

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ НА НАЛИЧИЕ ПРОТЕЧЕК В КОРПУСЕ ПОВОРОТНО-ЛОПАСТНОГО РАБОЧЕГО КОЛЕСА

Полежаева Анастасия Ивановна

аспирант, Сибирского федерального университета, РФ, г. Красноярск

SUGGESTIONS FOR AUTOMATION OF THE CONTROL SYSTEM FOR THE PRESENCE OF LEAKS IN THE HULL OF THE SWIVEL-IMPELLER

Anastasia Polezhaeva

Graduate student, Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

Аннотация. Объектом исследования при написании статьи послужили поворотно-лопастные гидротурбины.

Целью работы является предложение решения по автоматизации системы контроля на наличие протечек в корпусе рабочего колеса поворотно-лопастной гидротурбины.

Научная новизна. В данной работе предложен способ контроля за протечками в корпусе поворотно-лопастного рабочего колеса, внедрение которого поможет улучшить экологическое состояние окружающей среды.

В работе раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, указывается его значимость, ставятся цели и задачи, необходимые для её реализации. Также выбран способ передачи сигнала из корпуса рабочего колеса на щит управления гидротурбиной и представлены предлагаемые схемы прокладки кабеля и остального оборудования.

Abstract. The object of the research when writing the article was rotary-blade hydraulic turbines.

The aim of the work is to propose a solution for the automation of the control system for leaks in the impeller housing of a rotary-blade turbine.

Scientific novelty. In this paper, a method for controlling leaks in the housing of a rotary-blade impeller is proposed, the introduction of which will help to improve the ecological state of the environment.

The work reveals the relevance of the study in the chosen direction, indicates its significance, sets goals and objectives necessary for its implementation. The method of signal transmission from the impeller casing to the hydraulic turbine control panel was also selected and the proposed schemes for laying the cable and other equipment are presented.

Ключевые слова: гидроагрегат; поворотно-лопастное рабочее колесо; «экологически чистая» гидротурбина; оптоволоконный кабель; оптический датчик; оптико-электрический преобразователь.

Keywords: hydraulic unit; rotary-blade impeller; “environmentally friendly” hydraulic turbine; fiber optic cable; optical sensor; optical-electric converter.

Поворотно-лопастные рабочие колеса применяют для осевых и диагональных гидротурбин. Особенностью турбины, обусловившей ее название, является возможность разворота лопастей (которых может быть от 3 до 8 штук). Как правило, в рабочем колесе размещают сервомотор, поршень которого перемещается под давлением масла. Масло в сервомотор поступает от золотника через трубопроводы, маслоприемник и штанги, расположенные внутри вала. Поступательное перемещение поршня через передаточный механизм приводит к повороту лопастей.

Для слива масла из полостей рабочего колеса при его ремонте предусматривают специальный клапан, расположенный в нижней части конуса-обтекателя. Чтобы избежать при работе турбины протечек масла из втулки через зазоры между цапфами и корпусом в камеру рабочего колеса, а также проникновения воды через эти же зазоры внутрь корпуса, по периферии фланца лопасти устанавливают специальные уплотнения, которые при ремонте или ревизии могут быть сняты и заменены без демонтажа лопасти.

В случае нарушений в работе уплотнений лопастей поворотно-лопастные турбины могут нанести непоправимый вред экологии реки. Турбины этого типа могут содержать во втулке рабочего колеса (РК) несколько тонн масла. Количество поворотно-лопастных гидротурбин составляет только в России 300 штук, а в общем объеме установленного гидротурбинного оборудования - не менее 15%.

Основным вопросом, осложняющим эксплуатацию, является возможность протечек масла из рабочего колеса в воду. Из опыта эксплуатации гидротурбинных энергетических установок следует, что до 5% всех аварийных остановов гидроагрегатов связано с нарушением герметичности уплотнений гидротурбин. Устранение возникающих в межремонтный период недопустимых протечек масла требует внепланового вывода агрегатов из эксплуатации для осушки проточной части турбин и проведения ремонтных работ. Простои гидроагрегатов из-за неудовлетворительной герметизации узлов снижают технико-экономические показатели работы оборудования, и изменение этой ситуации возможно при условии создания более эффективных и надежных уплотнений, а также в результате глубокой модернизации эксплуатируемых уплотнительных устройств.

При появлении необходимости создания системы контроля на наличие протечек в корпусе поворотно-лопастного рабочего колеса возникает проблема в выборе типа датчика. Невозможность установки датчика, основанного на передаче радиосигнала, в корпус рабочего колеса поворотно-лопастной гидротурбины заключается в наличии так называемой антенны. Так как любая гидротурбина поворотно-лопастного типа содержит турбинное масло, то наличие электрического тока в ней недопустимо. По этой причине такой способ передачи связи как радиосигнал не может быть использован во вращающейся части гидроагрегата.

Альтернативным вариантом передачи сигнала является оптоволоконная связь. Оптоволоконно-одно из самых современных и надежных сред передачи данных при прокладке и настройке линий волоконной связи. Она представляет собой многопарный кабель, состоящий из жил, обернутых в специальную оплетку. Жилы производятся из специального полимера - и сделаны таким образом - что ее "стенки" получают идеально гладкими.

Таким образом, система контроля на наличие протечек в корпусе поворотно-лопастного рабочего колеса будет автоматизирована на основе использования двух различных способов передачи сигнала. Непосредственно в корпусе рабочего колеса будет располагаться датчик уровня жидкости, который помимо своей основной задачи, различает жидкую среду в зависимости от её плотности. Это необходимо для определения вида протечек, так как это может оказаться и вода, и масло. Сигнал с этого датчика будет передаваться по оптоволоконному кабелю вверх вдоль вала до уровня маслоприемника, после чего с помощью преобразователя становится радиосигналом и отображается на щите управления.

Таким устройством является преобразователь оптического сигнала в электрический, содержащий параллельно подключенные к двум общим электрическим шинам, первая из которых является задающим входом преобразователя, фотоячейки, каждая из которых включает последовательно соединенные фоточувствительный элемент и пьезоэлектрический резонатор, каждый из которых имеет отличную от других толщину пьезоэлектрического слоя, причем задающий вход преобразователя является входом широкополосного сигнала, отличающийся тем, что, с целью увеличения точности преобразования путем обеспечения возможности повышения рабочих частот, фотоячейки выполнены на единой полупроводниковой подложке с отверстиями, фоточувствительные элементы выполнены в виде высокочастотных фотодиодов, расположены на одной плоскости с пьезоэлектрическими резонаторами и соединены с ними введенным единым электродом, причем пьезоэлектрический резонатор выполнен в виде заключенного между тонкопленочными металлическими слоями пьезоэлектрического слоя, расположенного на диэлектрической тонкопленочной мембране, которая прикреплена к краям.

Одним из основных достоинств данного проекта является его экономичность. Она заключается в том, что стоимость установки системы контроля для одного гидроагрегата составляет порядка 90 тысяч рублей, что более чем в два раза меньше, чем «экологические штрафы» за загрязнение окружающей среды.

Список литературы:

1. Демьянов, В.А. Расчетно-экспериментальное обоснование конструкции экологичных поворотно-лопастных гидротурбин : диссертация ... кандидата технических наук : 05.04.13 / Демьянов Владимир Александрович. – Санкт-Петербург, 2013. – 151 с.
2. Волков Д.Р. Опыт разработки и внедрения САУ и дистанционного контроля МГЭС / Д.Р. Волков // Гидротехника. – 2016. - №1. – С. 10.
3. Захаров А.А. Измерительные системы на основе волоконно-оптических датчиков для мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений / А.А.Захаров // Гидротехника. – 2015. – №3. – С.27.
4. Ю.С. Васильев Машиностроение. IV-20 : науч. изд. / Ю.С. Васильев, В.А. Умов, Ю.М. Исаев. – Москва : Машиностроение, 1984. – 584 с.
5. Андреев В.Б. Справочник по гидротурбинам : науч. изд. / В.Б. Андреев, Г.А. Броновский, И.С. Веремеенко. – Москва : Машиностроение, 1984. – 465 с.
6. Броновский Г.А. Технология гидротурбостроения : науч. изд. / Г.А. Броновский, А.И. Гольдфарб, Р.К. Фасулати. – Москва : Машиностроение, 1970. – 378 с.
7. Уголовный кодекс Российской Федерации : федеральный закон от 13.06.1996 № 63-ФЗ – Москва 2018. – 224 с.
8. Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/>
9. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
10. Каталог «Испытательное оборудование» [Электронный ресурс]// АО «ПриСТ». – Режим доступа: <https://prist.ru/>