

Журнал Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлиги томонидан 2018 йил 8 сентябрда 0989-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган.

Журнал тахририят компютерида терилди ва саҳифаланди.

Тахририятта тақдим этилган материаллар тақриз этилмади ва эгаларига қайтарилмади. Муаллиф фикри тахририят нуктаи назаридан фарқ қилиши мумкин.

Тахририят манзили:  
Тошкент шаҳри, Шайхонтохур  
тумани, А.Навоий кўчаси, 22-уй.  
Телефон: +99 871 241 08 59  
+99 871 241 14 90  
E-mail: gidromedia@inbox.uz  
uzgidrojurnal@inbox.ru

III сентябрь 2019

<b>Сўз боши</b> Барқарор самарадорлик сари ..... 2	Маъмуржон АБДУХАЛИЛОВ. Определение и изучение потенциальных мест в Наманганском, Андижанском и Ферганском областях для установки микро ГЭС ..... 35
<b>Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар</b> “Чороқ ГЭСининг фаолияти хавфсизлигини ошириш” инвестиция лойиҳасини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида ..... 3 Приложение № 1 к постановлению Кабинета Министров от 22 августа 2019 года № 706 ..... 4 Приложение № 2 к постановлению Кабинета Министров от 22 августа 2019 года № 706 ..... 5	Муродулло МУХАММАДИЕВ, Айдар НАСРУЛИН, Абдурауф АБДУЛАЗИЗ угли, Алишер БОЛИЕВ. Вопросы экологической экспертизы малых гидроэлектростанций с использованием информационных технологий ..... 37 Александр ХОХЛОВ, Владимир ХОХЛОВ, Жанна ТИТОВА, Азамат КУРБОНОВ. Обоснование энергетической и экономической эффективности строительства малых ГЭС и ГАЭС на наливных водохранилищах Узбекистана ..... 39
<b>Бош муҳаррир минбари</b> Инвестициявий лойиҳалар – гидроэнергетика соҳасини ривожлантириш омили ..... 6	Олег ГЛОВАЦКИЙ, Наира НАСЫРОВА, Садык ГАДАЕВ, Шерзод ОЧИЛОВ. Оценка эффективности эксплуатации совместной работы ветроэнергетических установок ..... 46 Олег ГЛОВАЦКИЙ, Абдирауф АБДУЛАЗИЗ угли, Алишер БОЛИЕВ, Абдулазиз АБДУГАФФАРОВ. К вопросу применения новых диагностических систем на Чарвакской ГЭС ..... 50
<b>Investment activities</b> Davron MANSUROV. Investment activities of JSC “Uzbekgidroenergo” ..... 8	Одилжон НИЗАМОВ, Сайитмурот МАХКАМОВ. Повышение надежности противофильтрационных облицовок крупных ирригационных каналов ..... 54 Тулкин МАВЛАНОВ, Элёр ТОШМАТОВ. Расчет призматических элементов гидротехнических сооружений численным методом ..... 58
<b>Модернизация</b> Шахрихон ГЭСлар каскади таркибидаги Жанубий Фарғона канали ГЭС-1 модернизацияси яқунлари ва ишга туширилиши ..... 10	<b>Scientific, technical, theoretical foundations</b> German TRESHCHALOV. Usages of free-flow hydraulic turbines and boosting their energy efficiency ..... 61
<b>Янги ГЭС қурилиши</b> Авазбек ЗОКИРОВ. Охангарон дарёсида Қамчиқ кичик ГЭС қурилиши ..... 11 Қуйи Чотқол ГЭС қурилиши бошланди ..... 12 Акмаль САМЕДЖАНОВ. Микро ГЭСларни бунёд этиш истиқболларига доир ..... 13	<b>ГЭСлар тарихи</b> Тошкент ГЭСлар каскади таркибидаги Бўзсув ГЭС ..... 65 Тошкент ГЭСлар каскади таркибидаги Буриқар ГЭС-4 ..... 67
<b>Халқаро ҳамкорлик</b> Хулқар ЖҲРАЕВА. Гидроэнергетика соҳасида Ўзбекистон – Хитой ҳамкорлик муносабатлари ..... 16	<b>Жаҳон ГЭСлари</b> Эрнес ИБРАИМОВ. Асуан гидроузели ..... 68 Азимжон ЗАЙДУЛЛОЕВ. Таум Саук (Taum Sauk) – энг ноодатий ГАЭС ..... 70
<b>Гидротехнические сооружения</b> Зафар ИРИСБОЕВ. Обеспечение безопасности крупных и особо важных гидротехнических сооружений ..... 18	<b>Йирик ГЭСлар</b> Ортиқхўжа НОРОВ. Америкадаги энг катта ГЭС ..... 71
<b>Соҳадаги халқаро ҳуқуқий ҳужжатлар</b> Умид САЙДАХМЕДОВ. Трансгегаравий сув оқимларида гидротехник иншоотларига доир ..... 19 Хайдарали ЮНУСОВ. Йирик тўғонлар ва ГЭСлар қуришда атроф-муҳитга трансгегаравий таъсирни баҳолаш шакллари, усуллари ва босқичлари ..... 22	<b>Соҳа фахрийлари</b> Гидроэнергетика фидойиси ..... 72
<b>Научно-технические, теоретические основы</b> Алимхон САРИМСОКОВ, Сирожиддин ЭРГАШЕВ. Инженерное решение и использование свободно поточных микро ГЭС на малых водных реках и каналах Ферганской области ..... 28 Сирожиддин ЭРГАШЕВ, Оббосхон КУЛДАШОВ. Микро ГЭС с использованием гравитационного давления геотермальных вод ..... 30 Раҳматжон ЭРКАБОЕВ, Сирожиддин ЭРГАШЕВ, Оббосхон КУЛДОШЕВ, Сардор ЮСУПОВ, Умид РУСТАМОВ. Микро ГЭС для индивидуальных потребителей ..... 33	<b>Тивим корхоналари</b> Қаҳрамон ФАТИЛЛАЕВ. Гидроэнергетика соҳасининг муҳим бўғини ..... 73
	<b>Тивимдаги тадбирлар</b> “Жонажон Ўзбекистоним, мангу бўл омон!” ..... 75
	<b>Гидроэнергетика луғати</b> Асосий тушунчалар ..... 76

<b>Тахрир хайъати</b> Абдугани САНГИНОВ Жаҳонгир ТУРҲУНОВ Бекзод АМИРСАИДОВ Фозил МАХМУДОВ Иноят СУНАТОВ	Тоҳиржон СУЛТАНОВ Баҳриддин ҲАСАНОВ Муродилло МУХАММАДИЕВ Ислом АБДУРАҲМОНОВ	<b>Бош муҳаррир</b> Рашид БОЙҚУЛОВ	<b>Масъул муҳаррирлар</b> Хулқар ЖҲРАЕВА Акмаль САМЕДЖАНОВ Саҳифаловчи дизайнер Темуржон БҮРИБОЕВ
---	---	---------------------------------------	---

## К вопросу применения новых диагностических систем на Чарвакской ГЭС

*Олег ГЛОВАЦКИЙ, доктор технических наук, профессор,  
Абдирауф АБДУЛАЗИЗ угли, ассистент,  
Алишер БОЛИЕВ, ассистент,  
Абдулазиз Абдугаффаров, магистр,  
Ташкентский государственный технический университет им.Ислама Каримова*

### Аннотация

Целью исследований является создание новых диагностических систем с возможностью их альтернативного применения на Чарвакской ГЭС. Представлена методика диагностирования насосных агрегатов, которая может быть использована для предотвращения и развития аварийных ситуаций крупных станций путем оперативного выявления причин нарушения работоспособности сооружений и агрегатов. Обоснованы способы вибрационного контроля и способ диагностики, когда сигнал о состоянии элементов снимают постоянно с учётом сейсмического мониторинга и на основании полученных данных определяют их остаточные ресурсы.

**Ключевые слова:** надежность сооружений и оборудования, вибрация, вибрационная прочность, сейсмоприемники, сейсмический мониторинг

Основные сооружения Чарвакской ГЭС расположены в горловой части ущелья в предгорьях Тянь-Шаня, переходной зоне от равнины к горам.

– В состав Чарвакского гидроузла входят сооружения напорно-станционного узла на правом берегу, включая глубинный водоприемник ГЭС, подводящие напорные туннели ГЭС, здание ГЭС с отводящим каналом.

В таблице 1 приведены основные параметры Чарвакской ГЭС.

Сейсмичность района расположения Чарвакской ГЭС в период проектирования и строительства объекта принята 8 баллов, которая подтверждена введенным СНиП II–А.12–69.

В верхней зоне левобережного примыкания и для галечниковых отложений вне тела плотины – 9 баллов. Эта расчетная сейсмичность площадки Чарвакской плотины и была заложена в расчеты сооружений.

На Чарвакской ГЭС установлена и с 1978 года начала функционировать автоматизированная инженерно-сейсмометрическая служба с централизованным сбором информации с точек наблюдения и автоматическим контролем и диагностикой регистрирующих каналов. Измерительные точки оборудованы высокочувствительными сейсмографами для

### Annotation

The research objective is to create new diagnostic systems with the possibility of their alternative application at the Charvak HPP. A technique for diagnosing pumping units is presented, which can be used to prevent and develop emergencies of large stations by quickly identifying the causes of malfunctioning of structures and assemblies. The methods of vibration control and the diagnostic method are justified, when the signal on the state of the elements is continuously removed taking into account seismic monitoring and based on the data obtained, their residual resources are determined.

**Key words:** reliability of structures and equipment, vibration, vibration strength, geophones, seismic monitoring.

записи землетрясений. Следует отметить, что Автоматизированная сейсмометрическая станция наблюдений (АССН) на Чарвакской плотине, организованная Институтом сейсмологии, первая в бывшем Союзе.

Сейсмоприемники установлены в 23 наблюдательных точках на гребне, бермах, в ядре, в цементационной потерне и в бортах каньона. В связи с тем, что приборное и программное оснащение сейсмометрической службы, установленное в 1977-1993 гг. оказалось физически изношенным и морально устаревшим, с 2008 года были начаты работы по модернизации этой службы Чарвакской ГЭС.

Среди мероприятий, запланированных Актом обследования по обеспечению надежности эксплуатации гидросооружений Чарвакской ГЭС в 2005 году, было намечено: “Реманимировать автоматизированную систему сейсмометрических наблюдений, провести исследования по уточнению расчетных значений сейсмометрических ускорений для основания плотины по вероятностной методике”. В соответствии с Постановлением Кабинета Министров страны №191 от 07.07.2009 г. предусмотрена установка цифровой многоканальной системы сейсмического мониторинга плотины с 48 пунктами наблюдений по

Таблица 1. Основные параметры Чарвакской ГЭС

Технические характеристики		Единица измерения	Параметры
Тип гидроэлектростанции			приплотинная
Количество агрегатов		шт	4
Установленная мощность		МВт	620,5, после модернизации 666,0 МВт
Гарантированная мощность		МВт	72
Среднегодовая выработка электроэнергии		млн. кВт·ч	2000
Режим использования			суточное регулирование
Расчетный расход ГЭС		м³/с	500
Напоры	максимальный	м³/с	148,6
	расчетный	м³/с	118,0
	минимальный	м³/с	90,0
	рабочий	м³/с	90,0
Отметки уровня верхнего бьефа наивысший (ФПУ) наинизший (УМО)	нормальный (НПУ)	м	891,25
		м	835,00
Отметки уровня нижнего бьефа минимальная, при Q = 90 м³/с	максимальная, при Q = 2000 м³/с	м	745,70
		м	741,40

закрепленным на плотине датчикам с цифровыми регистраторами по синхронизации времени с GPS.

На теле плотины размещено 24 железобетонных бокса (камеры), в которые установлены сейсмометры, по три компонента в каждом. Часть из них в течение многих лет эксплуатации пришла в негодное состояние. В настоящее время доступны 16 боксов. Всего 48 сейсмометров. Внедрение многоканальной системы мониторинга позволяет непрерывно контролировать уровень вибраций на всех участках тела плотины, в случае сейсмических событий определять ускорения у основания и на гребне плотины (путем пересчета) и определять балльность воздействия, контролировать сейсмическую активность на дне и в окрестностях водохранилища, путем спектрального анализа контролировать состояние тела плотины и выявлять возможные "ослабленные" места, теряющие сцепление с окружающей породой.

Согласно Акту обследования надежности технического состояния и безопасной работы

гидротехнических сооружений и механического оборудования УП "Каскад Урта-Чирчикских ГЭС" от 06.07.2015, АССН Чарвакской ГЭС включало оборудование, указанное в таблице 2.

Регистраторы "Webtronics 16-Bit-ADC-USB" никогда не представлялись для регистрации как средство измерения. Сейсмометрический контроль в машинном зале ГЭС не производится. Не исключается заливка водой постаментов с сейсмодатчиками.

Учитывая условия размещения датчиков на Чарвакской ГЭС, предлагается замена или дооборудование АССН трехкомпонентными пьезоэлектрическими сейсмоприемниками (в качестве примера – серии А17, разработанными и производимыми ЗАО "Теоакустика", г. Москва). Датчики предлагается размещать в сейсмокамерах и нишах на высоте 1,5 метра, что исключает их затопление при самых неблагоприятных условиях.

В качестве варианта для регистрации и передачи информации рассмотрено использование Комплексов сейсмометрических на-

Таблица 2. Измерительное оборудование АССН

Наименование приборов	Место установки	Количество		
		по проекту	установлено	действующих
Сейсмоприемник ОСП	Основание, борта плотины	66	66	48
Регистраторы Webtronics (количество измерительных каналов)	Помещение ЦП	6 (48)	6 (48)	6 (47)
Промышленный компьютер MEC-5002	Помещение ЦП	1	1	1
ИБП NOVA-600AVR	Помещение ЦП	1	1	1

блюдений измерительных (КСНИ-ВНИИГ), производства АО "ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева", Санкт-Петербург.

АССН обеспечивает двусторонний обмен данными с внешними системами обработки с используемой программой "WinSDR" фирмы "Webtronics", США.

Сейсмометрические датчики обеспечивают следующее значение потребительских характеристик:

- Рабочий диапазон частот составляет – 0.3 - 45 Гц;

- Минимально возможное для регистрации эффективное значение ускорения составляет  $1,0 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>;

- Минимально возможное для регистрации эффективное значение скорости с выхода интегратора составляет  $1,0 \cdot 10^{-5}$  м/с;

- Эффективное максимальное значение скорости для частоты 0,25 Гц - 1,27 м/с;

- Эффективное максимальное значение скорости для частоты 1 Гц - 0,32 м/с;

- Эффективное максимальное значение скорости для частоты 45 Гц - 0,007 м/с.

Вероятность безотказной работы комплексов в течение 5 лет при доверительной вероятности 0,8 не менее – 0,95, срок службы – 10 лет.

Модернизации АССН, предложенная Институтом сейсмологии и Институтом механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз позволяет получение информации для оперативной оценки вероятности возникновения аварийной ситуации в результате воздействия землетрясения и принятия мер, адекватных степени выявленной опасности.

Испытательная машина, как правило, устанавливается на гребне плотины; при этом достигаются максимальные амплитуды колебаний в точках наблюдения. Ожидаемые амплитуды смещений, скоростей и ускорений определяются расчетом; значения гармонической возбуждающей силы надлежит выби-

рать таким образом, чтобы значения смещений (амплитуда) составляли 10-100 мкм.

В состав динамических характеристик сооружения входят собственные частоты колебаний, собственные формы колебаний, логарифмические декременты затухания по собственным формам колебаний.

Все эти величины определяются по амплитудно-частотным характеристикам (АЧХ), связывающим между собой. Пиковые (резонансные) значения АЧХ достигаются при значениях частоты воздействия, совпадающих с собственными частотами колебаний сооружения.

Диапазон регистрируемых землетрясений составляет 4 - 9 баллов. Однако на первых этапах инженерно-сейсмологических наблюдений целесообразно получение информации при землетрясениях и меньшей интенсивности.

Для сейсмологического мониторинга по периметру водохранилища необходима установка минимум 4-х комплектов [Таблица 3]:

Авторами рассматриваются новые методы обслуживания и техническая диагностика крупных насосных агрегатов для обеспечения надежности при их эксплуатации. Эксплуатация крупных станций ставит ряд таких проблем, которые не удастся решить без экспериментальных исследований. Для выявления основных причин отказов крупных агрегатов проводятся разработки современных систем диагностики и выбор методов диагностирования их технического состояния.

Целью исследований является проблема комплексной диагностики агрегатов и разработки приборов диагностики, ориентированных на экспорт [1,2]. Состояние агрегатов определяется рядом параметров, среди них необходимо выделить параметры (критерии) эффективности (мощность, КПД, коэффициент мощности, подача, напор) и диагностические параметры [1].

Результаты испытаний показали, что уро-

Таблица 3.

№	Прибор	Модель	Кол-во	Цена за ед., долл. США	Всего, долл. США
1	Сейсмометр цифровой (Guralp, Великобритания)	CMG-6TD	4	7 000	28 000
2	Регистратор (Guralp, Великобритания)	DM-24EAM	4	3 500	14 000



вень вибрации, зафиксированный, на опорных конструкциях агрегата имеет низкие значения, в амплитудном значении они имеют практически равные величины, наибольший размах виброперемещений отмечен на верхней крестовине и на корпусе насосного подшипника, где он составляет 30-35 мм.

В дальнейшем эти методы могут быть использованы для аналогичных станций разработанной системы диагностики (рис.).



Рис. Работа системы диагностики о состоянии оборудования

По программе исследований контрольным испытаниям на крупнейшем каскаде Каршинского магистрального канала (КМК) подлежали три агрегата. Авторами данной статьи создана полезная модель, которая может быть использована для предотвращения и развития аварийных ситуаций путем оперативного выявления их причин [4,5]. При натуральных испытаниях достигнуто повышение точности диагностирования и быстроты обнаружения причин нарушения работоспособности агрегатов. Это достигнуто тем, что устройство для виброакустического диагностирования содержит последовательно соединенные датчики вибрации, терцоктавный анализатор, блоки согласования, анализа предельных суммарных уровней вибрации и справочной информации [5].

#### Выводы:

1. Диагностирование крупных насосов позволило уточнить их техническое состояние и обосновать предложения по контролю их основных узлов при различных режимах эксплуатации. По результатам сравнительной оценки состояния, проведенной на основании разработанной методики и системы диагностики установлены приоритеты в проведении мероприятий по повышению надежности их эксплуатации.

2. Наиболее рациональным видом динамических испытаний является подконтрольная эксплуатация, систематическое наблюдение за изменением параметров и износа элементов эксплуатируемого насоса. При подконтрольной эксплуатации нет необходимости точно измерять абсолютные значения параметров, необходимо с высокой точностью фиксировать их изменение по времени и виброактивность. Эта методика может быть использована для агрегатов и гидроэнергетических сооружений.

#### Список использованной литературы:

1. Гловацкий О.Я., Насырова Н.Р., Эргашев Р.Р., Бекчанов Ф.А. Анализ диагностирования насосных агрегатов Джизакской головной насосной станции // Ирригация ва мелиорация №3(9), 2017. – С. 32-35.
2. Гловацкий О.Я., Насырова Н.Р., Бекчанов Ф.А. Повышение эффективности эксплуатации насосных станций оросительных систем // Научно-практический журнал "Пути повышения эффективности орошаемого земледелия". – Новочеркасск, №4(68), 2017. – 54-58 с.
3. Hopkins P., Fletcher R. A method for the monitoring and management of pipeline risk a simple pipeline risk audit (spra) // 7rd conference on "Advances in pipeline technologies and rehabilitation. – Abu Dhabi, 2009. – PP. – 28-36.
4. Гловацкий О.Я., Эргашев Р.Р. Суғориш тизимлари насос станцияларининг гидромеханик жиҳозлари ишончлилигини таъминлаш // Монография Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институтининг Илмий кенгаши томонидан чоп этишга тавсия қилинган (2018 йил 29 декабрдаги №5-сонли баённома). – Тошкент, 2019. – 150 б.
5. Гловацкий О.Я., Бекчанов Ф.А. Совершенствование методов диагностирования насосов крупных гидротехнических систем // Журнал Гидротехника, №2(55), Наука и технология, Санкт-Петербург, 2019. – С. 70-73.

