

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Саяно-Шушенский филиал

Кафедра «Гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ТОРМОЗНЫХ
ДОМКРАТОВ РОТОРА ГИДРОАГРЕГАТА

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Научный
руководитель

подпись, дата

Ст. преподаватель
СШФ СФУ
должность

А.М. Волошин
ициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Д.С. Грязов
ициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

Зам. начальника службы
подстанций филиала
ПАО «Россети Сибирь» -
«Хакасэнерго»
должность

А.Н. Шадрин
ициалы, фамилия

Нормоконтроль

подпись, дата

А.А. Чабанова
ициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021

АННОТАЦИЯ

Тема магистерской диссертации: «Разработка прототипа датчика положения тормозных домкратов ротора гидроагрегата».

Объем диссертации: составляет 49 страниц, содержит 22 иллюстраций, список использованных источников состоит из 11 наименований.

Объектом исследования: является система торможения ротора гидроагрегата.

Целью работы является предложение об использовании современных типов датчиков для контроля тормозных домкратов.

Научная новизна. В данной работе предлагается использование современных систем измерения для отслеживания положения тормозных домкратов, внедрение которых поможет увеличить надежность и безопасность работы гидроагрегатов, уменьшить время простоя при внеплановых (аварийных) ремонтах.

Ключевые слова: гидроагрегат, тормозная система, бесконтактный датчик, ультразвуковой датчик, тормозной домкрат.

АВТОРЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка прототипа датчика положения тормозных домкратов ротора гидроагрегата».

Цель работы:

Разработка прототипа для отслеживания положения тормозных домкратов ротора гидроагрегата путем установки современных систем измерений.

Задачи, решаемые в ходе выполнения работы:

1. Анализ существующей системы контроля положения тормозных домкратов.
2. Изучения принципов действия современных бесконтактных датчиков положения и расстояния.
3. Предложение о возможности использования датчика для контроля движения тормозного домкрата.
4. Предложение о увеличении точности работы системы измерения.

Объектом исследования при написании работы является тормозная система гидроагрегата.

Научная новизна:

В данной работе предлагается использование современных систем измерения для отслеживания положения тормозных домкратов, внедрение которых поможет увеличить надежность и безопасность работы гидроагрегатов, уменьшить время простоя при внеплановых (аварийных) ремонтах.

Объем диссертации составляет 49 страниц, содержит 22 иллюстраций, список использованных источников состоит из 11 наименований.

Основное содержание работы:

Во введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, указывается его значимость, ставятся цели и задачи, необходимые для ее реализации.

Первая глава посвящена описанию существующего решения по отслеживанию положения тормозных домкратов ротора гидроагрегата.

Во второй главе описываются общие сведения о существующих бесконтактных датчиках.

В третьей главе описывается прототип системы измерений с использованием бесконтактного датчика и описывается его расширенные возможности.

В четвертой главе описан способ повышения точности измерений ультразвукового датчика, и возможность применения данного способа в работе системы торможения гидроагрегата.

Заключение посвящено основным выводам и предложениям по использованию современных типов датчиков, использования их для контроля движения тормозных домкратов, внесения изменений в существующие стандарты организаций.

Апробация работы: основные положения и результаты магистерской диссертации докладывались и обсуждались на:

1) VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, специалистов, аспирантов и студентов «Гидроэлектростанции в XXI веке», г. Саяногорск, р.п. Черемушки, 2020 год.

2) XVII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Проспект Свободный — 2021», г. Красноярск, 2021 год.

ABSTRACT

Final qualification work on the topic «Development of a prototype sensor for the position of brake jacks of the rotor of a hydraulic unit».

Purpose of work:

Development of a prototype for tracking the position of the brake jacks of the rotor of a hydraulic unit by installing modern measuring systems.

Tasks to be solved in the course of the work:

1. Analysis of the existing system for monitoring the position of brake jacks.
2. Studying the principles of operation of modern contactless position and distance sensors.
3. Proposal on the possibility of using a sensor to control the movement of a brake jack.
4. Proposal to increase the accuracy of the measurement system.

The object of research when writing a work is the brake system of the hydraulic unit.

Scientific novelty:

This paper proposes the use of modern measurement systems for tracking the position of brake jacks, the introduction of which will help to increase the reliability and safety of hydraulic units, reduce downtime during unscheduled (emergency) repairs.

The volume of the thesis is 49 pages, contains 22 illustrations, the list of used sources consists of 11 titles.

The main content of the work:

The introduction reveals the relevance of research in the chosen direction, indicates its significance, sets goals and objectives necessary for its implementation.

The first chapter is devoted to the description of the existing solution for tracking the position of the brake jacks of the rotor of the hydraulic unit.

The second chapter describes an overview of existing proximity sensors.

The third chapter describes a prototype measurement system using a proximity sensor and describes its advanced capabilities.

The fourth chapter describes a method for increasing the measurement accuracy of an ultrasonic sensor, and the possibility of using this method in the operation of the braking system of a hydraulic unit.

The conclusion is devoted to the main conclusions and proposals for the use of modern types of sensors, their use to control the movement of brake jacks, amendments to the existing standards of organizations.

Approbation of the work: the main provisions and results of the master's thesis were presented and discussed at:

- 1) VII All-Russian scientific-practical conference of young scientists, specialists, graduate students and students "Hydroelectric power plants in the XXI century", Sayanogorsk, settlement Cheryomushki, 2020.
- 2) XVII International Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Svobodny Prospect - 2021", Krasnoyarsk, 2021.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Система торможения гидроагрегата	10
2 Использование путевых выключателей.....	13
3 Общие сведения о существующих бесконтактных датчиках.....	16
3.1 Оптические датчики.....	16
3.2 Индуктивные датчики	20
3.3 Емкостные датчики.....	21
3.4 Ультразвуковые датчики	24
4 Описание прототипа	26
4.1 Выбор датчика.....	26
4.2 Прототип с использованием ультразвукового датчика	27
4.3 Описание стенда.....	30
5 Повышение точности работы ультразвукового датчика.....	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	48

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений в энергетике, является разработка механизмов снижения издержек в электроэнергетике, повышения надежности и развитие встроенной диагностики в оборудовании. Увеличение надежности и безопасности оборудования уменьшит времена простоя при внеплановых (аварийных) ремонтах. В данном диссертационном исследовании мы рассмотрим систему торможения гидроагрегата.

Система механического торможения должна обеспечивать непрерывное торможение гидроагрегата при его останове после того, как гидрогенератор будет отключен от электрической сети, погашено поле возбуждения, прекращен доступ воды в гидравлическую турбину и частота вращения снизится до значения, указанного в эксплуатационной документации. Тормозное устройство должно обеспечивать останов гидроагрегата с учетом вращающего момента, равного 1% номинального вращающего момента гидравлической турбины. Также должен обеспечиваться подъем вращающихся частей гидроагрегата путем подачи масла в тормозные цилиндры с последующей механической фиксацией поднятого положения для осуществления осмотров и ремонтов под пятника.

В существующей механической системе торможения, для предотвращения пуска гидроагрегата с поднятыми тормозами, в схему включены контактные выключатели для блокировки и сигнализации о неготовности к пуску, установленные на всех тормозных цилиндрах, и общий электроконтактный манометр, подающий сигнал (звуковой, световой) о наличии давления воздуха в системе торможения [1].

Использование концевых выключателей на многих гидроэлектростанциях затруднено, так как при их эксплуатации возникает залипание подвижных частей датчика. Оно возникает из-за наличия в воздухе пыли, которая образуются после каждого торможения гидроагрегата. Исходя из этого, датчики должно

срабатывают и пуск агрегата становится невозможным, возникает необходимость отключения данной системы контроля.

Существует необходимость модернизации системы отслеживания положения тормозных домкратов, с использованием современных типов датчиков и внесение соответствующих изменений в существующих стандартах организаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТО 70238424.27.140.001-2011: Гидроэлектростанции: Методики оценки технического состояния основного оборудования. – Введ. 25.04.2011. – ОАО ВНИИЭ НП Гидроэнергетика России. - 405 с.
2. СТО 17330282.27.140.007-2008: Технические системы гидроэлектростанций. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. – Введ. 30.07.2008. – ОАО РАО «ЕЭС России». - 74 с.
3. СТО 17330282.27.140.005-2008: Гидротурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. – Введ. 15.05.2008. – ОАО РАО «ЕЭС России». - 82 с.
4. СТО 17330282.27.140.001-2006: Методики оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций. – Введ. 13.07.2006. – ОАО РАО «ЕЭС России». - 338 с.
5. Брызгалов В.И. Гидроэлектростанции: учеб. пособие / В.И. Брызгалов, Л.А. Гордон. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. – 541 с.
6. Техническая информация датчика Balluf BUS M18M1-XB-03/025-S92G. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://publications.balluff.com/pdfengine/pdf?type=pdb&id=223048&con=ru&ws=approval>
7. Техническая информация датчика ВП15К21. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cdn.etm.ru/ipro/1730/vpk_vp.pdf
8. Техническая информация датчика Sick UM30-211113. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cdn.sick.com/media/pdf/5/45/345/dataSheet_UM30-211113_6036916_ru.pdf
9. Техническая информация датчика Schneider XX918A3C2M12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://catalog.raec.su/uploads/files/c8e60854a2359d68ae07c49cf11a88e9.pdf>
10. Основные направления повышения надежности и эффективности развития электрических станций и энергетических систем. [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rosteplo.ru/
Tech_stat/stat_shablon.php?id=2588](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2588)

11. Hydrostatic Level Sensors as High Precision Ground Motion Instrumentation for Tevatron and Other Energy Frontier Accelerators. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1205/1205.1777.pdf>

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
САЯНО-ШУШЕНСКИЙ ФИЛИАЛ»

Кафедра «Гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических
систем и электрических сетей»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись инициалы, фамилия
«21 » 06 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ТОРМОЗНЫХ
ДОМКРАТОВ РОТОРА ГИДРОАГРЕГАТА

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Научный
руководитель


18.06.21
подпись, дата

Ст.преподаватель
СШФ СФУ
должность

А.М. Волошин
ициалы, фамилия

Выпускник


18.06.2021
подпись, дата

Зам.начальника службы
подстанций филиала
ПАО «Россети Сибирь» -
«Хакасэнерго»
должность

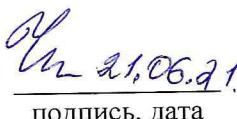
Д.С. Грязов
ициалы, фамилия

Рецензент


18.06.2021
подпись, дата

А.Н. Шадрин
ициалы, фамилия

Нормоконтроль


21.06.21
подпись, дата

А.А. Чабанова
ициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021