).

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»).

UPGRADING OF ASYNCHRONOUS LOW-NOISE ELECTRICAL DRIVES OF THE MAIN BILGE PUMP

**M. A. Budnichenko, A. S. Abduragimov, V. N. Dumnov,
V. O. Tereshkevich, A. L. Ishkov, A. V. Dolgov,
M. B. Panasiuk, M. E. Kovarskii**

The article describes the design of a low-noise asynchronous spindle motor of the main bilge pump drive intended for import substitution in order to replace analogous foreign motors. The advantages of the spindle version of asynchronous motors are demonstrated. Basic characteristics of the designed motors are provided. The ways to improve vibration and noise characteristics of asynchronous spindle motors are suggested. The results of mechanical calculations of the deformed condition of the motor housing caused by electrodynamic forces affecting the stator teeth on the double frequency of the network are provided. The upgraded design of the asynchronous spindle motor with improved vibration and noise characteristics is developed. The results of upgraded spindle motor tests are provided.

Key words: asynchronous spindle motor, main bilge pump, import substitution, vibration and noise characteristics improvement.

List of References

1. Sarychev A. P., Kovarskii M. E., Samoilov S. F., Osipov S. G. Asynchronous motors for marine application / A. P. Sarychev, M. E. Kovarskii, S. G. Osipov, S. F. Samoilov // Matters of Electromechanics. VNIEM Proceedings. – Moscow : FGUE «NPP VNIEM», 2009. – Vol. 109. – No. 2. – Pp. 15 – 17.
2. Zubrenkov B. I., Maslov K. G. Frequency vibration-based diagnostics of asynchronous spindle motors with rolling bearings / B. I. Zubrenkov, K. G. Maslov // Matters of Electromechanics. VNIEM Proceedings. – Moscow : FGUE «NPP VNIEM», 2009. – Vol. 108. – No. 1. – Pp. 19 – 24.

Mikhail Anatolevich Budnichenko, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Director General,
tel.: +7 (818) 450-46-01, e-mail: smp@sevmash.ru.
(JSCo «PO «Sevmash»).

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»).

Vladimir Olegovich Tereshkevich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.),
Chief Designer for Power Engineering and Ship Common Systems,
tel.: +7 (812) 407-51-32, e-mail: neptun@ckb-rubin.ru.
(JSC «Central Design Bureau for Marine Engineering «Rubin»).

Aleksei Leonidovich Ishkov, Deputy Chief Designer, tel.: +7 (812) 407-51-32, e-mail: neptun@ckb-rubin.ru.
(JSC «Central Design Bureau for Marine Engineering «Rubin»).

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»).