Вибрация гидроагрегатов ГЭС

Послан borshob - 11.12.2023 09:59

Добрый день!

У меня вопрос по гидроагрегату ГЭС.

Прикладываю спектры.

Гидроагрегат типа ВГС 1190215 -48 ХЛ4.

Частота вращения 2.08Гц

Число лопаток направляющего аппарата 20шт.

Рабочее колесо. Радиально осевого типа РО 100/810-ВМ-550 число лопастей -16шт

Подшипник направляющий турбинный - обрезиненные сегменты 10шт.Смазка подшипника - водяная.

Так вот.

На спектре лопаток и шпилек (крепления крышки турбины, #1,10,22 и т.д) имеется выраженный пик в районе 20Гц. Я подозреваю что эта частота равная половине частоты лопаток (так называемые авто колебания(завихрения) около лопаток направляющего аппарата).

Однако есть другое мнение, что это частота сегментов турбинного подшипника.

Подскажите пожалуйста, что это за частота такая?

И есть еще кое что.

С увеличением нагрузки, т. е. бОльшего открывания направляющего аппарата амплитуда на частоте около 20Гц увеличивается на лопатках #2,7,17, кроме лопатки #12. Отчего так? Может это как-то связано с неравномерным потоком и "подводом" воды на рабочее колесо?

Наши датчики установлены на лопатках перпендикулярно и в диаметрально противоположных направлениях относительно друг друга. Фото прилагаю(Красной стрелкой указано направление потока воды, НБ - нижний бьеф, ПБ - правый берег, ВБ верхний бьеф, ЛБ - левый берег)

А вообще на этом генераторе постоянно увеличивается бой вала турбинного подшипника вне зависимости от нагрузки (по слухам такая машина была с завода, либо неправильно от балансирована). Спектры боя вала прилагаю.

Может ли повышенный бой вала быть связан с большой вибрацией на лопатках направляющего аппарата?

Также, на всякий случаю прилагаю спектры вибрации корпуса турбинного подшипника, крышки турбины, и подпятника.

==========

Re: Вибрация гидроагрегатов ГЭС
Послан Барков - 16.12.2023 13:51

_____

Добрый день!

У меня слишком мало опыта в диагностике гидротурбин, но есть опыт в диагностике осевых насосов вертикального исполнения. В диагностике они похожи на гидротурбины. И поскольку на Ваш вопрос пока не ответили специалисты по гидротурбинам, мы вместе можем попробовать разобраться в Вашей проблеме

Но мне нужно разобраться в том, что Вы измеряли и понять особенности конструкции вашей турбины. Ответьте, пожалуйста, на следующие вопросы:

!. Вы измеряете только абсолютную вибрацию (акселерометром с двойным интегрированием) или есть и относительные измерения (встроенные в опоры вращения проксиметры)

2. Датчики только встроенные?

3. Лопасти рабочего колеса в турбине поворотные?

4. Как давно калибровали измерительную аппаратуру?

5. Наработка турбины большая (после ремонта с заменой направляющего подшипника, если он был)

==========

Re: Вибрация гидроагрегатов ГЭС
Послан borshob - 18.12.2023 09:18

_____

Здравствуйте!

1. Есть проксиметры (датчики боя вала) Они измеряют бой вала: турбинного подшипника, боя зеркала подпятника, бой втулки подпятника, бой вала генераторного подшипника. Прикладываю фото мнемосхемы.

2. Датчики боя вала устанавливаются перпендикулярно валу на кронштейны со стороны правого берега(ПБ) и нижнего бьефа(НБ). Кронштейны крепятся на болты на корпус подшипника или крышку маслованны в зависимости от места установки. Датчики боя зеркала подпятника также крепятся перпендикулярно зеркалу подпятника и параллельно оси вращения генератора. Калибровка датчиков боя вала в составе измерительного канала стационарной системы виброконтроля проводится 1 раз в год, калибровка акселерометров до 2023 года также проводилась 1 раз в год, с 2023 года проводится каждый капитальный ремонт(примерно 1 раз в 5 лет)

3. Прикладываю фото из интернета. Наше рабочее колесо радиально-осевого типа (вариант а)

4. Калибровка всех датчиков в составе измерительных каналов была выполнена в августе 2023 года во время капитального ремонта гидроагрегата.

5. Наработка турбины 256 422 часа. С начала пуска (декабрь 1974). Последний капитальный ремонт длился с марта по август 2023 года, сегменты подшипника не менялись.

Также прикладываю фото схемы гидротракта (спиральной камеры в форме улитки) - вид сверху. Красными стрелками указал направление потока воды. В красных кругах обозначены колонны статора турбины.

Статором турбины является несущий элемент проточной части турбины, содержащий профилированные колонны, которые придают необходимое направление потоку воды.

==========

Re: Вибрация гидроагрегатов ГЭС

Послан Барков - 18.12.2023 15:04

_____

Спасибо за переданную информацию

Обращаю Ваше внимание на следующее:

1.В любом вращающемся в жидкости рабочем колесе есть периодическая вибрация механическая и гидродинамическая. При постоянной частоте вращения механическая раскладывается на гармонические составляющие, а у гидродинамической, в частности лопастной, чисто гармоническими эти составляющие могут и не быть – реальная лопастная частота определяется разностью окружных скоростей лопаток и потока в зоне торцевой поверхности лопасти

В насосах, если направляющий аппарат не дает «закручиваться» потоку, лопастная составляющая имеет частоту, кратную числу лопастей и частоте вращения колеса. Но как только появляются проблемы с направляющим аппаратом, поток начинает закручиваться», частота может смещаться, и, главное, ширина гармоник в частотной области расползается. По этому расползанию мы часто контролируем его работу

2.В гидроагрегатах поток искусственно закручивается, и вполне возможно, Ваша вибрация на частое около 20Гц и есть лопастная, ведь она изменяется от нагрузки, как и ее ширина. Доказательство – разделите ее на 16, и составляющая вибрации с частотой около 1,3 Гц, которая должна быть при гидродинамической неуравновешенности, присутствует в ряде спектров.

3. А теперь еще одно доказательство, что Ваша вибрация – гидродинамического происхождения. Если вклад 2-3 лопастей подряд в крутящий момент турбины больше (или меньше) – будет рост вибрации на «гидродинамической», т.е. разностной частоте вращения. Наиболее частая причина – бой рабочего колеса относительно оси его вращения.

Если у двух лопастей через одну – будет рост вибрации на половине частоты гидродинамической неуравновешенности, через две – одной трети, и так далее

(по аналогии с вибрацией дефектных зубчатых передач)

Ну а если лопасти рабочего колеса по разному износились, да еще и само колесо бьет в изношенных подшипниках скольжения, получите большой набор расширенных по частоте гармоник «гидродинамической» неуравновешенности ротора, при этом их основная частота будет зависеть от нагрузки в отличие от частоты вращения турбины с генератором

4.Могу еще добавить, что проблемы с рабочим колесом (разный износ разных лопастей, изменяющий их подъемную силу) и несоосность колеса с осью его вращения – не единственные. Похоже, оси его подшипников тоже смещены относительно центра корпуса, ведь лопастная составляющая на корпусе проявится больше в точках, в которых расстояние до лопастей – минимальные, у Вас это со стороны правого берега, видимо там и скорость потока в улитке максимальна.

Последнюю информацию подтверждает добротная метрология измерительных трактов

Конечно, для полного подтверждения достоверности выводов надо бы посмотреть на синхронные орбиты колебаний ротора на частотах, кратных частоте вращения рабочего колеса, как механической, так и гидродинамической, наши приборы эти измерения делать умеют. Но предварительный диагноз мы с Вами поставить сумели, а дальше надо смотреть, пока вибрация в норме.

Агрегат недавно после ремонта, надо бы дать пол года на приработку

==========

Re: Вибрация гидроагрегатов ГЭС

Послан Барков - 18.12.2023 15:23

_____

Да, забыл написать о том , что Ваша вибрация на 20Гц- точно не от вкладышей подшипника. Тогда она должна быть жестко кратной частоте вращения вала и появляться только в режиме обкатывания вкладыша подшипника валом, а боковых составляющих у этой гармоники на частоту вращения вала нет.

==========

Re: Вибрация гидроагрегатов ГЭС

Послан borshob - 19.12.2023 10:50

_____

Спасибо за разбор.

Будем разбираться дальше

==========