УДК: 531.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

К.В. Головко (Иваново), В.А. Нечаева (Санкт-Петербург)

Введение

Специалист, приступая к решению задачи, должен знать основы динамических процессов, подходы и методы решения сложных процессов и систем, в том числе аналитических и имитационных, а также знать конкретные информационные системы моделирования и используемые в них языки программирования.

Благодаря интенсивному развитию информатики и компьютерных технологий стало намного проще решать сложные задачи, требующие больших временных и финансовых затрат. Упростить их решение возможно с использованием моделирования. Одним из наиболее распространенных и удобных способов моделирования сложных систем является имитационное компьютерное моделирование объектов и процессов реального мира. Невозможно сразу моделировать какой-либо процесс, для этого необходимо специальное обучение методам, приемам и технологиям компьютерного имитационного моделирования.

Различают физическое и математическое моделирование. Примером физической модели является уменьшенная копия самолета, продуваемая в потоке воздуха. При использовании математического моделирования поведение системы описывается с помощью формул. Особым видом математических моделей являются имитационные модели [1].

Быстрая активная автомобилизация общества и возрастающие требования, предъявляемые к безопасности движения, привели к необходимости разработки и широкого внедрения методов исследования технического состояния приборов, систем и механизмов автомобиля. Не следует предполагать, что использование новых методов исследования вызовет переворот в системе технического обслуживания и ремонта автомобиля, однако, имеется большое количество доводов и суждений в пользу их применения, так как это позволит существенно сократить сроки времени на поиск, контроль и регулировку, повысит качество обслуживания путем устранения скрытых неисправностей, существенно снизит трудовые и материальные затраты.

Результаты исследований

Применяемые на данный момент методы исследования приборов и систем электрооборудования автомобиля требуют пуска двигателя, что не всегда приемлемо. Методы исследования электрооборудования автомобильной техники, связанные с пуском двигателя, не позволяют определить техническое состояние приборов и систем электрооборудования, если двигатель не пускается из-за неисправности или других причин. Так же нежелателен пуск двигателя техники, находящейся на хранении, так как при этом требуются время и дополнительные материальные расходы на еѐ переконсервацию.

Кроме того, при исследовании технического состояния приборов системы электроснабжения автомобильной техники обязательным является их демонтаж с автомобиля, что ведет за собой, кроме повышения ранее упомянутых временных и экономических затрат, износ крепежных деталей и электрических разъѐмов. Для определения вида неисправности в большинстве случаев необходимо выполнить разборочные работы исследуемых приборов системы электроснабжения.

Следовательно, разработка методов исследования, при реализации которых имитировалась бы работа приборов системы электроснабжения, при этом исключались бы демонтаж контролируемых приборов с автомобильной техники и пуск двигателя внутреннего сгорания, является актуальной задачей. В данном направлении ведутся работы.

Предлагаемый метод исследования предполагает имитацию работы генераторной установки, основан на том, что на обмотку возбуждения генератора планируется подавать переменное напряжение небольшой амплитуды и контролировать сигнал на выходе генератора при помощи осциллографического устройства. Амплитуда и частота контролируемого сигнала определяется техническим состоянием генератора и при различных неисправностях будет иметь различный вид.

Полное изменение сигнала происходит при повороте ротора на угол, определяемый по формуле [2]:

$$\beta = 360^0 / P, \quad (1)$$

где P – число пар полюсов генератора.

Для использования моделирования работы автомобильных генераторных установок необходимо будет иметь эталонный сигнал. В качестве такого сигнала планируется использовать напряжение, подаваемое на обмотку возбуждения исследуемого генератора и одновременно на усилитель развертки осциллографического устройства. В тоже время на вертикальный вход осциллографического устройства будет подаваться контролируемый сигнал с выхода генератора. При этом исследование технического состояния генератора переменного тока будет осуществляться без пуска двигателя внутреннего сгорания, демонтаж генератора с автомобиля осуществляться не будет.

Питание технического средства для диагностирования планируется осуществлять как от промышленной электрической сети, так и от бортовой сети автомобиля.

Предлагаемый метод исследования регуляторов напряжения основан на их автономной проверке, то есть без генератора. Это позволит проводить проверку регулятора как на автомобиле, исключив пуск двигателя, так и в демонтированном состоянии. При исследовании технического состояния регулятора напряжения необходимо контролировать напряжение его срабатывания и отпускания, наличие колебательных процессов при переключении схемы регулятора и, в случае неисправности, отыскать неисправный каскад. При этом необходимо контролировать не только напряжения включения и отключения регулятора, но и колебательные процессы, сопутствующие переключениям схемы [3-4].

Данную задачу можно решить, подавая на регулятор напряжения выпрямленное синусоидальное напряжение, и контролируя напряжение на нагрузке регулятора с помощью осциллографа при питании развертки осциллографа синусоидальным напряжением. При этом осциллограммы на выходе будут различны в зависимости от вида развертки.

Амплитуда выпрямленного напряжения должна быть несколько выше напряжения срабатывания регулятора. Так для 14-вольтных регуляторов действующее напряжение, подаваемое на вход выпрямителя, должно быть 12 В, а 28-вольтных регуляторов – 24 В. Когда напряжение импульсов достигает порога срабатывания регулятора напряжения его выходной транзистор закрывается, напряжение на клемме "Ш" повышается [3]. Транзистор усилительного каскада будет открываться, и напряжение на выходе усилительного каскада соответственно уменьшится до напряжения насыщения транзистора. Когда напряжение импульса спадет до напряжения отпускания регулятора - напряжение на выходе усилительного каскада

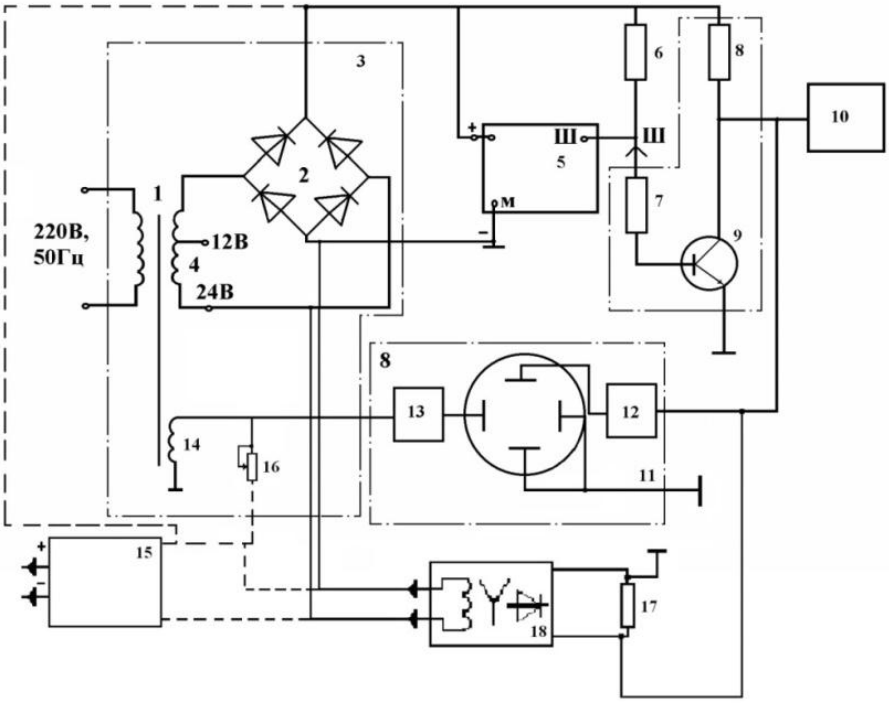
вновь возрастет. На выходе каскада будут чередоваться импульсы напряжения, амплитуда которых будет равна напряжению срабатывания и напряжению отпускания регулятора напряжения (в случае, если они отличаются).

Возникает необходимость в использовании вольтметра пиковых значений, который будет регистрировать напряжение срабатывания регулятора напряжения. Одновременно импульсы с выхода усилительного каскада планируются поступать на вход усилителя сигналов осциллографического устройства, на экране которого будут наблюдаться фигуры Лиссажу, в зависимости от состояния регулятора напряжения.

Практическая значимость результатов

Блок-схема технического средства, обеспечивающего исследование генераторных установок предлагаемым методом и порядок его подключения к контролируемым приборам системы электроснабжения отображена на рисунке 1. Техническое средство позволяет проводить работы по определению технического состояния, как генераторов переменного тока, так и электронных регуляторов напряжения.

На рисунке 2 представлены фигуры, появляющиеся на экране осциллографического устройства при исследовании генератора переменного тока.



1 – трансформатор, 2 – выпрямитель, 3 – источник напряжения, 4 – вторичная обмотка, 5 – проверяемый регулятор напряжения, 6 – резистор нагрузки, 7 и 8 – резисторы каскада усиления, 9 – транзистор усилительного каскада, 10 – вольтметр, 11 – осциллографическое устройство, 12 – усилитель сигналов, 13 – усилитель развертки осциллографического устройства, 14 – дополнительная вторичная обмотка трансформатора, 15 – преобразователь напряжения, 16 – переменный резистор, 17 – нагрузочный резистор, 18 – диагностируемый генератор переменного тока.

Рис. 1 – Блок схема устройства для исследования генераторных установок военной автомобильной техники

Работает устройство в двух режимах [2-5]: первый режим диагностирования генератора, второй – регулятора напряжения.

Питание разработанного устройства может осуществляться как от промышленной сети переменного тока 220 В с частотой 50 Гц, так и от бортовой сети автомобиля.

Соединение осциллографического устройства с преобразователем напряжения показано пунктирной линией. Непосредственно само подключение преобразователя напряжения к источнику питания осуществляется соединением его выводов с однополюсными клеммами аккумуляторной батареи автомобиля.

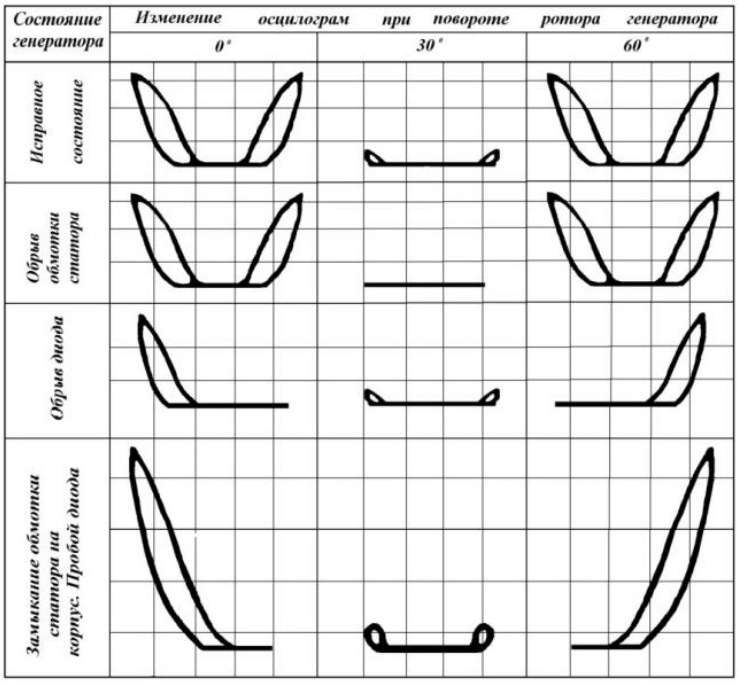


Рис. 2 – Фигуры, отображаемые на экране осциллографического устройства

На первом режиме в результате взаимодействия сигнала с выходных клемм диагностируемого генератора 18 и эталонного сигнала на экране осциллографического устройства 11 будут фиксироваться фигуры Лиссажу.

Поворачивая ротор генератора и сравнивая фигуру, фиксируемую на экране осциллографического устройства, с эталонными фигурами, которые определяются техническим состоянием генератора, можно сделать заключение о характере неисправности исследуемого генератора [5].

При описании работы технического средства на втором режиме, необходимо обратить внимание на то, что выход источника изменяющегося напряжения соединен с резистором нагрузки 6, а выход резистора 8 каскада усиления соединен со входами вольтметра 10 пиковых значений и усилителя сигналов осциллографического устройства 11. Выход дополнительной вторичной обмотки 14 трансформатора соединен со входом усилителя 13 развертки осциллографического устройства.

Вольтметр 10 пиковых значений будет регистрировать напряжение срабатывания проверяемого регулятора напряжения 5. Одновременно импульсы с выхода усилительного каскада поступят на вход 12 усилителя сигналов осциллографического устройства, на экране которого будут наблюдаться фигуры Лиссажу, представленные на рисунке 3, которые характеризуют состояние регулятора напряжения в зависимости от его состояния.

На рисунке 3 изображено четыре фигуры. В первом случае (позиция а) регулятор напряжения исправен, выходной транзистор в обрыве (позиция б), в третьем случае выходной транзистор регулятора пробит или всегда открыт из за неисправностей в предыдущих каскадах. Четвѐртая фигура (позиция г) соответствует

такому виду неисправности, как выходной транзистор закрыт из-за неисправностей в предыдущих каскадах.

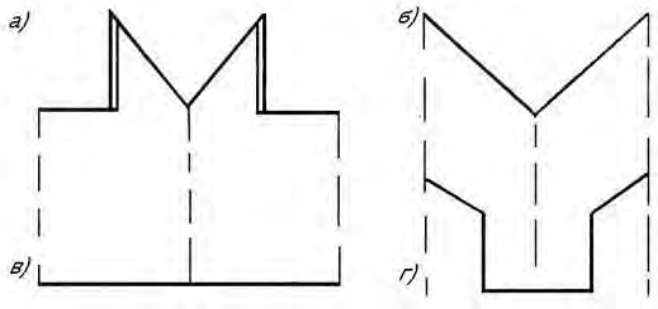


Рис 3. – Фигуры, появляющиеся на экране осциллографического устройства

Заключение

Таким образом, в процессе моделирования всегда существует оригинал (объект) и модель, которая воспроизводит (моделирует, описывает, имитирует) некоторые черты объекта [6]. Представленный метод и работающее на его основе техническое средство диагностирования позволят выполнить работы по определению технического состояния генераторной установки автомобильной техники, при этом не требуется осуществлять демонтаж исследуемых приборов с автомобиля и производить пуск двигателя.

Литература

1. **Эльберг М. С.,** Цыганков Н. С. Имитационное моделирование: учебное пособие [Текст] / Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017. 128 с.
2. Патент на изобретение № 2742525. Способ комплексного диагностирования электрических машин автомобильной техники / В.В. Нечаев, С.В. Носков, В.В. Ищенко, Б.Н. Сидоров, К.А. Мысяков, А.М. Сурков, Н.И. Дубовская, В.А. Дубовский, А.Н. Гурьянов, Р.Э. Бударин, В.А. Стройков. Заявитель и патентообладатель Военная академия материально-технического обеспечения. Опубликовано: 08.02.2021. Бюл. № 4.
3. Патент на полезную модель № 168772. Анализатор работы систем двигателя внутреннего сгорания / В.В. Нечаев, В.П. Капустин, Ю.Ф. Белкин, Н.В. Соляков Заявитель и патентообладатель ФГК ВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации. Опубликовано: 17.02.2017, Бюл. № 5.
4. Патент на изобретение № 2370745. Устройство для диагностирования систем дизеля / В.В. Нечаев, В.Н. Шапран, В.В. Васильченко, Д.В. Гуськов, К.К. Хулин, Д.П. Соловьев, А.В. Соловьев. Заявитель и патентообладатель Рязанский военный автомобильный институт Министерства обороны Российской Федерации. Опубликовано: 20.10.2009, Бюл. № 29.
5. Патент на полезную модель № 95839. Устройство для диагностирования приборов, систем и механизмов дизеля / В.В. Нечаев, С.А. Сливкин, Е.Б. Тукало, Ю.В. Бабкин, Э.Ю. Ирков, С.А. Хахалев. Заявитель и патентообладатель Рязанский военный автомобильный институт Министерства обороны Российской Федерации. Опубликовано: 10.07.2010, Бюл. № 19.
6. **Каталевский Д.Ю.** Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие [Текст] / Д.Ю. Каталевский. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. 496 с., ил.