



Система зажигания с адаптируемым преобразователем



Владимир САРБАЕВ
Vladimir I. SARBAEV

Юрий ГАРМАШ
Yury V. GARMASH



Сарбаев Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой эксплуатации транспортных средств Московского государственного индустриального университета, Москва, Россия.

Гармаш Юрий Владимирович – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой энергетики Современного технического института, Рязань, Россия.

Пуск холодного автомобильного двигателя внутреннего сгорания зачастую превращается в проблему. Чтобы обеспечить бесперебойное искрообразование, нужны определенные условия и усилия, в том числе выбор оптимального режима работы аккумуляторных батарей, показателей напряжения тока. В статье даются общие подходы к решению связанных с этим задач и оцениваются результаты экспериментального исследования системы зажигания при ее питании от импульсного адаптивного преобразователя параметров электрической энергии в условиях низких температур.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, автомобиль, система зажигания, низкие температуры, аккумуляторные батареи, экспериментальное исследование, импульсный адаптивный преобразователь параметров электрической энергии.

В условиях низких температур пуск холодного двигателя внутреннего сгорания зачастую является сложной задачей. При пуске происходит значительное снижение напряжения бортовой сети, что может вызывать сбои в работе системы зажигания, а при отсутствии бесперебойного искрообразования пуск двигателя невозможен.

Обеспечить бесперебойное искрообразование можно, если увеличить напряжение, подаваемое на систему зажигания до значений, близких к номинальному. При выборе напряжения следует учитывать, что на время пуска добавочное сопротивление исключается из цепи катушки зажигания. По этой причине напряжение лучше ограничить на уровне 10 В.

Обозначенную задачу помогает решить повышающий преобразователь напряжения, который работает следующим образом.

Если уровень напряжения на выходе схемы ниже 5,5 В, то генератор импульсов, собранный на микросхеме, не работает из-за низкого напряжения питания микросхемы.

Если входное напряжение превышает указанный выше порог, то генератор начинает работать на частоте около 5 кГц и им-

Таблица 1/ Table 1

Результаты обработки экспериментальных данных по низкотемпературному пуску при
батарее, заряженной на 100%

The experimental data on low-temperature start with a 100% charged battery

Диапазон температур, °C Temperature range, °C	-18... -19		-22... -24		-25... -26		Всего/Total	
	$N_{\text{non}} (N_{\text{уд}})$	u	$N_{\text{non}} (N_{\text{уд}})$	u	$N_{\text{non}} (N_{\text{уд}})$	u	$N_{\text{уд}}$	$N_{\text{неуд}}$
1	2	3	2	3	2	3	4	5
Серийная Standard	7 (3)	0,43	8 (4)	0,5	8 (3)	0,38	10	13
Экспериментальная Experimental	4 (2)	0,5	5 (3)	0,6	5 (2)	0,4	7	7

пульсное напряжение с его выхода периодически коммутирует мощный транзистор. Во время открытого состояния транзистора происходит заряд током катушки индуктивности, а при закрывании транзистора запасенная в индуктивности энергия через открывшийся диод заряжает накопительный конденсатор. Затем процесс повторяется, и напряжение на конденсаторе возрастает.

Разряд накопительного конденсатора происходит через систему зажигания (первичную цепь катушки зажигания и выходной ключ коммутатора). За счет применения повышающего преобразователя напряжения система питается повышенным по сравнению с уровнем бортовой сети напряжением. При превышении выходным напряжением преобразователя уровня около 10 В (для 12 В бортовой сети) преобразователь отключается, что обеспечивается стабилитроном, после пробоя которого генератор перестает генерировать импульсное напряжение, и система зажигания напрямую питается от бортовой сети через индуктивность и диод, при этом не только повышается надежность работы системы зажигания, но и экономится ресурс аккумуляторной батареи.

С целью оценки эффективности системы зажигания с преобразователем напряжения были проведены ее экспериментальные исследования. При этом работоспособность системы оценивалась в наиболее тяжелых пусковых режимах — без предварительного разогрева. Пуск двигателя осуществлялся с помощью стандартных аккумуляторных батарей (6СТ-90 ЭМС). Варианты состояния батарей: холодные — 100%-ной заряженности; холодные — 75%-ной заряженности.

Испытания заключались в сопоставлении холодных пусков двигателя с помощью экспериментальной и штатной систем зажига-

ния при одинаковой температуре воздуха. Основным оценочным параметром служило количество попыток пуска. Продолжительность каждой попытки составляла до 10 с с перерывом в 1 мин. Во избежание сбоев в последующем пуске из-за забрызгивания свечей после каждого пуска делался прогрев двигателя при частоте вращения коленчатого вала 1500–2000 мин⁻¹. С той же целью после каждого неудачного пуска свечи проверялись и очищались. Кроме того, эта операция производилась регулярно через каждые три пуска.

За время испытаний произведено 35 пусков двигателя при разных отрицательных температурах среды (при 100%-ной заряженности аккумуляторной батареи — таблица 1, при заряженной на 75% — таблица 2). Только при трех попытках не был совершен пуск из-за неудовлетворительного смесеобразования и интенсивного забрызгивания свечей.

Для каждого температурного диапазона во второй колонке таблиц 1 и 2 указано количество попыток пуска двигателя (N_{non}), а в скобках — количество удачных попыток ($N_{\text{уд}}$). В третьей колонке приводится коэффициент u , равный отношению удачных пусков ДВС к количеству попыток. Чем ближе к единице этот коэффициент, тем лучше пусковые свойства двигателя.

В четвертой и пятой колонках таблиц 1 и 2 приведено суммарное число удачных и неудачных попыток пуска. В связи с относительно небольшим количеством экспериментальных данных статистическая обработка результатов проведена для всего температурного диапазона.

При обработке экспериментальных данных применялся критерий χ^2 (хи-квадрат) [1]. Под нулевой гипотезой понималось, что





Результаты обработки экспериментальных данных по низкотемпературному пуску при
батарее, заряженной на 75%

The experimental data on low-temperature start with a 75% charged battery

Диапазон температур, °C Temperature range, °C	-18... -19		-22... -24		-25... -26		Всего / Total	
	$N_{\text{пол}} (N_{\text{уд}})$	u	$N_{\text{пол}} (N_{\text{уд}})$	u	$N_{\text{пол}} (N_{\text{уд}})$	u	$N_{\text{уд}}$	$N_{\text{неуд}}$
1	2	3	2	3	2	3	4	5
Серийная Standard	7 (3)	0,43	6 (1)	0,17	9 (1)	0,11	5	17
Экспериментальная Experimental	7 (4)	0,57	8 (3)	0,38	11 (4)	0,36	11	15

результаты пуска при использовании серийной и экспериментальной систем зажигания статистически не различимы (вероятности пуска ДВС одинаковы).

При использовании заряженных на 100% аккумуляторных батарей параметр T составил 0,147 (по данным четвертой и пятой колонок таблицы 1), а критический параметр $T_{кр}$, при котором еще не отвергается нулевая гипотеза (по данным [1] при доверительной вероятности 0,9), – 2,706. Следовательно, $T < T_{кр}$. Это означает, что в случае применения аккумуляторной батареи, заряженной на 100%, вероятности удачного пуска ДВС от серийной и экспериментальной систем зажигания статистически не различимы.

Для батарей, заряженных на 75%, ситуация иная (таблица 2). Параметр $T = 15,57$ и оказывается много больше, чем $T_{кр} = 2,706$.

Из этого можно сделать вывод, что нулевая гипотеза отвергается, то есть вероятность пуска при использовании эксперименталь-

ной системы зажигания выше, чем при использовании серийной.

ВЫВОДЫ

Применение системы зажигания с адаптируемыми преобразователями параметров электрической энергии позволяет улучшить пусковые характеристики бензинового двигателя при частично разряженной аккумуляторной батарее и отрицательных температурах окружающей среды. Для полностью заряженной аккумуляторной батареи использование экспериментальной системы зажигания обладает тем преимуществом, что исключает избыточные перегрузки элементов системы [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Грабарь М. И., Краснянская К. А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.
2. ГОСТ 14846–81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. Введ. 01.01.1982. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 53 с.
3. Сарбаев В. И., Гармаш Ю. В. Импульсные преобразователи энергии в электрооборудовании автомобиля // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 12. – С.47–49. ●

IGNITION SYSTEM WITH ADAPTABLE CONVERTER

Sarbaev, Vladimir I. – D. Sc. (Tech.), professor, head of the department of vehicle operation at Moscow State Industrial University, Moscow, Russia.

Garmash, Yury V. – Ph. D. (Tech.), professor, head of energy department of Modern Technical Institute, Ryazan, Russia.

ABSTRACT

Starting of cold car internal combustion engine often becomes a problem. To ensure a consistent spark formation, certain conditions and efforts are required, including the choice of optimal operation of accumulator batteries, voltage indicators. This article provides general approaches to solving related tasks and evaluates the results of experimental studies of the ignition system when it is powered by an adaptive converter of electric energy pulse parameters at low temperatures.

ENGLISH SUMMARY

Background. At low temperatures, start of cold internal combustion engine is often difficult. At start

a marked decrease in board voltage occurs that may cause faulty operation of ignition system, and in the absence of uninterrupted spark formation start of the engine is not possible.

It is possible to provide continuous spark formation, if the voltage to the ignition system is increased to a level close to the nominal. When selecting the voltage it should be taken into account that at the time of starting the ballasting resistor is removed from the circuit of the ignition coil. For this reason, it is better to limit the voltage at 10 V.

Step-up converter of voltage helps to solve the designated problem.

Objective. The objective of the authors is to investigate different aspects of application of pulse converters of electrical energy parameters.