

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 НОВОГО МЕТОДА ФИЛЬТРАЦИОННОГО
КОНТРОЛЯ ЗА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИМИ СООРУЖЕНИЯМИ**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Руководитель	_____	<u>Старший преподаватель</u> <u>кафедры ГГЭЭС СШФ СФУ</u> должность	<u>А.М. Волошин</u> инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>А.К. Розикова</u> инициалы, фамилия
Рецензент	_____	<u>Инженер 1 категории</u> <u>СМГТС Филиала ПАО</u> <u>«РусГидро»-«Саяно-</u> <u>Шушенская ГЭС имени</u> <u>П.С. Непорожного»</u> должность	<u>В.В. Колторакова</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролёр	_____		<u>А.А. Чабанова</u> инициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021

АННОТАЦИЯ

Тема магистерской диссертации. Разработка нового метода фильтрационного контроля за гидротехническими сооружениями.

Объем диссертации составляет 45 страниц, которые включают в себя 11 рисунков, 11 таблиц, 6 формул. Список использованных источников включает в себя 8 наименований.

Объект исследования: Бетонная плотина ГЭС.

Предмет исследования: Фильтрация воды через тело плотины.

В магистерскую диссертацию входят 2 главы:

В первой главе производится анализ существующих методов фильтрационного контроля. Определяются основные проблемы существующих методов.

Во второй главе описывается предлагаемый прототип устройства измерения фильтрационного расхода, этапы его разработки и опробования.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, бетонная плотина, фильтрация, гидротехническое сооружение, контроль, Arduino, оптический датчик, микроконтроллер, расход воды.

АВТОРЕФЕРАТ

Актуальность. Как показал опыт отечественной и зарубежной практики, ГТС характеризуются как сооружения повышенной потенциальной опасности, для обеспечения надежности и безопасности ГТС необходим постоянный контроль. В связи с этим актуальна задача по разработке нового метода фильтрационного контроля, способного точно определять фильтрационные расходы воды, повысив тем самым производительность труда, ускорить процесс измерения, исключить ошибки.

Объект исследования: Бетонная плотина ГЭС.

Предмет исследования: Фильтрация воды через тело плотины.

Цель работы: Разработать новый метод фильтрационного контроля, основанный на использовании разработанного устройства, предназначенного для измерения фильтрационного расхода.

Основные задачи:

1. изучение существующих методов измерения фильтрационного расхода воды;
2. изучение их недостатков;
3. разработка прототипа устройства для измерения фильтрационного расхода;
4. опытные испытания прототипа устройства.

Методы исследования: анализ, синтез, классификация, обобщение, системный подход, сравнение.

Научная новизна. Разработка устройства измерения фильтрационного расхода.

Практическая ценность:

1. ускорение, упрощение измерения фильтрационных расходов через бетон плотины;
2. исключение ошибок в измерениях;
3. повышение производительности труда.

ABSTRACT

Relevance. As the experience of domestic and foreign practice has shown, GTS shows how structures of increased potential danger, constant monitoring is necessary for the reliability and safety of GTS. In this regard, the task of developing a new method of filtration control that can accurately determine filtration costs, thereby increasing labor productivity, speeding up the measurement process, and identifying errors is urgent.

Research object: Concrete dam of a hydroelectric power station.

Subject of research: Filtration of water through the body of the dam.

Purpose of the work: To develop a new method of filtration control based on the use of the developed device designed to measure filtration flow.

Main goals:

1. use of methods for measuring filtration water flow rate;
2. viewing their shortcomings;
3. development of a device for measuring filtration flow;
4. experimental testing of the device;
5. completion of the device.

Research methods: analysis, synthesis, classification, generalization, systems approach, comparison.

Scientific novelty: Development of a device for measuring filtration flow.

Practical value:

1. acceleration, simplification of the measurement of filtration rates through the concrete of the dam;
2. elimination of errors in measurements;
3. increase in labor productivity.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Анализ существующих методов измерения расхода воды.....	9
1.1 Механический метод.....	9
1.1.1 Турбинный расходомер.....	9
1.1.2 Вихревой метод.....	10
1.1.3 Ультразвуковой расходомер.....	11
1.1.4 Объёмные счётчики.....	12
1.1.5 Ролико-лопастные расходомеры.....	12
1.1.6 Шестерёнчатые расходомеры.....	13
1.2 Расходомеры переменного перепада давления.....	14
1.2.1 Расходомеры с сужающими устройствами.....	14
1.2.2 Трубка Пито.....	15
1.2.3 Расходомеры с гидравлическим сопротивлением.....	15
1.2.4 Центробежные расходомеры.....	15
1.3 Ротаметр.....	16
1.4 Электромагнитные расходомеры.....	17
1.5 Кориолисовые расходомеры.....	17
1.6 Калориметрические расходомеры.....	18
1.7 Объёмный метод.....	19
2 Разработка фотооптического метода измерения скорости потока воды	20
2.1 Разработка программного кода для измерения скорости перемещения с помощью PAW3401 и Arduino UNO:.....	21
2.2 Проверка достоверности измерений.....	25
2.2.1 Разработка программного кода для управления скорости вращения шагового двигателя:.....	28
2.3 Описание фотооптического датчика ADNS-3080.....	32
2.3.1 Разработка программного кода для ADNS-3080.....	36

2.4	Гарантированное электропитание датчика	37
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	38
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	40
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	41

ВВЕДЕНИЕ

Федеральный закон №117 «О безопасности гидротехнических сооружений» требует от собственника и (или) эксплуатирующей организации ГТС обеспечивать контроль (мониторинг) за показателями состояния гидротехнического сооружения, природных и техногенных воздействий и на основании полученных данных осуществлять оценку безопасности гидротехнического сооружения, в том числе регулярную оценку безопасности гидротехнического сооружения и анализ причин ее снижения с учетом работы гидротехнического сооружения в каскаде, вредных природных и техногенных воздействий, результатов хозяйственной и иной деятельности, в том числе деятельности, связанной со строительством и с эксплуатацией объектов на водных объектах и на прилегающих к ним территориях ниже и выше гидротехнического сооружения [1]. ГТС характеризуются как сооружение повышенной потенциальной опасности. Необходимость совершенствования системы наблюдения за ГТС обусловлена масштабом стихийных бедствий, возникающих в случае аварии, поэтому обеспечение надежности и безопасности ГТС является важнейшей задачей.

Фильтрация через тело плотины имеет ряд негативных факторов таких как, разрушение плотины, опасность повреждения оборудования.

Фильтрация через тело бетонной плотины трудно прогнозируема, и по мере возникновения водопроявлений в ней следует установить контроль за фильтрационными расходами, процессами выщелачивания бетона и т.д.

Принцип сбора фильтрующейся через бетон воды заключается в организации измерения расходов, поступающих из конструктивных, строительных швов, трещин, и т.д. в пределах каждой смотровой галереи, а, возможно, и отдельных участков.

В настоящее время существует большое количество способов контроля за ГТС, но есть часть проблем, которые не решены. В частности, не решен вопрос фильтрационного контроля за ГТС. Проблемы в том, что жидкость,

фильтрующаяся через бетон, несет в себе вымытые осадки, цемент, которые со временем налипают и это препятствует применению подвижных лопастей для ФК, потому что они затираются, налипают и прекращают функционировать в таких жестких условиях. Нами был проведен анализ существующих методов фильтрационного контроля за ГТС, который представлен в пункте 1, по результатам которого была определена актуальность разработки фотооптического бесконтактного метода измерения фильтрационного расхода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы нами были изучены различные методы измерения расходов воды. Были определены основные проблемы, возникающие при измерении. Также нами был предложен новый метод измерения расхода воды.

На основании, предложенного метода, был разработан прототип устройства. Далее был проведен ряд экспериментов, в ходе которых было выявлено, что прототип способен с высокой точностью, измерять скорость. Но данный прототип способен к измерениям только при контакте с поверхностью, поэтому для дальнейшего исследования мы перешли к датчику ADNS – 3080 с собственной оптической системой, которая позволяет производить бесконтактно измерения.

На данный момент работы по созданию фотооптического прототипа устройства измерения фильтрационного расхода воды продолжаются, и в скором времени прототип будет сделан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

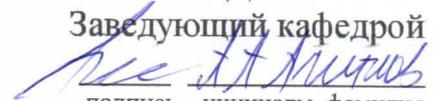
1. Федеральный закон от 23.06.1997 №117 – ФЗ (ред. От 08.12.2020) "О безопасности гидротехнических сооружений" // Собрание законодательства РФ. – 2006. – №232.
2. СТО 17330282.27.140.004-2008. Контрольно-измерительные системы и аппаратура гидротехнических сооружений ГЭС. Условия создания. Нормы и требования. Введ. – 2008-04-15. М.: ОАО РАО «ЕЭС России», 2008.
3. Техническая информация оптический датчик мыши PAW3401. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.picbasic.ru/fr/1/PAW3401_SPEC_V1.pdf
4. Розикова А.К., Разработка нового метода фильтрационного контроля за гидротехническими сооружениями / Гидроэлектростанции в XXI веке : сб. материалов VII Всерос. науч.-практ. конф., Саяногорск; Черемушки, 12 мая 2020 г.; отв. за вып. А.В. Толмачев. – Саяногорск; Черемушки : Саяно-Шушенский филиал Сибирского федерального университета, 2020. – 437 с.: ил.
5. Розикова А.К., Разработка нового метода фильтрационного контроля за гидротехническими сооружениями / Гидроэлектростанции в XXI веке : сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф., Саяногорск; Черемушки, 14 – 16 апреля 2021 г.; отв. за вып. А.В. Толмачев. – Саяногорск; Черемушки : Саяно-Шушенский филиал Сибирского федерального университета, 2021. – 408 с.: ил.
6. Микроконтроллеры [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.qrz.ru/schemes/contribute/microcontrollers/%20wvod_taktovyh_signalov%20_dla_mikrokontrollera.html
7. Arduino Uno Datasheet [Электронный ресурс]: –Режим доступа: https://hcomp.ru/downloads/arduino/UNOr3/arduino_uno_r3_RUS.pdf
8. ADNS – 3080 Datasheet [Электронный ресурс]: –Режим доступа: <http://datasheet.elcodis.com/pdf/26/0/260057/adnk-3083.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

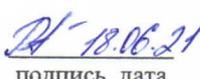

подпись инициалы, фамилия
« 18 » 06 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА ФИЛЬТРАЦИОННОГО
КОНТРОЛЯ ЗА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИМИ СООРУЖЕНИЯМИ**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

13.04.02.06 Гидроэлектростанции

Руководитель	 подпись, дата	Старший преподаватель кафедры ГГЭЭС СШФ СФУ должность	<u>А.М. Волошин</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата		<u>А.К. Розикова</u> инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата	Инженер I категории СМГТС Филиала ПАО «РусГидро»-«Саяно- Шушенская ГЭС имени П.С. Непорожного» должность	<u>В.В. Колторакова</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролёр	 подпись, дата		<u>А.А. Чабанова</u> инициалы, фамилия

Саяногорск; Черемушки 2021