

Тема 5. Датчики скорости и динамических величин

План занятия

1. Основные положения
2. Датчики скорости
 - 2.1. Тахогенераторы
 - 2.2. Тахометры
3. Датчики динамических величин
 - 3.1. Датчики силы и давления
 - 3.2. Акселерометры
 - 3.3. Гироскопы

1. Основные положения

В робототехнике контроль скорости позволяет существенно повысить плавность хода и точностные характеристики приводов, является необходимым условием при построении систем управления позиционно-контурного типа.

2. Датчики скорости

Классификация датчиков скорости



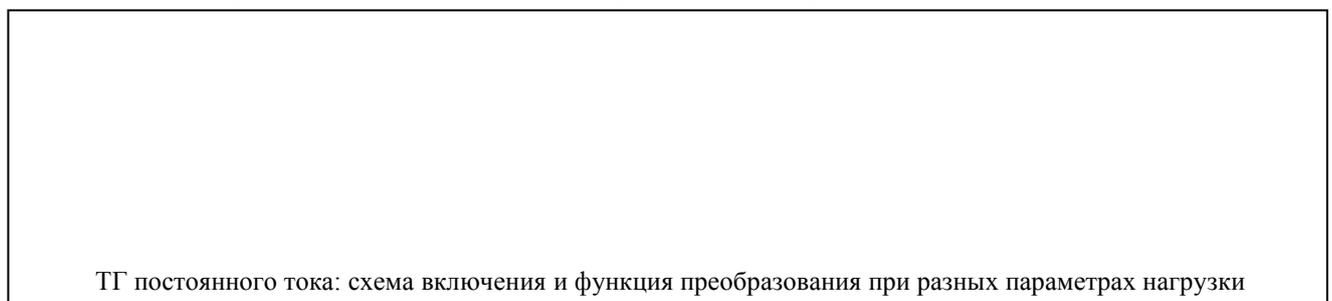
Принцип действия большинства промышленных датчиков скорости основан на **законе Фарадея**, в соответствии с которым ЭДС индукции прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ :



Тахогенераторы

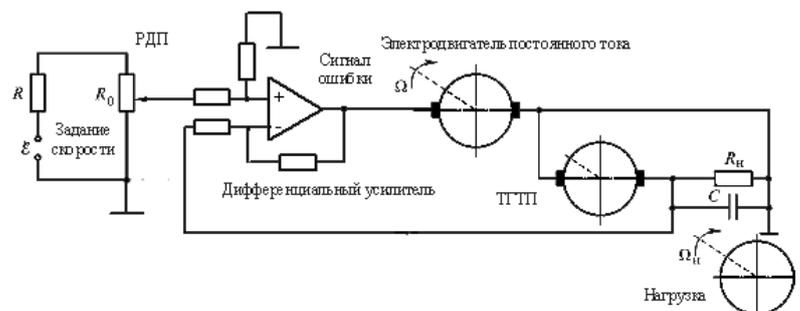
Основные задачи: измерение угловой скорости вала, осуществление обратной связи по скорости, электромеханическое преобразование (интегрирование и дифференцирование).

Различают тахогенераторы постоянного тока и асинхронные тахогенераторы.



Тахометры

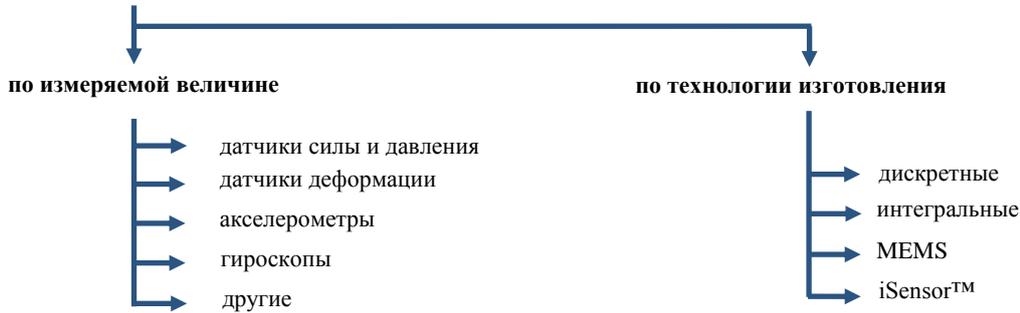
Тахометр — устройство для измерения частоты вращения (числа оборотов в единицу времени) деталей машин и механизмов. Различают три основных способа преобразования: преобразование "частота-угол отклонения стрелки" (механические и электромеханические тахометры); подсчет импульсов в течение заданного временного интервала и измерение временного интервала между смежными импульсами и вычисление обратной функции.



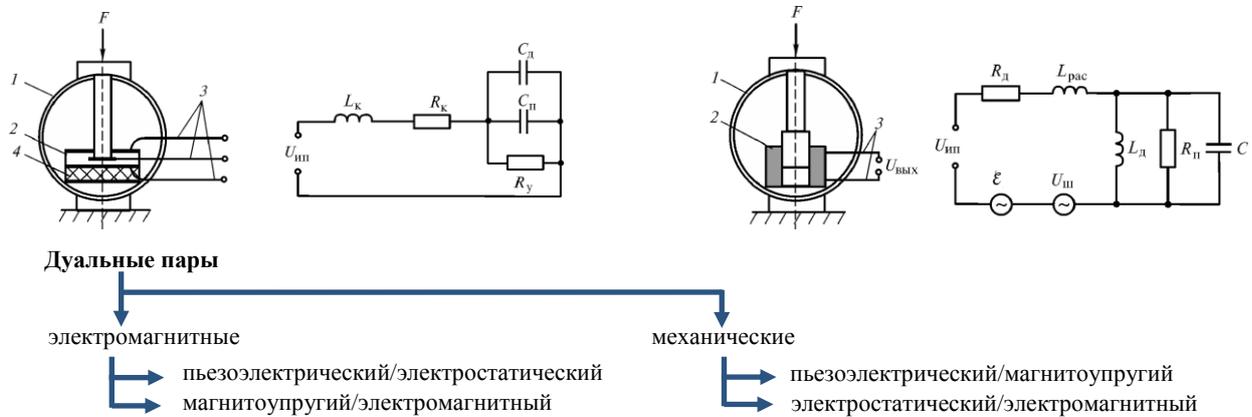
3. Датчики динамических величин

К датчикам динамических величин (ДДВ) относятся информационные устройства, преобразующие изменение динамических факторов (силы, ускорения и давления) в изменение электрического сигнала. Использование ДДВ в системах управления и робототехнике позволяет регулировать **момент** на валу привода или **ускорение** выходного вала и реализовывать сложные законы управления звеньями исполнительного механизма.

Классификация ДДВ



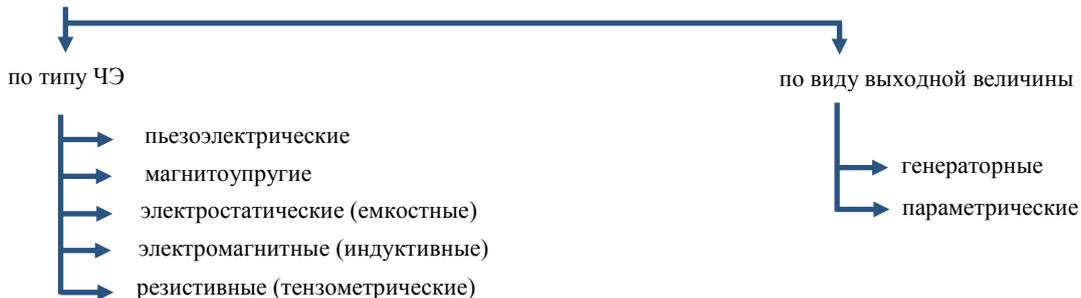
Конструктивной особенностью ДДВ является то обстоятельство, что при проектировании возможно использовать общие подходы, т.к. ДДВ представляют собой дуальные пары.



Датчики силы и давления

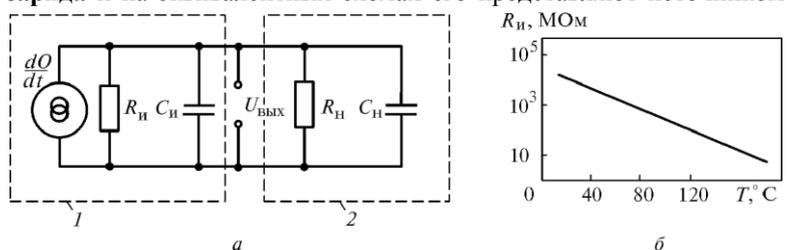
При изготовлении датчиков силы и давления используют принципы отдельного (как в тензорезистивных или емкостных датчиках) или совмещенного (как в пьезоэлектрических датчиках) преобразования.

Классификация



Выходной сигнал генераторных датчиков имеет форму заряда, напряжения или тока, а параметрических - изменение сопротивления, индуктивности или емкости.

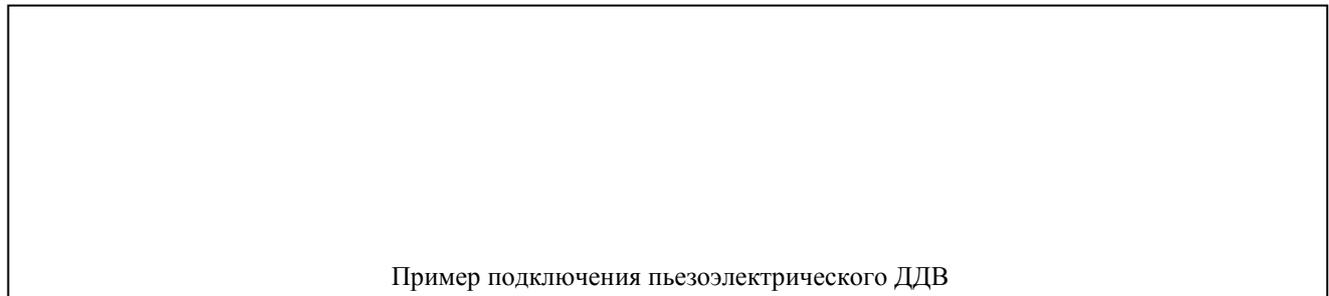
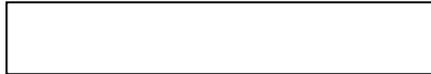
Пьезоэлектрический ДДВ относят к датчикам второго порядка, а значит, его характеристики зависят от рабочей частоты. Пьезоэлемент является **генератором заряда** и на эквивалентных схемах его представляют источником тока $I = dQ/dt$, включенным параллельно кабелю. В датчиках обычно используют коаксиальный кабель, который обладает активным сопротивлением R_k и емкостью C_k . В свою очередь, пьезоэлемент также обладает достаточно высоким активным сопротивлением R_d и емкостью C_d . Схема составлена в предположении, что **импеданс** датчика на низких частотах в основном определяется сопротивлением R_d , а на средних и высоких частотах — емкостью C_d .



В эквивалентной схеме обычно используют сопротивление $R_{и}$ и емкость $C_{и}$ изоляции, равные



Трансформаторные ДДВ используют в генераторных измерительных схемах. Спектр колебаний определяется размером и конструкцией датчика, а также упругими свойствами материала ЧЭ. Резонансные свойства пьезоэлектрического ДДВ зависят от его **добротности**



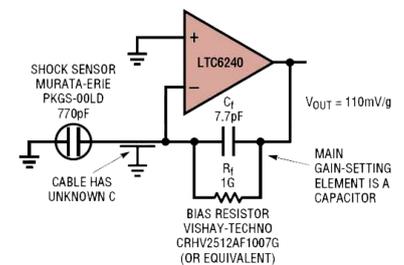
Магнитоупругие ДДВ предназначены для измерения динамических факторов и основаны на обратимом преобразовании энергии магнитного поля и механических колебаний. В основе работы датчиков этого типа лежит эффект магнитоупругости (эффект Виллари) — изменение намагниченности ферромагнетика при его деформации. Обратный эффект — магнитострикция, заключается в изменении размеров и формы тела при его намагничивании.

Электростатические (емкостные) ДДВ широко используют в кинематических и локационных системах. В первых они выполняют те же функции, что пьезоэлектрические и магнитоупругие ДДВ, во вторых — служат для обнаружения объектов, но во всех случаях измеряемым параметром является вариация емкости датчика.

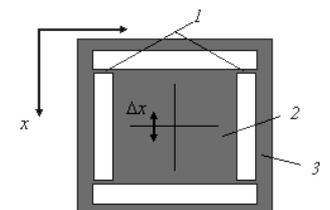
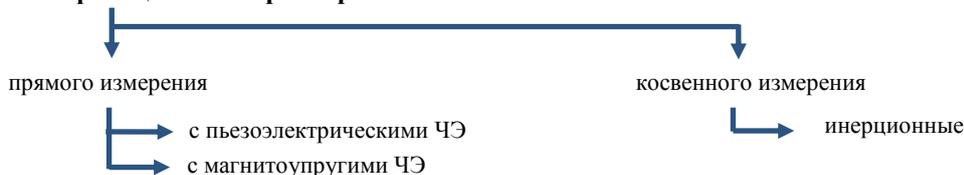
Наиболее распространенные измерительные цепи емкостных датчиков используют **зарядовый усилитель**, который преобразует соотношение измеряемой и опорной емкостей в сигнал напряжения.

Акселерометры

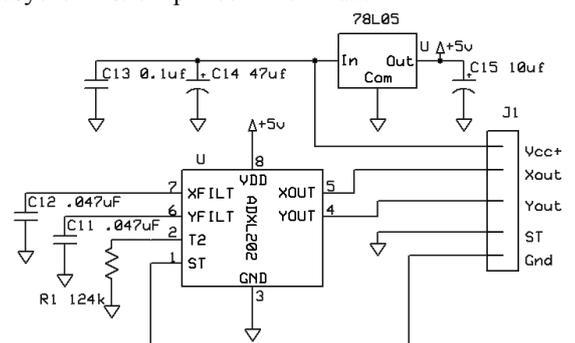
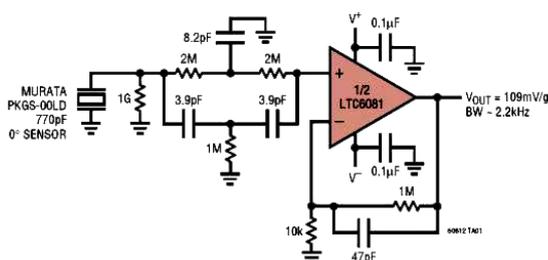
Перемещение объекта, его скорость и ускорение являются взаимосвязанными величинами - ускорение является второй производной перемещения. Однако **производная** сильно зашумленного сигнала содержит очень большие погрешности. Поэтому, производную от перемещения целесообразно вычислять только в низкочастотной области измерений (не выше 1 Гц), в среднечастотной области (до 1 кГц) используют датчики скорости, а в высокочастотной, когда перемещения соизмеримы с шумом, используют датчики ускорения — **акселерометры**.



Классификация акселерометров



В состав **инерционных акселерометров** входит **подпружиненный массивный элемент**, движение которого под действием внешних силовых факторов отстает от движения корпуса. Измеряемым параметром является перемещение этого элемента (обычно не более 15...20 мкм), которое преобразуется в электрический сигнал.



Гироскоп представляет собой навигационный прибор, предназначенный для определения углов ориентации подвижного объекта относительно инерциальной системы координат. Различают следующие типы гироскопов: механический (роторный); монокристаллический (MEMS-гироскоп) и оптический.

Принцип действия **монокристаллического** MEMS-гироскопа вибрационного типа, также как и роторного гироскопа, основан на использовании эффекта Кориолиса. Во **внутренней рамке** генерируются колебания с постоянной амплитудой, вследствие чего инерционная масса начинает вибрировать вдоль горизонтальной оси. Если при этом гироскоп будет совершать вращение с угловой скоростью ω вокруг оси Z, то сила Кориолиса заставит **внутреннюю** рамку вибрировать относительно **внешней** с частотой, равной частоте генерируемых колебаний и амплитудой, пропорциональной ω .

