

УДК 621.38

ИЗМЕРИТЕЛЬ НАТЯЖЕНИЯ РЕМНЯ ПРИВОДА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Рау Антон Иванович

магистрант
Тольяттинский государственный университет, Тольятти

author@apriori-journal.ru

Аннотация. Разработана конструкция измерителя натяжения ремня привода газораспределительного механизма. Представлены функциональная и принципиальная электрические схемы, краткое описание их работы.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания; газораспределительный механизм; натяжение ремня привода.

THE TENSION METER OF THE TIMING BELT PETROL INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Rau Anton Ivanovich

undergraduate
Tolyatti state university, Tolyatti

Abstract. The design tension meter timing belt. Electrical functional and schematic diagrams, a brief description of their work.

Key words: the internal combustion engine; gas-distributing mechanism; the drive belt tension.

На сегодняшний день существуют два основных метода измерения натяжения ремней [1]:

- 1) Механические динамометры, измеряющие прогиб ремней при нагрузке 100Н (10 кг).
- 2) Электронные измерители, измеряющие период (или частоту) свободных колебаний ремня, после удара по нему.

Электронные измерители натяжения ремней разделяются на две группы:

1. Измерители частоты свободных колебаний, имеющие шкалу колебаний ремня в герцах («Clavis»).
2. Пробники с памятью на десятки и даже сотни ремней и имеющие светодиоды – «мало» – «норма» – «много» (STT-1).

Принцип действия приборов – одинаковый, измерение периода свободного колебания ремня после удара металлическим штырем, пересчете в частоту и выводу на дисплей в первом варианте, или сравнении частоты с базой данных и вывода на соответствующий светодиод во втором варианте.

Все приборы для измерения натяжения ремней имеют свои достоинства и недостатки.

Механические – невысокую точность, субъективные погрешности, высокую стоимость (более 100 долларов).

Электронные – модель «Clavis» – необходимость сравнения измерений с табличными данными, произведение трех измерений и ручное вычисление среднего арифметического, высокую стоимость, примерно 500 долларов.

Модель STT 1 – удобен в пользовании, но имеет выносной датчик, держать прибор, датчик и ударить по ремню невозможно. Стоимость прибора, примерно 600 долларов.

Общий недостаток всех перечисленных приборов – высокая стоимость, сдерживающая их широкое внедрение на автозаводах, СТО и использование автовладельцами.

По-этому, был разработан более дешёвый прибор, имеющий метрологические характеристики не хуже рассмотренных приборов.

Если разрабатывать аналог вышеуказанных приборов с пересчетом измеренного периода в частоту с использованием микропроцессора, то стоимость прибора вряд ли удалось бы снизить значительно. Поэтому, был избран вариант измерения десяти периодов колебаний ремня и выводить на индикатор среднее значение из десяти периодов колебания ремня в миллисекундах, не проводя операции перевода периода в частоту:

$$F = 1/T.$$

При вычислении обратной функции неизбежно вносится погрешность округления результата. Причем, цена деления шкалы прибора «Clavis» – 1 Гц, следовательно минимальная точность измерения составляет тоже 1 Гц.

Если принять цену деления шкалы прибора 0,01 мс, это составляет

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,01\text{мс}} = 0,1\text{Гц}.$$

Т.о. погрешность метода при трехразрядной индикации на порядок меньше. Тогда требуемый диапазон измерения частоты свободных колебаний ремня ГРМ укладывается в диапазон:

$$F = (150 \pm 3) \text{ Гц},$$

$$T = (6,67 \pm 0,13) \text{ мс},$$

$$T = (6,80 \div 6,54) \text{ мс}, (147-153 \text{ Гц}).$$

Итак, диапазон нормального натяжения ремня ГРМ составляет (6,80-6,54) мс с погрешностью в 0,1 Гц.

Измерение 10 периодов колебаний ремня выбрано с целью уменьшения погрешности измерения, т.к. первый период неизбежно искажен, т.к. на него накладывается частота удара.

Использование дифференциального микрофона и дифференциального усилителя с целью уменьшения синфазных помех требует использования прецизионных и дорогостоящих резисторов класса 0,01 %, и сам операционный усилитель должен быть прецизионным. Применение не автоматического сброса от входного сигнала (или помехи), а ручного сброса с памятью на показания прибора, позволило отказаться от дорогостоящих деталей и сделать прибор со встроенным электретным микрофоном на нескольких микросхемах общего применения. Современные высокочувствительные электретные микрофоны имеют диаметр 6-10 мм и высокую чувствительность, большой динамический диапазон и следовательно требуют небольшого усиления. Расстояние до ремня составляет 8-10 мм. При большом входном сигнале можно легко отстроится от помех усилителем с небольшим коэффициентом усиления, полосовым фильтром 100-200 Гц, т.к. именно в этом диапазоне лежат измеряемые частоты колебания ремней и компаратором с небольшим гистерезисом. Итак, учитывая вышесказанное, функциональная схема прибора (см. рис. 1) содержит следующие блоки:

1. Электретный микрофон;
2. Усилитель;
3. Полосовой или ФНЧ второго порядка 0 (50)-200 Гц;
4. Компаратор с гистерезисом 0,1-0,2 В;
5. Счетчик 10 периодов;
6. Формирователь периода измерения;
7. Генератор счетных импульсов 10 кГц;
8. Электронный ключ;
9. Трехразрядный счетчик с дешифратором и индикатором;
10. Кнопка сброс;
11. Стабилизатор питания.

Таким образом, прибор можно создать с помощью 4 аналоговых, 8 цифровых микросхем и 10-15 резисторов и конденсаторов. Объединяя

перечисленные блоки связями, получаем функциональную схему прибора (рис. 1). В точке а на выходе микрофона затухающее синусоидальное напряжение с амплитудой 0,2-0,05 В, максимальное количество периодов до 80, т.е. напрямую измерить частоту 150 Гц невозможно. После усилителя в точке б выходной сигнал достигает амплитуды источника питания (до 6 вольт), форма сигнала трапециидальная. Сигнал после полосового фильтра не показан, т.к. его коэффициент передачи равен единице, только сужается полоса пропускания до 50-200 Гц.

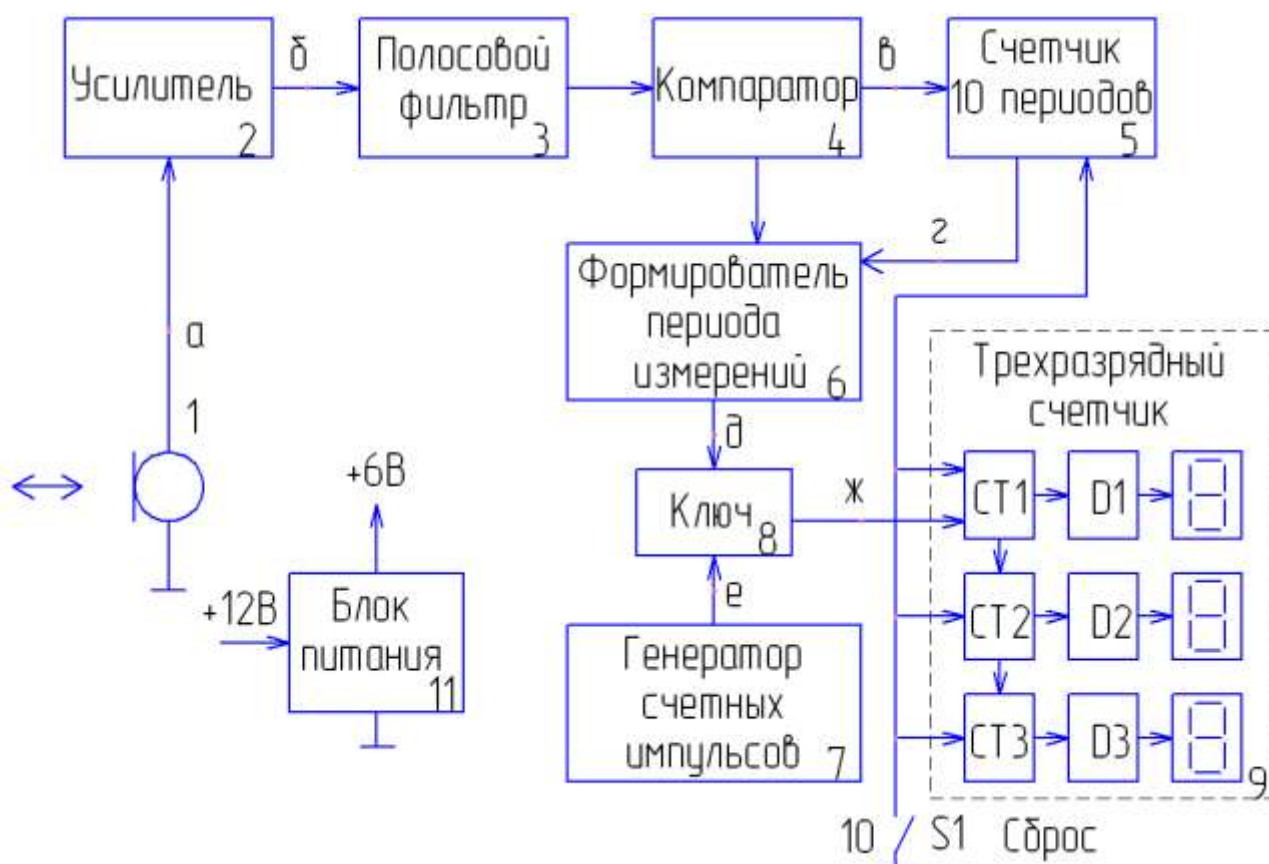


Рис. 1. Функциональная схема прибора

На выходе компаратора (в) прямоугольные импульсы с амплитудой источника питания и соответствующие переходу входного сигнала через ноль с небольшим гистерезисом 0,1 В. После нажатия кнопки сброс, счетчик 10 периодов устанавливается в «ноль». После появления вход-

ного сигнала, счетчик отсчитывает 10 периодов и переключается в «единицу» (г). Формирователь периода измерения после сброса переключается в «ноль». С фронтом первого импульса компаратора, формирователь периода измерения переключается в «единицу», а в «ноль» его возвращает счетчик 10 периодов (д). Через ключ на вход счетчика СТ1 поступают счетные импульсы (е) с генератора с частотой 10 КГц. При частоте входного сигнала (а) от микрофона 150 Гц на вход счетчика 1 поступает 667 импульсов и на дисплее высвечивается число 6,67 мс, что соответствует оптимальному натяжению ремня ГРМ. Это число будет высвечиваться до нажатия кнопки «сброс». Пока кнопка «сброс» не нажата, никакие помехи не могут изменить показания прибора, т.к. ключ закрыт формирователем периода измерения. После сброса может быть произведено следующее измерение. Сброс необходимо производить непосредственно перед измерением, чтобы исключить воздействие акустических помех.

Согласно функциональной схеме прибора была разработана принципиальная схема измерителя натяжения ремня ГРМ (см. рис. 2).

В качестве микрофона было решено использовать электретный микрофон диаметром 6 мм, чтобы отказаться от использования выносного датчика, соединительного кабеля и выполнять измерения, держа прибор в одной руке (левой), а правой рукой ударять по ремню до возбуждения свободных колебаний. Это уже является преимуществом перед приборами «Clavis» и «STT-1». Напряжение питания прибора 12 вольт от аккумуляторной батареи автомобиля.

Внутреннее стабилизированное напряжение питания выбрано 6 вольт для обеспечения стабильной работы операционных усилителей, цифровых микросхем, индикаторов.

В качестве внутреннего стабилизатора используется трехвыводной стабилизатор 78L06, который имеет следующие характеристики:

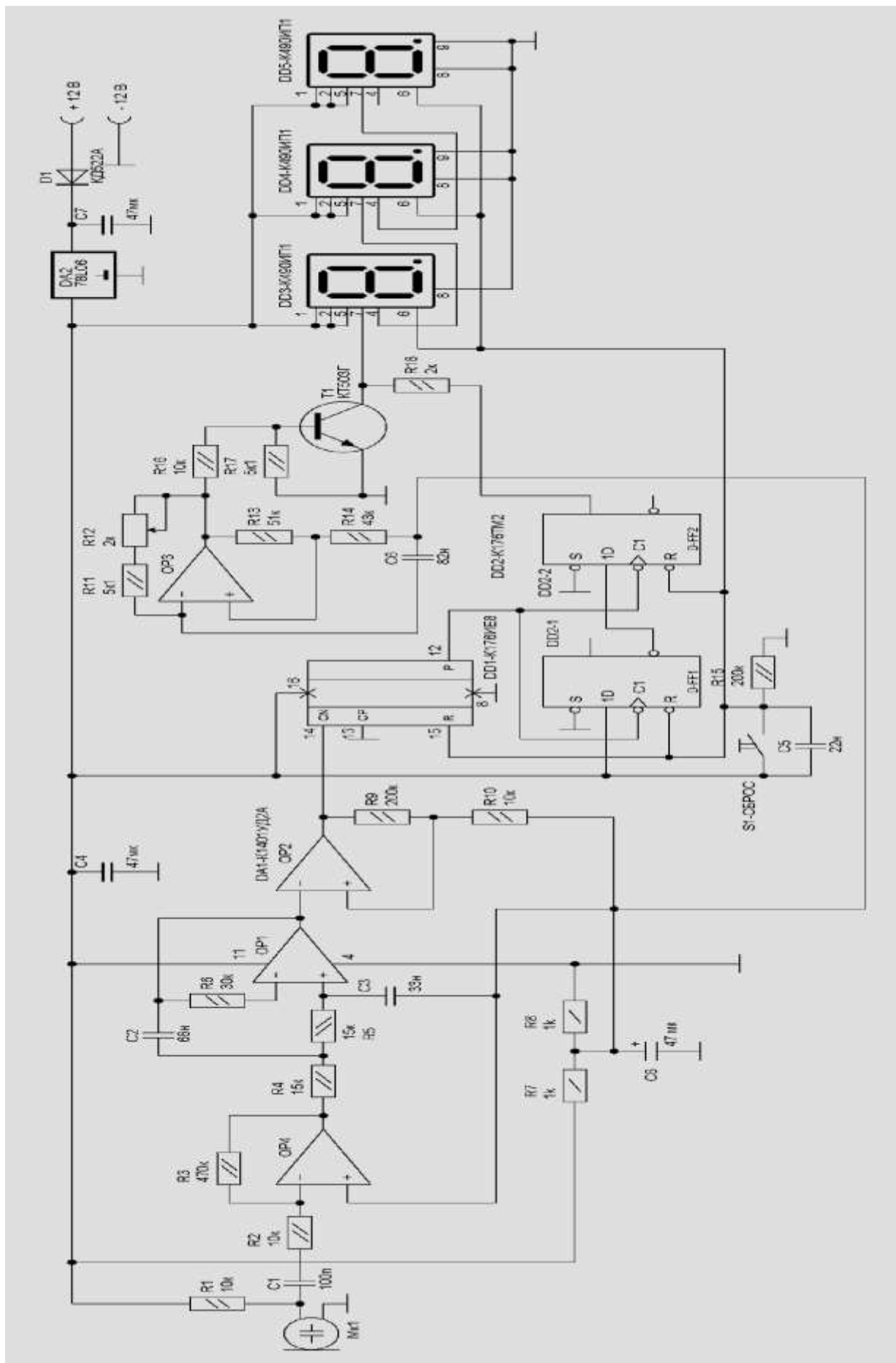


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема

$$U_{\text{вх}} = (9 - 15) \text{ В},$$

$$U_{\text{вых}} = (6 \pm 0,1) \text{ В},$$

$$I_{\text{нmax}} \leq 150 \text{ мА},$$

$$K_{\text{ст}} \geq 1000,$$

Корпус – Т092.

Ток потребления прибора не более 100 мА, поэтому этот стабилизатор в миниатюрном транзисторном корпусе Т092 полностью соответствует требованиям на прибор.

Т.к. прибор питается от внешнего источника, введен диод VD1, защищающий схему прибора от переполюсовки и на 0,7 В снижающий входное напряжение на микросхему DA1, уменьшая тепловую мощность рассеивания. Конденсаторы С1 и С2 являются фильтрами пульсаций и помех по напряжению.

Микрофонный усилитель выполнен на базе операционного усилителя (ОУ) по схеме инвертирующего усилителя.

Компаратор тоже выполнен на ОУ по стандартной схеме. Он предназначен для преобразования входного затухающего сигнала синусоидальной формы в прямоугольные импульсы для подсчета 10 периодов входного сигнала счетчиком.

Генератор счетных импульсов 10 КГц тоже построен на ОУ по схеме мультивибратора. Счетчик десяти периодов выполнен на микросхеме К561ИЕ8.

Метки времени (счетные импульсы частотой 10 КГц) с генератора поступают на счетчик импульсов, который содержит три счетчика, три дешифратора и три индикатора. С целью упрощения схемы, габаритов прибора использована специальная микросхема К490ИП1, имеющая в одном корпусе счетчик, индикатор и дешифратор. В комплекте с микросхемой К490ИП1, имеется линза, увеличивающая миниатюрные цифры микросхемы 2,5 до 5мм, что вполне различимо глазом человека с расстояния 0,5 м. Яркость свечения цифр красного цвета тоже высокая при питании 6 В.

Список использованных источников

1. Соснин Д.А. Автроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей. М.: СОЛОН-Р, 2001. 272 с.