

САМЫЙ ПРОСТОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ УГЛА ЗСК

Г. КАРАСЕВ, г. Санкт-Петербург

Известно, что оптимальные мощностные характеристики двигателя автомобиля с традиционной контактной системой зажигания могут быть достигнуты (при прочих равных условиях) лишь в случае правильно выбранного времени замкнутого, а значит, и разомкнутого состояния контактов прерывателя системы зажигания. Это важно потому, что время замкнутого состояния фактически и определяет количество энергии, запасаемой катушкой зажигания в каждом цикле искрообразования, а время разомкнутого — время горения топливной смеси. При электронном блоке зажигания неправильно установленное время состояний может приводить к сбоям в запуске системы зажигания.

К сожалению, большинство автолюбителей недооценивает отмеченный выше фактор. Обычно зазор между контактами прерывателя (а именно от величины зазора и зависит время замкнутого состояния контактов) устанавливают «на глазок», не пользуясь никакими приборами. Ясно, что такой подход может привести к падению мощности и потере экономичности двигателя. О вариантах решения этой немаловажной задачи журнал сообщал не раз. Автор статьи предлагает еще одно ее решение.

О времени замкнутого состояния контактов (ЗСК) прерывателя обычно судят по углу, на который за это время поворачивается вал прерывателя—распределителя двигателя. Угол же поворота удобно определять через среднее значение напряжения U_{cp} , измеренное, например, на контактах прерывателя [1]. Это напряжение линейно уменьшается при увеличении угла $\alpha_{зск}$, поэтому отсчет по шкале вольтметра надо вести в обратную сторону, в соответствии с формулой (справедливой в рассматриваемом случае для четырехцилиндрового двигателя):

$$\alpha_{зск}(\text{град.})=90(U_{ст}-U_{cp})/U_{ст}. \quad (1)$$

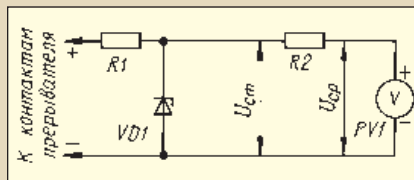
Упрощенная электрическая схема измерения (она использована в промышленном автотестере) показана на рисунке.

Описанный в [1] способ измерения угла ЗСК не требует предварительной калибровки прибора при обслуживании любых автомобилей, но имеет существенный недостаток — необходимость «обратной» шкалы прибора и ее предварительной оцифровки. Фактически прибор измеряет угол разомкнутого состояния контактов.

Можно измерить угол ЗСК и обычным вольтметром постоянного тока, как это описано в [2]. В этом случае среднее напряжение измеряют на низковольтных выводах катушки зажигания. Процесс выполняют в два приема — сначала при работающем двигателе измеряют напряжение $U_{б.с}$ в бортовой сети, а затем на выводах катушки зажигания измеряют среднее напряжение U_{cp} . Тогда угол ЗСК (в градусах) для четырехцилиндрового двигателя будет равен: $\alpha_{зск}=90U_{cp}/U_{б.с}$ (2). Шкала этого прибора прямая, и измеряет он угол ЗСК.

Преимущества этого способа очевидны, но он сопряжен с необходимостью вычислений, что в большинстве случаев, конечно, неудобно. Без вычисле-

ний в рассматриваемом случае не обойтись, потому что напряжение бортовой сети даже на одном автомобиле может изменяться по многим причинам, на разных же автомобилях оно всегда различно. А это означает, что постоянной градуировки шкалы $\alpha_{зск}$ не может быть принципиально.



Тем не менее есть способ непосредственного измерения угла ЗСК обычным широко распространенным вольтметром постоянного тока (авометром), выполняющим функцию интегратора.

Вернемся к формуле (2) и перепишем ее в несколько ином виде: $\alpha_{зск}=90n_{cp}/n_{б.с}$ (3), где $n_{б.с}$ — число делений шкалы вольтметра, на которые отклонилась стрелка при измерении $U_{б.с}$, а n_{cp} — то же, при измерении U_{cp} (на той же шкале). Примем $n_{б.с}$ величиной постоянной. В этом случае $\alpha_{зск}=K \cdot n_{cp}$ (4), где $K=90/n_{б.с}=\text{const}$.

Таким образом, получаем линейное уравнение с постоянным коэффициентом, показывающим, сколько градусов угла ЗСК приходится на одно деление шкалы. Нетрудно увидеть, что если $K=1$, т. е. $n_{б.с}$ взято равным 90 делениям шкалы, то n_{cp} будет непосредственно отражать угол ЗСК в градусах: $\alpha_{зск}=1 \cdot n_{cp}$ (5).

На практике обычно не требуется измерять угол ЗСК в пределах от нуля до максимума отклонения стрелки. Вполне достаточно выделить на шкале допустимых (рекомендуемых) значений угла, причем этот участок может быть рассчитан и нанесен на нее заранее,

при условии, что число $n_{б.с}$ будет затем неизменным при всех измерениях. Абсолютное значение $n_{б.с}$ может быть взято любым, но для уменьшения погрешности измерений его следует выбирать у конца шкалы и желательно таким, чтобы K было целым числом. Очень удобна поэтому шкала вольтметра, имеющая 90 или 100 делений, позволяющая вести прямой отсчет угла ЗСК в соответствии с (5), хотя (4) показывает, что возможны самые различные варианты шкалы.

В качестве прибора для измерения пригоден любой готовый вольтметр постоянного тока или авометр, имеющий среди прочих поддиапазоны 0...1 или 0...10 В. Подключают прибор к исследуемой цепи через последовательный переменный резистор (реостат); его встраивают в корпус вольтметра, выведя ручку на одну из боковых стенок, или оформляют в виде отдельной приставки.

Сопrotивление переменного резистора (в килоомах) можно приблизительно рассчитать по формуле: $R=1,5 \cdot 10^3 (U_{б.с}-U_{пр})/I_{п.о}$, где $U_{пр}$ — предел используемой шкалы вольтметра, В; $I_{п.о}$ — ток полного отклонения стрелки, мкА.

Процесс измерения угла ЗСК принципиально не отличается от описанного в [2], но содержит одну новую операцию. При измерении напряжения $U_{б.с}$ добавочным переменным резистором устанавливают стрелку вольтметра на заранее выбранное значение $n_{б.с}$ (и так поступают при каждом измерении угла ЗСК), после чего измеряют собственно угол прямым отсчетом его значения по шкале.

В самом общем случае шкалу прибора после выбора значения $n_{б.с}$ градуируют или размечают в необходимых пределах по формуле (4). Для повышения объективности измерений установка $n_{б.с}$ и снятие показания n_{cp} следует проводить на устойчивых малых оборотах двигателя.

Погрешность измерения угла ЗСК зависит главным образом от класса точности используемого стрелочного прибора и обычно находится в пределах 3...5 % (указанная в [2] точность 0,3 % — ошибочна). Этого вполне достаточно, поскольку технические условия допускают довольно значительный разброс значений этого угла (для жигулевского двигателя, например, 52...58 град.). Установить же угол ЗСК с погрешностью менее 2...3 град. практически невозможно из-за люфтов механизма двигателя.

Тем, кто уже повторил прибор, описанный в [2], посоветую вновь ввести в него поддиапазон 0...1 В и встроить переменный резистор, обеспечивающий установку $n_{б.с}$ вблизи конца или на конце шкалы. При самостоятельном изготовлении вольтметра можно использовать микроамперметры с током полного отклонения стрелки от 50 до 500 мкА и сопротивлением от 200 до 2000 Ом. При неудобной по градуировке шкале рекомендую выделить на ней только сектор необходимых (допустимых) значений угла ЗСК, а крайние участки обозначить как «Больше» или «Меньше». Границы сектора определяют по формуле (4), а $n_{б.с}$ выбирают на конце шкалы. В простейшем случае вычисленные значения угла просто записывают на лицевой панели прибора.