

**Авторы:** Аниканов А.В., студент; Лыков А.Г. ст. пр.,

**Описание:** В данной работе рассмотрены общие сведения методики определения октанового числа бензинов

**Источник:** Пат. 2231780 РФ, МПК G 01 N 27 / 22, G 01 N 33 / 22. Способ определения октанового числа бензина / А.И. Кавтарадзе; Кавтарадзе Альберт Иванович (Ru). – заявл. 22.11.2002; опубл. 27.06.2004.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНА

Октановое число – показатель, характеризующий детонационную стойкость топлива (способность топлива противостоять самовоспламенению при сжатии) для двигателей внутреннего сгорания. Если бензин воспламенится раньше положенного, то двигатель будет работать некорректно и не на полную мощность. При длительной эксплуатации двигателя на бензине с низким октановым числом возникают проблемы с его составными частями. Кроме того, несоответствие октанового числа для двигателя влечет за собой дополнительную детонацию. Приведенные положения обуславливают необходимость контроля октанового числа бензина на автозаправочных станциях для предупреждения махинаций с качеством бензина.

Из литературных источников установлено, что зависимость диэлектрической проницаемости от октанового числа описывается выражением [1]:

$$\varepsilon(A, T) = \frac{A}{X} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)], \quad (1)$$

где  $A$  – октановое число бензина;

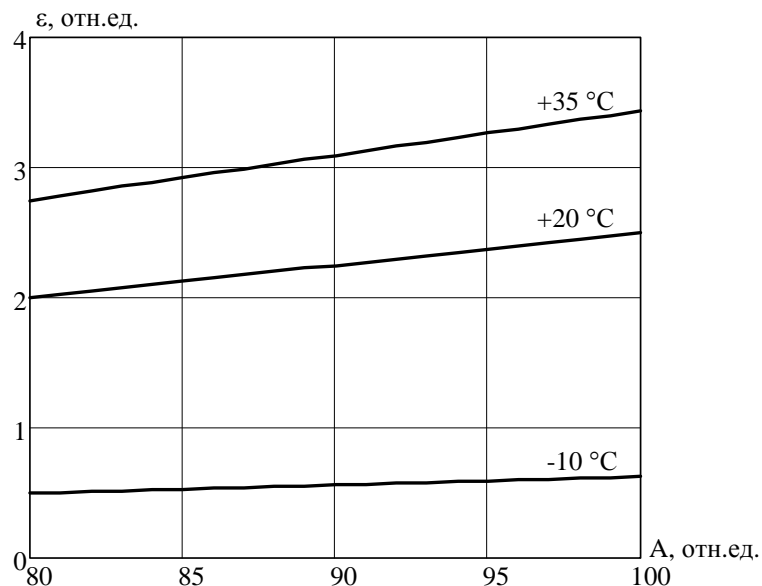
$X$  – коэффициент пропорциональности, определяемый экспериментально;

$\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость бензина;

$\alpha$  – температурный коэффициент, равный  $2,5 \cdot 10^{-2} 1/^\circ\text{C}$ ;

$T$  – температура бензина.

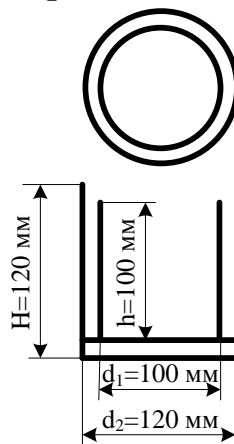
Используя формулу (1), определим пределы изменения диэлектрической проницаемости бензина при изменении октанового числа в диапазоне от 80 до 100 и температуры от  $-10^\circ\text{C}$  до  $+35^\circ\text{C}$ . Полученные результаты представлены на рисунке 1.



*Рисунок 1– Зависимость диэлектрической проницаемости от октанового числа и температуры*

Из рисунка 1 следует, что диэлектрическая проницаемость бензина в рабочих условиях эксплуатации изменяется в диапазоне от 0.5 до 3.43.

Для измерения диэлектрической проницаемости бензина предлагается использовать емкостной датчик цилиндрической формы, габаритные размеры которого представлены на рисунке 2.



*Рисунок 2 – Внешний вид и габаритные размеры емкостного датчика*

Высота внутреннего цилиндра делается меньше наружного для предупреждения переливания бензина через край датчика и повышения его чувствительности. В этом случае рабочая высота емкостного датчика будет равна  $h = 100$  мм.

Определим пределы изменения емкости датчика при изменении диэлектрической проницаемости от 0.5 до 3.43. Для этого воспользуемся зависимостью вида:

$$C_d(\varepsilon) = 2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{h}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}, \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость;

$\varepsilon_0$  – электрическая постоянная, равная  $8,854185 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;

$r_1, r_2$  – радиус наружного и внутреннего электродов;

$h$  – рабочая высота емкостного датчика.

Графическое представление зависимости емкости от диэлектрической проницаемости бензина представлена на рисунке 3.

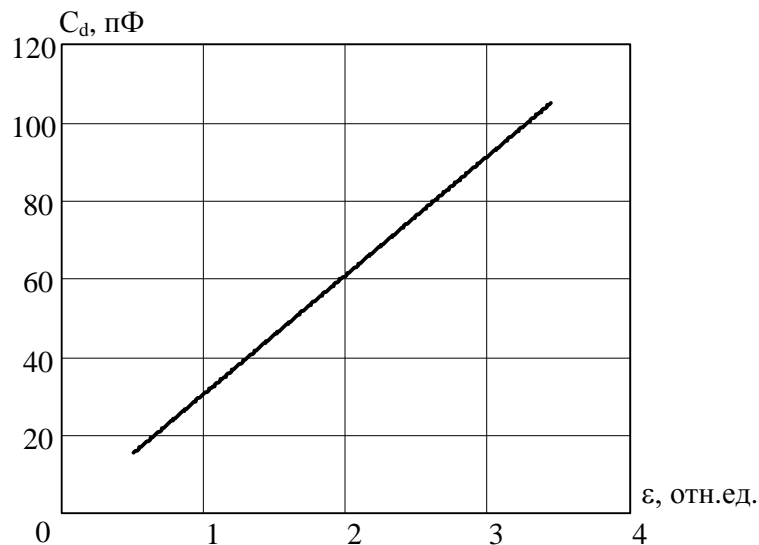


Рисунок 3 – Зависимость емкости датчика от диэлектрической проницаемости

Из рисунка 3 следует, что при изменении диэлектрической проницаемости от 0.5 до 3.43, емкость датчика изменяется в диапазоне от 15.3 пФ до 104.9 пФ.

Включаем емкостной датчик в состав генератора синусоидального сигнала, собранный по схеме Клаппа (см. рис. 4) [2]. При изменении диэлектрической проницаемости бензина изменяется емкость датчика и, соответственно, изменяется частота выходного сигнала генератора, которая является информационным параметром.

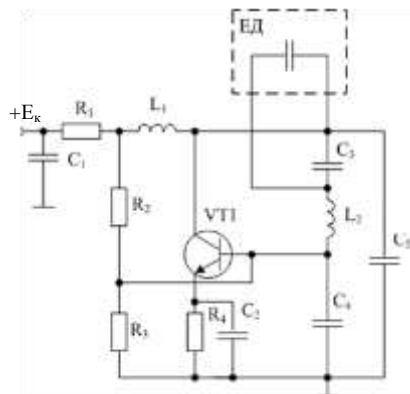


Рисунок 4 – Принципиальная схема автогенератора

В отличие от классической схемы генератора с емкостной “трехточкой” в данной схеме последовательно с индуктивностью контура включается дополнительный конденсатор  $C_3$ . Общая емкость контура  $C_k$  при этом становится меньше, чем при двух конденсаторах. Для сохранения той же частоты колебаний необходимо увеличить индуктивность контура  $L_k$ .

В результате получается контур с большим характеристическим сопротивлением. Данный контур, при сохранении тех же потерь, обладает большой добротностью, а, следовательно, и лучшими эталонными свойствами. Это способствует повышению стабильности частот генерируемых колебаний. Кроме того, включение конденсатора  $C_3$  уменьшает коэффициент подключения транзистора к контуру. Этим снижается дестабилизирующее влияние параметров контура на частоту генератора [2].

Для уменьшения массо-габаритных показателей генератора и повышения его чувствительности к изменению диэлектрической проницаемости бензина, а, соответственно, и октанового числа бензина, номинальное значение частоты выбираем в районе 5 МГц.

Емкостной датчик подключается параллельно конденсатору  $C_3$ , в этом случае общая емкость контура будет равна:

$$C_k(C_d) = \frac{1}{\frac{1}{C_3 + C_d} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}. \quad (3)$$

Зависимость частоты выходного сигнала генератора от диэлектрической проницаемости описывается выражением:

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_k \cdot \frac{1}{\frac{1}{C_3 + 2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{h}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}}}}. \quad (4)$$

Графическое представление зависимости частоты выходного сигнала генератора от диэлектрической проницаемости представлено на рисунке 5.

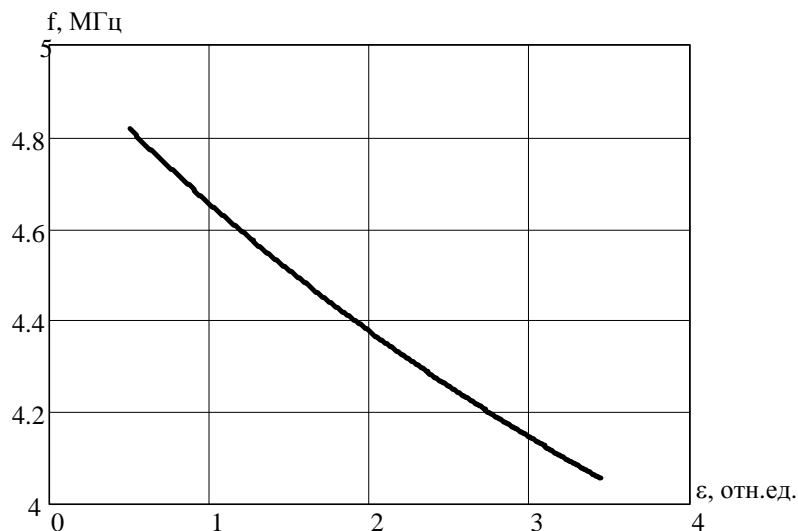


Рисунок 5 – Зависимость частоты выходного сигнала генератора от диэлектрической проницаемости

Из рисунка 5 следует, что при изменении диэлектрической проницаемости в диапазоне от 0.5 до 3.43 частота выходного сигнала генератора синусоидального сигнала изменяется от 4.82 МГц до 4.06 МГц по нелинейному закону.

Для дальнейшей обработки сигнала в цифровой части электронного устройства необходимо преобразовать синусоидальный сигнал в прямоугольные импульсы с помощью компаратора. При значении амплитуды выходного сигнала генератора меньше уровня логической единицы, необходимо предварительно усилить синусоидальный сигнал перед подачей на компаратор.

Используя выражения (1) и (4) получим математическую модель электронного устройства определения октанового числа бензина, созданного на базе емкостного датчика цилиндрической формы и включенного в колебательный контур генератора синусоидального сигнала, собранного по схеме Клаппа:

$$A(f, T) = \frac{X}{[1 + \alpha \cdot (T - 20)] \cdot 2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{h}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}} \cdot \left( \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot L_k - \frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}} - C_3 \right)$$

(5)

Таким образом, величина и точность определения октанового числа будет зависеть от величины и точности измерения частоты выходного сигнала генератора и температуры образца бензина.