

**О МЕТОДАХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ,  
НАДЕЖНОСТИ И ЖИВУЧЕСТИ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ  
АВТОМОБИЛЯ НА ЭТАПАХ ЕЁ РАЗРАБОТКИ,  
ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Симонова Лариса Анатольевна**

д.т.н., профессор

**Хабибуллин Аяз Юнусович**

аспирант

Набережночелнинский институт (филиал),

ФГАОУ ВО КФУ

**Аннотация:** в данной статье проводится сравнительный анализ методов контроля состояния электрических жгутов, направленных на повышение эффективности и живучести автомобиля, рассматриваемого как система управления, учитывая возможность внедрения данных методов на этапах разработки, внедрения и эксплуатации автомобиля. В этой связи было выделено несколько методов в данной области, а также сделаны выводы о возможности внедрения наработок данных методов на этапах разработки, внедрения и эксплуатации электропроводки автомобиля.

**Ключевые слова:** жгут проводов, диагностика электропроводки, электропроводка автомобиля, повышение эффективности проводов, контроль состояния электрических жгутов.

**METHODS OF IMPROVING THE EFFICIENCY, RELIABILITY  
AND SURVIVABILITY OF VEHICLE WIRING AT THE STAGES  
OF ITS DEVELOPMENT, IMPLEMENTATION AND OPERATION**

**Simonova Larisa Anatolievna**

**Khabibullin Ayaz Yunusovich**

**Abstract:** In this paper, a comparative analysis of the methods of condition monitoring of electrical harnesses aimed at improving the efficiency and survivability of a vehicle considered as a control system is carried out, taking into account the possibility of implementing the developments of these methods at the stages of

development, implementation and operation of the vehicle. In this regard, several methods in this field have been highlighted, and conclusions have been drawn about the possibility of implementing the developments of these methods at the stages of development, implementation and operation of the electrical harness of the car.

**Key words:** wiring harness, wiring diagnostics, car wiring, wiring efficiency improvement, electrical harness condition monitoring.

Для правильной интерпретации состояния функциональных блоков автомобиля и принятия правильного решения по передаче управляющих команд различным узлам, требуется большое количество информационных сигналов в современном автомобиле. Для обеспечения связи между узлами, а также для коммуникации с электронным блоком управления (ЭБУ) как правило, используются медные провода, однако, количество управляющих и силовых сигналов в автомобиле может достигать больших значений, по этой причине, чтобы сделать их компактными, а также для удобного обслуживания используются кабельные жгуты, принятые называть жгуты проводов.

В соответствии с ГОСТ 23586-96, жгут – это сборка разнообразных проводов и кабелей, которые выполняют важную функцию связи между различными компонентами электромеханических или электронных систем. Основная задача жгутов заключается в обеспечении энергией и передаче электронных сигналов периферийным устройствам. Жгут состоит, по крайней мере, из двух отдельных проводов. [1, с. 1].

Очевидно, что от свойств проводников, проводов и самого жгута описанных Башмаковым и другими, в том числе в работе [2], зависит способность современного автомобиля корректно функционировать, а слишком позднее обнаружение неисправности в жгуте может привести к различного рода ущербу: от сбоя в системе и порчи собственности, до человеческих жертв.

В этой связи имеют место быть разработки различных методов, направленных на увеличение эффективности работы жгутов, а в частности на контроль их состояния. Мониторинг состояния жгутов с помощью этих методов осуществляется как непосредственно в ходе эксплуатации проводки, так и с помощью специализированных стендов.

Как отмечается Яковлевым в его работе «Диагностика электронных систем автомобиля», в современных автомобилях посредством жгутов передаваемые сигналы между различными датчиками, исполнительными узлами и самим электронным блоком управления увеличилось. Кроме того,

сами сигналы, будь они двоичными либо аналоговыми, стали намного более сложными. Отсюда очевидно, что считавшиеся ранее классическими методы, вроде контрольной лампы и мультиметра неэффективны и даже напротив, нанести повреждения электронным цепям [3, с. 6]. Но несмотря на это и на сегодняшний день на многих производствах, чтобы вручную проверить жгут пользуются высокоточными мультиметры и мегаомметры АРРА. Они могут проверить жгут на такие простые неисправности как обрыв проводника, замыкание проводников и сопротивление изоляции провода, как они описаны в седьмом издании ПУЭ [4].

Более широкий взгляд на замыкания позволяет получить схема, описанная Нисбеттом в работе [5]. Данная схема с достаточной эффективностью определяет замыкание провода на аккумуляторную батарею, замыкание на землю, а также взаимное замыкание двух проводов и тот же обрыв. [5, с. 63].

Метод мониторинга состояния электрического жгута основанный на ином принципе описывается Башмаковым и другими в работе [6]. В ней взят за основу принцип индуктивности. Жгут играет роль сердечника, в то время как на двух его участках расположены катушки индуктивности. Изменение длины, сечения, состояния изоляции кабеля внутри катушек будет непосредственно влиять на изменение индуктивности катушек, которое возможно зарегистрировать. В целях предупреждения наведения посторонних помех, не связанных с диагностируемым жгутом, проверку подразумевается выполнять до запуска машины. К тому же запуск машины с уже неисправным жгутом может привести к сбою.

В электрическую цепь входят катушки индуктивности, подсоединяемые последовательно, конденсатор, а также дифференцированный датчик тока. Они соединяются таким образом, как это показано на Рис. 1.



**Рис. 1. Функциональная схема метода контроля**

Таким образом, данный метод помогает предупредить появление неисправности в электрических жгутах транспортного средства, тем самым обезопасить систему от более серьезных повреждений. [6, с. 118].

Никольский в своей работе [7] сформулировал проблему увеличения эффективности электропроводки с точки зрения оценки и прогнозирования ее остаточного ресурса. В своей концепции он приводит алгоритм, благодаря которому может возрасти срок службы кабельных изделий, а также сохраниться их эксплуатационное состояние, в целях соблюдения требований безопасности и отказоустойчивости. Ввиду отсутствия информационных массивов за приличное количество времени, автор рассматривает жгут как систему из составных компонентов (непосредственно проводника и его изоляции). Этот способ можно отнести к статистическому.

В работе [8] в целях повышения эффективности показателей качества электропроводки Костюковым была исследована модель акустики жгутов. Проведенный им анализ указывает на то, что акустические колебания, в токопроводящей части, дают техническую возможность улавливать ухудшения свойств проводника, но для этого проводники должны иметь собственную частоту колебаний намного выше рабочей [8, с. 148]. Последнее условие накладывает серьезные ограничения, на внедрение данного метода в систему контроля электропроводки автомобиля.

Моторыгиным в его труде «Моделирование пожароопасных режимов в электросети автомобилей для принятия решения при проведении пожарно-технической экспертизы» [9] посредством анализа получена математическая модель отображающая вероятность появления режимов аварии, связанных с большими сопротивлениями перехода проводника, что зачастую приводит к возникновению пожароопасной ситуации в транспортном средстве. Полученные автором данные и математическая модель могут оказаться полезными при проектировании систем, нацеленных на прогнозирование смежных неисправностей проводки автомобиля [9, с. 49]. Данный метод направлен сугубо на противопожарную диагностику электропроводки автомобиля, однако алгоритм метода можно использовать и для диагностики других неисправностей в проводке автомобиля.

Все рассмотренные методы были направлены на повышение эффективности электропроводки автомобиля в частности, либо кабельных изделий в целом.

Представленная Нисбеттом в работе [5] схема диагностики проводов направлена сугубо на диагностику различных видов замыканий жгутов автомобиля.

Перспективным выглядит способ, описанный Башмаковым и другими в работе [6]. Даже с учетом того факта, что пока при использовании данного метода в распоряжении есть лишь внутренние состояния предложенной цепи, теоретически, представляется возможным выделить конкретные возможные характеристики, что реально использовать в более крупной диагностирующей системе.

В работе [7] Никольским делается акцент на прогнозирование остаточного ресурса. Примененный метод экспертной оценки может быть использован для построения интеллектуальной системы.

В статье [8] Костюков описал нестандартный подход для повышения эффективности показателей качества электропроводки, путем анализа акустической модели. Данный метод признается автором рабочим, но для условия разности рабочей и диагностирующей частот накладывает ограничения на внедрение.

Полученные автором работы [9] Моторыгиным, данные и математическая модель могут оказаться особенно полезными при проектировании систем, нацеленных на прогнозирование неисправностей проводки автомобиля смежных, с проблемой вызывопожароопасности.

**Заключение.** В целях повышения эффективности и живучести автомобиля, необходима адаптация рассмотренных выше методов на этапах разработки, внедрения и эксплуатации автомобиля. Рассмотренные методы, а в частности метод описанный в труде [6], может послужить хорошей основой для проектирования полевого уровня системы. Данные работ, в которых рассматриваются другие методы, в частности методы, описанные в работах [7], [8] и [9], могут быть полезными, для проектирования второго и третьего уровня системы, по примеру структурной модели, описанной в статье [10].

### **Список литературы**

1. ГОСТ 23586-96. Монтаж электрический радиоэлектронной аппаратуры и приборов. Технические требования к жгутам и их креплениям / Беларусь, Минск: ИПК «Издательство стандартов», 2001 г.
2. Башмаков Д. А., Сайфутдинов З. Г., Хамбалов А. М. Повышение эффективности контроля рабочего состояния электрических жгутов // "Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация", №3(92), 2022г. – С. 13-18.
3. В. Ф. Яковлев // Диагностика электронных систем автомобиля. – М.: Солон-Пресс, 2005. – С. 6-7.
4. Правила эксплуатации электроустановок. Издание седьмое / Москва: ОАО «ВНИИЭ», 2003 г.
5. Don Nisbett. Способы диагностики обрывов и коротких замыканий в жгутах проводов // "РадиоЛоцман", №11 2012г. – С. 63-65.
6. Башмаков Д. А., Сайфутдинов З. Г., Ильин В. И., Савицкий С. К. Повышение эффективности контроля рабочего состояния электрической проводки автомобиля // "Научно-технический вестник Поволжья", №11 2022г. – С. 117-120.
7. Никольский, О. К. Концепция оценки остаточного ресурса электропроводки и алгоритм его определения // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 9(84). – С. 210-214.
8. Костюков, А. Ф. Анализ акустической модели проводимости электропроводок // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5(127). – С. 144-148.
9. Моторыгин, Ю. Д. Моделирование пожароопасных режимов в электросети автомобилей для принятия решения при проведении пожарно-технической экспертизы // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25, № 9. – С. 45-51.
10. Хабибуллин А. Ю., Симонова Л. А. Разработка структурной модели автоматизированной системы контроля состояния жгутов транспортных средств на основе элементов искусственного интеллекта // "Научно-технический вестник Поволжья", №12 2023г. – С. 557-559.

© Л.А. Симонова, А.Ю. Хабибуллин, 2024