А услышим ли мы механические ослабления?

Послан Denis88 - 17.12.2021 20:07

Добрый день, коллеги.

Механические ослабления (увеличенные радиальные зазоры) в подшипниковых узлах – это длинный оборотный гармонический ряд с характерным «тракторным» звуком сопровождаемый данный дефект.

Вопрос: А может ли быть так, что на спектрах мы видим дефект но ничего не слышим, потому что оборотный ряд и ослабления проявляются до 20 Гц? А диапазон человеческого слуха от 20 Гц.

Приложу фото спектра гауч-вала бумагоделательной машины, есть подозрения что имеются механические ослабления, возможно резонанс, там 3 подшипника один из них концевой, у одного вращается наружнее кольцо у второго внутреннее.

Вал около 40 тонн. скорость 2-3Гц. Других замечания кроме оборотного ряда нет, но периодически 5 или 6 гармошка подлетает до 14 мм,с со скоростью не связано, проверяли на разных скоростных режимах.

==========

Re: А услышим ли мы механические ослабления?

Послан Вячеслав - 18.12.2021 12:19

Конкретно ничего не скажу, не имею опыта работы с тихоходными машинами, тем более с БДМ.

Поэтому просто порассуждаю.

1. Зазоры выбираются центробежной силой вращающегося ротора, заставляющей ротор качаться с ударами от упора до упора. В данном случае центробежной силы, как таковой, нет и соответственно нет выборки боковых зазоров с ударами.

2. При выборке зазоров, в спектре, чаще всего, наиболее мощные первые три оборотные гармоники. Иногда в спектре наблюдается подъём одной двух более высоких гармоник, сравнимый с уровнем первых. В данном случае первые три гармоники, практически отсутствуют.

Ищи что принудительно "толкает" гауч-вал 5 раз за оборот, плюс модулируется обороткой самого вала.

Я не знаю устройство БДМ, тем более конкретно твоей, поэтому могу только "фантазировать" о возможных причинах.

1. Прижимной вал имеет длину окружности (пи х диаметр вала) в 5 раз меньше чем длина окружности гауч-вала. Плюс прижимной вал и гауч-вал имеют биения. Такое возможно, но маловероятно.

2. Муфта передающая вращение гауч-валу имеет 5 передающих элементов. Плюс дефект самой муфты или нарушена центровка с приводным валом. более вероятная причина.

3. Наиболее вероятно. Редуктор привода гауч-вала имеет передаточное отношение 5:1. Приводная шестерня (малое зуб. колесо) имеет приличный бой или дефектный зуб. Плюс большое зубчатое колесо также с боем. Шестерня 5 раз за оборот гауч-вала толкает его, а бой большого зубчатого колеса модулирует дефект шестерни оборотной гауч-вала (4 и 6 гармоники).

Я художник. Я так вижу! ☺

==========

Re: А услышим ли мы механические ослабления?

Послан Denis88 - 18.12.2021 14:55

_____

Спасибо,

Насчет того что редуктор или муфта могут качнуть такую конструкцию до 14 мм,с это вряд ли, тем более уже бы и редуктор улетел бы в соседний цех) В редукторе тишина, проблем нет.

Возможно, что внутри этого вала есть то что "толкает" вал за оборот 5 раз, но ничего на спектрах кроме этого ряда нет, а в моем представлении должен быть гармонический ряд, в данном случае 5,10,15 с модуляцией по оборотке, но ничего я не вижу.

Скину скрин валика (6-7Гц) был дефект посадки цапфы на вал (с проворотами и повреждением на валу).

Также мы не видим первых "обороток" нет, 3,6,9 и т.д (в данном случае удары есть, но геометрия не нарушена из-за отсутствия первых гармоник) хотя довольно часто ослабления наблюдаем как оборотный ряд вплоть до 20 гармоник, без пропуском с характерным звуком ударов в корпусе подшипника.

Гауч вал. Может ли быть так что из-за жесткости конструкции первые гармоники не будет проявляться в силу того что, ну не позволят конструкция раскачать такую массу на такой низкой частоте, Т.е вроде как вал и хочет раскачаться, имея дефект в виде зазоров, но извините у меня есть жесткость и на таких низких частотах я вам не одуванчик так качаться).

Или же все таки первые гармоники не проявляются потому что геометрия подшипника не нарушена?

Для меня пока это загадка...)

==========

Re: А услышим ли мы механические ослабления?

Послан Вячеслав - 18.12.2021 16:45

_____

По первому сообщению.

Откуда 14 *мм/с*?

По выложенной картинке получается, что уровень 5 гармоники - 1,43 *мм/с*. Правда непонятно в каком представлении
СКЗ
,
Амплитуда
или
Размах
. Даже если это
СКЗ
, то это примерно 50
мкм
размаха перемещения, что для таких оборотов более чем хорошо. Если 1,43
мм/с Амплитуда
или тем более
Размах
, то вибрация получается вообще более чем приемлемая!

Если, допустим, имеем биение зубчатых колёс редуктора или прижимного вала и гауч-вала, то удара нет, есть синусоидальное изменение давления шестерни (прижимного вала) на зубчатое колесо (гауч-вал), модулированное "синусоидальным" биением зубчатого колеса (гауч-вала). Высших гармоник нет и быть не должно.

При наличии достаточного зазора, например в подшипнике, вал, под действием центробежной силы от дисбаланса, совершает колебательные движения в зазоре. При отсутствие ограничения движению, на временном сигнале это будет синусоида, а на спектре оборотная гармоника. Но шейка вала при выборке зазора "утыкается" в подшипник или корпус при провороте (ослаблении посадки) подшипника. На временном сигнале имеем синусоиду со "срезанными" вершинами. Если синусоида "срезана" только с одной стороны (утыкание в препятствие только при движении в одну сторону), то в спектре будет оборотная и вторая, а при сильных ударах высшие ***чётные*** гармоники. При "срезе" обоих вершин синусоиды, в спектре оборотная, третья и следующие
нечётные
гармоники. И чем больше временной сигнал будет похож на прямоугольный, тем большее число гармоник будет присутствовать в спектре. Высшие гармоники по уровню не превышают первую, за исключением, резонансного подъёма одной из гармоник или суммирования с другой гармоникой, например лопастной у насоса или вентилятора.

По второму сообщению.

Вообще ничего непонятно. Спектр похоже ускорения. В каких единицах? ***м/с²*** или в ***g***? В ускорении практически не видно низкие частоты, тут надо смотреть либо в скорости
СКЗ
мм/с
, либо в перемещении
Размах
мкм

P.S. Посмотрел повнимательней. Ситуация похожа на гауч-вал, только более развита и похоже уже с ударами. Что-то провоцирует вал 3 раза за оборот, а возможно 6 раз (тогда 18 Гц - субгармоника) с модуляцией обороткой.

А что за насадная цапфа на валу? Втулка под подшипник?

Возможно проявление зазоров на тихоходных валах проявляется по другому, чем на быстроходных. На быстроходных основную лепту вносит центробежная (и/или реактивная на эл двигателях) сила. На тихоходных, из-за отсутствия таковой вал могут "болтать" в зазоре другие силы и не обязательно с ударами.

==========

Re: А услышим ли мы механические ослабления?
Послан Denis88 - 20.12.2021 23:23

_____

Откуда 14 мм/с?

Я в первом посте писал о том что периодически 5 или 6 гармошка подлетает до 14 мм,с (2 раза за год мы снимали спектры)

Сейчас такого дефекта нет и уровни на данном спектре в норме. Возможно был проворот на валу и сейчас подшипник на цапфе или на втулке зафиксировался, но тем не менее есть ослабления в виде данных спектров.

....и не обязательно с ударами. В том то и дело если есть зазоры(ослабления) но без ударов как "мы" привыкли слышать и видеть (я почему и спрашивал услышим ли мы? и связано это как то в с диапазоном слуха человека). Возможно и не удары как вы говорите....

По второму случаю там картина была видна и слышна, есть гармонический ряд, слышны были удары в подшипнике, вскрытие показало что был дефект с посадкой на вал подшипника(проворот втулки на валу)Там стоит в g но картина не меняется есть в мм,с поставить, возможно уровни будут в других значениях (также без первых гармошек). Да, там втулка под подшипник

==========

Re: А услышим ли мы механические ослабления?
Послан Вячеслав - 21.12.2021 17:02

_____

Если бить молотком по наковальне 1 раз в секунду, т.е с частотой 1 Гц, удары услышим? При ударе возникает куча гармоник, плюс отзваниваются резонансы всех деталей участвующих в ударе.

СКЗ 14 мм/с, на 12,5 Гц, это примерно 0,5 мм перемещения. В гауч-вале, не мелкие, роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники, у которых изначально повышенные радиальные зазоры, примерно в 3 раза выше чем у радиальных шарикоподшипников.

40-тонный гауч-вал "болтается" с размахом около 1 мм (0,5 мм смещение опоры, плюс зазоры в подшипниках - 0,2-0,5 мм у новых) и не слышно ударов?

Допустим прижимной вал давит на гауч-вал, скорее всего под углом к вертикали, и отжимает гауч-вал немного в сторону (векторная сумма вес вала + сила давления прижимного вала). Соответственно зазоры выбраны. Если прижимной вал имеет радиальное биение, в районе 0,5 мм, то при работе будем иметь безударное изменение давления между валами, с частотой вращения прижимного вала, плюс модуляцию биением гауч-вала, которое вызовет колебания, довольно хлипкого, подшипникового узла гауч-вала с размахом до 0,5 мм.

Примерно такая же картина будет при биении зубчатых колёс редуктора, при условии "жёсткого" крепления выходного вала редуктора с гауч-валом

Проанализируй, что изменилось после последнего замера с 14 мм/с и этим с 1,43 мм/с.

Проводили ремонт с проточкой валов? Изменили зазор (прижатие) между валами?

Изменился сорт изготовляемой бумаги? Например делали тонкую плотную бумагу типа газетной или пергаментной, а сейчас гонят толстую или мягкую, которая "демпферирует" биение валов?

Или провели ремонт/замену редуктора?

Кстати! Если 14 мм/с не СКЗ, а Размах, то размах перемещения опоры гауч-вала будет менее 0,2 мм. В этом случае картина более реально выглядит. Т.к. бой прижимного вала в районе 0,5 мм, явный брак при его изготовлении или ремонтной проточке, а 0,2 мм более-менее допустимо.

==========