

Основываясь на графиках (рисунки 1 и 2) можно осуществить выбор допустимой ширины уплотнительного пояска в торцовом уплотнении для имеющихся конкретных условий.

При наличии вращения жидкости перед уплотнением (например, внутри насоса) в давлении p_0 может быть выделе-

на часть $p_n = \rho \cdot \left(\frac{\pi n}{30} R \right)^2$, соответствующая действию центробежных сил инерции частиц жидкости (n – скорость вращения кольца уплотнения, об/мин; R – радиус кольца уплотнения на границе с жидкостью), которая в зависимости от направления их действия относительно радиальной оси x канала может как уменьшать, так и увеличивать расход жидкости через щель. Рассмотренная выше модель может быть применена и к данному случаю.

Выбор ширины пояска уплотнения с учетом зависимости вязкости жидкости от положения частицы в поперечном сечении канала (т.е. с учетом влияния функции адгезии $f(y)$) можно выполнить по работам [2 – 4].

УДК 621.91-521.62-19

Мирошниченко И.А.

БЕЗРАЗБОРНЫЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

В мировой практике создания машинных механизмов (агрегатов) актуальной остаётся проблема обеспечения надёжности их работы и проблема безразборного контроля и прогнозирования их технического состояния. Дальнейшее увеличение ресурса и повышение надёжности машин и механизмов во многих отраслях техники предполагают переход на эксплуатацию технических объектов по фактическому состоянию, а это возможно только при наличии эффективных методов и средств диагностики. Назначение диагностики заключается не только в выявлении, но и в предупреждении отказов и неисправностей, поддержание нормальных регулировок эксплуатационных показателей в установленных пределах, прогнозирование состояния в целях полного использования долговременного и межремонтного ресурса.

Разработка эффективных систем безразборного контроля параметров технического состояния машин и механизмов в рабочих условиях представляет собой задачу исключительной значимости. Рациональная организация технологии производства, особенно автоматизированного, обеспечение процедур эффективного контроля фактического состояния сложных технических объектов и прогнозирование его изменения со временем наработки, значительное снижение материальных и трудовых затрат на техническое обслуживание и ремонт, обеспечение безаварийной эксплуатации дорогостоящего и уникального оборудования немислимы без использования соответствующих средств и методик диагностирования. Требования обеспечения комплексной безразборной оценки технического состояния машин и механизмов в рабочих условиях выдвигают на передний план разработку именно методов диагностики, которые были бы чувствительны к различным отклонениям параметров технического состояния от нормы.

Актуальность проблемы диагностики диктуется так же острой необходимостью организации оперативного безразборного контроля технического состояния машин и механиз-

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Башта Т.М. и др. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы. Изд. 2-е. Машиностроение, 1982, - 423 с.
2. Голуб В.М., Голуб М.В., Свищев М.А., Холодарь Б.Г. Течение жидкости через узкие щели контактных пар трения торцовых уплотнений. Вестник Брестского государственного технического университета. Машиностроение, автоматизация, ЭВМ.4/2000, №4, с. 38-42
3. Голуб В.М., Голуб М.В., Свищев М.А., Холодарь Б.Г. Модель протечки жидкости в узких щелях с учетом температуры разделительной пленки. Вестник Брестского государственного технического университета. Машиностроение, автоматизация, ЭВМ. – №4. – 2000. – С.42-44.
4. Голуб В.М., Голуб М.В., Плесакачевский Ю.М., Холодарь Б.Г. О назначении проектной ширины контактного пояска торцового уплотнения. Вестник Брестского государственного технического университета. Машиностроение, автоматизация, ЭВМ. – №4 – 2001. – С.7-11.

мов на всех стадиях их жизненного цикла как на этапах проектирования и изготовления, так и на этапах эксплуатации и ремонта. Практика зарубежных фирм показывает, что 75% всех мер по обеспечению качества должно осуществляться на этапах поиска принципиальных и конструктивных решений, проектирования и отработки макетного образца, доводки опытных изделий и отладки технологии; 20% мер приходится на контроль технологических процессов; 5% - непосредственно на технический контроль и испытания готовой продукции.

Как правило, практикуемые в настоящее время способы контроля параметров технического состояния машин и механизмов предполагают полную или частичную разборку оборудования. Эта процедура нарушает приработку узлов и сокращает срок безаварийной работы. Ущерб, причиняемый периодическим профилактическим осмотром механического оборудования во время эксплуатации столь велик, что одной из первостепенных проблем в различных областях техники стала проблема перехода от эксплуатации по заранее назначенному ресурсу к эксплуатации и техническому обслуживанию механизмов по данным систематического безразборного контроля представительных параметров технического состояния и результатам диагностирования.

В связи с постоянным усложнением техники, ростом числа диагностируемых узлов и параметров, естественно предъявляются высокие требования и к информационно-измерительным системам, качеству алгоритмов формирования диагностических признаков и правил их распознавания, быстрдействию ЭВМ и т. д. и т. п. Поэтому быстрое получение необходимой и в требуемом количестве информации, сравнение её с «эталонной», прогноз о техническом состоянии объекта под силу лишь автоматизированной системе, которая должна выполнять следующие функции: автоматический сбор информации; экспресс-обработку полученной информации с помощью быстродействующих специальных

Мирошниченко Игорь Александрович, ст. преподаватель каф. машиноведения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

процессоров и ЭВМ; формирование диагностических признаков; долговременное хранение текущей и «эталонной» информации; сравнение текущей и «эталонной» информации; интерполяция и экстраполяция состояния объекта в признаковом пространстве; аварийную сигнализацию при подходе к предельно допустимым состояниям; управление оборудованием; визуализацию диагностической и управляющей информации на графическом дисплее; техническое документирование информации о текущем техническом состоянии и прогнозе на будущее в удобном виде.

Таким образом, одно лишь перечисление требующих решения задач показывает насколько сложна и трудоёмка эта проблема, требующая больших материальных и интеллектуальных затрат. Однако при её решении достигается высокий экономический эффект за счёт устранения ненужных простоев и необоснованных простоев оборудования, сокращения сроков и объёма ремонтных работ, экономии запчастей и горюче-смазочных материалов, повышение точности технологического цикла, а следовательно, и качества выпускаемой продукции.

В ИНДШМАШ АНБ совместно с ООО «КР» разработан образец измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) для совместной оценки и анализа параметров вибрационной нагруженности и кинематической точности зубчатых приводов.

Ориентация диагностического комплекса на зубчатые приводы обусловлена тем, что зубчатые передачи являются неотъемлемой частью конструкций большинства современных машин и механизмов. Достигнутый к настоящему времени уровень технологии в машиностроении делает их наиболее рациональными устройствами для преобразования частоты вращения и крутящего момента. Показатели зубчатых передач по коэффициенту полезного действия, удельной массе и габаритам обеспечивают им почти повсеместное применение в линиях приводов самых разнообразных мощностей и в различных условиях.

Вместе с тем степень совершенства и состояние зубчатых передач в значительной мере определяют надёжность и качество работы машин и механизмов, в состав которых они входят. Поэтому решение проблемы повышения их надёжности, а также диагностики их технического состояния в любой момент в процессе их эксплуатации имеют важное народнохозяйственное значение.

Зубчатые передачи являются сложными агрегатами, в которых возможны различные виды повреждений, развивающихся по разному в течение срока службы механизма и имеющие самые различные причины. Наиболее уязвимым местом в зубчатой передаче являются собственно зубчатые колёса, а причины их дефектов уже могут быть заложены при их проектировании, а также возникать при их изготовлении, сборке и эксплуатации.

Большинство дефектов зубчатых передач приводят к отклонению закона движения взаимодействующих поверхностей зубьев от теоретического. Неравномерность вращения элементов передачи, флуктуация передаваемой нагрузки по величине и направлению ведут к снижению надёжности, нагрузочной способности и долговечности, а также повышению вибрационной и акустической нагруженности передачи.

Результаты совместного измерения и анализа кинематической погрешности и вибрационной нагруженности зубчатой передачи (редуктора в целом) важны для объективной оценки точности её изготовления, монтажа, определения соответствия условий эксплуатации заданным, выявление погрешностей при передаче вращения и полезной нагрузки, и в конечном итоге определение их причин и локализация эксплуатационных дефектов.

Особое место в решении данной проблемы занимают результаты измерения и анализа кинематической погрешности

зубчатой передачи, полученные непосредственно с реального механизма на рабочих режимах. Совместно с данными динамических (вибрационных) исследований они позволяют более научно и объективно обосновывать причины и природу динамических явлений, сопровождающих работу зубчатой передачи. К тому же дефекты, проявившиеся в кинематической погрешности, являются основными источниками возбуждения вибраций зубчатых передач и результаты её измерения и анализа могут быть полезны как при разработке методов снижения виброакустической активности зубчатых передач, так и при диагностике их технического состояния и определении их остаточного ресурса.

Однако для определения и анализа кинематической погрешности непосредственно на рабочем месте и на рабочих режимах необходимо наличие соответствующих современных средств измерения и математического обеспечения.

Вместе с тем, известные нам средства не позволяют проводить измерения и исследования кинематической погрешности передачи на эксплуатационных режимах её работы, а тем более синхронно с вибрационной нагруженностью. Их функциональные возможности ограничиваются лишь возможностью проведения измерений кинематической погрешности в измерительных условиях, т. е. когда звенья контролируемой передачи совершают движение с постоянной скоростью и без деформаций (без нагрузки).

Измерительно-вычислительный комплекс, в котором аппаратные и программные средства составляют единое целое, предназначен для решения широкого круга задач по оценке технического состояния приводных механизмов на основе зубчатых передач. Комплекс может использоваться как в составе стендов для контроля и испытаний зубчатых механизмов, так и при диагностике сложных натуральных объектов в реальных условиях эксплуатации. Режимы работы комплекса включают как квазистатические, так и эксплуатационные по частоте вращения привода и передаваемым крутящим моментам. При этом квазистатическим режимом работы испытуемого механизма является такой режим, при котором не проявляются динамические свойства контролируемого механизма, изделия, их составных частей или стенда в целом.

Измерительно-вычислительный комплекс обеспечивает получение и последующую обработку (с задаваемым уровнем сложности) сигналов измерительной информации о кинематической погрешности и вибрационной нагруженности зубчатых передач.

Хотя измерительно-вычислительный комплекс и включает в себя аппаратные и программные средства, вместе с тем следует отметить, что ни одна из его составных частей не предназначена для самостоятельного решения каких-либо задач, т. к. обе они представляют единое и неделимое целое. Программная система комплекса служит для конфигурирования и управления работой аппаратных средств, первичной, промежуточной и вторичной обработки измерительной информации.

Общая структурная схема аппаратных средств ИВК приведена на рис. 1. В состав ИВК входят: Dx, Dy, Dz – вибропреобразователи; Ax, Ay, Az – датчики аналоговых сигналов; D1, D2 – импульсные датчики угла поворота начального и конечного звеньев контролируемой передачи; ТД – таходатчик; СУ – согласующее устройство; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ЦФ – цифровой фильтр; СОП – синтезатор опорных сигналов; УПСКП – устройство получения сигнала кинематической погрешности; УЦОСКП – устройство цифровой обработки сигнала кинематической погрешности; ББП-КОВС – блок буферной памяти канала обработки вибрационных сигналов; ББПКОКП – блок буферной памяти канала обработки кинематической погрешности; МО с ПЭВМ – модуль обмена с ПЭВМ.

