

УДК 53.084.823

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФАЗОХРОНОМЕТРИЧЕСКОЙ И ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Елизавета Андреевна Макарова

Студент 4 курса, бакалавриат

кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Б. Сырицкий,

ассистент кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»

Стабильная и точная работа станка является важной частью технологического процесса. Для преждевременного выявления и предотвращения сбоев и неисправностей станков проводят их диагностику. В настоящее время существует немало методов и видов диагностики, которые успешно применяются в отдельности, несмотря на то, что их совместное использование могло бы давать более точные результаты.

В рамках данной работы рассмотрен случай совмещения фазохронометрического и вибрационного методов, а также проведен анализ закрепления фазохронометрического датчика ЛИР158А и вибродатчика на примере токарно-винторезного станка УТ16П.

При разработке способа закрепления датчика ЛИР 158А на станке имели место три варианта для более точного закрепления первичного преобразователя и его устойчивое положения, чтобы избежать появления дополнительных погрешностей при измерениях.

На рисунках 1-3 представлены: 1-датчик ЛИР 158А; 2-магниты; 3-вибродатчик; 4-струбцины; 5-массивное основание/ крепление к фундаменту; 6-СОЖ; 7-суппорт; 8-задняя бабка.

Первый вариант - крепление датчика с помощью магнитов. В отверстие передней бабке корпуса станка устанавливается первичный преобразователь фазохронометрической системы. Крепежная пластина, соединенная винтами с корпусом станка, является универсальным переходником для установки датчика на станки разных типов. К крепежной пластине с помощью винтов и шпилек присоединены плита, датчик ЛИР 158А и муфта ЛИР 801. С внешней стороны станка от датчика отходит консоль, прикрепляемая на верхней поверхности корпуса станка двумя магнитами (Рис. 1).

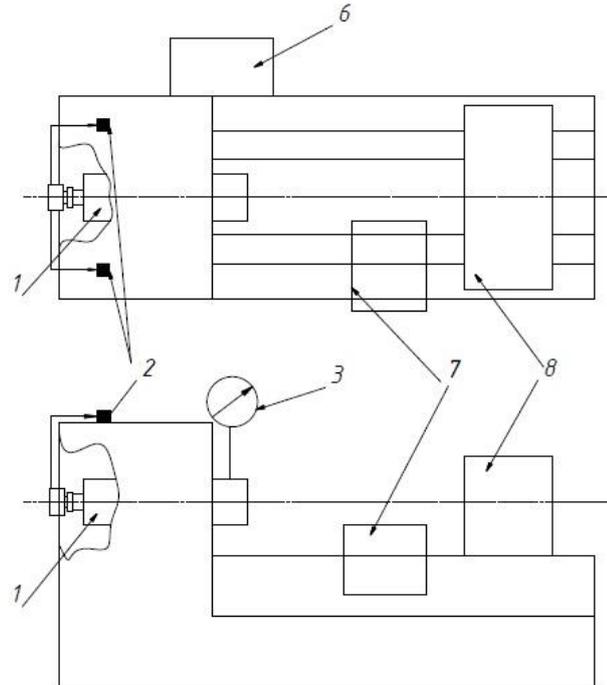


Рис. 1. Крепление к станку фазохрометрического датчика ЛИР 158А на консоли с магнитами

Для второго варианта вместо консоли были выбраны струбцины, которые крепятся по бокам корпуса станка, при аналогичном прикреплении датчика к передней бабке (Рис. 2).

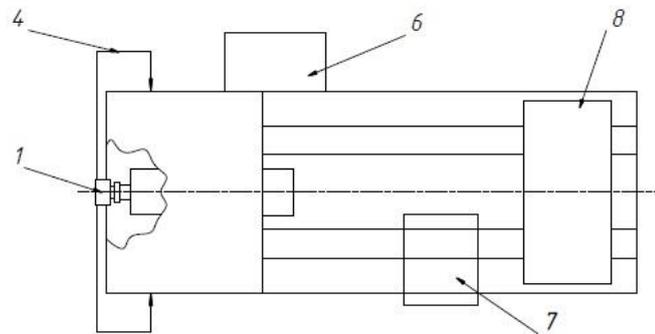


Рис. 2. Крепление к станку фазохрометрического датчика ЛИР 158А с помощью струбцин

Недостатком двух представленных вариантов является малая жесткость консоли при необходимых габаритах, что приведет к перекосам и смещениям установки при сильных вибрации, что приведет к появлению грубых погрешностей при диагностике.

Третий способ предполагает использование массивного основания или крепления к фундаменту для установки датчика на станок. Датчик соединяется с передней бабкой способом, описанным в первом варианте крепления первичного преобразователя к станку (Рис. 3).

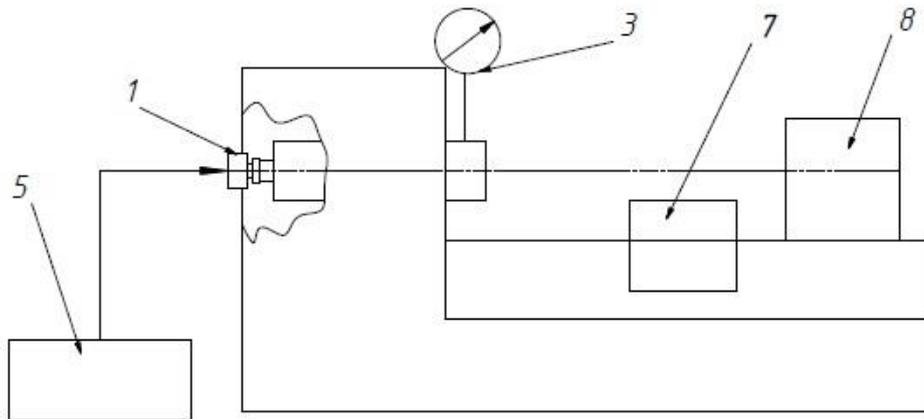


Рис. 3. Крепление к станку фазохронометрического датчика ЛИР 158А на массивном основании или к фундаменту

Неудобством в применении данной конструкции является большой вес основания, что уменьшает мобильность всей системы. Консоль, соединяющая основание с датчиком, также может являться источником дополнительных погрешностей из-за своих размеров.

Анализ представленных вариантов крепления датчика выявил их ненадежность, из чего следует необходимость модернизации ранее разработанной на кафедре конструкции, хорошо зарекомендовавшей себя, путем добавления универсальной крепежной пластины, которая будет являться переходником для нескольких типов станков для закрепления стандартной оснастки.

На передней бабке станка имеется крышка с отверстиями. С помощью винтов к ней можно прикрутить крепежную пластину. На нее, в свою очередь, можно установить стандартную оснастку. Под стандартной оснасткой следует понимать следующие элементы: датчик угловых перемещений с закрепленной на нем муфтой, между которыми находится пластина. Датчик угловых перемещений представляет собой инкрементальный энкодер с 5000 штрихов на измерительном угловом лимбе. В этой пластине имеются отверстия для соединения с крепежной пластиной с помощью шпилек и винтов. Цанга фиксируется в коническое отверстие шпинделя. Выходной вал углового инкрементного преобразователя, с закрепленной на нем муфтой соединяется с ответной частью переходника. Передача вращения шпинделя станка осуществляется через цангу, переходник, мембранную муфту на вал датчика (Рис. 4).

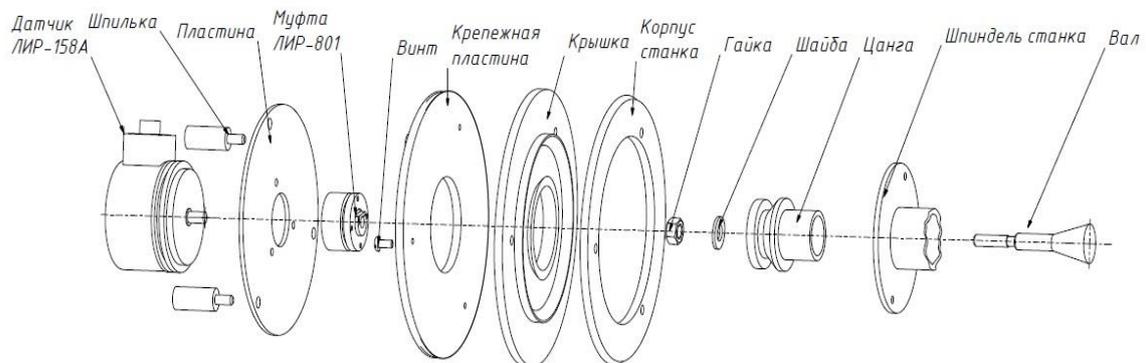


Рис. 4. 3D-схема крепления фазохронометрического датчика

Было произведено проектирование измерительного канала, фазохронометрическая часть которого была разработана на кафедре ранее.

Таким образом, измерительный канал составляют две части: фазохронометрическая и вибрационная (Рис. 5).

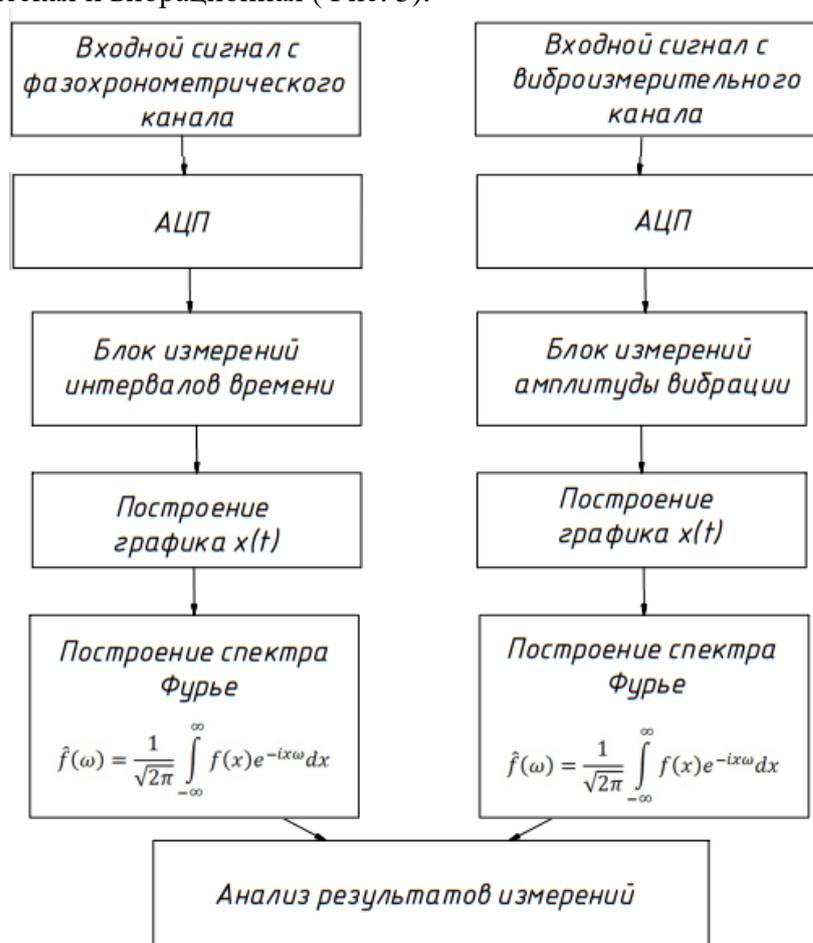


Рис. 5. Алгоритм действия измерительных каналов

Фазохронометрическая часть начинается от шпинделя станка, к нему присоединяется датчик ЛИР 158А с помощью переходной муфты ЛИР 801. По линии связи через фильтр на входе в блок информации и аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) данные передаются на счетчик, а затем на ЭВМ.

Вибрационный канал состоит из патрона станка, к которому крепится датчик измерения вибрации, измерения которого фиксирует анализатор спектра ZETLAB A19-U2. Анализатор через USB-устройство передает информацию на ЭВМ.

Прямое сравнение измерительной информации в виде интервалов времени и параметров вибрации не представляется достижимым. Тем не менее, стоит отметить, что виброускорение, виброскорость, виброперемещение и ряды интервалов времени образуют взаимодополняющую систему, поэтому возможно их совместное использование для определения физических параметров диагностируемого объекта.

Фазохронометрический канал: датчик ЛИР 158А, установленный на передней бабки, вырабатывает аналоговый синусоидальный измерительный сигнал $U(t)$, затем поступающий на вход блока обработки измерительной информации. Подсистема оцифровки сигнала при помощи аналоговых компараторов преобразует аналоговый сигнал в удобный для дальнейшей обработки цифровой вид.

Далее на основании измеренных значений интервалов времени блоком измерения интервалов времени на ЭВМ строится график $x(t)$, отражающий хронограмму работы

токарного станка УТ16П. По хронограмме с помощью анализа Фурье строится график спектров работы токарного станка.

Вибрационный канал: измерительный блок включает интегратор (одинарное и двойное интегрирование), усилитель, аналого-цифровой преобразователь, фильтры верхних и нижних частот и микропроцессор. Измерительный блок обеспечивает измерение среднего квадратического значения (СКЗ), пикового значения и размаха виброускорения, виброскорости и виброперемещения, а также частоты вибрации и числа оборотов ротора. Входной сигнал с виброизмерительного преобразователя передается на АЦП. АЦП производит первичный анализ и в ПО на ЭВМ вывод график амплитуды вибрации. По графику и полученным данным строится график спектров.

Фазохронометрический канал установлен так, чтобы получать измерительную информацию с внутренних колец подшипников. Вибродиагностика направлена на сбор информации о состоянии внешних колец подшипников.

Результаты расчетов и проведения экспериментов показали, что расчетные частоты совпадают с двумя частотами. На виброспектре это частота, которая сопоставима с частотой перекачивания тел качения по наружному кольцу, на спектре ФХМ-ближе к частоте перекачивания тел качения по внутреннему кольцу. При этом отличие расчетных данных от полученных экспериментально для вибрационного метода составило 6%, для фазохронометрического метода- 3%, что является индикатором высокой сходимости результатов.

Таким образом, рассматриваемые системы выгодно использовать в комплексе.

Литература

1. *Киселёв М.И., Пронякин В.И.* Фазовый метод исследования циклических машин и механизмов на основе хронометрического подхода // Измерительная техника. 2001. №9. С.15 – 18.
2. *Потапов К.Г., Сырицкий А.Б.* Реализация измерительной фазохронометрической системы для диагностики технического состояния токарных станков // Приборы, №5, 2014. С.13 – 18
3. *Потапов К.Г.* Оценка технического состояния главных приводов токарных станков фазохронометрическим методом // Мир измерений, №12, 2014. С. 9 – 13.