

УДК 699.841.002.5; 621.039; 621.311.25

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОАГРЕГАТА ГЭС

Макшаева М.И.¹, Суюмбаев Х.У.¹, Ногеров И.А.¹

¹ГОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, Россия (360004, Нальчик, ул. Чернышевского, 173), e-mail mad.maksh@mail.ru

Совокупность метода и средств измерения величин, характеризующих колебание, называется виброметрией. Необходимо в проведении таких измерений на энергетическом предприятии возникает по ряду причин, например, для определения виброактивности гидроагрегата при различных режимах работы технологического оборудования, при вибродиагностике машин и агрегатов, контроле их. Для проведения работ на гидроагрегате использовали средства регистрации динамических характеристик, которая состоит из инерционного датчика, блока обработки сигнала и компьютера. В основном в гидроагрегате слабым звеном являются подшипники скольжения, которые собираются по сегментно и дефект одного из сегментов приводит к биению гидроагрегата, в биение если более 80 мкм, то агрегат необходимо остановить. При таких значениях биения может произойти авария. В лучшем, снабдив гидроагрегаты стационарными измерительными средствами и вывести на пульт оператора. Мы знаем, что динамические характеристики влияют на работу гидроагрегата, а точнее на опорные конструкции.

Ключевые слова: колебание, виброметрия, гидроагрегат, динамические характеристики, технологическое оборудование.

ANALYSIS OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF HYDRAULIC UNITS GES

Makshaeva M.I.¹, Suyumbaev H.U.¹, Nogеров I.A.¹

¹GOU VPO "Kabardino-Balkarian State University. HM Berbekov "Nalchik, Russia (360004, Nalchik, Chernyshevskogo str., 173), e-mail mad.maksh@mail.ru

Set of methods and means of measurement values, characterized by fluctuations, called the vibrometer. It is necessary to carry out such measurements on power plant occurs for several reasons, for example, to determine vibroaktivnosti hydraulic unit under different operating conditions of the process equipment, with vibradiagnostike machines and units, control them. For work on the hydraulic unit using the dynamic characteristics of the detection means, which consists of the inertial sensor signal processing unit and the computer. Basically, the weakest link in the hydraulic unit are bearings, which are collected from a segment and the defect of one segment leads to the beating of the hydraulic unit, in a heartbeat if more than 80 microns, the unit must be stopped. At such values heartbeat can occur accident. At best, supplying hydroelectric stationary measuring means and display the operator panel. We know that the dynamic characteristics affect the operation of the hydraulic unit, and more precisely on the supporting structure.

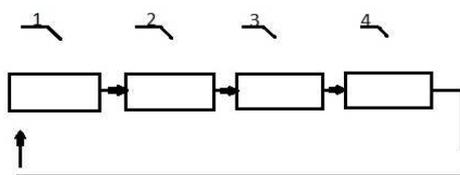
Keywords: swings, Vibrometry, hydroelectric, dynamic performance, technological equipment.

Измерение параметров вибрации в этом случае регламентировано требованиями ГОСТ 12,1.034-81 (СТ СЭВ 1931-79) «Общие требования к проведению измерении». На предприятии целесообразно иметь комплекты необходимых виброизмерительных приборов, участок для испытаний и контроля вибрации гидроагрегата. Получение достоверных результатов измерений возможно при условии, что специалисты, выполняющие измерения, хорошо владеют установленными методами их проведения и располагают надежной измерительной аппаратурой, прошедшей метрологическую проверку. Специалисту, выполняющему измерения, необходимы знания основ теории колебаний, стандартных методов измерения и анализа вибрации, правил обращения с приборами и их эксплуатации. Измерения вибрации в исследовательских целях, например, для определения влияния

конструктивных параметров устройств на колебания и эффективность определяется поставленными целями и программой экспериментальных исследований [1].

Средствами измерения параметров вибрации служат специальные приборы, в которых информация об измеряемой величине представляется в форме, удобной для восприятия человеком. Виброизмерительный тракт обычно формируется из нескольких последовательно соединенных приборов. В зависимости от условий проведения измерений, способа регистрации получаемых результатов и других обстоятельств, число приборов, входящих в измерительный тракт, может измениться в широких пределах.

Схема измерительного комплекса изображена на рис.1. Сигнал снимается низкочастотным инерционным датчиком И001Г. Затем проходит через фильтр и усиливается. Усиленный сигнал поступает в блок АЦП, и после оцифровки записывается в память ЭВМ.



*Рис.1. Блок- схема универсального виброизмерительного тракта
1 - низкокачественный датчик И001Г; 2-фильтр; 3-АЦП; 4- компьютер*

Приборы, указанные в блок-схеме, позволяют преобразовывать энергию механического колебания в энергетический сигнал и затем определять уровни вибрации, ее частоты спектр, регистрировать спектрограммы, а также записать оцифрованный сигнал механических колебаний на ЭВМ.

Привычным элементом схемы является вибропреобразователь (вибродатчик), который входит в любой комплект виброизмерительной аппаратуры. Он играет роль преобразователя энергии вибрационных колебаний, получаемых от источника, в электрические сигналы.

Усилители включают в измерительную блок-схему, как для усиления слабо выходного сигнала акселерометра, так и для согласования высокоомного выхода акселерометра низкоомными последующими каскадами.

В измерительных пробах осуществляются интегрирование и дифференцирование входных сигналов, и соответственно, определение значений виброскорости, виброускорения и их уровней. Выделение требуемой полосы анализируемых частот колебаний производится на ЭВМ. Использование фильтров дает возможность вести спектральный анализ вибрации путем измерения ее уровней в заданных диапазонах частот. Результаты экспериментальных исследований удобно фиксировать на бумажной ленте с помощью самопишущих приборов

(одноканальный шлейфовый осциллограф типа ЭТК1Т-4 и ЭВМ), включаемых в измерительный тракт, что упрощает процесс спектрального анализа, повышает надежность измерений [3].

В последнее время получает распространение метод анализа производственной вибрации, основанный на предварительной записи ее измерительным компьютером и последующей обработке в лабораторных условиях на стационарной ЭВМ.

Виброизмерительные приборы в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.012-83 «ССБТ. Вибрация. Средства измерения и контроля вибрации на рабочих местах. Технические требования» делятся на две группы. В первую из них входят измерительные приборы, обеспечивающие измерение среднего квадратического значения виброскорости и виброускорения и их логарифмических уровней в октавных или третьоктавных полосах частот, а также скорректированного значения виброскорости (виброускорения). Эти приборы позволяют выполнять спектральный анализ вибраций в соответствии с принятым методом нормирования. Они должны содержать октавные и третьоктавные фильтры с амплитудно-частотными характеристиками затухания и корректирующие фильтры по ГОСТ 17168-82.

Измерительные приборы второй группы используют для измерения дозы вибрации, а также эквивалентного скорректированного значения виброскорости (виброускорения). Процесс измерения вибрации как локальной, так и общей в условиях действующего предприятия можно разделить на следующие этапы: выбор места установки и способа закрепления вибродатчиков; подготовка измерительной аппаратуры; проведение измерений; обработка результатов измерений.

Выбор мест установки вибродатчика (акселерометра) является ответственным этапом. Вибродатчик должен быть установлен на опорной (контактной) поверхности или в непосредственной близости от нее. Допускается также крепление датчика с помощью шпильки, магнита, жесткого хомута, воска, пластилина и т. п. Собственная частота закрепленного датчика должна быть не выше 100 Гц.

Крепление вибродатчика должно быть жестким. Лучший способ крепления - на резьбе. Для этого в удобном месте поверхности контакта или на переходном элементе сверлят отверстие и нарезают резьбу М6, которую имеет присоединительная шпилька, входящая в комплект акселерометров всех типов. Если резьбовые крепления по каким-либо причинам невозможно, применяют магнит, воск или используют щуп, поставляемый обычно в комплекте с датчиком.

Для всех случаев измерения крепление вибродатчиков должно предусматривать возможность их переустановки на каждое из трех направлений ортогональной системы координат X, Y, Z .

Шероховатость поверхностей, на которые устанавливается датчик, должна быть такой, чтобы среднее арифметическое отклонение профиля не превышало 2 мкм. Диаметр посадочной площадки должен превышать диаметр опорной поверхности датчика не менее чем на 1 мм.

Подготовленные места и элементы крепления вибродатчиков сохраняют для последующих контрольных измерений.

Подготовка измерительного тракта начинается с выбора приборов, соответствующих поставленным целям и конкретным условиям измерений. Так, для спектрального анализа необходим виброизмерительный прибор, который обеспечивал бы измерения абсолютных значений или относительных уровней виброускорений или виброскорости в октавном диапазоне частот.

Независимо от выбранной для проведения измерений аппаратуры необходимо убедиться в наличии действующего свидетельства о государственной проверке, тщательно изучить руководство по ее эксплуатации, выполнить указания по настройке и калибровке.

Виброизмерительная аппаратура относится к разряду не только дорогостоящих, но и сложных, требующих к себе бережного и аккуратного отношения [2].

После выполнения изложенных выше подготовленных работ приступают к измерениям. Проведения измерений требует соблюдения ряда единых условий, установленных ГОСТ 12.1.042-84* «ССБТ. Вибрация. Методы измерения на рабочих местах» и ГОСТ 12.1.043-84 «ССБТ. Вибрация. Методы измерения на рабочих местах в производственных помещениях».

Измерения выполняют в паспортном режиме работы оборудования. В процессе измерений выполняют предусмотренные технологическим или эксплуатационным режимом действия.

При проведении измерений параметров вибрации методом спектрального анализа время отдельного измерения в полосе частот 0,7...5,6 Гц должно составлять не менее 30 с, а в полосе 6,3...22,4 Гц – не менее 3 с, для частот свыше 22,4 Гц – не менее 2 с. Измерение спектров проводят через равные промежутки времени. Общее число измерений определяется расчетом, но должно быть не менее трех.

При интегральной оценке вибрации по частоте контролируемого параметра время отдельного измерения должно быть не менее 3 с, а число измерений определяется так же, как и при частотном анализе.

При оценке вибрации значение контролируемого параметра определяется по формулам приведенным ниже.

За промежуточный результат измерений принимают эквивалентное скорректированное значение, определяемое из n . измерений по формуле:

$$\sum_{i=2}^n y_i + \sum_{i=2:(k)}^n y_i \cdot y_k / 1 + \sum_{i=2}^n y_i^2 \geq W(n)$$

В случае не выполнения условия проводят дополнительные измерения, после чего проверяют условие по $n+1$ измерениям возможных значений погрешности измерения среднего значения вибрационного параметра, который принимают за рабочую смену с вероятностью 0,95.

Определение вибрационного состояния гидроагрегата осуществляется путем измерения вибрации опорных конструкций и лобовых частей обмоток статора, которые должны подвергаться также тщательному осмотру. Мерой вибрации узлов гидроагрегатов является размах полигармонического виброперемещения. Результаты вибрационных испытаний совместно с результатами осмотра позволяют достаточно объективно судить об эксплуатационном состоянии агрегата [5].

Измерение вибрации гидроагрегата, а также осмотр конструктивных узлов и лобовых частей обмоток статора должны проводиться до и после каждого капитального ремонта. В межремонтный период необходимость проведения измерений и осмотров устанавливается в зависимости от результатов предыдущих обследований и при возникших предположениях об изменении (ухудшении) вибрационного состояния агрегата. В частности, после аварийных переходных режимов (например, несинхронного включения или внезапного КЗ на шинах генератора или близкого КЗ за трансформатором) должны быть проведены внеплановые измерения вибрации лобовых частей обмотки статора и их осмотр.

Решение о проведении внеочередных обследований принимает главный инженер станции. Измерения вибрации и биения вала гидроагрегата желательно производить в одних и тех же местах датчиками с одинаковыми техническими и метрологическими характеристиками, по возможности одними и теми же датчиками [4].

Вибрационные испытания проводятся по программе, подписанной руководителем испытаний и начальниками электро - и турбинного цехов, согласованной при необходимости с диспетчерской службой энергосистемы и утвержденной главным инженером станции. Обработанные результаты измерений оформляют протоколом стандартной формы. Помогут здесь также технические характеристики, содержащиеся в паспортах машин и технических условиях на их эксплуатацию.

Список литературы

1. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1980. – 408йс.
2. Казновский С.П., Чеченов Х.Д., Казновский П.С., Мищенко В.Ф., Суюмбаев Х.У.// Расчетно-экспериментальный метод диагностики сейсмостойкости оборудования, установленного на АЭС. – М.: Тяжелое машиностроение, 2000. - №8. – 5 с.
3. Методические указания по эксплуатационному контролю вибрационного состояния конструктивных узлов гидроагрегатов. РД 34.31.303-96. – М., РАО «ЕЭС России», 1996.
4. Суюмбаев Х.У. Динамические исследования оборудования на действующих и пусковых АЭС. КБГУ. – Нальчик, 1996.
5. Чеченов Х.Д., Суюмбаев Х.У. Дискретный мониторинг больших технических систем // Тяжелое машиностроение. – М., 1996. - №8.

Рецензенты:

Кравец С.Б., д.т.н., профессор, зав. отделом сейсмостойкости ВНИИАМ, г. Волгодонск;
Созаев В..А., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой общей физики ГМИ, г. Владикавказ,
профессор кафедры физики наносистем КБГУ, г. Нальчик.