

**ЛАЗЕРНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ДЕТАЛЕЙ**

**THE LASER SENSOR FOR MEASUREMENT OF PARAMETERS OF VIBRATIONS OF
TECHNOLOGICAL SYSTEMS AND DETAILS**

Москва, Московский государственный технический университет «МАМИ»
Moscow, Moscow State Technical University «MAMI»

The purpose of work is the increase of accuracy of measurement of parameters of vibrations. The measurement of vibrations has the large meaning(importance) in all technological processes of the automated machine-building manufacture. Gives the comparative analysis of existing ways for measurement of parameters of vibrations. Substantially depends on parameters of vibrations accuracy of realization of technological processes. Is shown, that most perspective for today are the basic laser measuring systems.

Целью работы является повышение точности измерения параметров вибраций. Измерение вибраций имеет большое значение во всех технологических процессах автоматизированного машиностроительного производства. От параметров вибраций в значительной степени зависит точность реализации технологических процессов.

Существует много способов для измерения параметров вибраций. Наиболее перспективными на сегодняшний день являются осеметрические (опорные) лазерные измерительные системы.

Осеметрические лазерные системы в их аппаратной реализации просты и надёжны, но они не получили широкого применения прежде всего из-за относительно высокой погрешности измерения, обусловленной нестабильностью диаграммы направленности лазерных источников излучения.

Применение лазерных измерительных систем с двумя оптически обращёнными каналами (ЛИС ДОК) устраняют этот недостаток, повышая точность измерения в десятки раз.

В процессе работы была разработана классификация лазерных измерительных систем с двумя оптически обращёнными каналами для контроля и управления параметрами вибраций (лазерные виброметры), которая приведена на рисунке 1. В разработанной классификации описываются лазерные виброметры с двумя оптически обращёнными каналами, так как они представляют наибольший интерес, обладают большей точностью и перспективностью в применении.

Из классификации видно, что ЛВ ДОК, делятся на две большие группы:

- ❖ ЛВ ДОК для измерения линейных вибраций,
- ❖ ЛВ ДОК для измерения угловых вибраций.

В свою очередь каждая из этих больших групп делится на две большие подгруппы:

- ❖ ЛВ ДОК с одним ПЧФ,
- ❖ ЛВ ДОК с двумя ПЧФ.

Далее каждая из этих подгрупп разделяется на три подгруппы, одна из которых строится с отражателем, другая – без отражателя, а в третьей используется отражение лазерного излучения непосредственно от поверхности контролируемого объекта.

Таким образом, в квалификационной таблице можно выделить следующие четыре подгруппы ЛВ ДОК:

- ❖ ЛВ ДОК с одним ПЧФ без отражателя,
- ❖ ЛВ ДОК с одним ПЧФ с отражателем,
- ❖ ЛВ ДОК с двумя ПЧФ без отражателя.

Предлагаемая нами лазерная измерительная система обеспечивает повышение точности измерения амплитуды, частоты, фазы и формы колебания деталей и технологических конструкций автоматизированного производства.

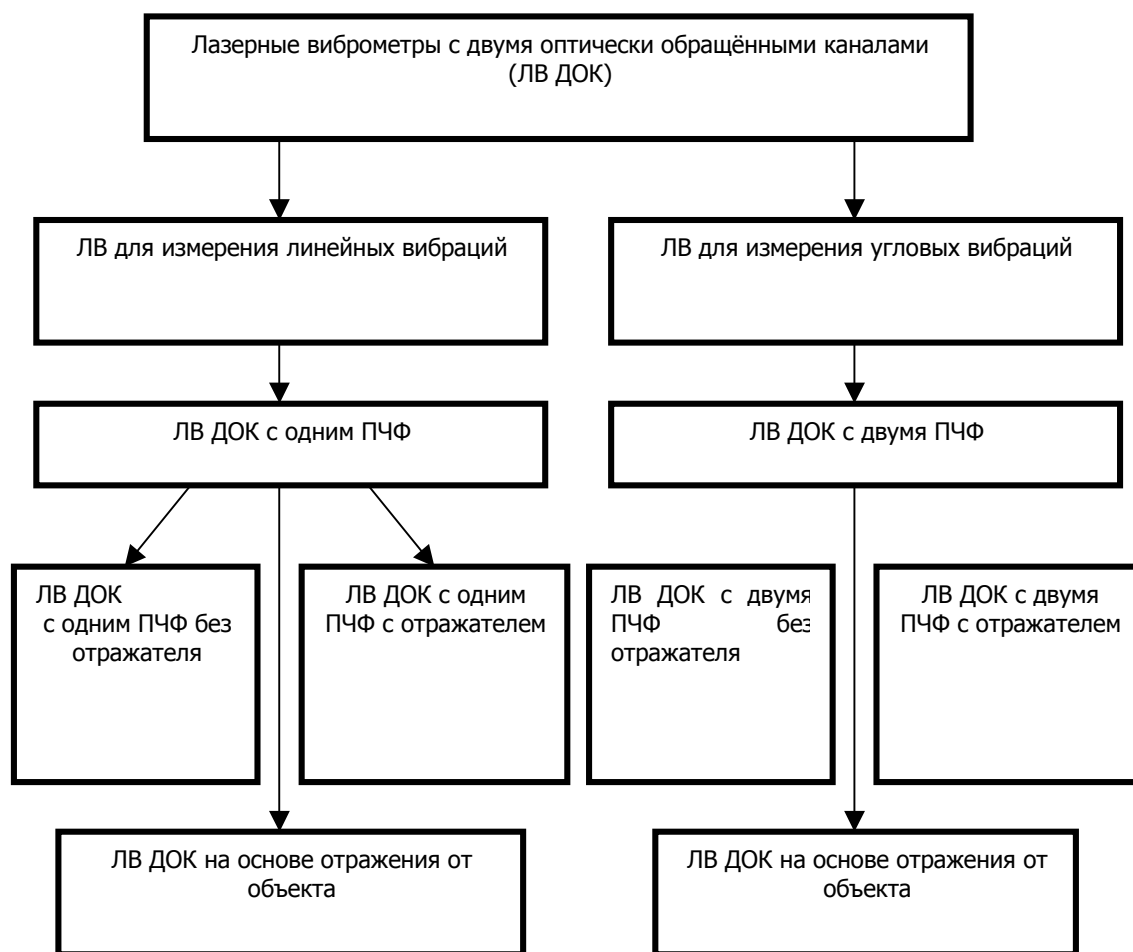


Рис. 1. Классификация лазерных виброметров с двумя оптически обращёнными каналами (ЛВ ДОК).

Блок-схема изображена на рисунке 2, где:

- 1 – лазерный источник излучения (газовый или полупроводниковый),
- 2 – триппель-призма (оптический отражатель),
- 3 – позиционно-чувствительный фотоприемник,
- 4 – усилитель мощности электрического сигнала,
- 5 – шинный усилитель,
- 6 – ЭВМ,
- 7 – осциллограф (самописец),
- 8 – объект измерения,

Система работает следующим образом: коллимированный (параллельный) пучок излучения, создаваемый лазером 1, направляется на отражательную триппель призму 2, прикрепленную к технологической конструкции 8, параметры которой измеряются.

Вибрация объекта 8 приводит к тому, что вершина триппель призмы 2 колеблется вместе с объектом, и перемещает отраженный от него луч лазера по поверхности позиционно-чувствительного фотоприемника 3 в двух взаимно параллельных направлениях.

Колебания светового зонда лазерного луча по поверхности ПЧФ 3 вырабатывают на его выходе электрические сигналы, которые усиливаются усилителем мощности 4, шинным усилителем 5, и далее передаются на обработку на ЭВМ 6 или на осциллограф 7.

При этом частота, амплитуда, фаза и форма этих колебаний соответствует частоте, амплитуде, фазе и форме механических колебаний технологической конструкции 8.

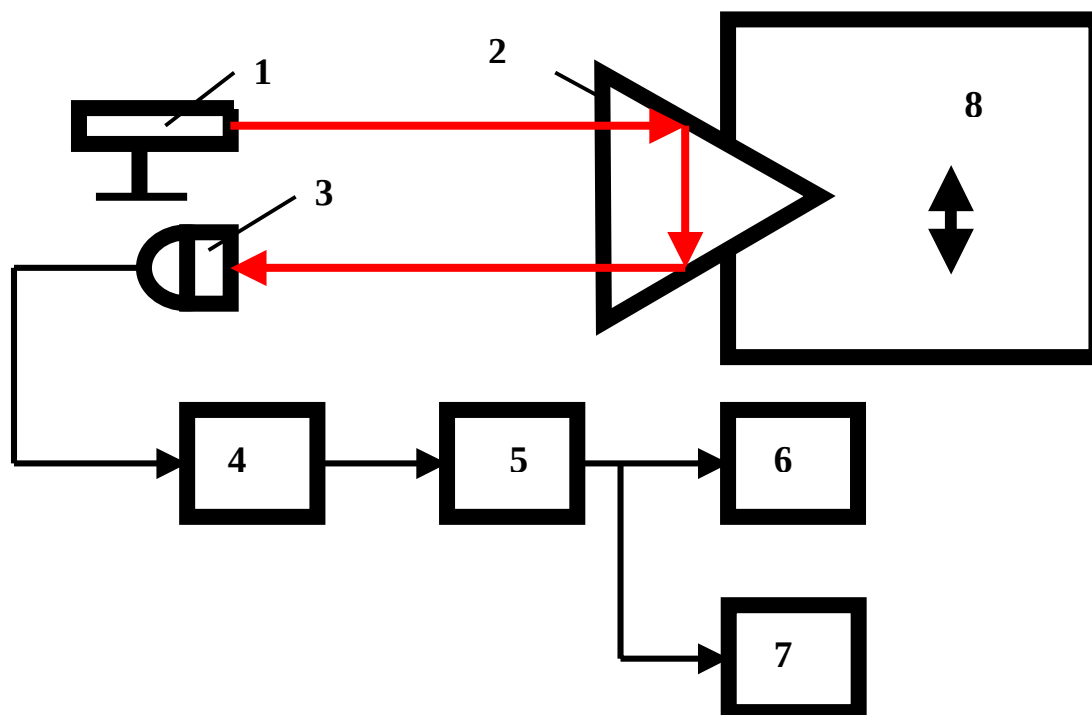


Рис 2. Лазерная измерительная система для измерения линейных вибраций

Предлагаемая лазерная измерительная система позволяет проводить измерения параметров вибраций в широком диапазоне частот: до десятков кГц, амплитуду вибраций с погрешностью до 0,5 мкм, с диапазоном амплитуд от 10 мкм до 10 мм, с высокой точностью определять форму вибраций как в линейных, так и в нелинейных системах.

В качестве чувствительного элемента применяется позиционно-чувствительный фотоприемник. В данной конструкции выбран полупроводниковый разрезной позиционно-чувствительный фотоприёмник, который представляет из себя полупроводниковую p-n-структуру, разрезанную с помощью фотолитографии на 4 сектора. В начальный момент (при юстировке, установке) центр структуры светового лазерного луча совпадает с центром позиционно-чувствительного фотоприёмника. При изменении положения светового зонда на поверхности позиционно-чувствительного фотоприёмника на выходных клеммах вырабатываются электрические сигналы, величина которых пропорциональна перемещению светового зонда, а полярность напряжения зависит от направления этого перемещения.

В результате на горизонтальных и вертикальных выходных клеммах вырабатываются электрические сигналы, величина которых пропорциональна смещению светового зонда.

Трипель-призма (рис.2.)_отражает луч в противоположном направлении, параллельно падающему лучу.

Смещение отраженного луча определяется только смещением вершины трипель-призмы и не зависит от изменения углового положения трипель-призмы (например, если вершину трипель-призмы вмонтировать в шарнир, то, отраженный луч не будет менять своего пространственного положения при вращении трипель-призмы в этом шарнире).

В этом случае исключаются погрешности, вызванные угловыми колебаниями технологической системы.