

РАЗДЕЛ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7535501>

УДК 621.316.9:683.06

**РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕТЕВОЙ НАСОСНОЙ
УСТАНОВКИ ЧАУНСКОЙ ТЭЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА**

А.Ю. Заика,

студент, напр. «Электроэнергетика и электротехника»,
Чукотский филиал СВФУ,
г. Анадырь

Аннотация: В статье представлены результаты исследования Чаунской теплоэлектростанции, расположенной в городе Певек, Чукотского автономного округа и проведена оценка целесообразности внедрения частотно-регулируемого привода сетевой насосной установки Чаунская ТЭЦ (ОАО «Чукотэнерго»). Приводятся результаты измерений насосной установки за отопительный период. Представлены климатологические данные для города Певек. Выполнен подбор сетевых насосов, электродвигателей, требований к автоматизированному электроприводу и к системе автоматизации насосной установки с учетом ожидаемых сокращений потребления тепловой энергии и теплоносителя от Чаунской ТЭЦ.

Ключевые слова: Арктика, труднодоступные поселения, теплоэлектростанция, частотно-регулируемый электропривод, насосная установка

RECONSTRUCTION OF THE NETWORK PUMPING UNIT OF THE CHAUNSKAYA ORGANIZATION FOR THE DISTRIBUTION OF HEAT AND ELECTRICITY USING A FREQUENCY-CONTROLLED DRIVE

A.Yu. Zaika,

4th year student, direction "Electric power and electrical engineering"
Chukotka branch of NEFU,
Anadyr

Annotation: The article presents the results of a study of the Chaun thermal power plant, located in the city of Pevek, Chukotka Autonomous Okrug, and assesses the feasibility of introducing a frequency-controlled drive of the network pumping unit of the Chaun organization for the distribution of heat and electricity (Chukotenergo). The results of measurements of the pumping unit for the heating period are given. The climatological data for the city of Pevek are presented. The selection of network pumps, electric motors, requirements for an automated electric drive and for the automation system of a pumping unit was carried out, taking into account the expected reduction in the consumption of thermal energy and coolant from the Chaun organization for the distribution of heat and electricity.

Keywords: Arctic, hard-to-reach settlements, thermal power plant, frequency-controlled electric drive, pumping unit

На сегодняшний день уже невозможно представить современное промышленное производство, транспортные системы, любую сферу жизнедеятельности человека без применения в них электрических двигателей. Для обеспечения непрерывного и энергоэффективного управления технологическими процессами, в которых используются электродвигатели, применяется частотно-регулируемый привод (ЧРП), основным звеном которого, помимо двигателя, является преобразователь частоты (сокращенно называют – ПЧ) [1].

Применение преобразователей частоты при управлении электроприводами позволяет напрямую подстраивать регулируемые

производственные характеристики (температуру, давление, скорость движения рабочих механизмов) под различные нужды с сохранением высокого КПД, обеспечивая при этом существенное снижение энергопотребления [2]. Поэтому внедрение частотно-регулируемого привода позволяет решать задачи не только в области автоматизации процесса производства, но и в сфере энергосбережения.

Значительная часть электроэнергии, вырабатываемой в России, потребляется приводами центробежных насосов, используемых в различных отраслях промышленности. Электроэнергия, потребляемая насосными агрегатами, зачастую расходуется нерационально. Одна из причин связана с неправильным выбором насосного оборудования. Часто насосные установки в системах оказываются с завышенными характеристиками по давлению или расходу. Эксплуатация системы требует работы с постоянно прикрытой задвижкой на выходе, при этом на этой задвижке постоянно впустую рассеивается энергия.

Следующая причина связана с неравномерностью в течение суток потребления воды. При правильном выборе насосного агрегата его расходная характеристика и мощность электродвигателя рассчитаны на обеспечение необходимого давления в системе при максимальном потреблении воды. Если потребление воды меньше максимального, давление в системе возрастает и требуется прикрывать ту же задвижку. А это требует постоянного дежурства около нее и сопровождается потерями электроэнергии [3].

В связи с ожидаемым сокращением потребления тепловой энергии и теплоносителя от Чаунской ТЭЦ возникает потребность в усовершенствовании существующих технологических процессов путем проведения реконструкции сетевой насосной установки с подбором оборудования, удовлетворяющем новым режимам работы Чаунской ТЭЦ.

В настоящей работе будут описаны возможные способы регулирования частоты вращения двигателей насосной установки Чаунской ТЭЦ, расположенной в городе Певек Чукотского автономного округа, и предложен выбор наиболее оптимального способа регулирования.

Каждый двигатель независимо от его типа характеризуется номинальными данными. Номинальный режим двигателя соответствует максимальному КПД и удовлетворяет установленным

нормам и требованиям в отношении нагрева, коэффициента мощности, электрической прочности [4, 5]. Поэтому при подборе электродвигателя необходимо стремиться подобрать мощность двигателя как можно ближе к номинальной.

В качестве электропривода для проектируемой установки применим трехфазный асинхронный электропривод, построенный по системе ПЧ-АД КЗР [6]. Действительно, применение системы ПЧ-АД позволяет плавно изменять скорость привода в достаточно широких пределах, что должно обеспечить плавное регулирование напора в насосной установке, и, в итоге, значительно уменьшить количество энергии, потребляемой насосной установкой.

Автоматизировать установку предлагается внедрением программируемого контроллера. В функции контроллера в таком случае будут входить: выработка задания для электропривода в зависимости от напора в сети; осуществление переключения основного и резервного насосов при выходе из строя основного; диагностика состояния элементов установки; подключение дополнительного насоса при перегрузке основного; выдача аварийных сигналов в диспетчерскую службу.

В соответствии с техническими данными насоса, рассчитанной предварительно мощностью двигателя, а также, согласно выбранной системы электропривода, предварительно выбираем трехфазный асинхронный двигатель АДЧР355MLB4 с короткозамкнутым ротором [5], с номинальными техническими характеристиками, приведенными ниже:

– предварительно мощностью двигателя, а также, согласно выбранной системы электропривода, предварительно выбираем трехфазный асинхронный двигатель АДЧР355MLB4 с короткозамкнутым ротором, с номинальными техническими характеристиками, приведенными ниже:

- номинальная мощность: 400 кВт;
- синхронная частота вращения: 1500 об/мин;
- номинальное скольжение: 0.8 %;
- номинальный КПД: 96.4 %;
- номинальный $\cos\phi = 0.88$;
- $M_{\max}/M_{\text{ном}} = 3.0$;
- $M_{\text{п}}/M_{\text{ном}} = 1.5$;

- критическое скольжение: 4,1 %;
- кратность пускового тока: $I_p/I_{ном} = 7.0$
- момент инерции двигателя: 7.7 кг*м².

Степень защиты выбранного двигателя – IP55, обеспечивает защиту от пыли (без осаждения опасных материалов), обеспечивает защиту от струи: вода, направленная струёй на оболочку в любом направлении не должна оказывать вредного влияния на изделие.

Способ охлаждения независимая вентиляция осуществляется осевым вентилятором, установленным на не приводной стороне двигателя [7].

Для питания электродвигателей привода насоса мы будем использовать тиристорный преобразователь ТВЗ 440/500 УХЛ.

Данный преобразователь предназначен для частотного управления асинхронными трехфазными электродвигателями мощностью 400 кВт.

Область применения преобразователя: насосные станции водо – и теплоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве, энергетике, технологические насосные установки в химической промышленности, станции обратного водоснабжения на предприятиях машиностроительной и других отраслей промышленности [8].

Основные параметры тиристорного преобразователя [9] частоты типа ТВЗ 440/500 УХЛ:

- номинальное напряжение питающей сети 380 В, 50 Гц;
- номинальное напряжение питания приводного двигателя 380 В, 50 Гц;
- номинальная мощность приводного двигателя – не более 1180 кВт;
- диапазон регулирования частоты от 0 до 60 Гц;
- форма выходного напряжения – импульсная, модулированная по гармоническому закону, обеспечивает квазисинусоидальную форму тока во всем диапазоне регулирования выходной частоты;
- коэффициент полезного действия преобразователя в номинальном режиме – не менее 0,9;
- коэффициент мощности преобразователя – не менее 0,95;

- преобразователь частоты предназначен для работы в закрытых отапливаемых помещениях, климатическое исполнение УХЛ, категория размещения 4 ГОСТ 15150-69;

- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных паров и газов в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию, не насыщенная токопроводящей пылью;

- температура окружающей среды – $0...+40^{\circ}\text{C}$, относительная

- влажность воздуха – до 100 %;

- степень защиты шкафа IP54.

Преобразователь частоты обеспечивает:

- плавный запуск электродвигателя с заданным темпом;

- плавный самозапуск с тем же темпом после восстановления питающего напряжения;

- регулирование (в соответствии с задающим сигналом), например, давления, развиваемого насосом в замкнутой системе регулирования давления;

- работу в нерегулируемом режиме с ручным заданием частоты напряжения питания электродвигателя;

- защиту электродвигателя и преобразователя от токов перегрузки и короткого замыкания;

- защиту электродвигателя от недопустимого снижения и превышения напряжения питающей сети;

- выработку сигналов для подключения к системе нерегулируемого электродвигателя резервного насоса и отключения его по мере необходимости;

- преобразователь имеет световую сигнализацию наличия напряжения питания и включенного состояния, индикацию частоты питания электродвигателя, срабатывания каналов защиты.

Преобразователь частоты может работать в следующих режимах:

Режим ручного управления с заданием частоты выходного напряжения от пульта управления:

- частота задается перед подключением преобразователя к нагрузке (электродвигателю);

– при работе преобразователь частоты разгоняется до заданной частоты и работает на ней сколь угодно долго, в этом режиме сигнал от датчика внешней технологической координаты не влияет на работу электропривода, при включении привода в замкнутый контур регулирования по внешнему технологическому параметру этот режим работы электропривода может использоваться как отладочный [3].

По рассчитанным значениям мощности выбираем трансформатор ТСЗМ-400/75-ОМ5 с параметрами:

- номинальная мощность – 400 кВА;
- номинальное напряжение сетевой обмотки – 380 В;
- номинальное напряжение вторичной обмотки -230;
- номинальный ток первичной обмотки – 276 А;
- номинальный ток вторичной обмотки – 413 А;
- напряжение короткого замыкания – 3,5 %.

В результате реконструкции автоматизированного электропривода насосной установки, снизится потребление электроэнергии, а также будут использованы оптимальные технические характеристики насосов. Ввод регулируемого электропривода дает возможность увеличить срок службы насосного оборудования, а также сопутствующей аппаратуры, увеличить межремонтный цикл электрооборудования, а также позволяет снизить затраты на обслуживание насосной установки.

Список литературы

- [1] Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. / Б.И. Кудрин – Москва: Интермет Инжиниринг. 2014. 627 с.
- [2] Быстрицкий Г.Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий. / Г.Ф. Быстрицкий – Москва: ИЦ «Академия», 2003 304 с.
- [3] Гинзбург Я.Н. Внедрение автоматизированных систем регулируемого электропривода в насосные установки / Я.Н. Гинзбург, Б.С. Лезнов, В.Б. Чебанов // Автоматизация и управление системами водоснабжения и водоотведения: Тр. ВНИИ ВОДГЕО. – Москва, 1986. 361 с.

[4] СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства (Приказ Минстроя России от 16 декабря 2016 г. № 955/пр).

[5] Осин И.Л., Шакарян Ю.Г. Электрические машины. Учеб. пособие для вузов / Под ред. И. П. Копылова. – Москва: Высш. Шк., 2011. 304 с.

[6] Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов. / М.М. Соколов – М.: «Энергия», 1976. 488 с.

[7] Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию / В.П. Шеховцов – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2009. 136 с.

[8] Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам. / М.М. Кацман – Москва: Академия, 2011. 480 с.

[9] Гревулис Я.П. Тиристорный асинхронный электропривод для центробежных насосов. / Я.П. Гревулис, Л.С. Рыбицкий – Рига: Знание, 1983. 228 с.

Bibliography (Transliterated)

[1] Kudrin B.I. Power supply of industrial enterprises. / B.I. Kudrin – Moscow: Internet Engineering. 2014. 627 p.

[2] Bystritsky G.F. Power equipment of industrial enterprises. / G.F. Bystritsky – Moscow: Information Center "Academy", 2003, 304 p.

[3] Ginzburg Ya.N. Implementation of automated controllable electric drive systems in pump installations / Ya.N. Ginzburg, B.S. Leznov, V.B. Chebanov // Automation and control of water supply and sanitation systems: Tr. VNII VODGEO. – Moscow, 1986. 361 p.

[4] SNiP 3.05.06-85 Electrical devices (Order of the Ministry of Construction of Russia dated December 16, 2016 No. 955/pr).

[5] Osin I.L., Shakaryan Yu.G. Electric cars. Proc. manual for universities / Ed. I. P. Kopylova. – Moscow: Higher. Shk., 2011. 304 p.

[6] Sokolov M.M. Automated electric drive of general industrial mechanisms. / MM. Sokolov – M.: "Energy", 1976. 488 p.

[7] Shekhovtsov V.P. Reference manual for electrical equipment / V.P. Shekhovtsov – Moscow: FORUM: INFRA-M, 2009. 136 p.

[8] Katsman M.M. Handbook of electrical machines. / MM. Katsman – Moscow: Academy, 2011. 480 p.

[9] Grevulis Ya.P. Thyristor asynchronous electric drive for centrifugal pumps. / Ya.P. Grevulis, L.S. Rybitsky – Riga: Knowledge, 1983. 228 p.

© А.Ю. Заика, 2022

Поступила в редакцию 15.12.2022

Принята к публикации 29.12.2022

Для цитирования:

Заика А.Ю. Реконструкция сетевой насосной установки Чаунской ТЭЦ с применением частотно-регулируемого привода // Инновационные научные исследования. 2022. № 12-5(24). С. 40-48.
URL: <https://ip-journal.ru/>