Диагностика зубчатой передачи

Послан Сергей - 24.12.2013 10:54

_____

Я не смог на форуме найти раздела и темы по редукторам, а у меня есть вопросы по редуктору и по цепи.

Основной вопрос - когда и для чего надо крутить при диагностике механизм в обе стороны - ответа я не нашел и в опубликованной на Вашем сайте методике оценочной диагностики машин с помощью простейшей системы мониторинга. А если используется цепь - тоже надо крутить в обе стороны? И второй вопрос - насколько критична величина нагрузки, на подшипниках качения, как я видел, поддерживать определенную нагрузку на машину не очень то и нужно - лишь бы скорость была стабильна.

==========

Re: Диагностика зубчатой передачи

Послан Барков - 28.10.2014 12:35

_____

Ко мне иногда попадают материалы по авариям, сопровождающимся заклиниванием крупных зубчатых передач, и базы данных с периодическими измерениями вибрации, но, как правило, за несколько дней или месяцев до аварии. Признаки сильных дефектов зубчатой передачи в них есть, но чтобы зубцовые составляющие или первые 5-10 оборотов в спектре вибрации превышали порог сильного дефекта в 10 раз - такого нет. Поэтому найти реальную границу по основным вибрационным признакам для эксклюзивных агрегатов крайне сложно, лучше иметь заведомо приличный запас по критической величине диагностического признака.

Могут быть полезными другие случаи - когда по результатам диагностики с обнаруженным сильным дефектом агрегат разбирался и при дефектации обнаруживался критический дефект.

Таких случаев для крупных редукторов на моей памяти несколько, и в части из них сохранились результаты последних диагнозов Приведу примеры:

1. Переборный трехступенчатый редуктор. Одного зуба на выходной шестерне нет, соседние - прилично повреждены. Признак - типичный, большое количество гармоник выходной оборотки в спектре низкочастотной вибрации вплоть до 3 зубцовой. Но интересно не это - переменная составляющая тока двигателя (двигатель постоянного тока) на частоте вращения выходной шестерни - почти 11 процентов от постоянного тока в якоре

2. Планетарный редуктор (одноступенчатый) Сильный износ одного из подшипников сателлита, большая трещина в шестерне этого сателлита. Признак обнаружен всего один - значительный рост зубцовых гармоник, правда кроме этого зафиксирован рост случайных составляющих вибрации на средних частотах во всех точках контроля вибрации на редукторе.

3. Двухступенчатый редуктор (шевронные шестерни). Большая зона опасного питтингового износа на ведущей шестерне. В вибрации обнаружен значительный (в три раза выше порога сильного дефекта) подъем гармоник в зоне 1/3 зубцовой частоты, среди этих гармоник есть с частотами,кратными частоте вращения и ведущей, и ведомой шестерни.

Подвожу к интересному выводу : опасаться отказа редуктора надо тогда, когда существенно превышены пороги дефекта по нескольким признакам одновременно.

Но предупреждаю - этот вывод сугубо субъективный

==========

Re: Диагностика зубчатой передачи

Послан Руслан - 07.09.2015 13:55

_____

Какие проблемы Вы видите в разделении дефектов шестерен зубчатой передачи и дефектов их подшипников? Ведь частоты вибрации шестерни и ее подшипника – разные, да и расстояние от точки зацепления до подшипника, на котором измеряется вибрация – достаточно большое, чтобы высокочастотная вибрация от зацепления затухла. Если только в планетарном редукторе, где подшипники сателлитов недоступны для измерения высокочастотной вибрации/

==========

Re: Диагностика зубчатой передачи

Послан Юрий - 08.09.2015 11:05

_____

Уважаемый Руслан,

Высокочастотная вибрация, возбуждаемая в зацеплении, действительно по пути к подшипнику затухает. Но ударная нагрузка из зацепления передается на подшипники с минимальными потерями, и вибрация от этой нагрузки возбуждается в самом подшипнике. Единственное отличие – при качественной смазке подшипника масляный слой не пробивается и ударных импульсов на ультразвуковых частотах может и не быть. А раковины на неподвижном кольце подшипника или на телах качения пробьют даже качественную смазку. Это и есть основной аргумент тех, кто использует для диагностики подшипников качения SPM- метод. Но дефекты вращающегося кольца хорошую смазку не пробьют - надо пробивать два слоя смазки. И приходится ждать, пока продукты ускоренного износа не испортят смазку, но тогда разрыв в смазке появится и из-за ударной нагрузки, передаваемой из зацепления в подшипник. И определить причину разрывов, обычно с частотой вращения шестерни, становится крайне сложной задачей.

В такой ситуации преимущество имеет метод огибающей случайной вибрации – он работает и при отсутствии разрывов смазки. Тогда для определения дефектного узла сравниваются спектры огибающей высокочастотной вибрации всех четырех подшипниковых узлов зубчатой передачи – при дефектах подшипника признаки появятся в одной точке контроля, при дефектах шестерни – в нескольких.

Вы правильно отметили, что обнаружение дефектов подшипников сателлитов планетарного

редуктора – гораздо более сложная задача. Чаще всего ее решают косвенным путем – по росту зубцовых гармоник вибрации сателлитов, которая растет вследствие смещения точек контакта в зацеплениях из-за износа подшипников. Более того, во многих коробках передач с большим количеством зубчатых зацеплений вся диагностика по вибрации сводится к контролю ее составляющих в контрольных точках на зубцовых частотах.

==========

Re: Диагностика зубчатой передачи

Послан Сергей - 15.08.2016 13:58

_____

Я столкнулся с проблемой обнаружения дефектов подшипников качения в планетарном редукторе. В спектре вибрации на корпусе много гармоник, которые не подходят под расчетные частоты шестерен и зацеплений. Нашел несколько ссылок с расчетами подшипниковых частот в подшипниках качения планетарных ступеней. По разным формулам получаем разные результаты, и ни один из них не совпадает с измеренным спектром. А сильный дефект - раковину на наружном кольце подшипника сателлита - нашли.

Очень жаль, что в DREAMe нет модуля диагностики подшипников планетарного редуктора. Общался с разными разработчиками, они мне сказали, что вариантов планетарных редукторов - сотни, и автоматизировать диагностику каждого - нереально, поэтому они готовы делать автоматическую диагностику лишь для стационарных систем, предназначенных для конкретных редукторов, чтобы окупить затраты.

Ну так дали бы методику расчета подшипниковых составляющих, мы бы попытались делать диагностику вручную.

А для начала дайте хотя бы ссылку на правильные формулы

==========

Re: Диагностика зубчатой передачи

Послан Барков - 17.08.2016 15:07

_____

Сергей!

Нет ничего сложного в определении подшипниковых частот сателлитов планетарного редуктора с подшипниками качения (относительно большой мощности, тогда варианты конструкции редуктора ограничены). В большинстве из них первая ступень имеет вращающуюся корону, а дальше - разные сочетания ступеней с неподвижными и вращающимися коронами. Формулы расчета частот вращения каждой из ступеней, а также их зубцовых частот Вы найдете в интернете, и ошибок, скорее всего, не будет. Поэтому не буду и я дальше углубляться.

А по расчету подшипниковых частот в разных источниках, действительно, есть разные неточности.

Я попробую объяснить суть вопроса из простых физических соображений:

Нагрузка на водило, передаваемая через подшипник сателлита, всегда действует на одну точку

водила, т.е. на одну точку внутреннего кольца подшипника. Следовательно все подшипниковые частоты рассчитываются для подшипника с вращающимся наружным кольцом. А это - те же самые частоты контакта для наружного и внутреннего колец, для тел качения. Единственно, что меняется - это частота вращения сепаратора подшипника сателлита - на разность частоты вращения теперь уже наружного кольца и ранее рассчитанной частоты сепаратора

Другое дело - чем составляющие вибрации на подшипниковых частотах модулированы - возможна модуляция и частотой вращения (но при дефектах наружного, а не внутреннего кольца), и новой частотой вращения сепаратора (при дефектах тел качения), и, дополнительно, частотой вращения водила в ступенях редуктора с неподвижной короной.

==========

Re: Диагностика зубчатой передачи

Послан Professorfil - 23.11.2017 12:27

_____

Здравствуйте. Я относительно недавно стал заниматься вибро диагностикой. Хотел бы узнать, есть ли у кого опыт диагностики редуктора а3600? Суть проблемы в том, что на спектрах зубцовая частота очень мала. Преобладают частоты не синхронные к зубцовой и оборотной и не подшипниковые.

==========