

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, быстродействию 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.

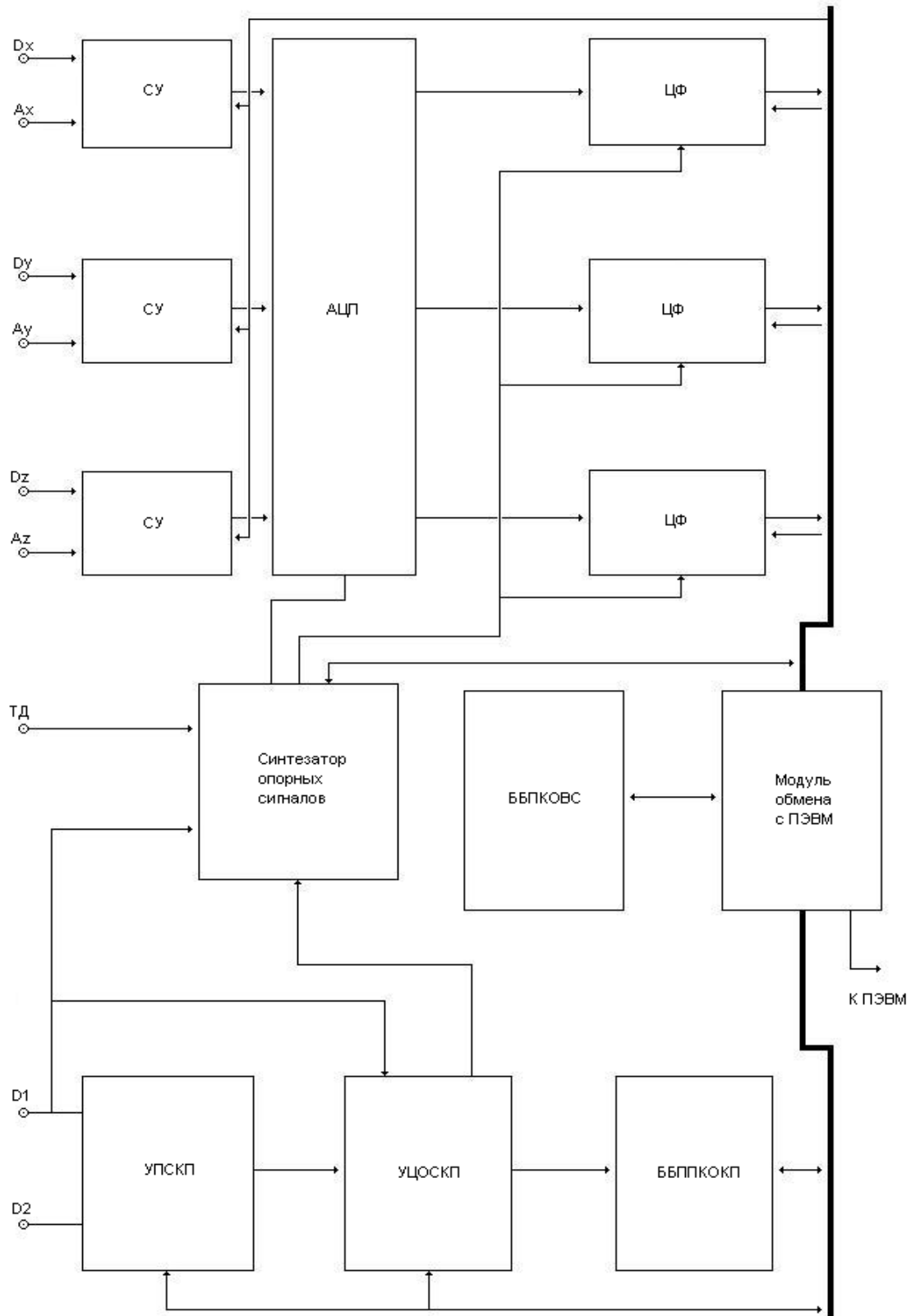


Рис. 1. Структурная схема аппаратных средств измерительно-вычислительного комплекса для оценки технического состояния зубчатых передач.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Берестнев О.В., Жук И.В., Скороходов А.С., Берестнев Я.О., Василенко В.Г., Неделькин А.Н., Мирошниченко

И.А. Создание микропроцессорного комплекса для диагностики технических систем // Минск, 1996.- с.3-10