

УДК 629.33

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.2\(33\).65-75](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.2(33).65-75)

В.В. Аулин, проф., д-р техн. наук, **Т.Н. Замота**, доц., д-р техн. наук, **А.В. Гриньків**, ст. наук. співр., канд. техн. наук, докторант, **С.В. Лысенко**, доц., канд. техн. наук, **О.В. Крупица**, соискатель, **К.К. Панайотов**, доц., канд. техн. наук

Центральнoукраїнський національний технічний університет, г. Кропивницький, Україна

e-mail: Zamota71@gmail.com

Обоснование использования современных подходов для усовершенствования диагностирования систем и агрегатов автомобиля

Рассмотрены современные методы диагностики технического состояния автомобилей. Особое внимание уделено системе зажигания. Система зажигания считается одной из самых сложных систем автомобиля, на долю которой традиционно приходится большой процент неисправностей и нарушений регулировок. Неисправность системы зажигания значительно ухудшает работу автомобиля, что увеличивает расход топлива, и снижает мощность двигателя. В двигателях внутреннего сгорания процесс поиска и анализа неисправностей осуществляется с помощью визуального наблюдения за осциллограммами напряжения в первичной и вторичной цепи. В современных диагностических системах возможна реализация всех вышеуказанных подходов диагностирования неисправности за счет использования интеллектуальных программно-аппаратных комплексов (интеллектуальных датчиков) для мониторинга, контроля и управления. Подобные средства вычислительной техники обладают универсальностью, так как в них есть возможность изменение программного обеспечения, что позволяет управлять процессом их работы и функциональными возможностями.

система зажигания, неисправности, диагностирование, интеллектуальная система технического обслуживания

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, **Т.Н. Замота**, доц., д-р техн. наук, **А.В. Гриньків**, ст. научн. сотр., канд. техн. наук, докторант, **С.В. Лысенко**, доц., канд. техн. наук, **О.В. Крупица**, здобувач, **К.К. Панайотов**, доц., канд. техн. наук

Центральнoукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Система запалювання, несправності, діагностування, інтелектуальна система технічного обслуговування

Розглянуто сучасні методи діагностики технічного стану автомобіля. Особливу увагу зосереджено на системі запалювання. Система запалювання вважається однією з найскладніших систем автомобіля, на частку якої традиційно припадає великий відсоток несправностей та порушень регулювань. Несправність системи запалювання значно погіршує роботу автомобіля, що збільшує витрату палива і знижує потужність двигуна. У бензинових двигунах внутрішнього згорання процес пошуку та аналізу несправностей здійснюється за допомогою візуально спостереження за осцилограмами напруги в первинному і вторинному ланцюзі. У сучасних діагностичних системах можлива реалізація всіх зазначених підходів, для діагностування несправності за рахунок використання інтелектуальних програмно-апаратних комплексів (інтелектуальних датчиків) для моніторингу, контролю і управління. Подібні засоби обчислювальної техніки володіють універсальністю, так як в них є можливість зміна програмного забезпечення, що дозволяє управляти процесом їх роботи і функціональними можливостями.

система запалювання, несправності, діагностування, інтелектуальна система технічного обслуговування

Постановка проблемы. В процессе эксплуатации автомобиля сопряжения деталей систем и агрегатов подвергаются естественному износу; возникают условия для ухудшения работы и наступления катастрофического изнашивания. Основным условием надежной и долговечной работы автомобиля является грамотная эксплуатация, своевременное выявление и устранение эксплуатационных неисправностей, которое возможно при диагностировании технического состояния.

Диагностирование является элементом технического обслуживания и текущего ремонта и предназначено для обнаружения скрытых неисправностей в системах и агрегатах автомобиля без дополнительной их разборки. Техническая диагностика состоит из теории, методов и средств определения технического состояния автомобиля с целью его безопасной эксплуатации, проверки соответствия показателей эксплуатационных свойств нормативным значениям, определения неисправностей, оценки стоимости автотранспортного средства (АТС) и восстановительных работ при устранении дефектов [1].

На основе технической диагностики формулируются методы повышения эффективности эксплуатации автомобилей, снижения затрат на техническое обслуживание и ремонт. Поскольку система зажигания считается одной из самых сложных систем, на долю, которой традиционно приходится большой процент неисправностей и нарушений регулировок, то диагностике состояния этой систем следует уделить больше внимания. Неисправность системы зажигания значительно ухудшает работу автомобиля, что увеличивает расход топлива, и снижает мощность двигателя. В бензиновых двигателях внутреннего сгорания процесс поиска и анализа неисправностей осуществляется с помощью визуального наблюдения за осциллограммами напряжения в первичной и вторичной цепи.

При очевидных достоинствах существующих средств и методов диагностики, они имеют ряд недостатков. Это прежде всего зависимость от квалификации и профессионализма оператора-диагноста, а так же получение информации в момент технического обслуживания [2,3].

На сегодняшний день используются встроенные и внешние средства диагностирования узлов, систем и агрегатов автомобилей. Они позволяют диагностировать автомобиль в процессе эксплуатации. Сочетание встроенных и внешних средств диагностирования значительно повышает уровень достоверности получаемой информации, что улучшает качество технического обслуживания и ремонта.

Компьютерная диагностика автомобиля дает возможность производить тестирование различных электронных систем и исполнительных механизмов автомобиля, влияющих на работу бортовых систем, а также выявить неисправности, связанных с их работой. На основании полученных данных составляются диагностические карты неисправностей узлов, систем и агрегатов для последующего ремонта и устранения неполадок, связанных с автомобильным электрооборудованием и исполнительными системами [4]. Станции технического обслуживания автомобилей используют различные диагностические адаптеры, дилерские сканеры и приборы дилерского уровня, предназначенные для диагностики определенной марки или моделей автомобилей.

Традиционно широкое применение находят численные методы обработки полученных данных по техническому состоянию систем и агрегатов с целью моделирования протекающих в них процессов, проектирования прототипов различных узлов, систем и агрегатов, а также прогнозирования эксплуатационных неполадок. Применение численных методов обнаружения и диагностики неисправностей привело к выделению целого ряда подходов к проведению диагностических операций:

– базирующийся на математическом моделировании диагностируемой системы;

- основанных на базе диагностических данных;
- используемых накопленные знания о типовых неисправностях и методах их влияния.

В современных диагностических системах возможна реализация всех вышеуказанных подходов для диагностирования неисправности за счет использования интеллектуальных программно-аппаратных комплексов (интеллектуальных датчиков) для мониторинга, контроля и управления. Подобные средства вычислительной техники обладают универсальностью, так как в них заложена возможность изменения программного обеспечения, что позволяет управлять процессом их работы и функциональными возможностями.

Анализ предыдущих исследований и публикаций. Согласно многочисленным литературным источникам и отзывам технических специалистов [5,6,7,8] эффективный алгоритм проведения компьютерной диагностики автомобиля состоит из следующих этапов:

- сбор данных о технической эксплуатации автомобиля до момента проверки;
- определение имеющихся и сохранённых ошибок;
- просмотр потока данных (Data Stream);
- логирование данных "в движении";
- сравнение полученных данных в ходе диагностики с требованиями технических условий на эксплуатацию и ремонт автомобиля;
- проведение испытаний узлов, систем и агрегатов после технического обслуживания и ремонта;
- применение специализированных средств диагностики (осциллографа, омметра, газоанализатора и т.д.), если предыдущие этапы компьютерной диагностики обнаружили неисправность, но не удалось определить ее причину.

Существующая система диагностирования технического состояния автомобиля имеет ряд недостатков, может приводить к субъективным выводам о необходимости вида технического обслуживания, перечня работ и оптимального момента их проведения.

Что касается системы зажигания двигателя, то она является многопараметрической и к основным управляемым параметрами можно отнести температуру двигателя (скорость её изменения), структуру топливовоздушной смеси λ и другие. Зависимость скорости изменения температуры нагревания двигателя внутреннего сгорания от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала, отображена на рис. 1, а для структуры топливовоздушной смеси (λ) – показана на рис. 2 [9, 10, 11].



Рисунок 1 – Функциональная зависимость скорости изменения температуры от частоты вращения коленчатого вала и двигателя от нагрузки

Источник: [9, 10]

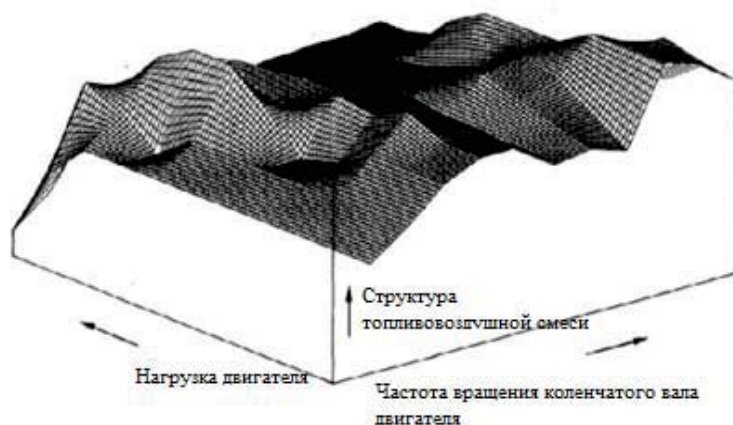


Рисунок 2 – Функциональная зависимость структуры топливоздушнoй смеси от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки

Источник: [9, 10]

Важным управляющим фактором для работы системы зажигания, является угол опережения зажигания (УОЗ). Он зависит как от частоты вращения коленчатого вала, так и от температуры двигателя и нагрузки на него. Многофакторность зависимостей угла опережения зажигания представлена в виде характеристической карты, представленной на рис. 3 и 4.

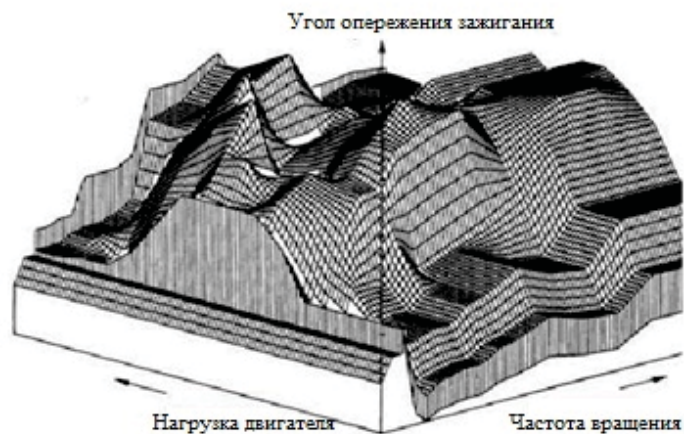


Рисунок 3 – Функциональная зависимость угла опережения зажигания от частоты вращения двигателя и его нагрузки

Источник: [9, 10]

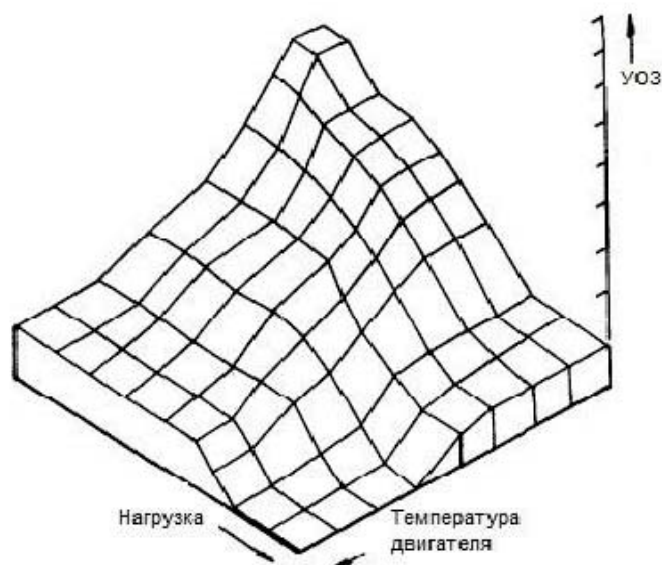


Рисунок 4 – Функциональная зависимость угла опережения зажигания от температуры двигателя и нагрузки

Источник: [9, 10]

Анализируя вышеуказанные рисунки можно прийти к выводу, что показные на них зависимости многомерны и сложны, и обработка этих функциональных зависимостей требует применения мощных вычислительных ресурсов [12, 13].

Постановка задачи. Целью данной работы является исследование современных подходов к диагностированию систем и агрегатов автомобиля и выявление направления их усовершенствования вообще и для системы зажигания в частности.

Изложение основного материала. Чтобы более эффективно использовать диагностику, базирующуюся на подходе с помощью совокупности методов математического моделирования, необходимы знания физических процессов, протекающих в элементах диагностируемой системы. Это свидетельствует о необходимости использования их киберфизических закономерностей. Также необходимы математические модели, характеризующие эти процессы, и наличие оптимального числа физических датчиков для мониторинга состояния узлов систем и агрегатов, которые подлежат диагностике. Как следствие вышеперечисленные условия ограничивают применение подхода с математическим моделированием диагностируемой системы. Его применение реально для случаев с небольшим количеством возможных состояний, а также с малым количеством входных и выходных данных. Применение подхода математического моделирования диагностируемой системы в чистом виде для систем зажигания затруднено сложностью расчета электромагнитного поля, которое генерируется компонентами системы зажигания вблизи двигателя внутреннего сгорания и корпуса автомобиля

В ситуациях, когда получение точной математической модели диагностируемой системы невозможно из-за ее сложности или недопустимо по причине защиты интеллектуальной собственности, возможно использование подхода, основанного на базе диагностических данных. В этом случае полученные эмпирические данные при диагностировании систем и агрегатов, работающих как в нормальных условиях, так и при наличии неисправности, являются главным источником информации. В качестве примера применения методов подхода, основанного на базе диагностических данных, можно привести использование статистических методов анализа данных, полученных в

процессе различных режимов работы диагностируемых систем и агрегатов, а также компьютерных алгоритмов (методов опорных векторов, нейронных сетей, нечеткой логики, генетических алгоритмов). Возможности диагностики интеллектуально-информационных систем, основанных на таких алгоритмах, очень разнообразны и ограничены только минимальным количеством доступных данных диагностических параметров.

В тех случаях, когда есть реальная возможность установления причинно-следственных связей, применим подход использующий накопленные знания о типовых неисправностях и методах их влияния. В этом случае используют экспертные системы, которые основаны на результатах эмпирического анализа. Накопленные знания формализуются в виде графических моделей, что дает возможность повысить уровень абстракции при проведении диагностики. При таком подходе у диагностируемой системы есть возможность определить сразу несколько возможных причин той или иной неисправности, и присвоить ей определенную вероятность. Такой подход вызывает определенный интерес, однако он, не нашел широкого применения из-за недостаточной изученности причинно-следственных связей особенно в электромагнитной совместимости узлов систем автомобиля.

Внедрение и использование интеллектуальных программно-аппаратных комплексов основано на переработке измерительной данных с помощью средств вычислительной техники. Это предоставляет новые функциональные возможности по анализу и обработки информации.

Управление системой зажигания – это многоступенчатая, сложная задача. При увеличении частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель с динамическим тепловоздушным обменом, рабочая смесь переходит в состояние турбулентности, что приводит к срыву дугового разряда в свече зажигания. Для надежного зажигания смеси требуется увеличение энергии искры. Чтобы управлять энергией искры необходимо корректировать ток накопления, который является характеристикой системы управления двигателем. Характеристическая карта, записанная в постоянные запоминающие устройства (ПЗУ) электронного блока управления сложна (рис. 1-4), статична и не отражает процесса износа деталей, а также реальные эксплуатационные характеристики двигателя. В связи с чем работа электромагнитной системы зажигания автомобиля с течением времени ухудшается. Чтобы устранить эти негативные процессы, необходимо провести математическое моделирование процессов дугообразования в свече зажигания и сравнить модель с экспериментальными характеристиками, полученными в ходе исследования системы зажигания.

Интеллектуальная система управления и информирования, получает информацию с множества входных датчиков, по соответствующему алгоритму обрабатывает ее и посылает управляющие воздействия на исполнительные или информационные устройства. Указанное позволяет оптимизировать основные параметры систем и агрегатов автомобиля для различных режимов эксплуатации.

Для обработки входных данных от датчиков автомобиля в режиме реального времени целесообразно в интеллектуальных системах управления и информирования использовать микропроцессоры. Кроме аппаратного обеспечения интеллектуальная система управления и информирования должна содержать программный код и данные, которые хранятся в ПЗУ. Это дает возможность микропроцессор перепрограммировать, загружать обновления или изменять функциональность программы.

Основным назначением интеллектуальной системы управления и информирования является диагностирование системы зажигания двигателя, и

выработка регулирующих сигналов для управления углом опережения зажигания, чтобы во всех режимах работы обеспечить необходимый крутящийся момент и выходную мощность.

Интеллектуальная система управления и информирования должна представлять собой совокупность мехатронных узлов и механизмов (рис.5), управляемых микропроцессором на основании данных, полученных с датчиков.

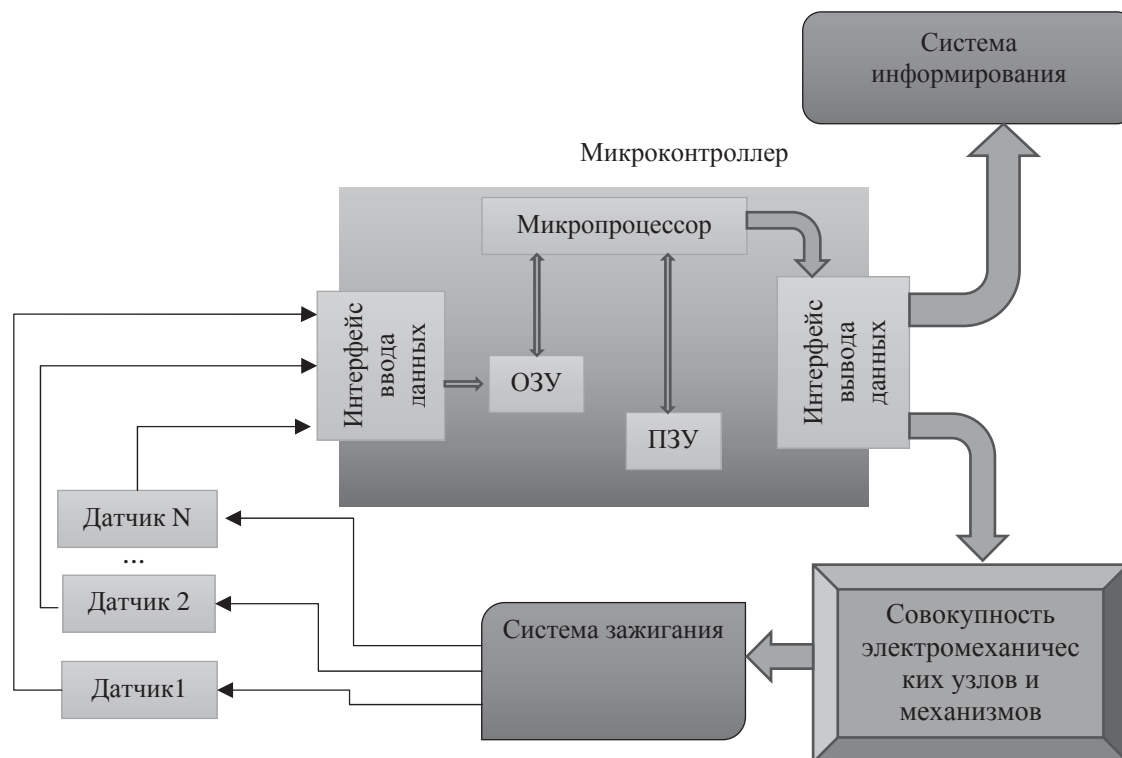


Рисунок 5 – Интеллектуальная система управления и информирования (диагностирования)

Источник: разработано авторами

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) предназначено для отслеживания состояния системы зажигания (нагрузки на двигатель, температуры, скорости и т.д.) а ПЗУ выполняет функцию хранения программ для работы в различных режимах. Информация об отказе или частичной работе мехатронных узлов выводится на систему информирования.

На интерфейс ввода данных интеллектуальной системы управления и информирования поступают с датчиков аналоговые сигналы, которые преобразуются в цифровые сигналы. Эта измерительная информация поступает в ОЗУ, и затем в микроконтроллер. После анализа и обработки измерительной информации микроконтроллером, при помощи программного обеспечения и данных, хранящихся в ПЗУ, микропроцессор посылает обработанную информацию на интерфейс вывода данных. В случае необходимости информация преобразуется в аналоговый сигнал, который идет на исполнительное устройство или систему диагностических сообщений.

В процессе эксплуатации автомобиля формирование диагностической информации основано на анализе данных, получаемых с помощью встроенной бортовой компьютерной системы и органолептических методов. При обнаружении сигнала об отказе проводится проверка диагностическим сканером. Полученная информация формирует перечень необходимых работ по устранению неисправностей при техническом обслуживании и ремонте. Если вышеперечисленные методы не

позволяют решить возникшую проблему, то прибегают к более углубленной диагностике с применением специальных средств и методик. Алгоритм проведения полной диагностики автомобиля представлен на рис. 6.

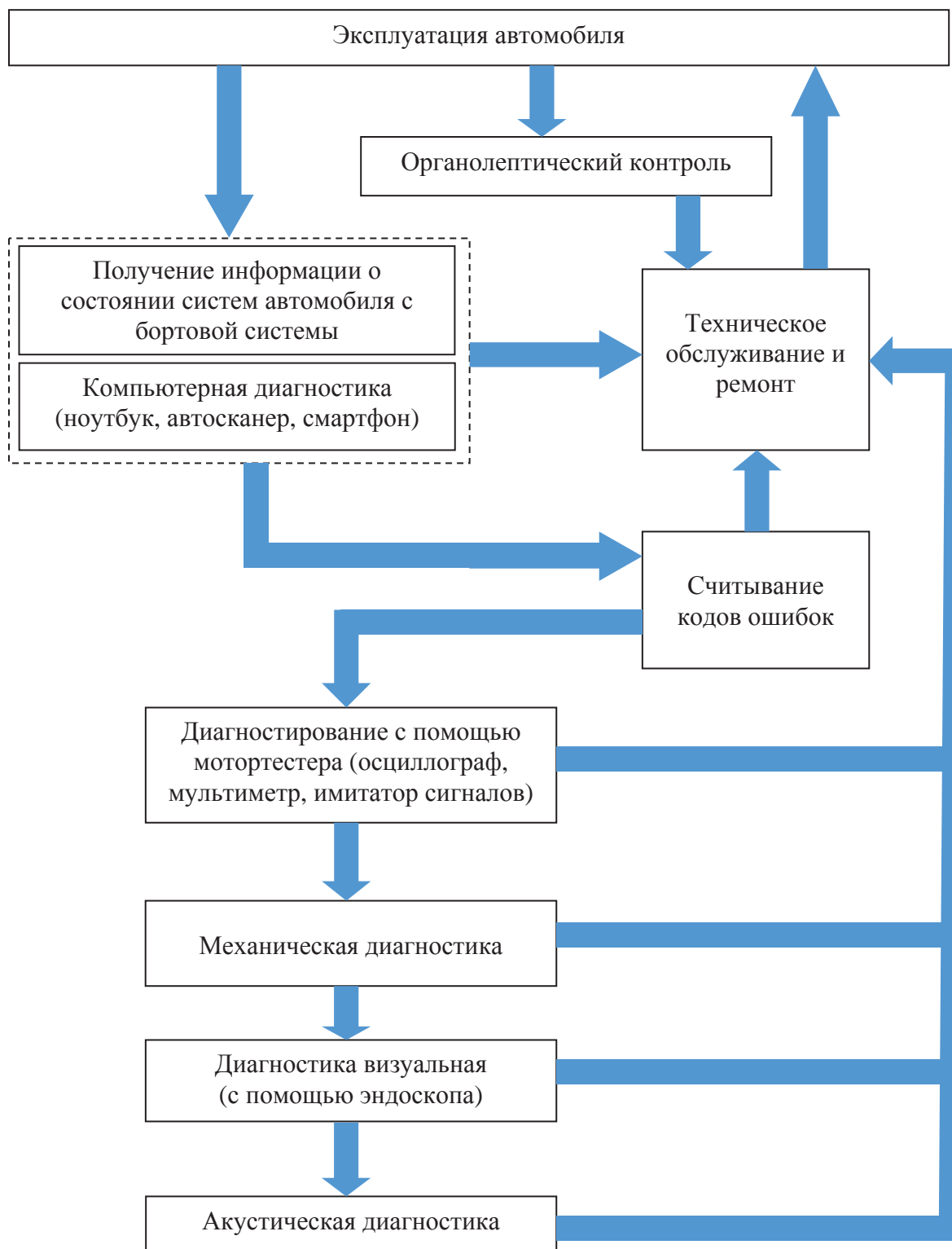


Рисунок 6 – Разработанный алгоритм проведения полной диагностики автомобиля
Источник: разработано авторами

Проблемой существующих систем диагностирования автомобиля является то, что получить достоверную информацию от всех ресурсопределяющих систем и агрегатов не представляется возможным. Применяемая компьютерная диагностика, бортовая система контроля дают периодические данные о наличии так называемых "ошибок". Окончательное принятие решения о необходимом виде и объеме технического обслуживания и ремонта, его своевременности зависит от квалификации технического работника, что может быть не совсем объективным.

Значительный поток информации о техническом состоянии автомобиля приходится на органолептические методы, что в свою очередь снижает шанс получить достоверную информацию об основных системах и агрегатах автомобиля. Бортовая система современного автомобиля не позволяет получить полноценные данные от всех работающих узлов и агрегатов. Совместное использование бортовой системы и органолептических методов не всегда позволяет своевременно определить момент ухудшения технического состояния автомобиля и своевременно устранить поломку. Ситуацию может исправить увеличением количества датчиков в критически важных узлах, это увеличит объективный (на основе компьютерной диагностики) контроль.

Выводы:

1. Нарушение работы системы зажигания автомобиля может увеличивать расход топлива, и снижать мощность двигателя. Поэтому своевременная диагностика является важной составляющей в процессе эксплуатации.

2. В стендовых условиях легко выявляются неисправные детали. Однако при наличии частично годных мехатронных узлов, которые дают сбой или отказ в работе только при определённых параметрах работы, наиболее тяжело диагностируются.

3. Внедрение интеллектуальной системы управления и диагностирования автомобиля решила бы задачу определения частично годных мехатронных узлов автомобиля.

4. Чтобы повысить процент диагностической информации с помощью объективного (на основе компьютерной диагностики) контроля необходимо усовершенствовать существующую систему диагностирования. По данным учета потока отказов систем и агрегатов автомобилей и сопоставления его с возможностью бортовой системы контроля, необходимо установить дополнительные датчики (датчики Холла для измерения угловых зазоров; температурные датчики для контроля перегрева узлов и агрегатов; датчики для определения диэлектрической проницаемости масел в картерах двигателя, КПП и мостов, и т. п.) на системы со значительным потоком отказов и недостаточной диагностируемостью.

5. По анализу полученной информации возможно прогнозирование остаточного ресурса и делается вывод о необходимости конкретного вида технического обслуживания или ремонта.

6. Необходимо разработать четкую методику диагностирования конкретной неисправности систем и агрегатов автомобиля с учетом дополнительной системы датчиков для снижения влияния уровня квалификации персонала на принимаемые решения по выбору требуемых операций технического обслуживания и ремонта.

Список литературы

1. Пестриков В.М., Евкарпиев В.Е. Особенности диагностики современных автотранспортных средств. *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2014. №4(30). С. 14-19.
2. Аулін В.В., Гриньків А.В. Розробка методики вибору інформативних систем і агрегатів засобів транспорту та діагностичних параметрів їх технічного стану. *Раціональне використання енергії в техніці*: зб. тез доповідей XIII Міжнар. наук. конф. 17-19 травня 2017 р. К.: НУБіПУ. 2017. С.57-59.

3. Груздов Г.Н. и др. Аналитические исследования эксплуатации автотранспортных средств: монография. Москва: РУСАЙНС, 2015. 144с.
4. Предко А.В., Грицук Ю.В., Грицук И.В., Волков В.П. Мониторинг, диагностирование и прогнозирование параметров технического состояния транспортных средств в условиях ITS. *Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования*. Сборник научных трудов по материалам ежегодных конференций. 27–28 апреля 2015 г. Воронеж. 2015. Вып. 2. С. 126–131.
5. Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Беляев Э.И. Повышение коэффициента технической готовности парка автомобильной техники средствами интеллектуализации транспортной системы. *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-2. С. 282-287.
6. Интенсивность нарастания поломок исследуемых автомобилей в зависимости от пробега. Немецкая компания по независимой диагностике автомобилей DEKRA. URL: <https://www.used-car-report.com/en/> (Дата обращения: 07.03. 2019).
7. Аулин В.В., Замота Т.Н., Гринькив А.В., Караичев А.А. Характерные отказы и структура диагностической информации о техническом состоянии автомобилей NISSAN X-TRAIL. *Іноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту: збірник наукових матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції.*, 14-15 листопада 2018 року. Кропивницький, 2018. – С. 256 - 264.
8. Аулин В.В., Замота Т.Н., Гринькив А.В., Караичев А.А. Повышение эффективности получения достоверной диагностической информации о техническом состоянии автомобилей NISSAN X-TRAIL. (В печати).
9. Зельман М.А. Метрологические основы технических измерений. Москва: Изд-во стандартов, 1991. 121 с.
10. Самарский А. А. Введение в численные методы. Москва: Лань, 2005. 288с.
11. Сергеев А.Г. Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта. Москва: Транспорт, 1988. 369 с.
12. Коровкин Н.В., Селина Е.Е. Моделирование волновых процессов в распределенных электромагнитных системах. СПб.: СПбГТУ, 1992. 264 с.
13. Кругов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания. Москва: Машиностроение, 1998. 34 с.

References

1. Pestrikov, V.M. & Evkarpiev, V.E. (2014). Osobennosti diagnostiki sovremennyih avtotransportnykh sredstv [Diagnostic features of modern vehicles]. *Tekhniko-tehnologicheskie problemy servisa – Technical and technological problems of service, №4(30)*, 14-19 [in Russian].
2. Aulin, V.V. & Hryniv, A.V. (2017). Rozrobka metodyky vyboru informatyvnykh system i ahrehativ zasobiv transportu ta diahnostychnykh parametriv yikh tekhnichnoho stanu [Development of a methodology for selecting information systems and aggregates of vehicles and diagnostic parameters of their technical condition]. *Ratsionalne vykorystannia enerhii v tekhnitsi: zb. tez dopovidei XIII Mizhnar. nauk. konf. – Rational use of energy in engineering: Coll. of abstracts of the XIII International. Sciences. Conf.* Kyiv: NUBiPU. 2017. S.57-59 [in Ukrainian].
3. Gruzdov, G.N. et al. (2015). *Analitycheskie issledovaniya ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv: monografiya [Analytical studies of the operation of motor vehicles: monograph]*. Moskva: RUSAYNS, 144 s [in Russian].
4. Predko, A.V., Gritsuk, Yu.V., Gritsuk, I.V. & Volkov, V.P. (2015). Monitoring, diagnostirovanie i prognozirovanie parametrov tehniceskogo sostoyaniya transportnykh sredstv v usloviyah ITS [Monitoring, diagnosis and forecasting of the technical condition of vehicles in ITS conditions]. *Alternativnyie istochniki energii v transportno-tehnologicheskom komplekse: problemy i perspektivy ratsionalnogo ispolzovaniya. Sbornik nauchnykh trudov po materialam ezhegodnykh konferentsiy - Alternative energy sources in the transport and technological complex: problems and prospects of rational use. Collection of scientific papers on the materials of annual conferences*. Voronezh, Vol. 2, 126–131 [in Russian].
5. Makarova, I.V., Habibullin, R.G. & Belyaev, E.I. (2013). Povyishenie koeffitsienta tehniceskoy gotovnosti parka avtomobilnoy tehniki sredstvami intellektualizatsii transportnoy sistemyi [Increasing the coefficient of technical readiness of the fleet of vehicles by means of intellectualization of the transport system]. *Fundamentalnyie issledovaniya- Basic research, № 10-2*, 282-287 [in Russian].
6. Intensivnost narastaniya polomok issleduemykh avtomobiley v zavisimosti ot probega (2019) [The intensity of the increase in breakdowns of the investigated cars, depending on the mileage]. *Nemetskaya kompaniya po nezavisimoy diagnostike avtomobiley DEKRA - German company for independent car*

- diagnostics DEKRA*. URL: <https://www.used-car-report.com/en> [in German].
7. Aulin, V.V., Zamota, T.N., Grinkiv, A.V. & Karaichev, A.A. (2018). Harakternyye otkazy i struktura diagnosticheskoy informatsii o tehnichestkom sostoyanii avtomobiley NISSAN X-TRAIL [Typical failures and structure of diagnostic information on the technical condition of NISSAN X-TRAIL vehicles]. *Inovatsiini tekhnolohii rozvytku ta efektyvnosti funktsionuvannia avtomobilnoho transportu: zbirnyk naukovykh materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii - Innovative technologies for the development and efficiency of road transport: a collection of scientific materials of the International Scientific and Practical Conference*. Kropyvnytskyi, (pp.256 – 264) [in Russian].
 8. Aulin, V.V., Zamota, T.N., Grinkiv, A.V. & Karaichev, A.A. (2019). Povyishenie effektivnosti polucheniya dostovernoy diagnosticheskoy informatsii o tehnichestkom sostoyanii avtomobiley NISSAN X-TRAIL [Povyishenie effektivnosti polucheniya dostovernoy diagnosticheskoy informatsii o tehnichestkom sostoyanii avtomobiley NISSAN X-TRAIL]. (V pechati) [in Russian].
 9. Zelman, M.A. (1991). *Metrologicheskie osnovy tehnichestkih izmereniy [Metrological foundations of technical measurement]*. Moskow: Izd-vo standartov [in Russian].
 10. Samarskiy A. A. (2005). *Vvedenie v chislennyye metody [Introduction to numerical methods]*. Moskow: Lan [in Russian].
 11. Sergeev, A.G. (1998). *Metrologicheskoe obespechenie avtomobilnogo transporta [Metrological support of automobile transport]*. Moskow: Transport [in Russian].
 12. Korovkin, N.V. & Selina, E.E. (1992). *Modelirovanie volnovykh protsessov v raspredelennykh elektromagnitnykh sistemah [Modeling wave processes in distributed electromagnetic systems]*. SPb.: SPbGTU [in Russian].
 13. Krugov, V.I. (1998). *Avtomaticheskoe regulirovanie i upravlenie dvigateley vnutrennego sgoraniya [Automatic regulation and control of internal combustion engines]*. Moskow: Mashinostroenie [in Russian].

Viktor Aulin, Prof., DSc., **Taras Zamota**, Assoc. Prof., DSc., **Andriy Grinkiv**, Senior Researcher, PhD tech. sci., Doctoral student, **Sergiy Lysenko**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleg Krupitsa**, applicant, **Kostiantyn Panayotov**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

The Rationale for the Use of Modern Approaches to Improve the Diagnosis of Vehicle Systems and Assemblies

The ignition system is considered one of the most complex systems, which traditionally accounts for a large percentage of malfunctions and violations of regulations. Failure of the ignition system significantly impairs the operation of the car, which increases fuel consumption, and reduces engine power. In gasoline internal combustion engines, the process of fault finding and analysis is carried out by visually observing the voltage waveforms in the primary and secondary circuit. In modern diagnostic systems, it is possible to implement all of the above approaches for diagnosing a fault through the use of intelligent software and hardware systems (intelligent sensors) for monitoring and control. Such computer tools are versatile, as they have the ability to change the software that allows you to control the process of their work and functionality.

The diagnostic system is considered as an intelligent control and information system. Its main purpose is to diagnose the engine ignition system in order to provide the necessary torque and power output. It is a set of mechatronic units and mechanisms controlled by a microprocessor according to data received from sensors.

During the operation of the vehicle, the formation of diagnostic information is based on the analysis of the data of the integrated on-board system and organoleptic methods. An algorithm has been developed for conducting a complete vehicle diagnostics. It is proved that obtaining reliable information from resource-determining systems and units is not possible. Computer diagnostics and an on-board monitoring system provide periodic data on the presence of deviations of diagnostic parameters. The joint use of the on-board system and organoleptic methods cannot always timely determine the moment of deterioration of the technical condition of the car and eliminate malfunctions in systems and assemblies.

It was determined that in order to enhance the objectivity of monitoring the technical condition of the car, it is necessary to place sensors in critical nodes that provide the necessary information and develop a clear method for diagnosing a specific malfunction of systems and assemblies.

ignition system, malfunctions, diagnostics, intelligent maintenance system

Одержано (Received) 05.12.2019

Прорецензовано (Reviewed) 11.12.2019

Прийнято до друку (Approved) 23.12.2019