

УДК 621.3

## ГИРОСКОПЫ. ЛАЗЕРНЫЙ ГИРОСКОП

Галкин А.М., Кондратенко В.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.

**Гироскоп** – устройство, измеряющее углы ориентации тела, на котором оно установлено, относительно неподвижной системы координат, а также насколько и в какую сторону отклонилось тело относительно начального положения. Сам гироскоп остается неподвижным относительно плоскости, в которой вращается.

Согласно физике, гироскопом можно назвать любое вращающееся вокруг заданной оси твердое тело.

Он характеризуется моментом импульса, который направлен вдоль оси вращения тела. Согласно закону инерции, сформулированному Галилеем, тело стремится сохранить свое состояние. Также, чем массивнее тело и чем быстрее оно вращается, тем сложнее изменить его положение в пространстве.

Если тело вращается недостаточно быстро, то начинается процесс прецессии. **Прецессия** – вращение оси, относительно которой вращается твёрдое тело.

Гироскоп изобрёл Иоанн Боненбергер. Также он опубликовал описание своего изобретения в 1817 году. Однако французский математик Пуассон ещё в 1813 году упоминает Боненбергера как изобретателя этого устройства. Главной частью гироскопа Боненбергера был вращающийся массивный шар в кардановом подвесе.

Ось вращения маховика, являющейся осью симметрии гироскопа, называют главной осью гироскопа. Оси вращения внутренней и внешней рамок являются осями карданова подвеса. Гироскоп, закрепленный в кардановом подвесе, имеет три степени свободы

**Карданов подвес** – универсальная шарнирная опора, позволяющая закреплённому в ней объекту вращаться одновременно в нескольких плоскостях. Главным свойством карданова подвеса является то, что если в него закрепить вращающееся тело, то оно будет сохранять направление оси вращения независимо от ориентации самого подвеса.

В современных приборах гироскоп приводится во вращение относительно главной оси электродвигателем (гиромотором).

К опорам главной оси гироскопа предъявляются высокие требования по точности изготовления. Трение в опорах карданова подвеса существенно влияет на точность показаний гироскопических приборов. Проблема уменьшения трения в опорах подвеса гироскопа остается в настоящее время одной из основных проблем конструирования гироскопических приборов.

### Эффект Саньяка и лазерные гироскопы

Эффект Саньяка заключается в том, что на выходе вращающегося кольцевого интерферометра возникает разность фаз встречных волн, которая пропорциональна угловой скорости вращения

Эффект Саньяка используется в лазерных и волоконно-оптических гироскопах. Эти гироскопы уже начинают применяться на практике для определения угловой скорости вращения в пространстве летательных аппаратов и других движущихся объектов, но широкое их внедрение в эксплуатацию сдерживается недостаточной чувствительностью этих приборов при малых угловых скоростях.

### Типы гироскопов

Основные типы гироскопов по количеству степеней свободы:

- двухстепенные,
- трехстепенные.

Основные два типа гироскопов по принципу действия:

- механические гироскопы,
- оптические гироскопы.

### Примеры применения гироскопов

1. Стабилизация орудий на подвижном шасси;
2. Определение положения в пространстве (в авиатехнике, космонавтике и судоходстве);
3. Поддержание вертикального положения в гироскутерах, а также приводят его в движение;
4. Стабилизация видеокамер и фотоаппаратов;
5. Робототехника (Boston Dynamics).

### Лазерные гироскопы

Сегодня самыми совершенными считаются лазерные гироскопы (счетно-решающая система).

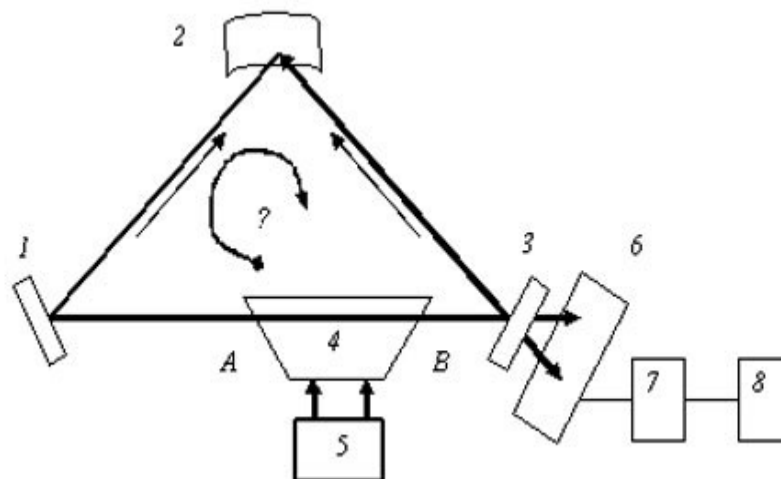
Лазерные гироскопы представляют собой оболочку, сделанную из ситалла, наполненную гелий-неоновой смесью, которая генерирует лазерное излучение.

**Ситалл** – стеклокристаллический материал, обладающий малой плотностью (легче алюминия), высокой механической прочностью, твёрдостью, химической устойчивостью и, самое главное, термической стойкостью.

Широкое применение ситалл нашёл в астрономической оптике благодаря низкому коэффициенту температурного расширения.

### Принцип действия лазерного гироскопа:

генерируется лазерный луч, который расщепляется на два. Они обходят внутреннюю стенку гироскопа: один по часовой стрелке, другой против и, отражаясь от зеркал, сходятся в одной точке (полупрозрачное стекло за которым стоит датчик. Сам корпус стоит на подложке. Если подложка статична, то лучи лазера двигаются с



Если подложка статична, то лучи лазера двигаются с

одинаковой скоростью, но при любом отклонении подложки от статичного состояния один из лучей немного отстает от другого (эффект Саньяка). При этой разнице в скорости гироскоп высчитывает точные углы наклона и стабилизируется. Как становится ясно, он обеспечивает вычисление отклонения только в одной плоскости, поэтому, для работы навигационного центра используют связку из трех лазерных гироскопов.

**Преимущества лазерного гироскопа:**

1. Высокая точность измерения угловой скорости;
2. Удобство сопряжения с вычислительными машинами. Так как выходной сигнал лазерного гироскопа имеет дискретную форму, его можно вводить непосредственно в ЭВМ.
3. Отсутствие вращающихся механических систем, что значительно повышает его надежность по сравнению с электромеханическими гироскопами.
4. Практически мгновенный запуск, малая потребляемая мощность.
5. Высокая точность измеряемых угловых скоростей.
6. Широкий диапазон измеряемых угловых скоростей: от  $10^{-3}$  °/ч до  $10^3$ °/с, что делает прибор особо пригодным для использования в инерциальной навигации.
7. Малая чувствительность к линейным перегрузкам.
8. Малые размеры.

**Недостатки лазерного гироскопа:**

1. Зависимость масштабного коэффициента от линейных размеров гироскопа (длины оптического пути). Линейные размеры изменяются с изменением температуры, механических деформаций.
2. Смещение нуля выходных характеристик.