



УДК 621.313.33, 62-83, 621.65

ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

POSSIBILITIES OF OPTIMIZING THE ELECTRIC DRIVE OF PUMPING EQUIPMENT FOR THE OIL AND GAS INDUSTRY

Карандей Владимир Юрьевич

кандидат технических наук,
доцент, заведующий кафедрой
электроснабжения промышленных предприятий,
Кубанский государственный
технологический университет
epp_kvuy@mail.ru

Афанасьев Виктор Леонидович

аспирант,
Кубанский государственный
технологический университет
buguvix@mail.ru

Махинько Владислав Сергеевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Ляшенко Андрей Михайлович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Нефтяная индустрия для Российской Федерации является основополагающей отраслью промышленности и экономики. Ежедневно добывается, перерабатывается и распространяются тысячи тонн полезных природных ресурсов. Во всем этом немаловажную роль играет насосное оборудование, которые широко применяются на всех этапах производства углеводородов. К ним предъявляются жесткие технические требования. Нефтедобывающей промышленности необходима разработка насосного оборудования отвечающего всем современным требованиям.

Ключевые слова: управляемый асинхронный каскадный электропривод, электромеханическое преобразование энергии, электромагнитная система, насос горизонтальной конструкции.

Karandey Vladimir Yuryevich

Candidate of technical sciences,
Associate Professor,
Head of department of Power supply
of the industrial enterprises
Kuban State Technological University
epp_kvuy@mail.ru

Afanasiev Viktor Leonidovich

Graduate student,
Kuban State Technological University
buguvix@mail.ru

Mahinko Vladislav Sergeevich

Student,
Kuban State Technological University

Lyashenko Andrey Mikhaylovich

Student,
Kuban State Technological University

Annotation. The oil industry for the Russian Federation is a fundamental industry and economy. Thousands of tons of useful natural resources are mined, processed and distributed daily. In all of this, an important role is played by pumping equipment, which is widely used at all stages of the production of hydrocarbons. They are subject to strict technical requirements. The oil industry needs to develop pumping equipment that meets all modern requirements.

Keywords: controlled asynchronous cascade electric drive, electromechanical transformation of energy, electromagnetic system, pump of the horizontal design.

Нефтяная, нефтехимическая промышленности не представляются возможными без применения насосного оборудования различных конфигураций насосов таких как винтовые, погружные, центробежные и др. Насосы выполняют важную функцию по перекачки углеводородов различных консистенций и свойств. ГОСТ предъявляет жесткие требования к данному оборудованию. Основными техническими требованиями являются: подача, напор, частота вращения вала насоса, КПД, допустимый кавитационный коэффициент. Соответственно данные требования можно взять как основополагающие критерии для оптимального проектирования. Важно при разработке насосного оборудования задаться таким критерием, который будет играть существенную роль для исходного сферы применения, будь то магистральный или глубинный насос.

Основным узлом насосного оборудования является его силовая установка – электрический привод [1]. От правильного его проектирования зависят многие параметры всего насоса [2, 3]. Важным является разработать такой электрический привод, который будет как можно лучше подходить



под конкретную задачу. На данный момент наибольшее распространение получили насосы с однодвигательными приводами, которые выбираются с необоснованным запасом по техническим параметрам, так как однодвигательный привод зачастую не способен справиться с современными требованиями к оборудованию, в связи с этим страдают такие характеристики как: энергопотребление, массогабаритные параметры и др.

Нефтедобывающей промышленности необходима разработка новых типов электрических приводов, которые будут отвечать всем современным требованиям.

Многообещающим является разработка каскадных систем, наиболее перспективным является разработка управляемого каскадного электрического привода различных конструкций (цилиндрической и аксиальной (рис.1)). Данный электрический привод состоит из двух электродвигателей и обладает рядом преимуществ над другими типами приводов, так как он позволяет получать номинальное значение вращающего момента даже при минимальной скорости вращения, что позволит отказаться от использования редукторов, также возможно получение регулируемой части вращения от 0 до двойной номинальной при постоянном моменте или получать удвоенный момент при постоянной номинальной скорости вращения.

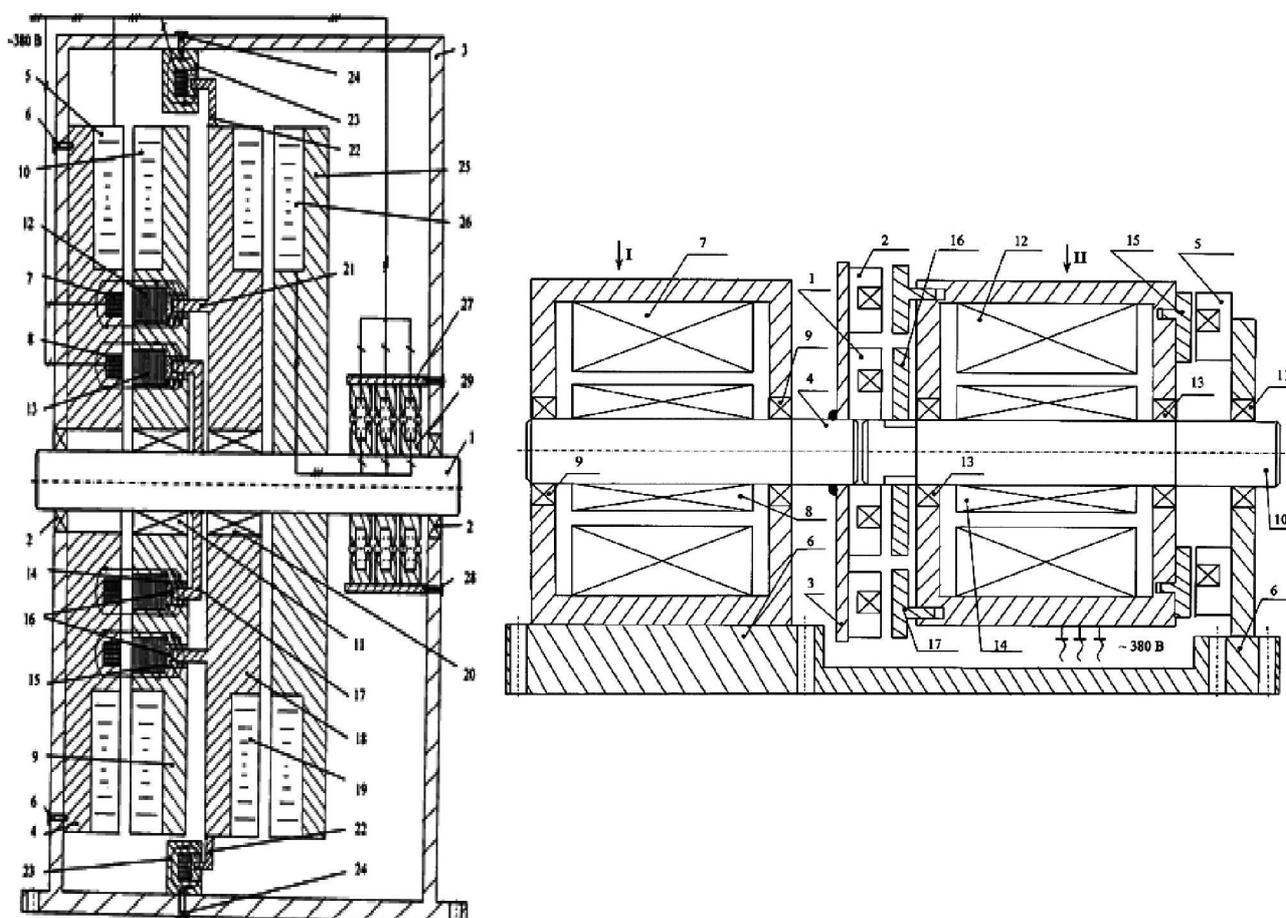


Рисунок 1 – Управляемый каскадный электрический привод

Для создания данных устройств необходимо разработать методики расчета позволяющие наиболее оптимально рассчитать управляемый каскадный электрический привод под конкретные задачи [4, 5]. Главной сложностью при проектировании электрических приводов является расчет электромагнитной системы [6, 7]. Разработаны методики, которые базируются на методе магнитных цепей и принципе наложения. Данный метод подразумевает рассмотрения магнитной системы двигателя как отдельных составных частей, что позволяет производить расчет не всей магнитной системы, а ее элементов, таких как ярмо статора, зубцовую зону статора, воздушный зазор, зубцовую зону ротора, ярма ротора. Данная методика не внесет больших погрешностей так как, разбивая магнитную систему на отдельные участки, мы возможно задавать свое значение магнитной индукции, которую можно будет уточнить методом последовательных приближений [8].

Для оптимального проектирования управляемого каскадного электрического привода требуется решить оптимизационные задачи [9,10]. Критерием оптимизации при проектировании электрических



приводов является минимальные объём, минимальная масса обмотки и магнитопровода, мощность и момент электродвигателя и др.

Разработка метода оптимизации основанного на применении метода магнитных цепей и принципа наложения позволит разработать элементы системы проектирования [11, 12] и электропривод для насосной установки наиболее соответствующий техническому заданию при минимальных массогабаритных параметрах и уменьшенном энергопотреблении.

Литература:

1. Карандей В.Ю. Mathematical modeling of special electric drives for the equipment of oil and gas branch / В.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 08 (132). – С. 926–940. – Doi: 10.21515/1990-4665-132-072.
2. Karandey V.Yu. Determination of power and moment on shaft of special asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et. al.] // IOP Conf. – 2018. Series: Materials Science and Engineering. – Vol. 327, 052003. – doi:10.1088/1757-899X/327/5/052003.
3. Karandey V.Yu. Research and analysis of force and moment of the cascade asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et. al.] // IOP Conference Saint-Petersburg Mining University. – 2018. – Series: Earth and Environmental Science electronic edition. – Vol. 194. – Т. 5, 052009. – Doi: 10.1088/1755-1315/194/5/052009.
4. Karandey V.Yu. Optimization of parameters of special asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et. al.] // IOP Conf. – 2018. – Series: Materials Science and Engineering. – Vol. 327, 052002. – Doi: 10.1088/1757-899X/327/5/052002.
5. Karandey V.Yu. Research of electrical power processes for optimum modeling and design of special electric drives / V.Yu. Karandey [et. al.] // Advances in Engineering Research conference proceedings. – 2018. – Vol. 157. – P. 242–247. – Doi: 10.2991/aime-18.2018.47.
6. Карандей В.Ю. Определение магнитных параметров модели статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода аксиальной конструкции / В.Ю. Карандей [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 10 (134). – С. 1135–1151. – Doi: 10.21515/1990-4665-134-092.
7. Карандей В.Ю. Определение магнитных параметров модели статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода цилиндрической конструкции / В.Ю. Карандей [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 09 (133). – С. 1231–1248. – Doi: 10.21515/1990-4665-133-105.
8. Karandey V.Yu. Research of change of parameters of a magnetic flux of the stator and rotor of special electric drives / V.Yu. Karandey, B.K. Popov, V.L. Afanasyev // 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – 2018. – P. 8602911.
9. Popova O.B. Analysis of forecasting methods as a tool for information structuring in science research / O.B. Popova [et. al.] // British Journal of Applied Science & Technology. – 2016. – Vol. 17. – Т. 2. – P. 9–19. – Doi: 10.9734/BJAST/2016/26353.
10. Popova O.B. Theoretical propositions and practical implementation of the formalization of structured knowledge of the subject area for exploratory research / O.B. Popova [et. al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 722. – P. 432–437. – Doi: 10.1007/978-3-319-73888-8_67.
11. Карандей В.Ю. Программа для расчета магнитной системы ротора методом магнитных цепей / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS № 2008614047, зарегистрировано 30.06.2008.
12. Карандей В.Ю. Программа расчета токов статора и ротора в каскадном электрическом приводе / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS № 2008614048, зарегистрировано 30.06.2008.

References:

1. Karandey V.Yu. Mathematical modeling of special electric drives for the equipment of oil and gas branch / V.Yu. Karandey, V.L. Afanasyev // Political network electronic scientific journal of the Kuban State Agricultural University. – 2017. – № 08 (132). – P. 926–940. – Doi: 10.21515/1990-4665-132-072.
2. Karandey V.Yu. Determination of power and moment on shaft of special asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et. al.] // IOP Conf. – 2018. – Series: Materials Science and Engineering. – Vol. 327, 052003. – Doi: 10.1088/1757-899X/327/5/052003.
3. Karandey V.Yu. Research and analysis of force and moment of the cascade asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et. al.] // IOP Conference Saint-Petersburg Mining University. – 2018. – Series: Earth and Environmental Science electronic edition. – Vol. 194. – Т. 5, 052009. – Doi: 10.1088/1755-1315/194/5/052009.
4. Karandey V.Yu. Optimization of parameters of special asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et. al.] // IOP Conf. – 2018. – Series: Materials Science and Engineering. – Vol. 327, 052002. – Doi: 10.1088/1757-899X/327/5/052002.
5. Karandey V.Yu. Research of electrical power processes for optimum modeling and design of special electric drives / V.Yu. Karandey [et. al.] // Advances in Engineering Research conference proceedings. – 2018. – Vol. 157. – P. 242–247. – Doi: 10.2991/aime-18.2018.47.
6. Karandey V.Yu. Determination of the magnetic parameters of the stator model of the controlled asynchronous cascade electric drive component of the axial construction (in Russian) // V.Yu. Karandey [et al.] // Politematicheskii network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2017. – № 10 (134). – P. 1135–1151. – Doi: 10.21515/1990-4665-134-092.



7. Karandey V.Yu. Determination of the magnetic parameters of the stator model of the controlled asynchronous cascade electric drive component of the cylindrical construction // V.Yu. Karandey [et al.] // Political network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2017. – № 09 (133). – P. 1231–1248. – Doi: 10.21515/1990-4665-133-105.

8. Karandey V.Yu. Research of change of parameters of a magnetic flux of the stator and rotor of special electric drives / V.Yu. Karandey, B.K. Popov, V.L. Afanasyev // 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – 2018. – P. 8602911.

9. Popova O.B. Analysis of forecasting methods as a tool for information structuring in science research / O.B. Popova [et. al.] // British Journal of Applied Science & Technology. – 2016. – Vol. 17. – Т. 2. – P. 9–19. – Doi: 10.9734/BJAST/2016/26353.

10. Popova O.B. Theoretical propositions and practical implementation of the formalization of structured knowledge of the subject area for exploratory research / O.B. Popova [et. al.] // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 722. – P. 432–437. – Doi: 10.1007/978-3-319-73888-8_67.

11. Karandey V.Yu. Program for the rotor magnetic system calculation by the magnetic circuits method / V.Yu. Karandey, B.K. Popov // Certificate of program registration for computer RUS № 2008614047, registered no 30.06.2008.

12. Karandey V.Yu. Program for calculating stator and rotor currents in the cascade electric drive / V.Yu. Karandey, B.K. Popov // Certificate of program registration for computer RUS № 2008614048, registered 30.06.2008.