

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТОПЛИВНЫХ ФОРСУНОК

*Котляник Н.Д., студент*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Шпак И.И. – канд. техн. наук, доцент каф. ИСиТ*

В статье приведены результаты, полученные в процессе создания автоматизированного стенда контроля работоспособности топливных форсунок. Разработанная система позволяет проводить тесты на работоспособность топливных форсунок путём контроля их состояния. Автором статьи выполнено схемотехническое проектирование системы, разработаны алгоритм и программное обеспечение ее функционирования, а также конструкция печатного узла, с применением современной САПР.

В условиях современного технического прогресса и стремительного развития автомобильной индустрии вопросы обеспечения надежности и эффективности двигателей становятся все более актуальными. Одним из ключевых элементов, влияющих на работоспособность и экологичность двигателей внутреннего сгорания, являются топливные форсунки. В данной статье рассматриваются результаты создания автоматизированного стенда для контроля работоспособности топливных форсунок [1].

Актуальность разрабатываемого устройства проявляется в нескольких ключевых аспектах:

**Экологическая совместимость.** С ростом осознания экологических проблем и строгих нормативов по выбросам вредных веществ в атмосферу, актуальность устройства, способного контролировать и оптимизировать сгорание топлива, крайне высока. Работоспособные топливные форсунки обеспечивают эффективное сгорание топлива, снижая при этом выбросы вредных веществ.

**Эффективность и экономия топлива.** Топливные форсунки, функционирующие на оптимальном уровне, обеспечивают более полное сгорание топлива. Это ведет не только к повышению мощности двигателя, но и к снижению расхода топлива.

**Снижение эксплуатационных расходов.** Неисправные топливные форсунки могут привести к серьезным поломкам двигателя и увеличению затрат на техническое обслуживание. Автоматизированный стенд, способный выявлять дефекты на ранних стадиях, содействует предотвращению дорогостоящих ремонтов и уменьшению эксплуатационных расходов.

**Повышение качества и надежности.** Устройство способствует повышению качества производства топливных форсунок. Регулярный контроль на стенде позволяет выявлять дефекты в процессе производства, предотвращая выпуск неисправных узлов и повышая надежность автомобилей.

**Инновации в автомобильной отрасли.** Развитие и внедрение автоматизированных технологий является ключевым направлением развития автомобильной индустрии. Создание устройства для автоматизированного контроля топливных форсунок соответствует этому тренду, подчеркивая стремление к постоянному совершенствованию производственных процессов.

Автоматизированный стенд контроля работоспособности топливных форсунок непрерывно измеряет и контролирует основные параметры форсунок, такие как производительность, время начала и окончания впрыска, количество впрыскиваемого топлива за время работы форсунки. Это помогает обеспечить оптимальные условия работы форсунки и предотвращает возможные аварии или сбои. Система обрабатывает полученные данные и анализирует их, чтобы отслеживать изменения в состоянии форсунок и делать выводы об их качестве и работоспособности. Например, система может обнаружить необходимость обслуживания или замены форсунок, если ее параметры выходят за пределы заданных норм [2].

Устройство может быть установлено по месту ремонта или в техническом помещении, подходящем для тестирования топливных форсунок. Структурная схема создаваемого автоматизированного стенда контроля работоспособности топливных форсунок предложена в виде, представленном на рисунке 1.

Для получения информации о количестве топлива впрыскиваемого форсункой в колбу, за отведенный промежуток времени, используются датчики уровня топлива. Широко используемые датчики: емкостные, ультразвуковые и плавающие.

Принцип работы емкостных датчиков основан на определении изменения емкости между электродами, внедренными в среду. Емкостные датчики идеально подходят для контроля малых объемов.

Принцип работы ультразвуковых датчиков основан на использовании ультразвуковых волн, позволяющих определить расстояние между датчиком и поверхностью жидкости. Эти датчики имеют высокую точность и могут использоваться для измерения уровня жидкости в небольших объемах.

Плавающие датчики состоят из поплавка, который плавает на поверхности жидкости и изменяет свое положение в зависимости от уровня жидкости. Они просты в использовании, экономичны и также подходят для измерения малых объемов жидкости.

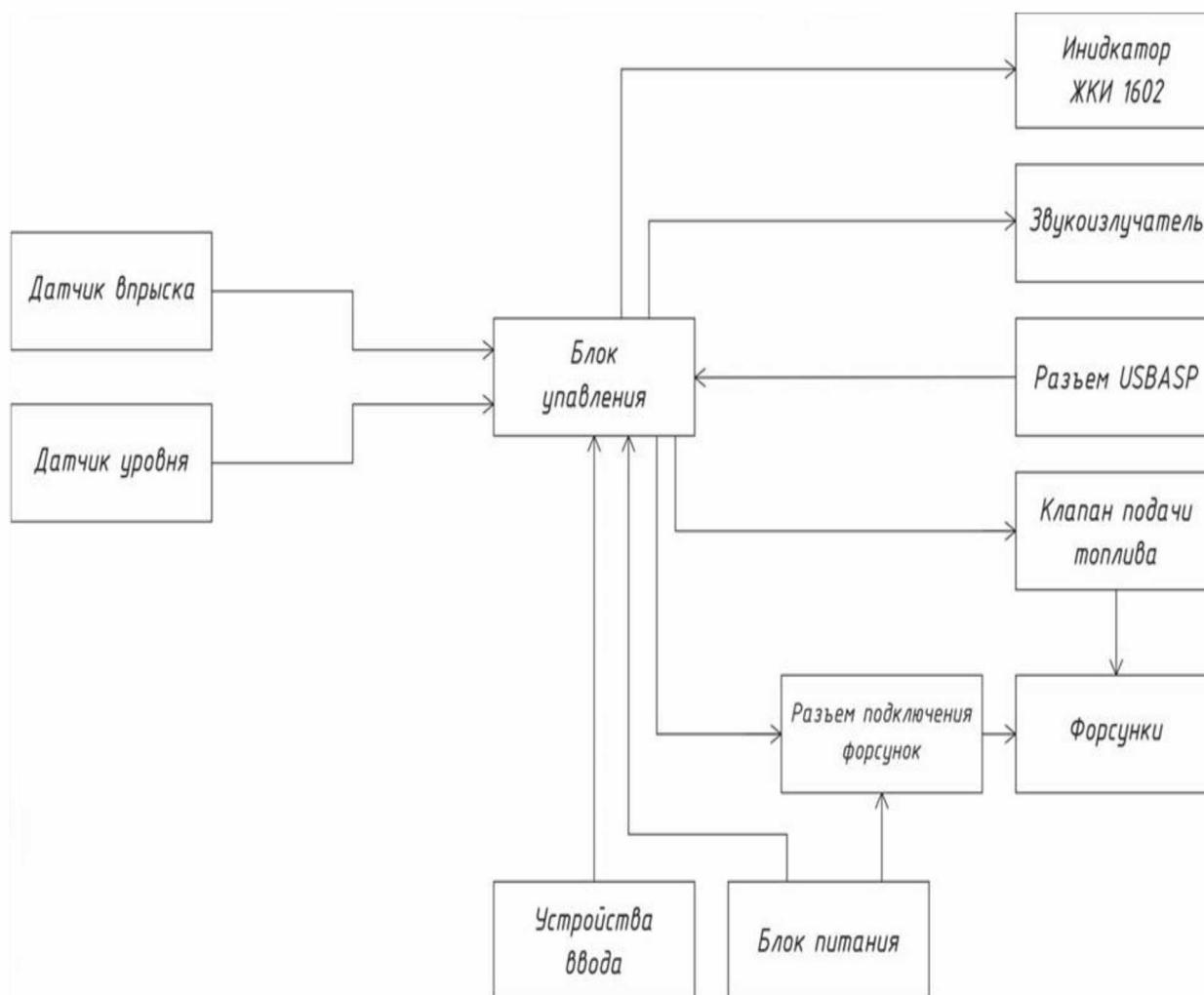


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная устройства

Для считывания начала и окончания впрыска топлива из форсунок, используются датчики препятствия. Наиболее распространенными и экономичными считаются ультразвуковые и инфракрасные датчики. Ультразвуковые датчики основаны на ультразвуковых волнах, которые отражаются от жидкости. Принцип действия инфракрасных датчиков основан на обнаружении и регистрации теплового излучения, исходящего от объекта, могут обнаруживать объекты в диапазоне расстояний начиная практически с нулевых значений. Данный тип датчиков относится к классу «диффузионных». Это означает, что датчики работают по принципу диффузии излучения отражающей поверхности.

Для управления нагрузкой и исполняющими устройствами используются транзисторы и реле. Транзисторы являются полупроводниковыми устройствами, которые служат для усиления и коммутации электрического сигнала. Реле одно из самого популярного устройства для коммутации с высоким напряжением. Реле является электромеханическим устройством, которое используется для управления электрическими схемами и устройствами путём коммутации электрического сигнала. При выборе между транзистором и реле следует учитывать такие факторы, как потребляемая мощность, требуемая изоляция и надежность в управлении.

Для взаимодействия пользователя и устройства используется устройство ввода. Оно предназначено для задания параметров проверки работы топливных форсунок таких как: время проверки, сопротивление, время начала впрыска топлива, количества оборотов.

Для обработки сигналов используется микроконтроллер *Atmega328P*. Данный микроконтроллер имеет достаточное количество портов для подключения и обработки входных и выходных сигналов [3]. Микроконтроллер *Atmega328P* поддерживает программирование на языке C и C++. Эти языки являются наиболее распространенными и рекомендуемыми для программирования микроконтроллеров, включая *Atmega328P* [4].

Для вывода текстовой части используется жидкокристаллический индикатор.

Для световой индикации используются светодиоды.

Для звуковой индикации используется пьезоэлектрический звукоизлучатель.

Для питания устройства используется внешний блок питания, который преобразует напряжение из 220 в 12, а внутренняя схема будет понижать 12 Вольт до требуемых значений.

Конструкция блока управления была реализована в виде небольшого печатного узла. В процессе проектирования топологии печатной платы и узла на её основе была использована система автоматизированного проектирования Altium Designer.

Разработанный стенд, будучи использованным в крупных автохозяйствах, позволяет существенно повысить эффективность непрерывного контроля параметров топливных форсунок за счёт чего обеспечивается эффективное сгорание топлива, снижение выбросов вредных веществ, снижение расхода топлива, и, в конечном счёте, снижение эксплуатационных расходов

Преимуществами созданного автоматизированного стенда контроля работоспособности топливных форсунок являются точность, надёжность, быстрота и эффективность, раннее выявление дефектов, обширный анализ полученных данных.

**Список использованных источников:**

1. Тестирование и очистка форсунок. Практика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.launchrus.ru/support/instrukcii/testirovanie-i-ochistka-forsunok-praktika/> Дата доступа: 12.12.2023

2. Текст научной статьи по специальности «Механика и машиностроение» (акклиматизация и натурализация). [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

3. микроконтроллер Atmega328P [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnyy-stend-kontrolya-parametrov-raspyleniya-pri-rabote-forsunki> Дата доступа: 12.12.2023

4. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega: руководство пользователя / А. В. Евстифеев // - Москва: ДМК Пресс, ДОДЭКА, 2015. - 587 с.