

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, дата инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ
НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Научный
руководитель

подпись, дата

Доцент кафедры ГГЭЭС
СШФ СФУ
должность

В.И. Татарников
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Д.Д. Высоких
инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

Инженер СМО Филиала
ПАО «РусГидро» — «Саяно-
Шушенская ГЭС имени
П.С.Непорожнего»
должность

М.А. Ананьев
инициалы, фамилия

Нормоконтролёр

подпись, дата

А.А. Чабанова
инициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021

АННОТАЦИЯ

к магистерской диссертации Высоких Дарьи Дмитриевны, студента 2 курса магистратуры Саяно-Шушенского филиала Сибирского федерального университета на тему «Разработка алгоритмов выявления дефектов направляющего аппарата».

Объем диссертации составляет 57 страниц, содержит 27 иллюстраций и 9 таблиц.

Объектом исследования при написании работы стал направляющий аппарат для вертикальной гидротурбины.

Целью работы является формирование алгоритмов автоматического определения дефектов направляющего аппарата связанных с увеличением протечек.

Актуальность темы исследования заключается в повышении надежности работы направляющего аппарата, уменьшении затрат финансовых и трудовых на его обслуживание и как следствие повышение безопасной эксплуатации гидроэлектростанции.

Ключевые слова: гидроагрегат, ГЭС, направляющий подшипник, надежность, протечки через зазоры, мониторинг состояния, автоматика, алгоритм, гидроэлектростанция, экономия, аварийный ремонт.

АВТОРЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка алгоритмов выявления дефектов направляющего аппарата»

Цель работы:

Предложение автоматического определения дефектов направляющего аппарата связанных с увеличением протечек по косвенным параметрам.

Задачи, решаемые в ходе выполнения работы:

- 1) Изучение актов осмотра направляющего аппарата до ремонта с целью выявления закономерностей;
- 2) Изучение существующих методик измерения протечек через закрытый направляющий аппарат, анализ их достоинств и недостатков;
- 3) Создание отчета для контроля за техническим состоянием гидроагрегата, находящимся в резерве;
- 4) Предложения автоматического контроля состояния направляющего аппарата в процессе его эксплуатации.

Научная новизна. В данной работе предложена методика определения дефектов направляющего аппарата связанных с увеличением протечек по косвенным параметрам.

Объем диссертации составляет 57 страниц, содержит 27 иллюстраций и 9 таблиц.

Основное содержание работы:

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

В первой главах приводится общая информация о существующих конструкциях направляющего аппарата.

Во второй главе рассказывается о ремонте цапф, опорных втулок и уплотнений направляющего аппарата.

В третьей главе прописаны требования нормативной документации к состоянию направляющего аппарата.

В четвертой главе формулируется выявленная проблема.

В пятой главе рассматриваются акты осмотра направляющего аппарата до ремонта с целью выявления закономерностей изменения зазоров.

В шестой главе рассматривается существующая методика измерения протечек через закрытый направляющий аппарат, выявляются ее достоинства и недостатки.

В седьмой главе рассказывается о создании технического отчета, который помогает контролировать состояние гидроагрегата, находящего в резерве. Приводятся параметры, входящие в этот отчет.

В восьмой главе производится анализ косвенных параметров, причиной изменения которых могут стать увеличенные протечки через закрытый направляющий аппарат.

В девятой главе описывается случай появления дефекта направляющего аппарата на одном из гидроагрегатов во время написания магистерской диссертации.

В десятой главе предлагаются возможные варианты решения выявленной проблемы, а также рассказывается о создании нового алгоритма, ранее не применявшегося.

ABSTRACT

Graduation qualification work on the topic " Development of algorithms for detecting guide device defects ".

Objective:

Proposal for automatic detection of guide vane defects associated with an increase in leakage by indirect parameters.

Tasks solved in the course of the work:

- 1) Studying the acts of inspection of the guide vane before repair in order to identify patterns;
- 2) Study of existing techniques for measuring leaks through a closed guide vane, analysis of their advantages and disadvantages;
- 3) Creation of a report to monitor the technical condition of the hydraulic unit, which is in reserve;
- 4) Proposals for automatic control of the state of the guide vane during its operation.

Scientific novelty. In this paper, a method is proposed for determining the defects of the guide vane associated with an increase in leakage by indirect parameters.

The dissertation is 57 pages long, contains 27 illustrations and 9 tables.

The main content of the work:

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

The first chapter provides general information about the existing designs of the guide device.

The second chapter describes the repair of trunnions, support bushings and seals of the guide device.

In the third chapter, the requirements of the regulatory documentation for the state of the guide device are spelled out.

In the fourth chapter, the identified problem is formulated.

In the fifth chapter, the acts of inspection of the guide device before repair are considered in order to identify patterns of changes in the gaps.

In the sixth chapter, the existing method of measuring leaks through a closed guide device is considered, its advantages and disadvantages are identified.

In the seventh chapter, you will learn how to create a technical report that helps you monitor the condition of a hydroelectric unit that is in reserve. The parameters included in this report are given.

In the eighth chapter, an analysis of indirect parameters is performed, the cause of which changes may be increased leaks through the closed guide device.

The ninth chapter describes the case of the appearance of a defect in the guide device on one of the hydraulic units during the writing of the master's thesis.

The tenth chapter offers possible solutions to the identified problem, as well as describes the creation of a new algorithm that was not previously used.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Существующие конструкции направляющего аппарата.....	9
1.1 Цилиндрический направляющий аппарат.....	9
1.2 Конический направляющий аппарат.....	11
1.3 Осевой направляющий аппарат	12
2 Ремонт направляющих аппаратов	14
2.1 Ремонт цапф и замена опорных втулок.....	14
2.2 Ремонт уплотнений направляющего аппарата	15
3. Требования технической документации к состоянию направляющего аппарата	16
4 Определение выявленной проблемы.....	22
5 Анализ состояния направляющего аппарата на гидроагрегате находящимся в ремонте.	24
6 Определение протечек через закрытый направляющий аппарат	30
7 Контроль за техническим состоянием гидроагрегата, находящимся в резерве	32
8 Анализ данных	40
9 Заблаговременное выявление дефекта.....	45
10 Возможные варианты решения выявленной проблемы	48
10.1 Отклонение параметров гидроагрегата от оптимального значения	48
10.1.1 Пример определения отклонения параметра гидроагрегата от оптимального значения.....	50
10.2 Создание алгоритма расчета работы циклов насосов МНУ	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	56

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей на гидроэлектростанциях является обеспечение надежной работы гидроагрегатов.

Применяемые в настоящее время методы обнаружения дефектов, не могут в полной мере обеспечить требуемую надежность работы оборудования. Поскольку они не в полной мере используют все современные возможности.

В настоящее время все данные, полученные от датчиков хранятся в АСУ ТП (Автоматизированной системе управления технологическим процессом). А их обработка и анализ производятся только по факту аварии, или срабатывания какой-либо защиты.

В данной работе показано, как на основе имеющихся данных, хранящихся в АСУ ТП можно осуществлять «онлайн» мониторинг параметров, изменение которых может свидетельствовать о дефектах направляющего аппарата.

Используя микропроцессорные средства возможно реализовать алгоритмы, которые позволят определять состояние направляющего аппарата в процессе эксплуатации с выдачей предупредительного сигнала без осушения проточной части.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ковалев, Н.Н. Гидротурбины. Конструкции и вопросы проектирования – «Машиностроение» 1971. – 584 с.
2. Штерн. Е.П. Справочник по эксплуатации и ремонту гидротурбинного оборудования / Е.П. Штерн, М.И. Гальперин, А.Ф. Дмитрухин и др.; под ред. Штерн Е.П. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 368с.
3. Гидроэлектростанции: Учеб. Пособие / В. И. Брызгалов, Л. А. Гордон. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. 541с.
4. Мамышев Д. Контроль протечек воды через закрытый направляющий аппарат и уплотнения вала гидротурбины // Общество с ограниченной ответственностью "Агентство перспективных научных исследований" - 2020 - №9-1 – с.11-14.
5. Пеклер В., Панфилов Н., Абозин И., Бахарева В. Применение антифрикционных углепластиков в гидротурбинах // Центральный НИИ конструкционных материалов "Прометей" - 2002 - №3 – с.83-87.
6. Руденко А., Байков А., Мишакин В. Повышение эксплуатационной надежности лопаток направляющих аппаратов гидротурбин // Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности - 2013 - №4 – с.68-71
7. Руденко А.Л. Оценка фактического состояния, остаточного ресурса и эффективности модернизации лопаток направляющего аппарата гидротурбины: Автореф.. канд. техн. наук: 01.02.06 / Руденко Александр Леонидович; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е. Алексеева, 2015 – 22 с.
8. Михайлов И. Аналитический метод определения направления скоростей на входе в статор и направляющий аппарат гидротурбин // : Научно-техническая фирма "Энергопрогресс" - 2018 - №12 – с.37-41.
9. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. [Текст]. – Изд. Офиц. – М. :Изд-во Гос.ком.стандартов СССР, 1989. – 34 с.




10. Справочник по эксплуатации и ремонту гидротурбинного оборудования. Штерн Е. П., Гальперин М. И., Дмитрухин А. Ф. и др.; Под ред. Штерна Е. П. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 368с.

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, дата инициалы, фамилия
« 21 »  2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ
НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции


Научный
руководитель


подпись, дата

Доцент кафедры ГГЭЭС
СШФ СФУ
должность

В.И. Татарников
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

Д.Д. Высоких
инициалы, фамилия

Рецензент


подпись, дата

Инженер СМО Филиала
ПАО «РусГидро» — «Саяно-
Шушенская ГЭС имени
П.С.Непорожнего»
должность

М.А. Ананьев
инициалы, фамилия

Нормоконтролёр


подпись, дата

А.А. Чабанова
инициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021