Отстройка от резонанса
Послан Zega - 16.02.2021 19:56

_____

Добрый день!

Может кто поделится мыслями о следующей ситуации:

Раз в год приглашают делать вибродиагностику привода редуктора - асинхронный двигатель 450 кВт, частотное регулирование. В конце сентября я посоветовал поменять подшипники, в начале февраля, совсем недавно, их поменяли. Движок никогда не центровали лазером, вибрации особой не было, да и муфта хорошая стоит, держит большую расцентровку.

Вызвали отцентровать, так как поднялась вибрация после замены подшипников. Если в сентябре СКЗ были не выше 1,5 мм/с по всем точкам, то тут горизонталь стала около 25-30 мм/с при скорости вращения ротора около 1800 об/мин.

Проверка центровки показала, что есть несоосность, но не критичная. Далее увидел приличную мягкую лапу, около 1,5 мм. Но двигатель с ней работал годы. Зацентровал с мягкой лапой, после пуска вибрация почти такая же. Затем убрал мягкую лапу, зацентровал - та же история. Проверяли и с ослабленной лапой - ещё хуже.

При пусках стало понятно, что появился резонанс в районе 1800 об/мин - но откуда? Меня заверили, что ничего, кроме замены подшипников, не делали.

Запустили двигатель отдельно - вибрация вне резонанса 2,0 мм/с, горизонталь. Основная - оборотка. Но, откуда взялся дисбаланс - ума не приложу. На 1800 об/мин вибрация уже 4,5-5,0 мм/с.

Далее мне признались, что перевернули упругие элементы в муфте по причине износа с одной стороны. При сборе муфты элементы поставили как было, зацентровал до 0,01 мм всё.

Запустили, вибрация стала 4,0-4,5 мм/с вне резонанса. На 1800 об/мин вибрация поднимается до 8,0-10,0 мм/с. Это я всё о горизонтальной, вертикальная и осевая значительно меньше. В спектрах на резонансе, естественно, оборотка, вне резонанса есть ещё и вторая гармоника, примерно 30-40% от первой.

Что делать - пока думаю, может кто что подскажет. Пока из мыслей - попереставлять упругие элементы, хотя это трудозатратно, а агрегату нельзя стоять. Ротор тоже, по доброму на балансировку, но где вероятность, что опять дисбаланс не вылезет. Да и откуда он вообще взялся, подшипники достаточно чистые.

Если кто поможет - заранее благодарен.

Ещё скажу, что раньше на двигателе стоял один токоизолирующий подшипник с неприводной стороны, решили поставить с двух сторон.

==========

Re: Отстройка от резонанса
Послан Вячеслав - 18.02.2021 17:46

_____

Ротор асинхронного двигателя, качественно отбалансированный на заводе, может потерять сбалансированность по небольшому перечню причин.

1. Погнули сдуру вал ротора.

2. При восстановлении посадочных мест под подшипники на валу наплавкой или полимерами.

3. Отломилась лопасть (или её часть) одного из вентиляторов.

4. Сдвинулись в пазу, плохо закерненые балансировочные груза или отломились при креплении их на литые лопатки вентилятора.

Т.е. практически все причины визуально видны при осмотре ротора. Иногда на тихоходных двигателях, с пустотными полостями в роторе, при простоях может неравномерно накопиться пыль, которая при работе спрессовывается центробежной силой.

При относительно сильном перекосе внутреннего кольца, подшипник в спектре выдаёт вторые гармоники, практически всех своих дефектов, которые знает. Особенно вторую гармонику дефекта внутренней обоймы. Но никак не оборотную гармонику.

Резонанс может сдвинуться по причине изменения веса системы или податливости. Так как механизм смонтирован на общей раме/основании, то место изменения веса или жёсткости может быть не только в районе двигателя, но и под редуктором или экструдером.

Высока вероятность, что механизм "растрясло" очень высокой вибрацией при работе с "поводковым эффектом" муфты. Появились трещины на силовых элементах рамы/основания или оборвало сварные швы, а возможно "потянуло" крепёж и т.п..

==========

Re: Отстройка от резонанса

Послан Водолей - 18.02.2021 18:25

_____

Вячеслав написал:

Ротор асинхронного двигателя, качественно отбалансированный на заводе, может потерять сбалансированность по небольшому перечню причин.

1. Погнули сдуру вал ротора.

2. При восстановлении посадочных мест под подшипники на валу наплавкой или полимерами.

3. Отломилась лопасть (или её часть) одного из вентиляторов.

4. Сдвинулись в пазу, плохо закерненые балансировочные груза или отломились при креплении их на литые лопатки вентилятора.

Т.е. практически все причины визуально видны при осмотре ротора. Иногда на тихоходных двигателях, с пустотными полостями в роторе, при простоях может неравномерно накопиться пыль, которая при работе спрессовывается центробежной силой.

При относительно сильном перекосе внутреннего кольца, подшипник в спектре выдаёт вторые гармоники, практически всех своих дефектов, которые знает. Особенно вторую гармонику дефекта внутренней обоймы. Но никак не оборотную гармонику.

Резонанс может сдвинуться по причине изменения веса системы или податливости. Так как механизм смонтирован на общей раме/основании, то место изменения веса или жёсткости может быть не только в районе двигателя, но и под редуктором или экструдером.

Высока вероятность, что механизм "растрясло" очень высокой вибрацией при работе с "поводковым эффектом" муфты. Появились трещины на силовых элементах рамы/основания или оборвало сварные швы, а возможно "потянуло" крепёж и т.п..

Все 4 пункта совсем не о том.Теория.Сказано же было - заменили подшипники, и пошло и поехало.

Хорошо также сказано "при относительно сильном перекосе внутреннего кольца".А если "относительно несильный перекос" и + резонанс?

==========

Re: Отстройка от резонанса

Послан Вячеслав - 18.02.2021 19:41

_____

У разных типов подшипников, разный допустимый взаимный перекос обойм.

Самый большой допуск у сферических - до 2-4 градусов.

У шариковых радиальных - 8-16 угловых минут.

У роликовых радиальных - 2-6 минуты.

Самый малый допуск у игольчатых - 1-4 минуты.

Внутреннюю обойму теоретически сложно перекосить больше допустимого, так как она, в подавляющем большинстве случаев, садится с натягом. Но при достаточном "умении и сообразительности", особенно если подшипник перед посадкой перегреть, перекосить можно. Ну или, если постараться, при восстановлении посадочного места проточить шейку с перекосом оси.

Перекос, при достаточно большой величине, приведёт к заклиниванию подшипника. А вот при величине перекоса на "грани возможного", у подшипника "образуются" два диаметрально противоположных узких места, через которые тела качения будут "протискиваться" с частотой перекатывания по внутренней обойме (иногда с проскальзыванием). Если число тел качения нечётное то с двойной частотой дефекта внутренней обоймы, при чётном числе тел, возможно с частотой дефекта. Случаи крайне редкие. В моей практике, так получилось, перекашивали только с нечётным числом тел.

На оборотку этот дефект практически никак не влияет. Так как перекошенная обойма "жёстко" центрует вал относительно наружней обоймы.

На резонанс, с оборотной частотой, данный дефект, так же мало влияет, так как все вызываемые им усилия "замкнуты" сами на себя внутри подшипника и их частоты не совпадают с обороткой. Перекос обойм просто приводит к быстрому выходу подшипника из строя за счёт усталостных разрушений.

==========

Re: Отстройка от резонанса

Послан Водолей - 18.02.2021 19:56

_____

Вячеслав написал:

У разных типов подшипников, разный допустимый взаимный перекос обойм.

Самый большой допуск у сферических - до 2-4 градусов.

У шариковых радиальных - 8-16 угловых минут.

У роликовых радиальных - 2-6 минуты.

Самый малый допуск у игольчатых - 1-4 минуты.

Внутреннюю обойму теоретически сложно перекосить больше допустимого, так как она, в подавляющем большинстве случаев, садится с натягом. Но при достаточном "умении и сообразительности", особенно если подшипник перед посадкой перегреть, перекосить можно. Ну или, если постараться, при восстановлении посадочного места проточить шейку с перекосом оси.

Перекос, при достаточно большой величине, приведёт к заклиниванию подшипника. А вот при величине перекоса на "грани возможного", у подшипника "образуются" два диаметрально противоположных узких места, через которые тела качения будут "протискиваться" с частотой перекатывания по внутренней обойме (иногда с проскальзыванием). Если число тел качения нечётное то с двойной частотой дефекта внутренней обоймы, при чётном числе тел, возможно с частотой дефекта. Случаи крайне редкие. В моей практике, так получилось, перекашивали только с нечётным числом тел.

На оборотку этот дефект практически никак не влияет. Так как перекошенная обойма "жёстко" центрует вал относительно наружней обоймы.

На резонанс, с оборотной частотой, данный дефект, так же мало влияет, так как все вызываемые им усилия "замкнуты" сами на себя внутри подшипника и их частоты не совпадают с обороткой. Перекос обойм просто приводит к быстрому выходу подшипника из строя за счёт усталостных разрушений.

Все это теория.Наговорить можно много чего.

Я предложил реальное решение.

Ну не нравится Вячеславу, ну и .....

==========