

ГЕРВИКОН
HERVICON



ЭККОН
ЕККОН



6 - 9 сентября 2011, СумГУ, г. Сумы, Украина

*XIII Международная научно-техническая конференция "ГЕРВИКОН-2011"
Международный форум "НАСОСЫ-2011"
Семинар "ЭККОН-11"*

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ И ОСЕВОГО СДВИГА НА АГРЕГАТАХ ПОЗ. 101J, 102J, 105J С ПОДШИПНИКАМИ ТИПА ПД ТРИЗ®.

Коренев В.В.¹

АННОТАЦИЯ

В данном докладе рассматривается использование системы вибромониторинга и осевого сдвига (производства фирмы "Bently-Nevada" США) в компрессорных агрегатах поз. 101J, 102J, 105J производства аммиака. Изложены основные требования к монтажу датчиков и подготовке поверхностей. Приведены рекомендации и схемы установки датчиков. Так же рассмотрено и решено ряд сопутствующих проблем.

Ключевые слова: Датчик, вибрация, осевой сдвиг, "Bently-Nevada", вибродиагностика, оборудование, подшипник, компрессорные агрегаты, 101J, 102J, 105J, монтаж, схемы, требования, помехи.

С начала 90-х годов в странах бывшего СССР почти не проводилось обновления основных фондов предприятий. Это привело к тому, что большая часть (60-80%) технологического оборудования нефтегазохимических производств выработало нормативный ресурс, и его дальнейшая эксплуатация уже приводит к созданию аварийных ситуаций.

В связи с этим, для обеспечения безопасной эксплуатации ныне действующего оборудования все с большей остротой встает вопрос его технического диагностирования с целью определения остаточного ресурса. Кроме этого, обеспечение высокой эффективности нефтегазохимического

¹ .Коренев Вадим Витальевич, руководитель проекта «Муфты» ООО «ТРИЗ» ЛТД, ул. Машиностроителей, 1 40020, г. Сумы, Украина

комплекса в будущем - даже при полном обновлении средств производства, - немислимо без технологии контроля и мониторинга технического состояния всего оборудования, конечной целью, которой является переход от системы ремонтов "по регламенту" к ремонтам "по состоянию".

Практический опыт показал, что для контроля технического состояния узлов компрессорного оборудования вибрационный метод является одним из наиболее информативных. Он основан на использовании информации, содержащейся в колебательных процессах. При этом любой дефект какого-либо узла, который подвергается механическому воздействию со стороны движущихся частей или потока пульсирующего газа, характеризуется индивидуальным "вибрационным портретом".

Для мониторинга состояния машинного оборудования в режиме on-line, широкое применение нашли стационарные системы вибромониторинга. Они позволяют непрерывно наблюдать за техническим состоянием машинного оборудования всего цеха и прогнозировать его изменение, однако их стоимость в десятки, и даже в сотни раз превосходит стоимость переносных средств диагностирования.

Среди средств непрерывного мониторинга и вибродиагностики машинного оборудования особое место занимают системы фирмы "Bently-Nevada" (США). В качестве основных диагностических признаков используются траектория прецессии и положение центра вала, которые формируются из двух временных сигналов с датчиков относительного перемещения вала в подшипниках скольжения в ортогональных плоскостях. При этом используются бесконтактные вихретоковые датчики относительной вибрации - проксиметры. Форма орбиты прецессии вала и полный спектр его относительной вибрации, включающий в себя прямую и обратную составляющие вибрации, дают четкое представление о природе неисправности. Эта система мониторинга и защиты критического оборудования используется на турбокомпрессорах крупнотоннажных химических производств, таких как ОАО Новомосковская Акционерная Компания "Азот" и других предприятиях России и стран СНГ.

Одной из наиболее важной частью работ по оснащению подобных производств системой мониторинга и защиты является монтаж бесконтактных вихретоковых датчиков (рис.1).

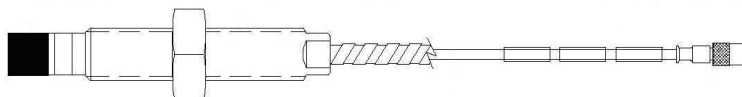


Рисунок 1 - Бесконтактный вихретоковый датчик 3300 NSvTM Proximity

При монтаже бесконтактных вихретоковых датчиков очень важно выполнить все требования, предъявляемые к их выбору и установке. От этого зависит правильное управление и защита оборудования в течение всего срока эксплуатации. Информация от неправильно смонтированного датчика может быть неточной и приводить к неправильным действиям. Как результат эффективная защита может быть не обеспечена. Это может привести к потерям продукции, вызванным ложным автоматическим или ручным остановом агрегата при высоких показаниях вибрации. Также могут быть упущены и моменты, когда действительно необходимо остановить агрегат, т.к. низкий уровень вибрации не будет сигнализировать о чрезмерной динамической силе приложенной к ротору или подшипнику. Таким образом, эффективное управление не может быть достигнуто, если установленные датчики предоставляют недостаточную или неправильную информацию.

Важнейшим требованием для систем защиты и диагностики турбоагрегатов является установка датчиков Proximity относительной вибрации в конфигурации X-Y:

На каждом подшипнике необходимо установить два ортогональных датчика Proximity измерения относительной вибрации, устанавливая датчики необходимо относительно подшипника. Это может быть непосредственно сборка подшипника, внешняя крышка на суппорте подшипника. Внешняя крышка может использоваться, если она является «первичным держателем» подшипника, жестко с ним связана и является структурным компонентом сборки. Крышки, не удерживающие подшипник, не подходят для установки датчиков измерения относительной вибрации вала. Рисунок 2 иллюстрирует вариант типичной установки.

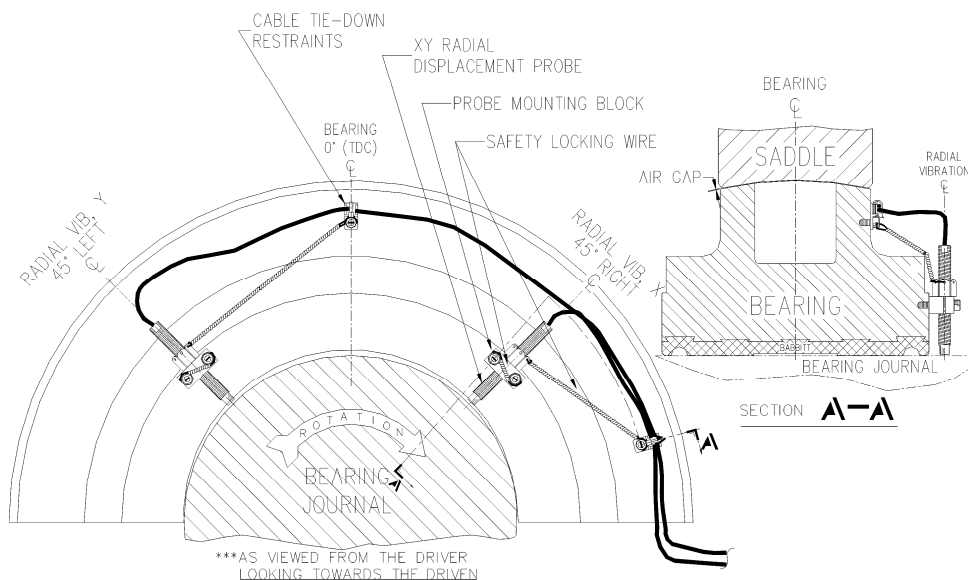


Рисунок 2 - Пример рекомендованной установки датчиков X-Y относительной вибрации вала

Когда в 2004 году специалисты ООО ТРИЗ® были впервые привлечены к монтажу бесконтактных датчиков относительной вибрации на компрессорных агрегатах поз.102J, 103J и 105J цеха Аммиак-3 ОАО НАК Азот, стало понятно, что установка на каждом подшипнике двух ортогональных датчиков Proximity измерения относительной вибрации, будет сопряжена с рядом сложностей, а то и вовсе невозможна на некоторых позициях. Это было связано с конструктивными особенностями данных машин. К примеру, при размещении датчиков относительной вибрации на опорном подшипнике со стороны регулятора оборотов турбины поз.102JT оказалось невозможным их установка по примеру приведенному на рис.2. Близкое расположение опорного подшипника к рычагу автомата безопасности не позволило установить датчики в верхней половине опорного подшипника со смещением относительно горизонтального разреза под 45°. Поэтому установить датчики удалось только, так как показано на рисунке 3: первый датчик по ходу вращения - в нижней половине подшипника, второй – ортогонально в верхней.

При таком расположении, настраивать зазор между валом и нижним датчиком приходилось, предварительно выкатив нижнюю половину подшипника в вертикальное положение, подняв ротор турбины домкратом. После установки зазора нижняя половина подшипника возвращалась на свое

место, ротор опускался на колодку, устанавливалась верхняя половина подшипника, и только после этого настраивался зазор верхнего датчика.

Смонтированные датчики на стороне регулятора оборотов турбины поз.102JT изображены на рисунке 4.

Не удалось установить датчики относительной вибрации на опорном подшипнике турбины поз.102JT со стороны корпуса низкого давления. Конструктивное исполнение турбины и близость механизма валоповорота не позволили разместить датчики с учетом рекомендуемых минимальных расстояний до элементов конструкции машин (рис. 5).

Еще одна особенность монтажа датчиков относительной вибрации – установка их с помощью «трубок-удлинителей». Таким способом устанавливались датчики на опорных подшипниках КВД и КНД компрессора поз.105J. Датчики фиксировались в «трубках-удлинителях», которые в свою очередь закреплялись на монтажных планках у наружного диаметра подшипника (рис. 6.) Этим обеспечивалась возможность настройки зазора между датчиком и валом.

Смонтированные датчики на «трубках-удлинителях» КНД и КВД компрессора поз.105J изображены на рисунке 7.

На «трубках-удлинителях» устанавливались датчики осевого сдвига вал-шестерни мультипликатора компрессора поз.101J (см. рис. 8).

Турбина 102JT

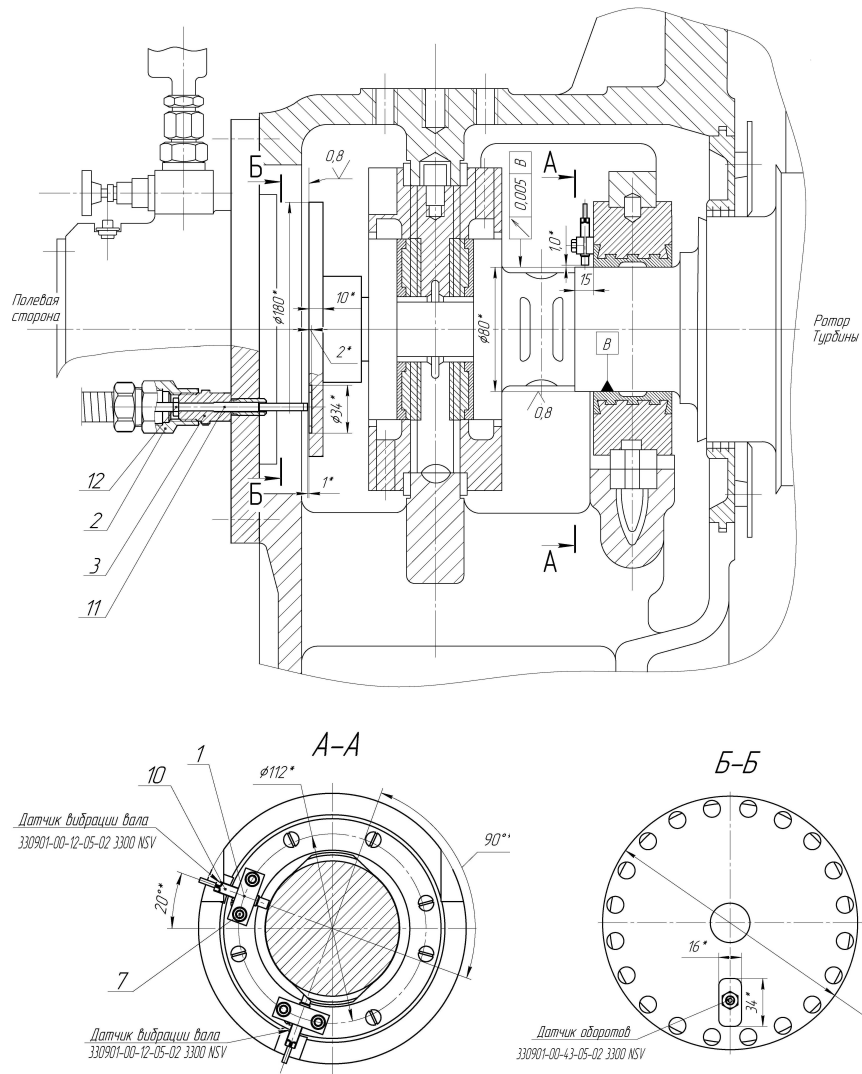
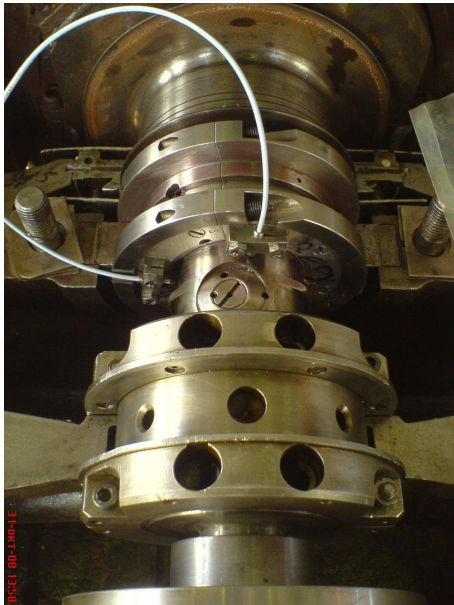


Рисунок 3 - Схема установки датчиков относительной вибрации на опорном подшипнике со стороны регулятора оборотов турбины поз.102JT



Рычаг автомата безопасности

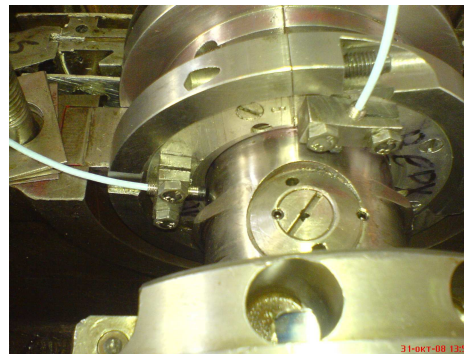
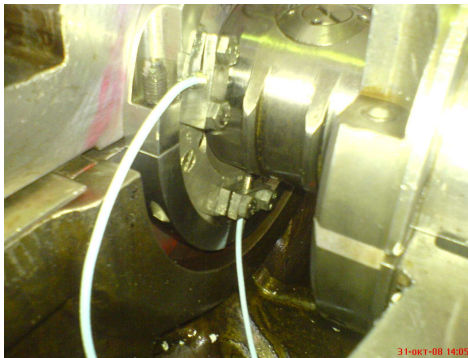
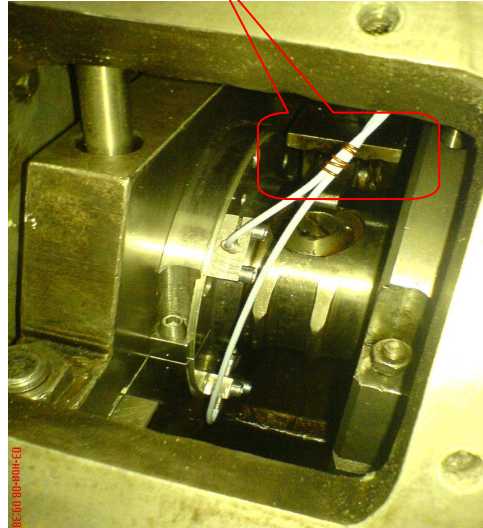


Рисунок 4 - Смонтированные датчики на стороне регулятора оборотов турбины поз.102Т

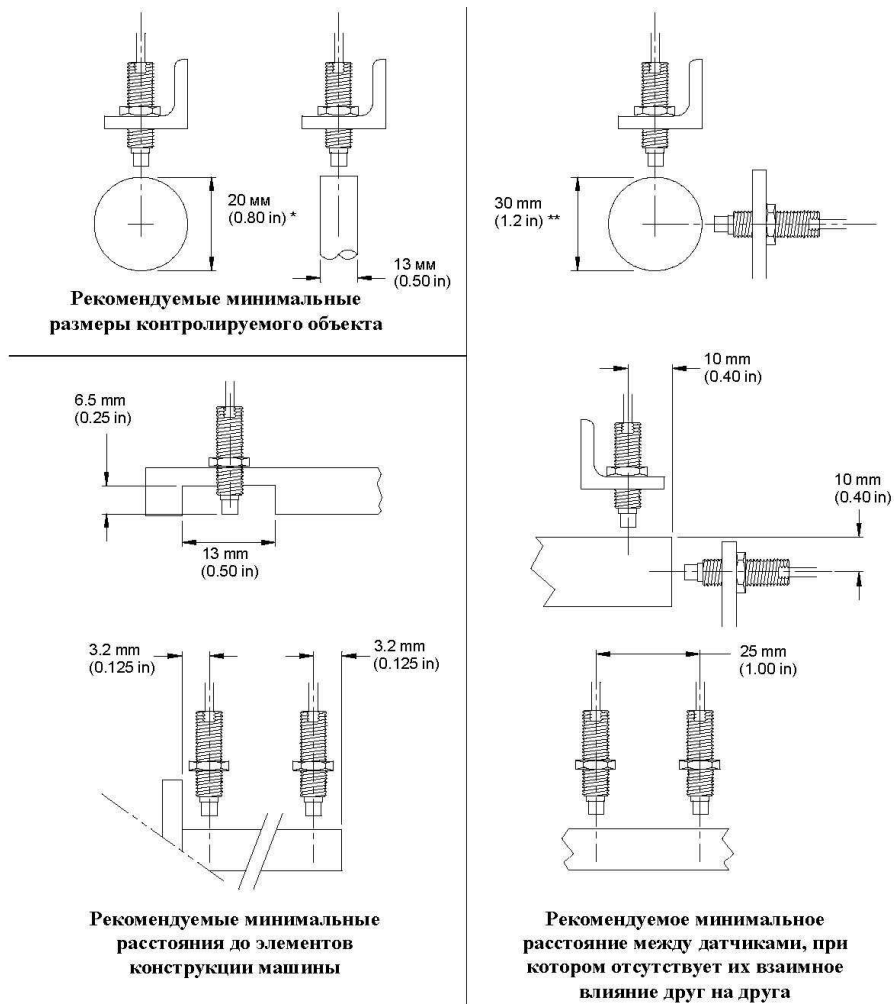


Рисунок 5 - Требования к размещению датчиков относительной вибрации датчиковой системы 3300 XL NSv™ Proximity

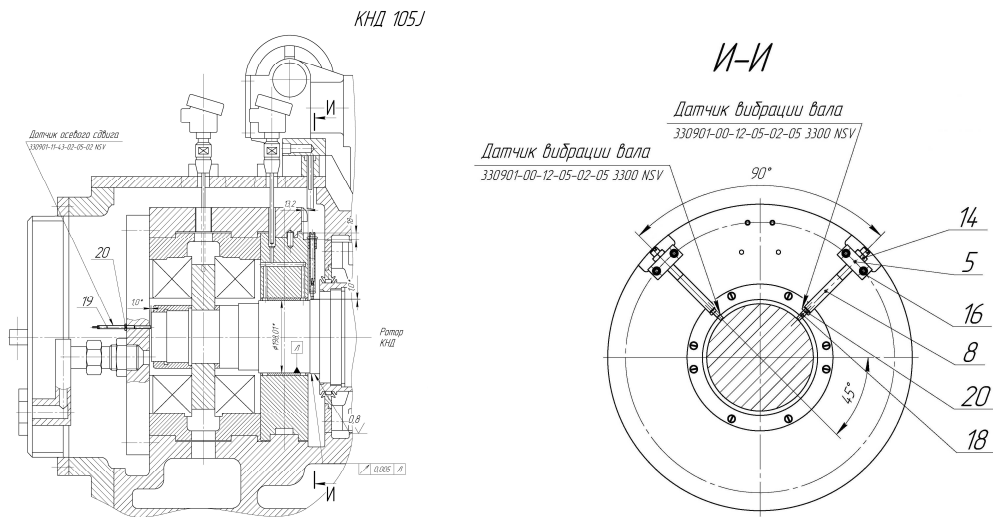


Рисунок 6 - Схема установки датчиков относительной вибрации на опорном подшипнике со свободной стороны КНД поз.105J

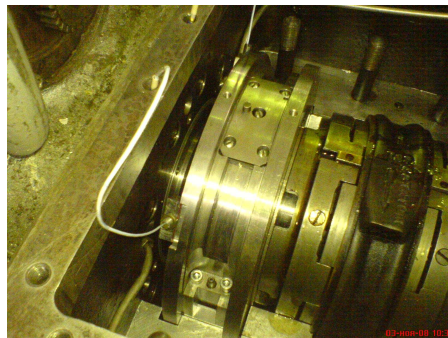
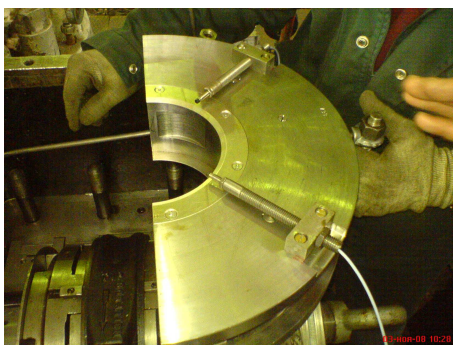


Рисунок 7 - Смонтированные датчики на «трубках-удлинителях» КНД и КВД компрессора поз.105J

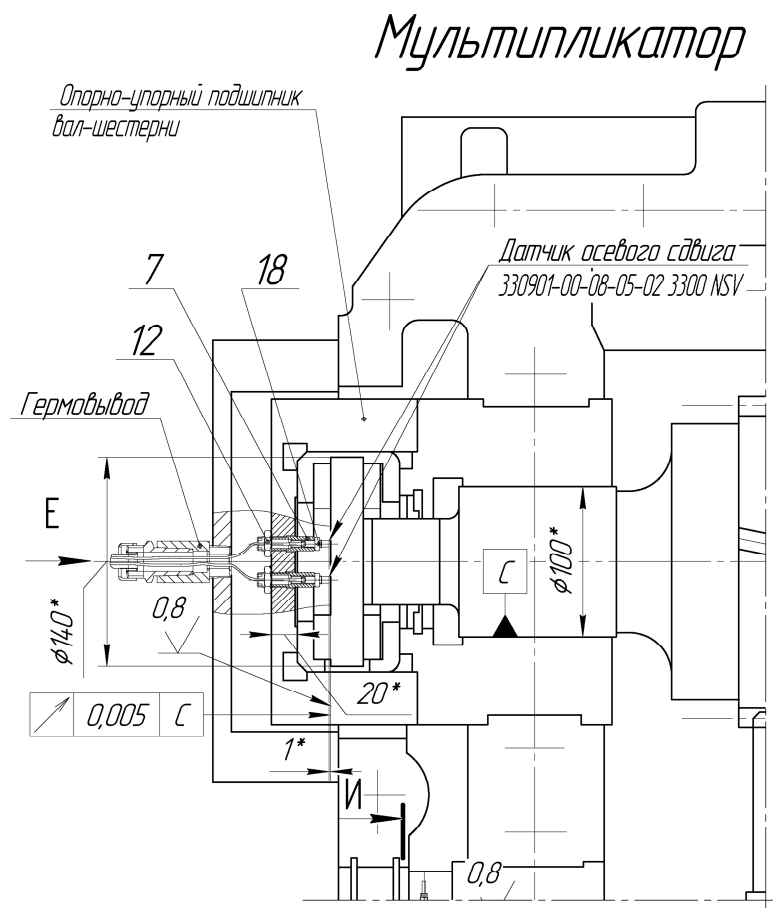


Рисунок 8 - Схема установки датчиков осевого сдвига вал-шестерни мультипликатора компрессора поз.101J

Смонтированные датчики осевого сдвига вал-шестерни мультипликатора компрессора поз. 101J, изображены на рис. 9.

Размещать датчики осевого сдвига следует максимально близко к упорному диску ротора компрессора. В противном случае на показания осевого сдвига ротора под действием осевых усилий накладывается температурное удлинение вала, искажая действительную величину осевого сдвига. Идеальный случай установки датчика осевого сдвига будет тогда, когда удастся установить датчик в торец самого упорного диска.

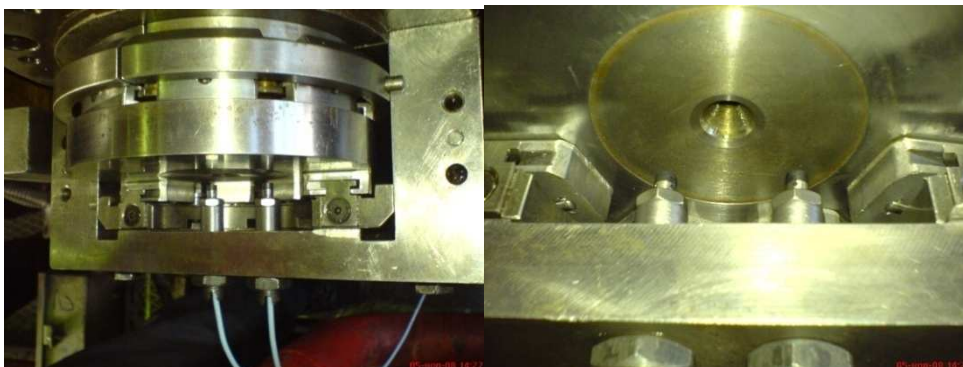


Рисунок 9 - Смонтированные датчики осевого сдвига вал-шестерни мультипликатора компрессора поз.101J

Особое внимание следует уделять качеству поверхности объектов контроля. Шероховатость поверхности не должна превышать $R_a0,8$, а радиальные и торцовые биения – 0,01 мм. Обязательно должно выполняться измерение помех (механических, электрических и др.) и их устранение. Для этого существует комплекс сервисных инструментов, которые делают возможность измерять уровень помех используя метод, рекомендованный стандартом API 670 (Американский Институт Нефти). Система состоит из измерительных и компьютеризированных устройств, которые обеспечивают измерение помех и их визуализацию. Система не использует отфильтрованные измерения, поэтому необходима очень низкая частота вращения (на токарном станке или на V-образных опорах (тефлоновых)).

Необходим токарный станок, имеющий патрон с 4-мя кулачками и V-блоком (см рис. 10). Использование патрона с 4-мя кулачками более предпочтительно для данной работы чем патрон с тремя кулачками. Хорошо настроенные элементы способны обеспечить допустимое отклонение 0.005 мм от диапазона.

Датчик, измерения сигнала помехи устанавливается в фиксаторе позволяющем легко менять его позицию (контрольный винт) и место установки (установочный винт). При этом обеспечивают стабильную и жесткую установку при фиксации (см. рис. 11).

Если измерительная дорожка вала при измерении помех имеет высокий уровень намагничивания, перед механической обработкой должно производиться размагничивание.

Для определения уровня намагничивания используют магнитометр (индикатор магнитного поля) (см рис. 12).



Рисунок 10 - Установка системы измерения: ротор поддерживается на тефлоновых V-блоках, датчик установлен на очень жестком фиксаторе

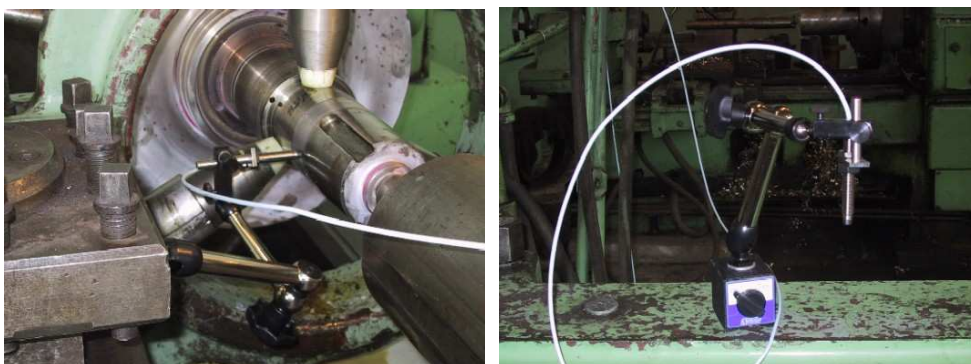


Рисунок -11 - Универсальный фиксатор для установки датчика

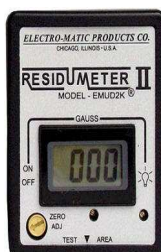


Рисунок 12 - Магнитометр

Исключение намагниченности узлов и деталей, устраняет одну из причин проявления «фальшвибрации» при проведении измерений виброперемещений роторов вихретоковыми датчиками. В соответствии с API 617 «Центробежные компрессоры для нефтяной, химической и газовой промышленности»: для предотвращения увеличения статического электричества, остаточный магнетизм вращающихся деталей не должен превышать 5 Гс.

Требования к помехам на валу, рекомендуемые стандартом ISO/ГОСТ 7919-1, определяются как не более 25% от допустимого уровня вибрации.

Для уменьшения общего измеренного уровня помех после размагничивания и обработкой обычным резцом, которые не обеспечили требуемого качества, используют алмазный резец Diamond. Алмазный резец устанавливается в стандартный держатель токарного станка см. рис.13.

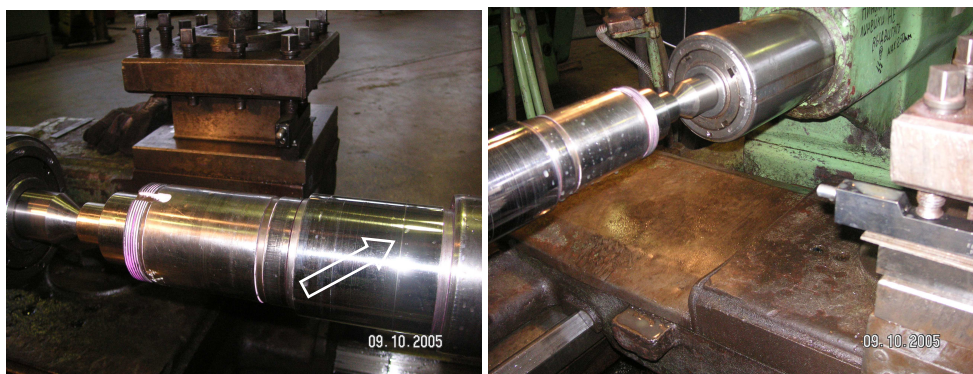


Рисунок 13 - Алмазный резец Diamond в стандартном держателе токарного станка

Подводя итог, следует отметить: для обеспечения эффективной защиты и диагностики турбокомпрессорного оборудования крайне важно еще на стадии разработки проекта правильно выбрать датчики вибрации, определить места установки с учетом предъявляемых требований и подготовить перед монтажом поверхности объектов контроля, обеспечив надлежащее качество.

Для компрессорных агрегатов поз. 101J, 102J, 105J предпочтительней устанавливать датчиковую систему 3300 XL NSv™ предназначенную для использования в тех областях, где в силу ограничений по расположению датчиков, стесненности пространства использование систем 3300 и 3300 XL 5 и 8 мм затруднено или невозможно.

В случаях, когда имеется значительная амплитуда абсолютной вибрации подшипника, необходимо дополнительно установить датчики абсолютной вибрации X-Y на каждом подшипнике. Такая компоновка обеспечит при

любых режимах работы и при любых неисправностях достаточный объем информации для защиты агрегата и проведения диагностики. Место установки может быть непосредственно на подшипнике, на суппорте подшипника или внешней крышке, но только в том случае, если внешняя крышка жестко связана с подшипником, является первичным держателем. В случаях, когда крышка не является первичным держателем подшипника, может подойти установка на опоре в месте установки нижней половины подшипника, однако необходимо убедиться, что датчик в данном месте будет измерять вибрацию подшипника.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Гриб В.В., Соколова А.Г., Еранов А.П., Давыдов В.М., Жуков Р.В. Анализ современных методов диагностирования компрессорного оборудования нефтегазохимических производств. / Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт, 2002, №10. - С.57-65.
2. Bill Laws. Измерение радиальной вибрации и осевых сдвигов для защиты и управления большими турбогенераторами. Revision 6, 10 March 1999.
3. Датчиковая система 3300 XL NSv™ Proximity, «Руководство по эксплуатации»; Bentley Nevada Corporation.
4. API 617 Центробежные компрессоры для нефтяной, химической и газовой промышленности.- 2002. - 235 с.

PEQUILAR FEATURES FOR INSTALLATION OF VIBRATION PICK-UPS AND AXIAL SHIFT SENSORS ON POSES 101J, 102J, 105J UNITS EQUIPPED WITH BEARINGS OF PD TRIZ (ПД ТРИЗ®)-TYPE

**Vadim Korenev,
TRIZ Ltd**

SUMMARY

The report examines the use of vibration monitoring and axial shift systems (manufactured by Bentley-Nevada Corporation, the USA) in poses 101J, 102J, 105J compressor units for ammonia production. There stated the basic requirements to mounting the sensors and pick-ups, as well as to preparing the surfaces for their installation. There given recommendations and circuits for their installation. There is also discussed and solved a number of accompanying problems.

Keywords: sensor, pick-up, vibration, axial shift, Bentley-Nevada, vibration diagnostics, bearing, equipment, compressor units, 101J, 102J, 105J, mounting, circuits, requirements, disturbances.

