

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

«Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»

Колледж педагогического образования, информатики и права

ПЦК естественнонаучных дисциплин, математики и информатики

## РЕФЕРАТ

на тему: Изучение прибора для измерения частоты вращения

Автор

реферата:

Савурский Е.С

(Подпись)

(Фамилия, инициалы)

Специальность: 09.02.01 Компьютерные системы и  
комплексы

Курс : III

Группа: Т-31

Зачет/незачет

Руководитель

(подпись,

(Фамилия, инициалы)

дата)

г. Абакан 2015г.

## Содержание

Введение.....	3
1. Механические тахометры.....	5
2. Магнитоиндукционные тахометры .....	8
3. Дистанционные магнитоиндукционные тахометры.....	9
4. Электрические тахометры.....	11
5. Счетчики оборотов.....	13
6. Заключение .....	15
7. Список литературы .....	16

## **Введение**

Приборы для измерения частоты вращения вала (угловой скорости) называются тахометрами. Тахометры, снабженные регистрирующим (записывающим) устройством, - называются тахографами. Приборы, суммирующие число оборотов вала, называются счетчиками.

**Цель исследования:** Разработка тахометра позволит подсчитывать обороты в минуту всего крутящего момента.

### **Задачи исследования:**

1. Изучить процесс подсчета оборотов
2. Рассмотреть определенный тахометр. Рассмотреть требования работы.
3. Спроектировать принципиальную схему на основа программатора Arduino.
4. Составить электрическую модель тахометра.
5. Разработать конечное устройство - тахометр.
6. Провести тестирование и отладку технического устройства.

**Тахо́метр** (греч. *τάχος* — скорость + *μέτρον* — мера) — измерительный прибор, предназначенный для измерения частоты вращения (количество оборотов в единицу времени) различных вращающихся деталей, таких как роторы, валы, диски и др., в различных агрегатах, машинах и механизмах.

Обычно тахометры помимо собственно датчика скорости вращения включают в себя и показывающий прибор — индикатор, и состоят, таким образом, из двух частей, связанных электрической или иной связью.

Наиболее часто под термином тахометр подразумевается прибор для измерения скорости вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания. Индикатор (указатель, вторичный прибор) обычно расположен на панели приборов автотранспортного средства, рядом со спидометром.

Обычно тахометры градуируются в оборотах в минуту (об./мин).

*Тахометры строятся по нескольким различным принципам:*

- основанные на преобразовании «частота вращения — угол отклонения стрелки» (механические и элетромеханические тахометры, их работа основана

на увлечении неферромагнитного металлического диска, связанного со стрелкой и удерживаемого упругим моментом подвески, вращающимся постоянным магнитом за счёт взаимодействия токов Фуко в диске с вращающимся магнитным полем);

- основанные на подсчёте количества оборотов в течение заданного временного интервала, часто в таких тахометрах на каждом обороте вала формируется несколько импульсов;

- основанные на измерении длительности одного оборота, либо временного интервала между смежными импульсами, формируемыми в течение одного оборота и вычисления обратной функции  $F = 1/T$ , где  $F$  — частота вращения;  $T$  — длительность одного оборота.

#### *Классификация тахометров:*

В зависимости от места установки тахометра и способа применения тахометры подразделяют на стационарные, дистанционные и ручные. По принципу действия различают механические (центробежные), магнитные, магнитно-индукционные, электрические и электронные тахометры.

## Механические тахометры

Принцип действия механических тахометров основан на использовании центробежных сил, пропорциональных квадрату угловой скорости, действующих на центробежные расходящиеся грузы (наклонное кольцо), находящиеся на валу и вращающиеся вместе с ним вокруг оси (рис. 1, а). Чувствительным элементом является кольцо 1 на оси 2, проходящей через приводной валик 3. Кольцо нагружено спиральной пружиной 4 и связано тягой 5 с подвижной муфтой 6. Муфта через промежуточное кольцо 9 и зубчатую рейку 7 входит в зацепление с шестерней 10, на оси которой закреплена стрелка 8, движущаяся вдоль шкалы прибора (градуирована в об/мин.). Тахометр закреплен неподвижно, а вал 3 приводится во вращение через передачу от вала двигателя.

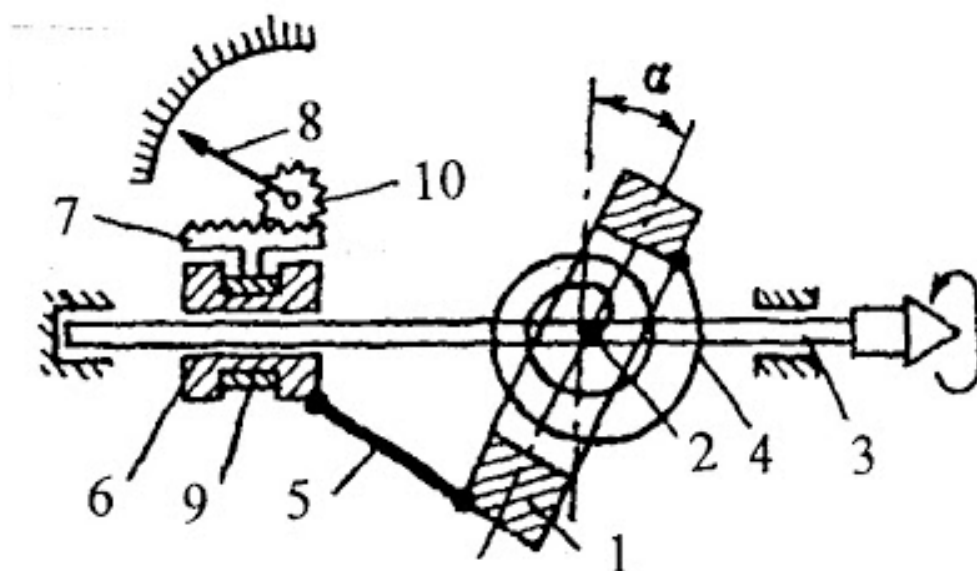


Рис. 1 - Устройство механического центробежного стационарного тахометра

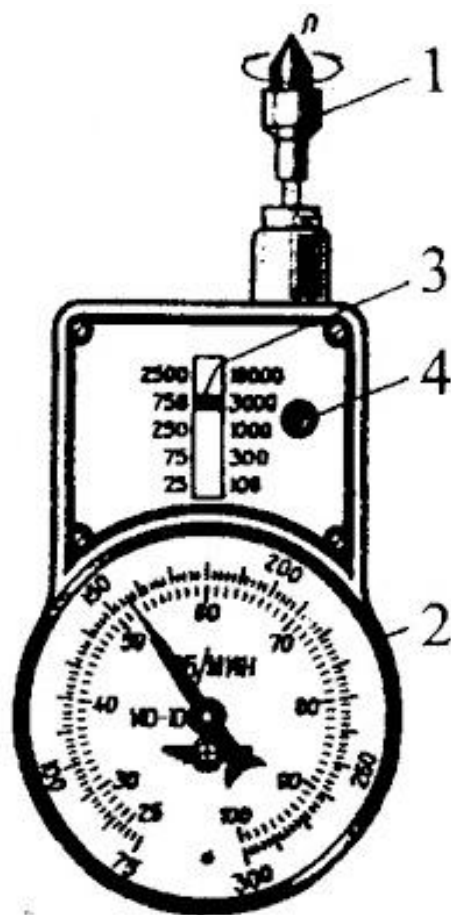


Рис. 2 - внешний вид механического центробежного ручного тахометра

При установившемся режиме центробежная сила, действующая на вращающееся кольцо 1, уравнивается силой действия спиральной пружины, и стрелка тахометра неподвижна. При изменении частоты вращения вала равновесие сил нарушается, вызывая разворот кольца относительно оси 2 на угол  $\alpha$  и соответствующий разворот стрелки 8 прибора. Механические центробежные измерительные приборы обладают нелинейной статической характеристикой, поэтому их шкала неравномерная.

Периодический контроль частоты вращения и проверку стационарных тахометров производят механическим центробежным ручным тахометром (рис. 2), прижимая наконечник 1 к торцу вращающегося вала. В корпус 2 встроен редуктор с переключающим устройством, позволяющий менять передаточное отношение от наконечника 1 к чувствительному элементу для измерения в пяти диапазонах частоты вращения от 25 до 10000 об/мин. Переключают редуктор и устанавливают указатель 3 путем перемещения вдоль оси наконечника приводного вала при

нажатой кнопке 4. В зависимости от установленного диапазона частоты вращения показания прибора определяют по одной из двух шкал.

К преимуществам механических тахометров относится высокая точность показаний, а к недостаткам - невозможность дистанционного отсчета.

## Магнитоиндукционные тахометры

Магнитоиндукционный тахометр имеет равномерную шкалу. В тахометре (рис. 3.) вращение от приводного вала 1 через конические шестерни и вал 2 передается ротору с постоянными магнитами 3, между которыми на оси 10 находится алюминиевый диск 4.

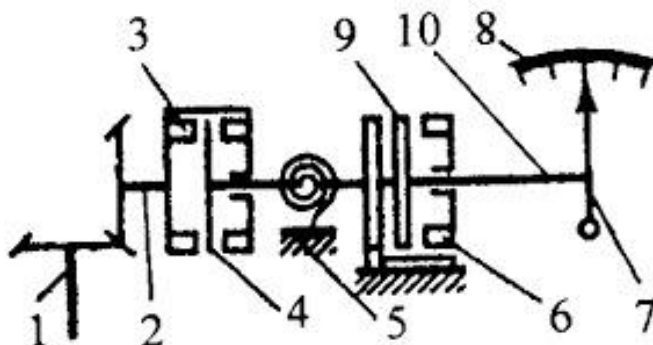


Рис. 3 - Магнитоиндукционный тахометр

Под действием вращающегося поля магнитов в диске индуцируется электрический ток, создающий свое магнитное поле. Сила взаимодействия магнитных полей уравнивается силой действия волосковой пружины 5, один конец которой закреплен на оси 10, а другой - в корпусе прибора.

Пропорционально частоте вращения приводного вала 1 изменяются действующие силы, разворот диска 4, оси 10 и жестко связанной с ней стрелки 7 вдоль шкалы 8.

В прибор вмонтирован магнитоиндукционный успокоитель, состоящий из алюминиевого диска 9, закрепленного на валу 10, и неподвижной системы с постоянными магнитами 6. При движении в диске 9 индуцируется ток и создается магнитное поле, взаимодействующее с полем постоянных магнитов. А так как сила взаимодействия этих полей направлена в сторону, противоположную движению диска, то происходит торможение колебаний стрелки прибора.



## Дистанционные магнитоиндукционные тахометры

Дистанционное измерение частоты вращения основано на принципе электрической дистанционной передачи вращения вала двигателя валу магнитоиндукционного измерительного узла измерителя и преобразования частоты вращения вала в угловые перемещения стрелки измерителя.

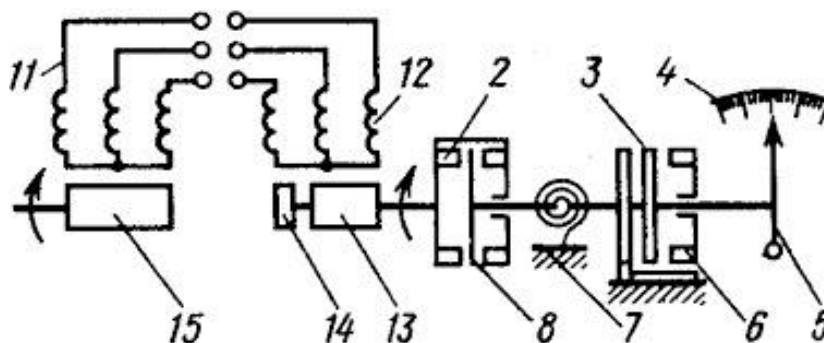


Рис. 4 - Дистанционный магнитоиндукционный тахометр

Тахометр работает следующим образом (рис. 4): в обмотке статора 11 датчика при вращении ротора 15 возбуждается трехфазовый ток с частотой, пропорциональной частоте вращения вала двигателя. Ток по трем проводам приводится к обмотке статора 12 синхронного серводвигателя.

Частота вращения магнитного поля статора измерителя пропорциональна частоте токов в обмотках фазы. Ротор двигателя измерителя вращается с частотой, синхронной вращению магнитного поля статора. На конце вала ротора двигателя укреплен магнитный узел 2 с шестью парами постоянных магнитов, между полюсами которых расположен чувствительный элемент 8. При вращении магнитного узла в чувствительном элементе индуцируются вихревые токи. В результате взаимодействия вихревых токов с магнитным полем магнитного узла создается вращающий момент чувствительного элемента. Вращающему моменту чувствительного элемента противодействует спиральная пружина 7, - один конец которой укреплен на оси чувствительного элемента, другой - неподвижен. Так как момент спиральной пружины пропорционален углу ее закручивания, то угол поворота чувствительного элемента пропорционален частоте вращения магнитного узла, и соответствует частоте вращения вала двигателя. На другом конце оси

чувствительного элемента укреплен стрелка 5, показывающая по равномерной шкале 4 измерителя частоту вращения вала двигателя.

Для повышения устойчивости стрелки и улучшения отсчета показаний прибора применено демпфирование подвижной системы измерителя. При движении подвижной системы магнитный поток магнита 6 наводит в алюминиевом диске 3 вихревые токи, которые взаимодействуют с магнитным полем магнитов, и в подвижной системе возникает тормозящий момент. Ротор состоит из двух постоянных магнитов 13 и трех гистерезисных дисков 14, соединенных вместе. Взаимодействие ротора с магнитным полем статора - определяется взаимодействием магнитных полей постоянных магнитов статора и гистерезисных дисков.

## Электрические тахометры

Электрические тахометры служат для дистанционного контроля направления и частоты вращения валов в диапазоне до 1500 об/мин. Датчиками в них служат тахогенераторы - миниатюрные генераторы переменного или постоянного тока, вырабатывающие напряжение, пропорциональное частоте вращения вала. Указателями являются магнитоэлектрические вольтметры со шкалой, градуированной в единицах частоты вращения.

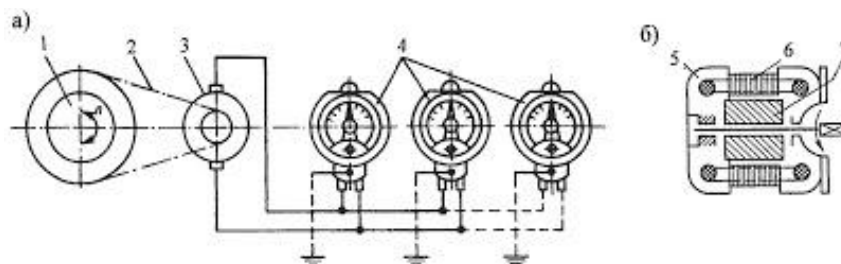


Рис. 5 - а) схема действия электрического тахометра; б) тахогенератор

В тахометре (рис. 5, а) тахогенератор 3 постоянного тока, приводимый во вращение от вала через цепной привод 2, является датчиком частоты вращения вала 1. К нему может быть подключено до восьми указателей - вольтметров 4 постоянного тока, размещенных по судну. Передаточное отношение от вала 1 к датчику определяется соотношением числа зубьев звездочек цепного привода и должно быть таким, чтобы номинальные частоты вращения вала и якоря датчика совпадали. Если при номинальной частоте вращения вала напряжение, вырабатываемое датчиком, не равно  $(30 \pm 0,1)$  В, то необходимо корректировать положение магнитного шунта. При правом и левом вращении якоря с номинальной частотой разность напряжений не должна превышать 0,1 В. В противном случае, необходимо корректировать нейтральное положение траверсы щеткодержателей.

В электрическом генераторе переменного тока 5 (рис. 5, б), ротором является постоянный магнит 7, установленный неподвижно на валу, а статором - стальные неподвижные полюсы 6. Тахогенераторы постоянного тока вместо обмоток возбуждения имеют постоянные магниты. В результате большого количества ламелей коллектора и особых форм вырезов канавок вырабатывается постоянное напряжение с небольшими пульсациями, которое пропорционально частоте

вращения. Преимущество датчиков постоянного тока - получение поляризованного напряжения, т. е. одновременно определяется и направление вращения; недостаток - сбои в работе коллектора. Передача от вала должна быть без скольжения (шестеренчатая, цепная). В тахогенераторах переменного тока это возможно только при наличии двух обмоток со сдвигом фаз  $90^\circ$ . Переменное напряжение должно быть выпрямлено в мостиковой схеме. Разность напряжений обоих гальванически разделенных контуров измеряется прибором с двумя поворотными катушками. Напряжение на выводах тахогенератора зависит от количества подключенных показывающих приборов. Поэтому в корпусе тахогенератора устанавливается нагрузочный резистор, который можно включать или выключать. Имеется также резистор для поднастройки показаний.

## Счетчики оборотов

Для суммирования числа оборотов вала двигателя или механизма применяют специальные счетчики оборотов. Упрощенная принципиальная схема дистанционного электромеханического счетчика представлена на рис. 6.

На валу 9 жестко закреплены храповое колесо 5 и цифровой барабан 7, а цифровые барабаны 6 свободно насажены на вал. Барабаны кинематически соединены между собой так, что при полном обороте каждого из них соседний слева разворачивается на 1/10 оборота. На каждый барабан нанесены цифры от 0 до 9. Таким образом обеспечивается десятичная система отсчета. Число читается в рамке прибора 8. Колесо 5 входит в зацепление с храповиком 3, который в одну сторону перемещается под действием пружины 4, а в другую - якорем 2 электромагнитной катушки 1. Катушка получает питание  $U_n$  от сети через герметичные контакты выключателя 13. В выключателе на пластинчатой пружине с контактом закреплен постоянный магнит 12. Выключатель крепится к корпусу двигателя таким образом, чтобы между якорем 12 и стальным штифтом 10 вала 11 был установлен зазор, обеспечивающий притягивание якоря и замыкание цепи питания катушки 1.

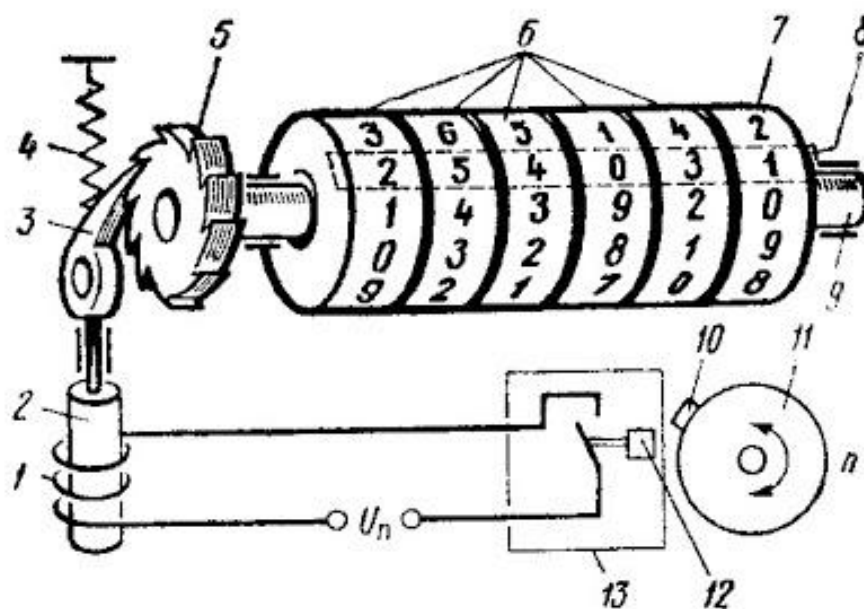


Рис. 6 - Электромеханический счетчик оборотов

Широко распространены магнитоуправляемые контакты (герконы). Прибор представляет собой две тонкие пермалюевые пластины с небольшим зазором между

концами, впаянные в стеклянную колбу, из которой выкачан воздух (в некоторых приборах колбу заполняют инертным газом). При появлении вблизи геркона магнитного поля постоянного или электрического магнита происходит взаимное притягивание (прогиб) пластин и замыкание контактов. Постоянный магнит крепится на вращающемся валу 11 вместо штифта 10.

При каждом обороте вала независимо от направления его вращения катушка 1, получив питание, втягивает якорь 2 и смещает храповик 3 на один зуб колеса 5. При обесточивании катушки храповик под действием пружины 4 смещается в первоначальное положение, разворачивает колесо 5, вал 9 и барабан 7 на  $1/10$  оборота, что приводит к изменению показаний счетчика на одну единицу. Через один оборот барабана 7 соседний барабан 6 разворачивается на  $1/10$  оборота, отсчитав 10 оборотов вала 11, и т. д.

## Заключение

Тахометры широко применяются для измерения частоты вращения вала двигателей практически всех типов транспортных средств (автомобилей, тракторов, тепловозов, судов, самолётов, вертолётов). Также применяются для контроля частоты вращения рабочих органов технологических машин, станков, агрегатов (например, валков прокатных станов, турбин).

Кроме того, тахометр может быть использован в других целях, например, при подсчете расхода сырья на конвейере, материалов, расхода жидких и газообразных сред в трубопроводах ротационными расходомерами, времени наработки оборудования, машин и механизмов при испытаниях и обкатке. Результат измерения может быть масштабирован в реальные единицы измерения (часы, минуты, метры, скорость, штуки, количество упаковок, кг/с и т. д.). Например, спидометр автомобиля построен по принципу тахометра — измеряет скорость вращения неведущего колеса, вторичный прибор спидометра проградуирован в единицах скорости перемещения, например, км/час.

Приборы часто снабжаются дополнительными сервисными функциями, например:

- аварийной или предупредительной сигнализацией ухода значения параметра за допустимые пределы;
- накопления результатов измерений, сброса и обнуления накопленных значений;
- защиты доступа к данным или настройкам паролем;
- интерфейсами передачи результатов измерения удалённым устройствам, например, через интерфейсы CAN, RS-485, Ethernet, через протокол, например, Modbus и др. при работе в сети или связи с компьютерами.

### Список литературы:

1. Методы и средства измерений / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
2. Физические основы получения информации / Шишмарев В.Ю. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
3. Датчики: Справочное пособие / Под общ. Ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. – М.: Техносфера, 2012.
4. Методика и практика технических экспериментов / В.А. Рогов, Г.Г. Позняк. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 288 с.
5. Электрические измерения неэлектрических величин. / Под ред. П.В.Новицкого. - Л.: Энергия, 1975 - 576 с.
6. Измерительные приборы. / В.А. Боднер, А.В. Алферов - М.: Изд-во стандартов, 1986.
7. Современные датчики. Справочник. / Дж. Фрайден. – М.: Техносфера, 2006. – 592 с.
8. П.П. Мальцев, Н.С. Долидзе, М.И. Критенко. Цифровые интегральные схемы. Справочник. Москва, Радио и связь, 1994.
9. Электронный справочник.Юшин А.М. Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги. Справочник. Том 3.
- 10.Разработка и расчет устройств радиоэлектронной аппаратуры. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструктивно-технологические особенности проектирования и изготовления модулей аппаратурной реализации САУ».
- 11.Фомина Н. Н. – Саратов, Издательство Ротапринт СГТУ, -1998.Школа академика Власова: выпуск 1.
- 12.Сборник методических трудов кафедры «Управление и информатика в технических системах» Балаковского института техники, технологии и управления.
- 13.Под ред. Власова В. В. – М.: «Буркин», 1998.Фомина Н. Н. Разработка конструкции печатных плат. Методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Конструкторско-технологические особенности проектирования и изготовления модулей аппаратурной реализации САУ». –
- 14.Саратов, 1995.Усатенко С. Т., Каченюк Т. К., Терехова М. В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. – М.: Издательство стандартов, - 1989.



15. Фрумкин Г. Д. Расчет и конструирование радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для радиотехнич. спец. техникумов. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: «Высшая школа», 1985.
16. Частов А. «Тахометр» Радиолобитель №12 1998 С34.