МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»
(наименование)

13.03.03 Энергетическое машиностроение
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование и эксплуатация автомобилей с гибридными силовыми установками
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка гибридного привода параллельного типа для автомобиля УАЗ Патриот

Обучающийся М.А. Несмелов
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Руководитель канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Бакалаврская работа выполнена на тему: «Разработка гибридного привода параллельного типа для автомобиля УАЗ Патриот».

Цель работы: создание эффективной конструкции гибридного привода параллельного типа для автомобиля УАЗ Патриот, обеспечивающей снижение расхода топлива и вредных выбросов при сохранении внедорожных качеств транспортного средства.

Основные задачи работы:

- анализ существующих гибридных силовых установок параллельного типа и их применимости к внедорожным автомобилям;
- разработка принципиальной схемы гибридного привода для УАЗ Патриот.

Объект работы: трансмиссия автомобиля УАЗ Патриот с гибридным приводом параллельного типа.

Методы исследования:

- анализ технической и патентной документации,
- компьютерное моделирование (CAD/CAE-системы).

Практическая значимость: результаты работы могут быть использованы при создании экологичных модификаций внедорожников для гражданского и специального назначения, соответствующих современным требованиям по энергоэффективности.

Гибридизация УАЗ Патриот технически реализуема и даёт:

- снижение расхода топлива,
- улучшение динамики и проходимости,
- возможность движения в «зелёных зонах» на электротяге.

Однако высокая стоимость и инженерные сложности требуют государственных субсидий или коммерческого заказчика (например, МЧС, армия).

Структура работы включает введение, четыре раздела основного содержания, заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложение.

В первом разделе рассмотрены достоинства и недостатки различных видов гибридных силовых установок.

Во втором разделе предложена принципиальная схема компоновочная схема гибридной силовой установки для УАЗ Патриот при новой раздаточной коробке.

В третьем разделе предложена технология технического обслуживания гибридной силовой установки.

В четвертом разделе проведен комплексный анализ безопасности и экологичности проекта, оценены потенциальные риски для персонала и окружающей среды, разработаны инженерные и организационные меры по их минимизации, предложены решения, обеспечивающие соответствие проекта действующим нормам охраны труда и экологическим стандартам.

Abstract

The title of the graduation work is: «The development of a parallel hybrid drive system for UAZ Patriot vehicle».

The aim of the project is to design and evaluate a parallel hybrid powertrain system for the UAZ Patriot, aiming to improve fuel efficiency, reduce emissions, and enhance off-road performance while maintaining the vehicle's rugged capabilities.

In the first part of the graduation project, the advantages and disadvantages of various types of hybrid powertrains are analyzed, providing a foundation for selecting the optimal parallel hybrid configuration.

In the second part, a conceptual and layout design of the hybrid powertrain for the UAZ Patriot is proposed, including modifications to the transfer case to accommodate the hybrid system.

The third section presents a maintenance and service strategy for the hybrid powertrain, ensuring its reliability and longevity in demanding operating conditions.

The special part of the graduation work gives details about the safety and environmental friendliness of the project.

This research contributes to the advancement of hybrid vehicle technology for off-road applications, offering a practical solution for improving the sustainability and efficiency of 4x4 vehicles without compromising their performance.

Содержание

Введение 6
1 Состояние вопроса 9
2 Конструкторская часть 16
3 Технологический процесс 27
4 Безопасность и экологичность технического объекта 31
4.1 Структурно-функциональный анализ 33
4.2 Идентификация профессиональных рисков 34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков 37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта 43
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания гибридной силовой установки 48
Заключение 52
Список используемой литературы и используемых источников 53
Приложение А. Спецификация 57

Введение

XX век стал эпохой расцвета автомобильного транспорта, который благодаря своей универсальности, мобильности и массовости занял лидирующие позиции в мире. Простота конструкции, доступная стоимость и легкость в управлении сделали автомобиль основным средством индивидуального передвижения. Однако параллельно с этим автомобилестроение превратилось в одну из самых наукоемких и высокотехнологичных отраслей, постоянно развивающихся и внедряющих инновации [18].

Однако за удобством и комфортом скрывается серьезная проблема – растущее потребление энергоресурсов. Транспортная система требует огромного количества топлива, и на долю автомобилей приходится значительная часть мирового потребления нефтепродуктов. Например, в России автомобили используют около 30% всего жидкого топлива, в Германии – 21%, а в США – целых 56%. Поскольку нефть остается основным источником энергии, ее запасы стремительно сокращаются, что грозит глобальным энергетическим кризисом. Кроме того, массовое использование автомобилей наносит серьезный удар по экологии, усугубляя загрязнение окружающей среды [9].

«Современные автомобили демонстрируют высокую топливную экономичность и экологичность при равномерном движении. Однако в городских условиях, где режим езды включает постоянные разгоны, торможения и простои на холостом ходу, эти показатели резко ухудшаются» [4].

Основные причины неэффективности:

- низкая загрузка двигателя – при движении с ограниченной скоростью ДВС работает в неоптимальном режиме, увеличивая расход топлива;

– потери энергии при торможении – кинетическая энергия, накопленная во время разгона, рассеивается в виде тепла при торможении, что приводит к бесполезным энергозатратам;
– холостой ход – работа двигателя на стоянках без движения также впустую расходует топливо.

Для решения этих проблем предлагаются различные технологии:

– система «стоп-старт» – автоматически отключает двигатель при остановках, предотвращая холостой ход;
– рекуперативное торможение – преобразует кинетическую энергию в электрическую, запасая ее для последующего использования;
– бесступенчатые трансмиссии (CVT) – позволяют двигателю работать в оптимальном режиме, снижая расход топлива [23].

Однако внедрение этих технологий значительно усложняет и удорожает конструкцию автомобиля, что сдерживает их массовое применение.

«Эффективным способом преодоления недостатков традиционных автомобилей является использование гибридных силовых установок (ГСУ). Их ключевая особенность – сочетание двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и электрической системы, включающей тяговый электродвигатель и накопитель энергии.

Гибриды отличаются от электромобилей тем, что аккумулятор заряжается не только от внешней сети, но и от ДВС, работающего в оптимальном режиме с минимальным расходом топлива. Это позволяет значительно повысить КПД и снизить вредные выбросы» [20].

«Существует две основные схемы гибридных силовых установок:

– последовательная схема: ДВС работает только на генератор, который питает электродвигатель или заряжает аккумулятор.При нехватке мощности подключается накопитель энергии, а при избытке – излишки сохраняются. Возможен кратковременный режим движения только на электротяге;

– параллельная схема: ДВС передает энергию как через механическую трансмиссию, так и через генератор, заряжая аккумулятор. При необходимости электродвигатель дополняет мощность ДВС, улучшая динамику и экономичность» [4].

Каждая из схем имеет свои преимущества: последовательная – проще в реализации, параллельная – эффективнее за счет прямого подключения ДВС к колесам. Однако обе системы позволяют значительно снизить расход топлива и уменьшить вредное воздействие на окружающую среду.

Гибридные технологии представляют собой важный шаг в эволюции автомобильного транспорта, сочетая преимущества ДВС и электрических систем. Их внедрение способно смягчить последствия энергетического кризиса и улучшить экологическую ситуацию, сохранив при этом мобильность и комфорт, к которым привыкло современное общество.

В будущем развитие гибридов и электромобилей может стать ключом к устойчивому транспорту нового поколения.

1 Состояние вопроса

«Гибридная силовая установка (далее – ГСУ) транспортного средства представляет собой комбинированную систему, объединяющую два различных источника энергии. Основная цель такой конструкции – оптимальное использование преимуществ каждого источника для повышения эффективности и снижения расхода топлива.

ГСУ включает:

- основной источник энергии – традиционно двигатель внутреннего сгорания (ДВС), работающий в наиболее экономичном режиме;
- дополнительный источник – электрохимический накопитель (аккумулятор), который служит как резервный и пиковый источник мощности» [4].

В зависимости от доминирующего источника энергии транспортные средства классифицируются следующим образом:

- электромобили – если основной источник энергии электрический;
- автомобили с ДВС – если главный источник – двигатель внутреннего сгорания;
- гибриды – сочетают оба типа, что позволяет гибко управлять энергопотреблением [13].

Все гибридные установки можно разделить на три основные структурные схемы:

Последовательная схема (рисунок 1).

«Принцип работы: ДВС не связан напрямую с колесами, а работает только на генератор. Генератор питает либо тяговый электродвигатель, либо заряжает накопитель энергии.

При недостатке мощности (например, при разгоне) дополнительная энергия берется из аккумулятора.

При избытке энергии (например, при торможении) происходит рекуперация – зарядка аккумулятора» [7].

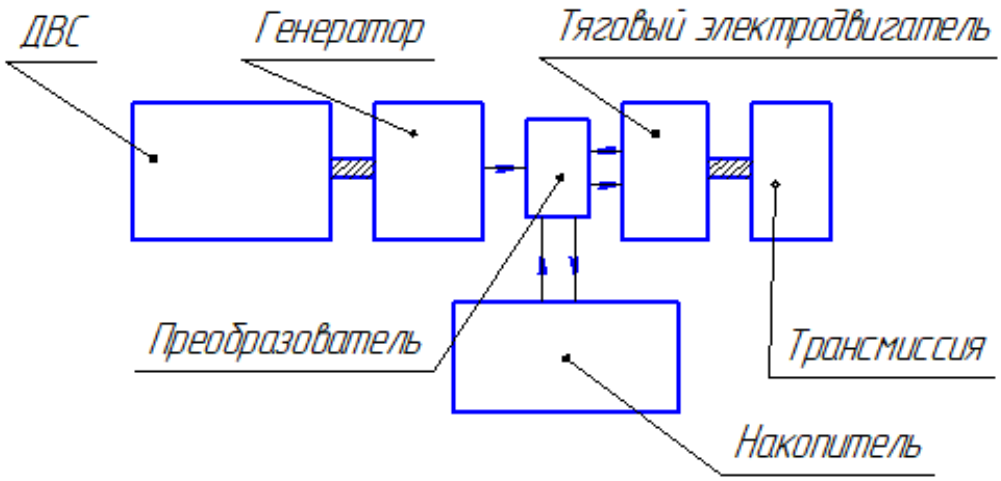


Рисунок 1 – Последовательная схема ГСУ

Преимущества:

– ДВС работает в оптимальном режиме с минимальным расходом топлива;
– возможность движения в чисто электрическом режиме (на короткие расстояния);
– простота конструкции (нет сложной механической связи между ДВС и колесами).

Недостатки:

– двойное преобразование энергии (механическая → электрическая → механическая) снижает общий КПД;
– требуется мощная и емкая батарея [21].

Параллельная схема (рисунок 2).

Принцип работы: ДВС связан с колесами через механическую трансмиссию и может напрямую приводить автомобиль в движение. Электродвигатель дополняет ДВС, помогая при разгоне или рекуперируя энергию при торможении. При необходимости ДВС может заряжать аккумулятор через генератор.

«Преимущества:

– более высокий КПД за счет прямого привода от ДВС;

– меньшие потери энергии по сравнению с последовательной схемой;

– возможность работы даже при разряженном аккумуляторе.

Недостатки:

– более сложная конструкция из-за необходимости синхронизации ДВС и электромотора;

– меньшая гибкость в управлении энергопотоками» [4].

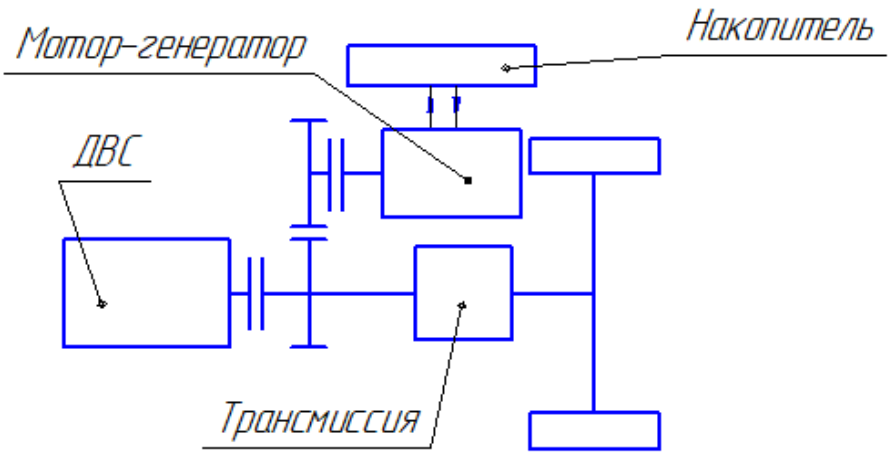


Рисунок 2 – Параллельная схема ГСУ. Вариант 1

«Возможен вариант параллельной схемы (рисунок 3), когда обратимая электромашина устанавливается в приводе другого ведущего моста, чем ведущий мост трансмиссии первичного ДВС» [10].

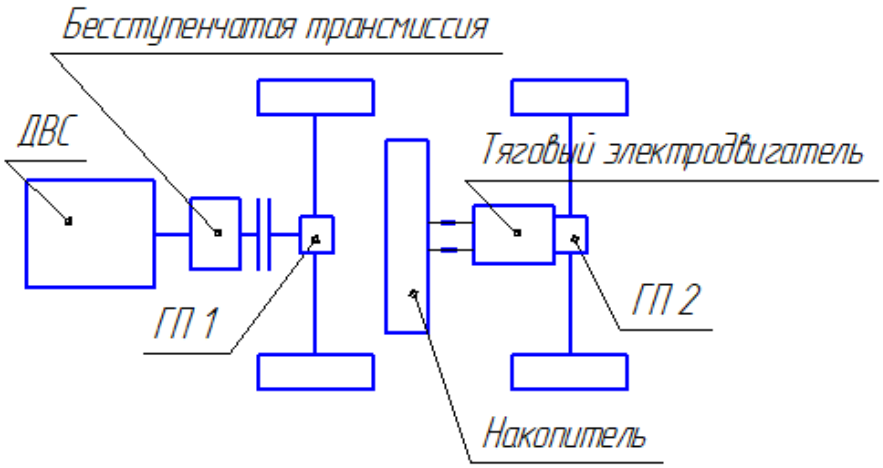


Рисунок 3 – Параллельная схема ГСУ. Вариант 2

«При переднеприводной схеме трансмиссии первичного двигателя обратимый электрический мотор устанавливается в приводе заднего моста. Достоинством такого варианта следует считать определенное упрощение трансмиссии первичного двигателя, недостатком - использование колесного движителя в качестве элемента системы превращения энергии» [4].

Схема «Сплит» (последовательно-параллельная) (рисунок 4).

Этот вариант представляет собой комбинацию двух предыдущих схем, объединяя их преимущества.

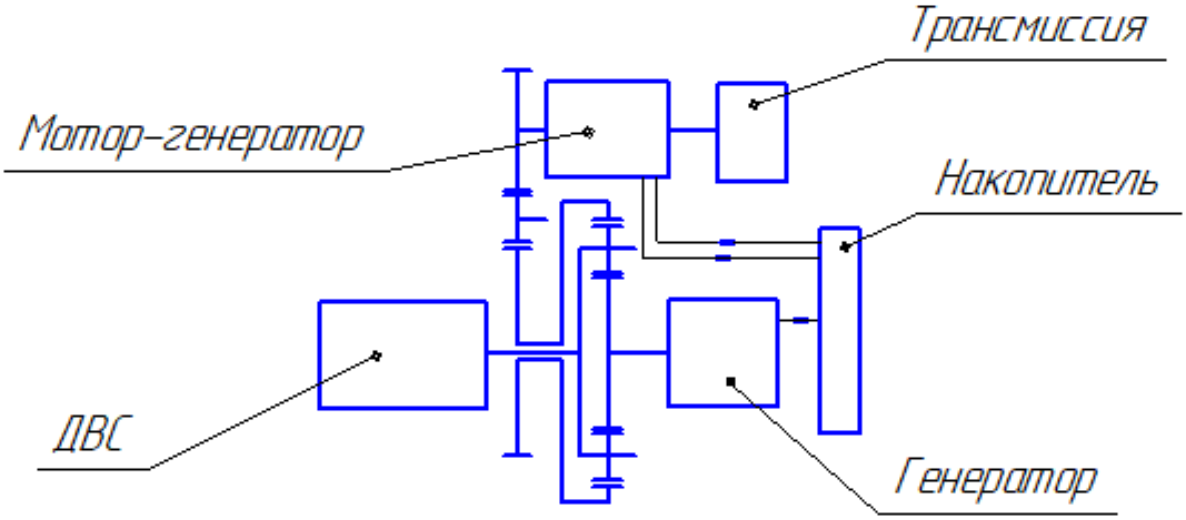


Рисунок 4 – Схема «Сплит»

Принцип работы: ДВС может работать как на генератор (последовательный режим), так и напрямую на колеса (параллельный режим). Планетарная передача распределяет мощность между ДВС, генератором и электродвигателем. Система автоматически выбирает наиболее эффективный режим работы.

Преимущества:

– максимальная топливная экономичность;
– гибкость в управлении энергопотоками;
– возможность движения в чисто электрическом режиме.

Недостатки:

- высокая сложность конструкции;
- дороговизна производства и обслуживания [1].

Как показало исследование, каждая из трёх рассмотренных схем гибридных силовых установок обладает уникальными преимуществами и недостатками. Поэтому окончательный выбор оптимального варианта требует детального экономического расчёта, учитывающего особенности эксплуатации автомобиля в городских условиях.

После всестороннего анализа принято решение в пользу параллельной схемы гибридизации.

Этот выбор обусловлен следующими ключевыми факторами:

- минимальные доработки базовой конструкции – установка ГСУ не требует кардинальных изменений в конструкции серийного автомобиля, что снижает затраты на модернизацию;
- сохраняется работоспособность при отказе ГСУ – в случае неисправности гибридной системы автомобиль сохраняет возможность движения в традиционном режиме, используя только ДВС;
- простота компоновки – параллельная схема не требует сложных согласующих передач, что упрощает конструкцию и повышает надёжность;
- экономическая целесообразность – данный вариант обеспечивает оптимальное соотношение стоимости, эффективности и ремонтопригодности [3].

Учитывая технические, экономические и эксплуатационные аспекты, в качестве основной схемы гибридной силовой установки выбран первый вариант (параллельная схема, рисунок 5). Это решение обеспечивает баланс между функциональностью, экономичностью и минимальными рисками при внедрении технологии в серийное производство.

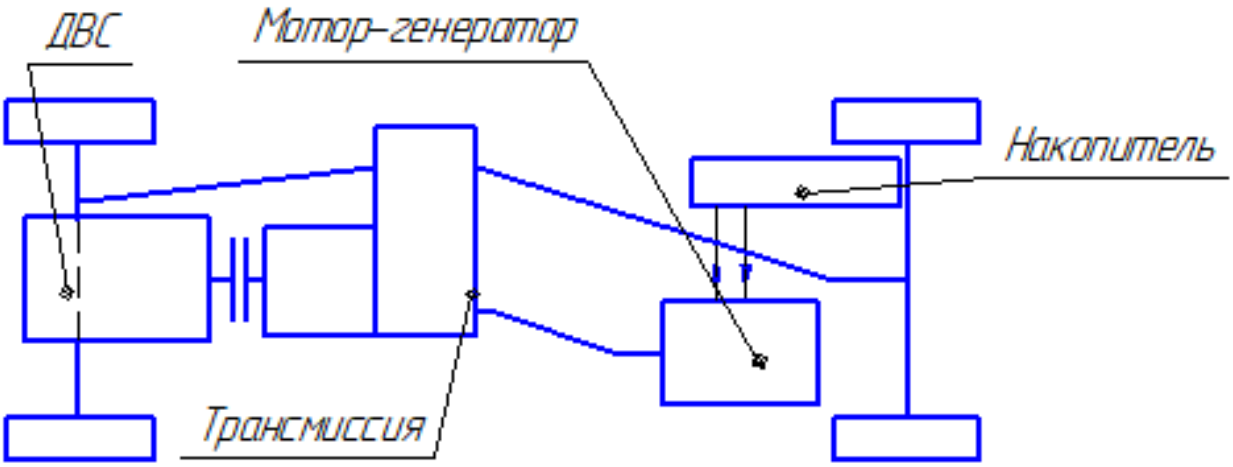


Рисунок 5 – Выбранная схема ГСУ

В качестве объекта исследования рассматривается легковой автомобиль повышенной проходимости УАЗ «Патриот». Данная модель изначально разрабатывалась как транспортное средство двойного назначения, способное эффективно выполнять задачи как в гражданской, так и в военной сфере. В условиях боевых действий автомобиль может использоваться для разведки, переброски спецподразделений, групп быстрого реагирования и других оперативных задач.

«Одним из ключевых преимуществ гибридной силовой установки (ГСУ) является значительное снижение расхода топлива. Для военной техники это особенно важно, поскольку сокращаются логистические затраты на доставку горючего и уменьшаются риски, связанные с его транспортировкой в зоне боевых действий. Кроме того, электромобили обладают рядом тактических преимуществ: они работают практически бесшумно, а благодаря сниженному тепловому излучению менее заметны при наблюдении через приборы ночного видения. Это делает гибридный Патриот более скрытным и эффективным в условиях спецопераций» [14].

В гражданских условиях автомобиль с ГСУ может успешно использоваться в качестве городского развозного транспорта. Его экономичность (расход топлива сопоставим с компактными городскими

автомобилями) и экологичность (минимальный уровень вредных выбросов) делают его перспективным решением для коммерческих перевозок в условиях ужесточающихся экологических норм.

Для реализации гибридной силовой установки был выбран отечественный электродвигатель постоянного тока ПТ-125. Этот двигатель обладает рядом преимуществ:

- компактность и удобство компоновки – его габариты и масса позволяют интегрировать его в конструкцию автомобиля без существенных переделок;
- надёжность – двигатель доказал свою работоспособность в различных условиях эксплуатации;
- экономическая выгода – по сравнению с зарубежными аналогами, ПТ-125 имеет более доступную стоимость при сопоставимых характеристиках.

Таким образом, использование гибридной силовой установки на базе УАЗ «Патриот» открывает новые возможности как для военного, так и для гражданского применения, сочетая в себе экономичность, экологичность и тактические преимущества.

2 Конструкторская часть

Современный рынок демонстрирует устойчивый интерес к гибридным транспортным средствам со стороны как гражданских потребителей, так и оборонного сектора. Хотя цели разработки таких автомобилей для этих двух направлений существенно различаются, технические решения при их создании имеют значительное сходство. Это открывает возможности для синергии между гражданским и военным автомобилестроением.

Несмотря на очевидные перспективы, в российской автомобильной промышленности в настоящее время отсутствуют масштабные проекты по созданию серийных гибридных транспортных средств. Проводившиеся ранее научные исследования в вузах, к сожалению, не всегда учитывали реальные производственные возможности и коммерческие интересы автомобильных предприятий, что ограничивало практическое применение их результатов.

Среди российских производителей особое положение занимает Ульяновский автомобильный завод, продукция которого успешно применяется:

- в гражданской сфере (городские развозные автомобили),
- в оборонном комплексе (армейская техника).

Такая универсальность делает УАЗ идеальной платформой для разработки гибридных моделей двойного назначения.

Ключевые выгоды от внедрения ГСУ включают:

- значительное снижение расхода топлива,
- уменьшение логистических затрат на транспортировку горючего,
- снижение рисков при снабжении в боевых условиях.

Выбранная параллельная схема обеспечивает (рисунок 6):

- максимальную совместимость с серийной конструкцией,
- сохранение штатного бензинового двигателя ЗМЗ-405 в качестве основного источника энергии,

– интеграцию электродвигателя ПТ-125 в существующую трансмиссию,
– использование стандартных агрегатов, включая раздаточную коробку с дифференциальным приводом.

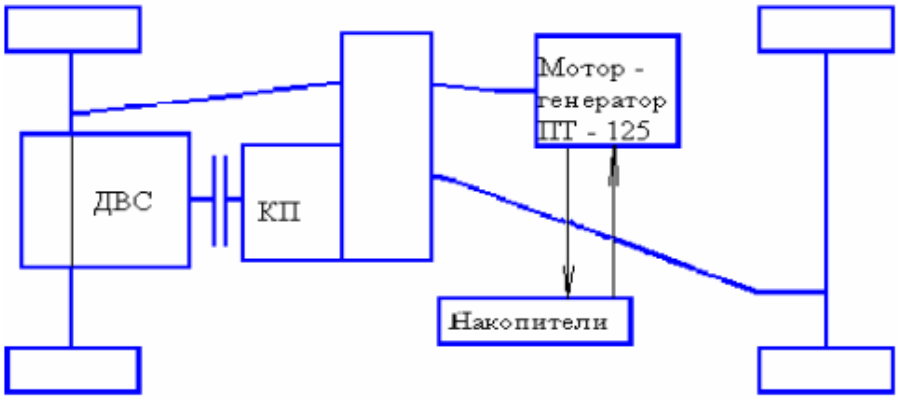


Рисунок 6 – Схема автомобиля с ГСУ параллельного типа

«С одной стороны к раздаточной коробке автомобиля подводится крутящий момент от ДВС, с другой - от обратимой электрической машины, работающей как в режиме тягового электродвигателя, так и в режиме генератора» [5].

«Для накопления энергии при торможении автомобиля генератор заряжает предусмотренный накопитель энергии. Трогание с места производится в режиме электромобиля. При достижении скорости 16 км/ч включается ДВС, работающий на режиме минимального удельного расхода топлива. При нехватке энергии для интенсивного разгона к раздаточной коробке дополнительно подводится крутящий момент от тягового электродвигателя. При высокой мощности ДВС избыточная энергия закачивается в накопитель энергии. Компоновка автомобиля представлена на рисунке 7» [6].

«Алгоритм управления данной гибридной машиной достаточно прост. Перед выездом из гаража (со стоянки) водитель поворачивает ключ в положение «пуск» запускает электродвигатель, который приводя в движение

заднюю ось автомобиля начинает разгонять автомобиль до скорости движения 16 км/ч. В это время начиная со скорости 6 км/ч автоматика запускает ДВС выводя его на непродолжительный режим прогрева (2500 - 3000 мин$^{-1}$), затем устанавливает обороты холостого хода и проверяет степень заряженности батарей. Если напряжение на выводах меньше допустимого, двигатель, а вместе с ним и генератор разгоняются до стационарного режима (свыше 16 км/ч) и начинается процесс зарядки накопителей. Как только накопители будут заряжены полностью, ДВС отключается и водитель продолжает движение на ЭД. При торможении ДВС и ЭД отключены и трансмиссия работает в режиме рекуперации энергии в накопитель» [6].

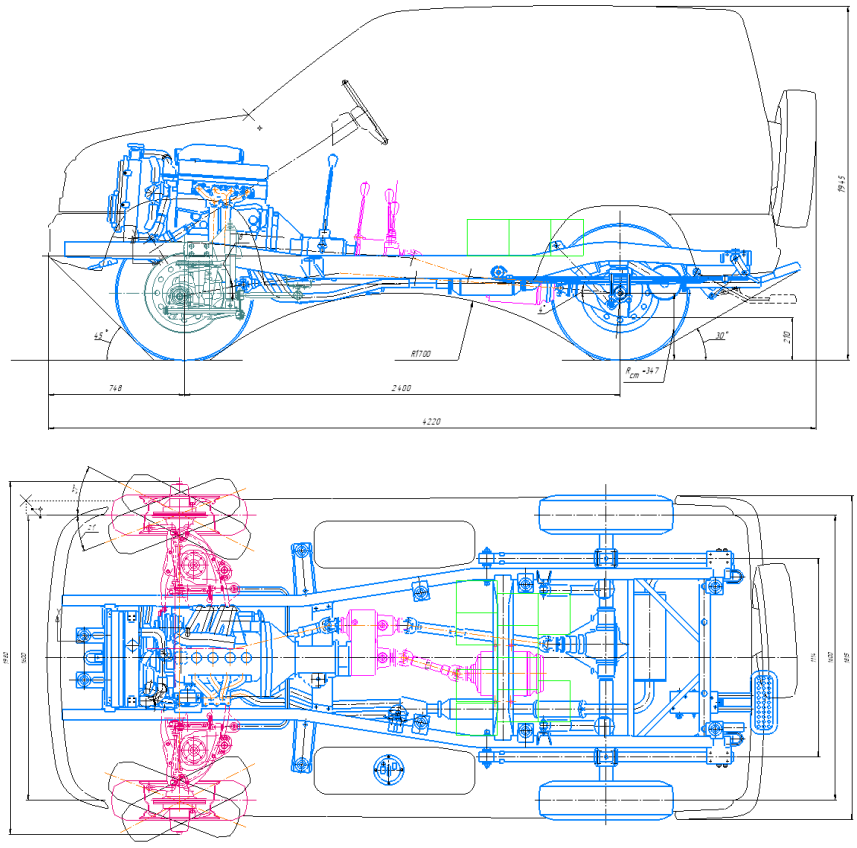


Рисунок 7 – Компоновка автомобиля двойного назначения с ГСУ

Спецификация на автомобиль УАЗ Патриот с гибридным приводом параллельного типа представлена в Приложении (рисунок А.1).

«Для движения в выбранном городском цикле (рисунок 8) анализ мощностного баланса движения автомобиля (рисунок 9), то есть характер зависимости суммарной мощности, реализуемой на колесах и суммарной мощности сил сопротивления от времени движения, показывает, что при разгоне есть запас мощности, следовательно на этой фазе можно зарядить накопитель» [6].

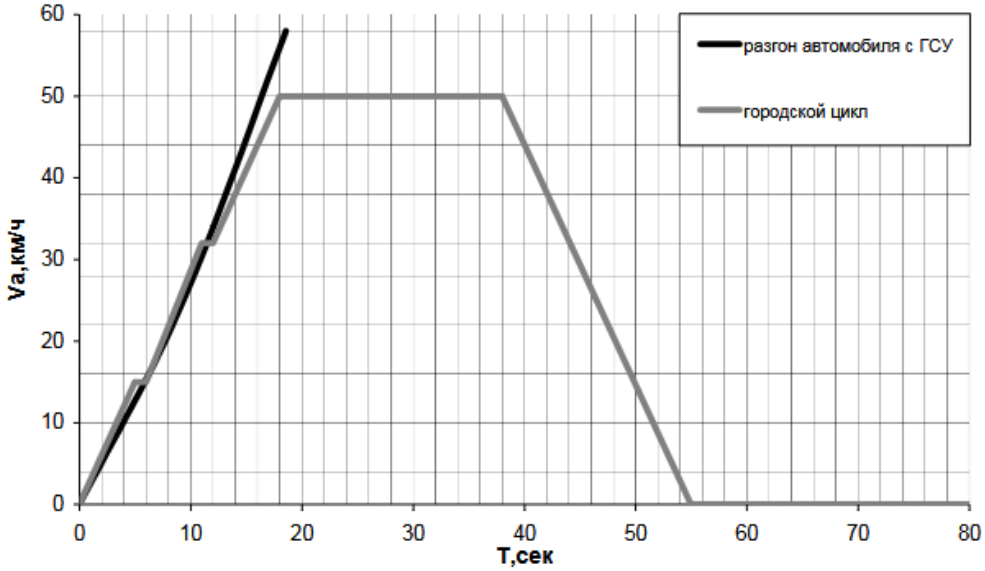


Рисунок 8 – Заданный городской цикл движения автомобиля

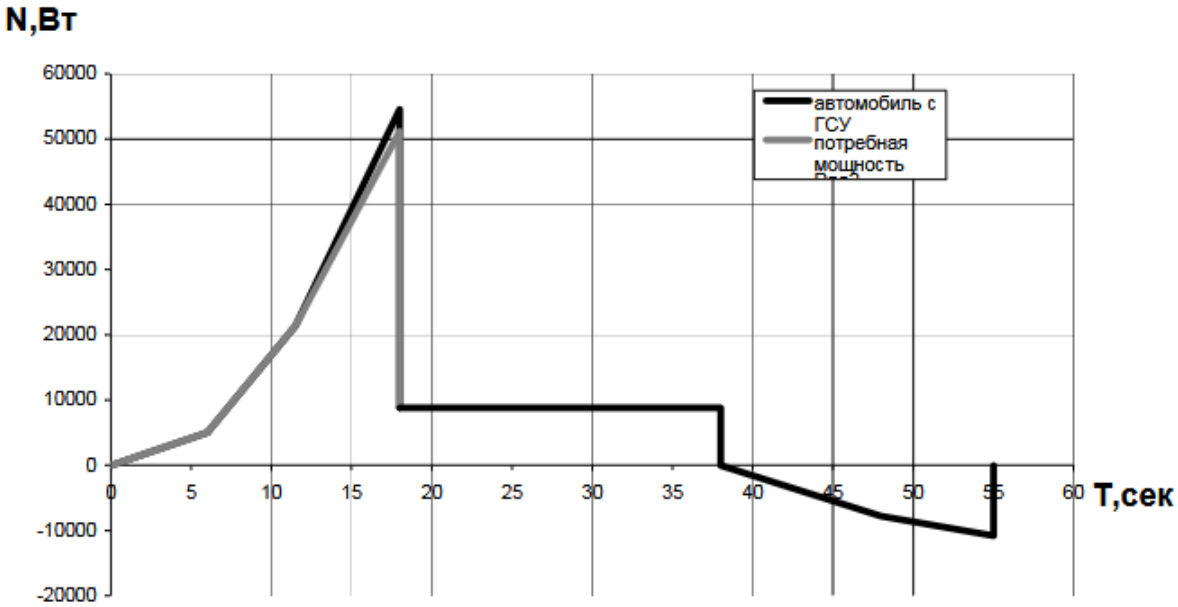


Рисунок 9 – Баланс мощностей при движении в заданном городском цикле

В качестве накопителей приняты десять аккумуляторных батарей напряжением 12 В емкостью 60 Ач. В режиме электротрансмиссии (без зарядки накопителей) автомобиль может преодолеть путь 4,5 км при движении со скоростью 30 км/ч. При движении со скоростью 20 км/ч – 7,5 км, 15 км/ч – 10,4 км, 10 км/ч – 16 км, 5 км/ч – 33 км.

«Для обеспечения требуемого ускорения автомобиля с ГСУ (примерно 1 м/с^2) в режиме городского цикла разгон происходит при включенной пониженной передаче в раздаточной коробке и включенной четвертой передаче в коробке передач» [8].

Эксплуатационные характеристики автомобиля с ГСУ и серийно выпускаемого автомобиля приведены в сравнительной таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение эксплуатационных характеристик автомобиля с ГСУ и серийно выпускаемого автомобиля

Наименование параметра	Автомобиль с ГСУ	Серийный автомобиль
Колесная формула	4×4	4×4
Длина ширина высота, мм	4240×1828×1935	4240×1828×1935
Колесная база, мм	2400	2400
Полная масса, кг	2700	2540
Двигатель	ЗМЗ-405.10+ПТ-125	ЗМЗ-405.10
Мощность силового агрегата. кВт	83(80%)+25	105
Крутящий момент, Н·м	160(80%)+104	230
Путевой расход топлива в городском цикле, л/100км	6,3	13,2

При отказе электродвигателя автомобиль может двигаться в обычном режиме, используя только ДВС.

«В настоящее время многие зарубежные автомобилестроительные фирмы ведут интенсивные исследовательские и конструкторские работы по созданию и совершенствованию автомобилей с гибридными силовыми установками (ГСУ), потому что интерес к таким автомобилям проявляют как городской транспорт, так и заказчики военной техники. Правда, цели в этих двух случаях разные, но пути их реализации имеют много общего. Однако наша автомобильная промышленность разработкой АТС с ГСУ. несмотря на

заинтересованность отечественных потребителей, к сожалению, практически не занимается. Проводившиеся до последнего времени исследовательские работы в научных подразделениях вузов и отраслевых НИИ в связи с невостребованностью их результатов автозаводами фактически прекращены. Хотя возможностей у нас не меньше, чем за рубежом. Некоторые отечественные автомобильные заводы выпускают многоцелевые автомобили. В частности, таким заводом является УАЗ. Его продукция с одинаковым успехом используется как в городских условиях, так и в вооруженных силах, МВД и так далее. Поэтому возможность создания образцов многоцелевых АТС с ГСУ, выполненных на основе элементов конструкции автомобилей УАЗ весьма перспективна» [10].

Выбор такой схемы не случаен. Это результат расчетных исследований МАМИ топливной экономичности автомобиля при его оснащении ГСУ, выполненной по различным (последовательная, параллельная, смешанная) схемам (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнение топливной экономичности автомобиля при различных схемах ГСУ

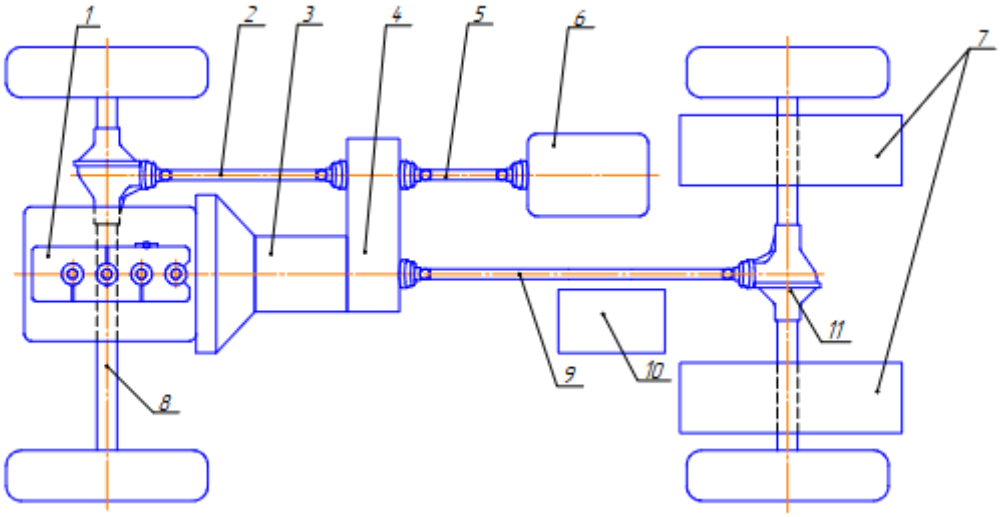
Показатель	Величина путевого расхода топлива, л/100			км, при
	ГСУ последовательной схемы	ГСУ параллельной схемы	ГСУ смешанной схемы	серийном исполнении автомобиля
Путевой расход топлива в городском цикле, л/100 км	9,2	8,4	8,2	17,4

Анализ данных таблицы показывает, что гибридная силовая установка (ГСУ) смешанного типа демонстрирует наилучшую топливную эффективность: УАЗ с такой схемой расходует на 52,8% меньше топлива по сравнению с серийной моделью. Последовательная схема уступает, но всё же экономичнее оригинала на 47%, а параллельная – на 51,7%.

Однако выбор пал на параллельную компоновку по следующим причинам:

– производственная готовность – все необходимые компоненты уже выпускаются в России;
– оптимальная экономичность – разница со смешанной схемой минимальна;
– технологическая простота – реализация параллельной схемы менее сложна, что снижает риски и затраты.

Компоновочная схема автомобиля УАЗ, оборудованного ГСУ, приведена на рисунке 10.



1 – ДВС; 2 – привод переднего моста; 3 – коробка передач; 4 – раздаточная коробка; 5 – привод обратимой электрической машины; 6 – обратимая электрическая машина; 7 – накопители энергии; 8 – привод переднего моста; 9 – привод заднего моста; 10 – система управления тяговым электрооборудованием

Рисунок 10 – Компоновочная схема автомобиля УАЗ, оборудованного ГСУ

Как видно, в нее входят элементы не только серийного автомобиля: ДВС (1), коробка передач (3), приводы переднего (2) и заднего (9) мостов (8), (11), но и новые для автомобиля устройства: обратимая электрическая машина (6) со своим приводом (5), система управления тяговым электрооборудованием (10) и накопители энергии (7).

Целью создания экспериментального многоцелевого автомобиля с ГСУ была реализация на одном автомобиле различных схем привода от разных

источников энергии. В результате это обеспечит реальную оценку н количественное сопоставление преимуществ и недостатков каждой из них.

В связи с этим спроектирована и принципиально иная раздаточная коробка: с одной стороны к ней подводится крутящий момент от ДВС, а с другой – от обратимой электрической машины, работающей как в режиме тягового электродвигателя, так и в режиме генератора (при торможении автомобиля).

Такая конструкция позволила реализовать несколько ключевых режимов работы параллельной гибридной схемы в полноприводной компоновке:

- раздельный привод мостов – передний мост приводится электродвигателем, задний – ДВС через стандартную трансмиссию;
- совместная работа ДВС и электродвигателя – мощность обоих агрегатов суммируется на выходном валу раздаточной коробки;
- классический полный привод – только от ДВС;
- электрический полный привод – только от тягового электродвигателя;
- задний привод – исключительно от ДВС.

«При этом фактически реализуются дифференциальный н блокированный межосевой приводы. Причем режим разблокированного полного привода колес может длительно использоваться на дорогах с высоким коэффициентом сцепления, то есть является постоянным полным приводом, и не требуется введение в конструкцию трансмиссии межосевого дифференциала.

Таким образом, предлагаемая компоновочная схема гибридной силовой установки при новой раздаточной коробке (рисунок 11) обеспечивает возможность варьирования как типом используемой энергетической установки (ДВС, электродвигатель или их комбинация), так и типом привода (полный блокированный, полный от разных источников энергии,

индивидуальный, то есть от разных источников энергии на каждый из мостов)» [6].

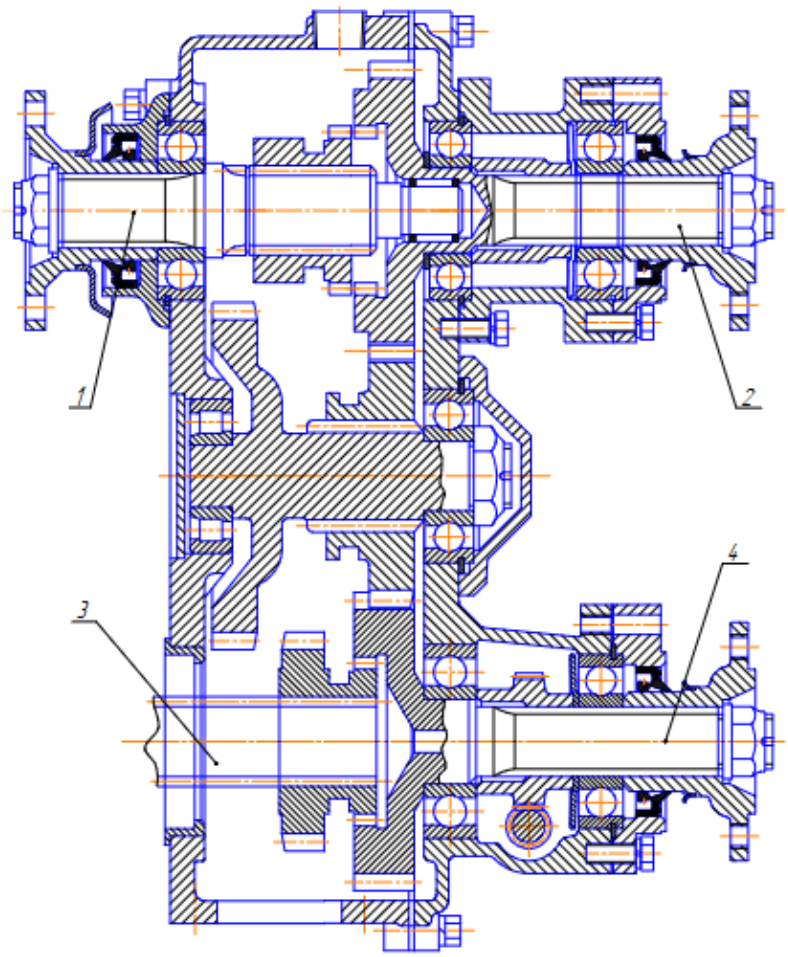


Рисунок 11 – Конструкция раздаточной коробки

При этом использование промежуточных агрегатов при передаче мощности не требуется, что повышает КПД трансмиссии автомобиля. Не нужен также межосевой дифференциал; возможность движения с полным приводом обеспечивается при выключенном ДВС, то есть при минимальных тепловых и звуковых излучениях. Все перечисленное в совокупности упрощает конструкцию, снижает массу автомобиля и затраты на его производство.

Кроме того, принятое решение обеспечивает возможность дополнительных режимов работы автомобиля:

– задний привод от обоих двигателей;

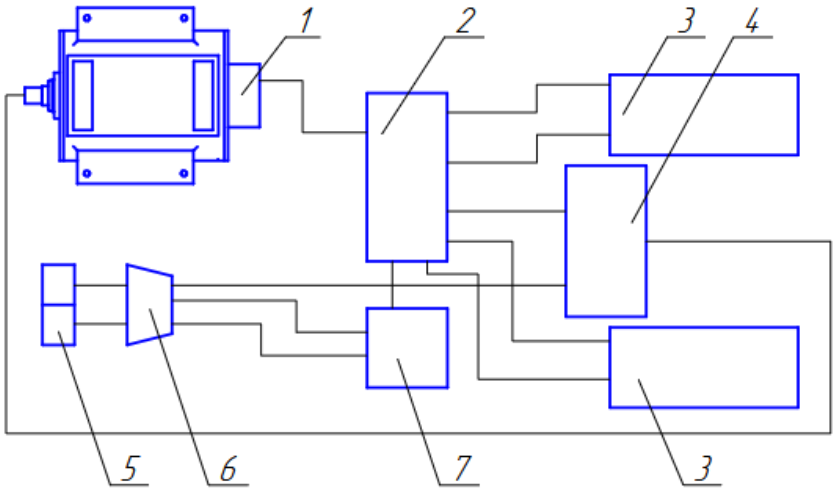
– задний привод только от тягового электродвигателя;

– передний привод от обоих двигателей;

– передний привод только от тягового электродвигателя.

«Система тягового электрооборудования выполнена, на основе выпускаемых в настоящее время отечественной промышленностью компонентов. В ней использованы наиболее эффективные н экономичные способы и средства преобразования электрической энергии в механическую и управления тяговым электродвигателем.

В ее состав входят (рисунок 12) асинхронная обратимая электромашина, блок преобразования энергии и управления, блок силовой коммутации, пульт управления, блок управления режимами электромашины, распределительная панель, блок аккумуляторных батарей» [8].



«1 – асинхронная обратимая электромашина; 2 – распределительная панель; 3 – блок аккумуляторных батарей; 4 – блок преобразования энергии и управления; 5 – блок управления режимами электромашины; 6– пульт управления; 7 – блок силовой коммутации» [10]

Рисунок 12 – Система управления тяговым электродвигателем

В качестве обратимой электрической машины выбран асинхронный электродвигатель АМ-60 максимальной мощностью 30 кВт. Рабочее

напряжение электродвигателя 120 В. Поэтому в качестве накопителей установлены 10 аккумуляторных батарей «Оптима» D 1000.

У автомобиля с ГСУ возможен вариант движения только на электротяге. ДВС в этом случае не работает.

Вместе с тем необходимо учитывать тот факт, что реальный автомобиль УАЗ-МАМИ - 3153 имеет гидроусилитель руля и вакуумный усилитель тормозов. Очевидно, что при движении в электрорежиме неработающий ДВС оставит автомобиль без гидроусилителя руля и без вакуумного усилителя тормозов.

Для решения данной проблемы необходимо предусмотреть установку насоса гидроусилителя руля с приводом от электромотора, а также предусмотреть установку электровакуумного насоса с вакуумным ресивером.

В случае эксплуатации автомобиля при пониженных температурах окружающей среды в стандартном автомобиле предусмотрен обогрев салона жидкостным обогревателем, получающим тепло от ДВС.

В случае автомобиля с ГСУ при движении его в электрорежиме предусмотрена установка обогревателя типа «Вебасто», обеспечивающая обеспечение нормального теплового режима двигателя и салона автомобиля.

Выводы по разделу.

Гибридные автомобили представляют значительный интерес как для гражданского, так и для военного сектора.

В городских условиях они способствуют снижению расхода топлива и уменьшению вредных выбросов, а в военной технике – повышению автономности и снижению логистических затрат на транспортировку топлива.

Использование ГСУ позволяет существенно снизить путевой расход топлива. Например, для автомобиля УАЗ с параллельной схемой ГСУ расход топлива в городском цикле составляет 6,3 л/100 км, что почти в два раза меньше, чем у серийного автомобиля (13,2 л/100 км).

3 Технологический процесс

Рассмотрим основные виды неисправностей гибридной силовой установки, возможные причины и решения (таблица 3).

Таблица 3 – Основные виды неисправностей гибридной силовой установки, их возможные причины и решения

Неисправность	Возможная причина	Решение
1 Снижение запаса хода на электротяге	Деградация элементов HV-батареи. Неисправность системы охлаждения батареи. Ошибки BMS (Battery Management System)	Диагностика и балансировка ячеек. Проверка циркуляции охлаждающей жидкости. Перепрошивка BMS
2 Появление ошибки «Check Hybrid System»	Пробой изоляции высоковольтной цепи. Отказ датчиков температуры. Коррозия контактов	Замер сопротивления изоляции. Замена датчиков. Очистка и защита контактных групп
3 Неравномерная работа ДВС при старте	Износ свечей зажигания. Загрязнение топливных форсунок. Проблемы с вариатором	Замена свечей на иридиевые. Чистка форсунок ультразвуком. Адаптация трансмиссии
4 Посторонние шумы в районе электромотора	Износ подшипников ротора. Ослабление креплений статора. Попадание инородных предметов	Замена подшипников с полной разборкой. Динамометрическая протяжка крепежа. Очистка полости мотора
5 Увеличенный расход топлива	Низкий заряд HV-батареи. Засорение воздушного фильтра. Неисправность кислородных датчиков	Проверка состояния батареи. Замена фильтрующих элементов. Диагностика лямбда-зондов
6 Отказ рекуперативного торможения	Неисправность датчиков скорости колес. Проблемы с блоком управления. Износ тормозных дисков	Калибровка датчиков ABS. Перезагрузка ECU. Комплексная замена тормозных элементов
7 Перегрев силовой установки	Засор радиатора охлаждения. Неисправность помпы. Утечка хладагента	Очистка системы охлаждения. Замена водяного насоса. Поиск и устранение утечек
8 Самопроизвольное отключение гибридной системы	Перегрев инвертора. Проблемы с CAN-шиной. Низкое напряжение 12В системы	Проверка системы охлаждения инвертора. Диагностика CAN-линий. Замена АКБ и проверка генератора

«Для обеспечения выполнения установленного перечня (объема) работ ТО на данном посту при нормативной затрате рабочего времени и расчетной продолжительности простоя автомобиля на посту используются операционно-технологические карты. Они составляются на основании перечня операции ТО, трудоемкостей отдельных операций для конкретной модели автомобиля согласно второй части, которая является приложением, Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» [10].

«Технологический процесс технического обслуживания представляет собой совокупность операций по соответствующим воздействиям, которые выполняются в определенной последовательности с помощью различного инструмента, приспособлений и других средств механизации с соблюдением технических требований (технических условий).

Технологический процесс технического обслуживания оформляется в виде операционно-технологической или постовой технологической карты.

В соответствии с требованиями операционно-технологическая и постовая технологическая карты выполняются по форме 1,1а, 2 и 2а МУ-200 РСФСР-12-0139-81» [11].

«Любая технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения технического обслуживания.

Технологические карты составляются на:

- определенный вид работ технического обслуживания;
- специализированный пост зоны технического обслуживания (постовая карта);
- специализированное переходящее звено рабочих при методе универсальных постов;
- операцию технического обслуживания;
- операции, выполняемые одним или несколькими рабочими (карта на рабочее место)» [11].

Операционно-технологическую карту обслуживания гибридной силовой установки представим в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Операционно-технологическая карта обслуживания гибридной силовой установки

Наименование и содержание работ	Место выполнения	Количество точек	Трудоемкость, ч.	Инструменты и оборудование	Технические требования
1 Подготовительные работы. 1.1 Визуальный осмотр кузова и узлов. 1.2 Проверка индикаторов на панели приборов. 1.3 Подготовка диагностического оборудования	Зона приемки автомобиля	1	0,3	Фонарь с LED-подсветкой, цифровой диагностический сканер, комплект защитных чехлов	Температура в помещении ≥15°C. Отсутствие влаги на рабочих поверхностях
2 Деактивация HV-системы. 2.1 Поиск сервисной заглушки по схеме производителя. 2.2 Проверка напряжения в цепи. 2.3 Установка предупреждающих бирок	Специализированный пост для гибридов	2	0,5	Диэлектрический набор инструментов CAT III 1000V, бесконтактный тестер напряжения, защитные ограждения	Обязательная проверка инструмента перед работой, документирование времени отключения
3 Диагностика силовой установки. 3.1 HV-батарея: – визуальный осмотр корпуса; – проверка баланса ячеек; – диагностика системы охлаждения. 3.2 Электродвигатель: – проверка подшипников; – анализ датчиков положения. 3.3 Инвертор и преобразователи	Диагностическая кабина с подъемником	3	2,0	Термографическая камера FLIR T540, мультиметр Fluke 1587 FC, сканер Autel MaxiSys Ultra, набор щупов	Допустимый перепад температур между ячейками ≤5°C. Сопротивление изоляции ≥500 МОм
4 Обслуживание ДВС. 4.1 Замена масла и фильтров. 4.2 Проверка системы вентиляции. 4.3 Диагностика навесного	Пост ТО двигателя	1	1,0	Вакуумный маслоотсос Schwaben, динамометрический ключ 10-100 Н·м, эндоскоп для	Использование масла с допуском Hybrid, момент затяжки фильтра

Продолжение таблицы 4

Наименование и содержание работ	Место выполнения	Количество точек	Трудоемкость, ч.	Инструменты и оборудование	Технические требования
оборудования				цилиндров	18±2 Н·м
5 Проверка рекуперации. 5.1 Тест датчиков ABS/ESP. 5.2 Калибровка тормозного усилителя. 5.3 Проверка энергопотоков	Тормозной стенд Hunter	1	0,6	Стенд Hunter DSP600, осциллограф PicoScope 4425, набор калибровочных грузов	Погрешность измерений ≤1,5%. Температура батареи при тесте 20-30°C
6 Программное обслуживание. 6.1 Считывание ошибок. 6.2 Адаптация компонентов. 6.3 Обновление ПО	Программный терминал	1	1,0	OEM-диагностический интерфейс, ноутбук с SSD накопителем, ИБП для стабильного питания	Резервное копирование данных перед обновлением. Минимальное напряжение АКБ 12,6 В
7 Финальная проверка. 7.1 Тест-драйв. 7.2 Контроль параметров. 7.3 Оформление документов	Тестовая зона	1	0,5	GPS-логгер для фиксации параметров, принтер для печати отчетов	Проверка всех систем в различных режимах движения
Итого:	–	–	5,6	–	–

На соответствующем листе графического материала представлена операционно-технологическая карта обслуживания гибридной силовой установки.

Выводы по разделу.

В разделе разработана операционно-технологическая карта обслуживания гибридной силовой установки.

Разработанная технологическая карта может быть использована в сервисных центрах и автотранспортных предприятиях для стандартизации процесса обслуживания гибридной силовой установки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Автомобилестроение – сложная отрасль с многоэтапным производственным циклом, требующая комплексного подхода к вопросам безопасности.

Согласно данным Международной организации труда (ILO):

- ежегодно происходит 2,78 миллионов смертей из-за профессиональных заболеваний;
- 374 миллиона несчастных случаев на производстве с потерей трудоспособности;
- экономические потери достигают 3,94% мирового ВВП.

Структура отраслевых рисков:

- травмы при работе с прессами (42% случаев),
- отравления парами красок (23%),
- поражения током (15%),
- падения с высоты (12%) [25].

В таблице 5 представлен сравнительный анализ по странам (в % от ВВП).

Таблица 5 – Сравнительный анализ затрат на несчастные случаи (% ВВП) по странам

Страна	Затраты (% ВВП)	Особенности регулирования
Германия	2,8-3,2%	Система обязательного страхования Berufsgenossenschaften
США	3,1-3,5%	Workers' compensation + судебные иски
Япония	2,6-2,9%	Пожизненные компенсации при профзаболеваниях
Россия	3,5-4,1%	Высокий уровень скрытого травматизма
Бразилия	4,2-4,8%	Неформальный сектор до 35% занятости

Типичные затраты на 1 тяжелый несчастный случай составляют:

- Европа: 250000-400000 евро;
- США: 500000-1200000 долларов (с учетом судебных исков);
- Китай: 800000-1500000 йен.

В бакалаврской работе необходимо учитывать специфические риски и современные тенденции отрасли.

Рассмотрим особенности производственной и экологической безопасности в автомобилестроении.

Технологические риски:

- работа с прессовым оборудованием (риск травматизма),
- сварочные операции (опасность возгораний, поражения током),
- окрасочные работы (взрывоопасность, токсичные испарения),
- конвейерные линии (движущиеся механизмы).

К мерам обеспечения безопасности относится:

- автоматизация опасных процессов (роботизированная сварка и покраска; автоматические прессы с оптической защитой; конвейеры с датчиками присутствия персонала);
- системы контроля (мониторинг концентрации ЛВЖ в окрасочных цехах; термоконтроль электрооборудования; видеонаблюдение за опасными зонами);
- защита персонала (специальные СИЗ для разных участков (термостойкая одежда для сварщиков, респираторы для маляров); антистатические комплекты для работы с электроникой; системы принудительной вентиляции [19].

Основные источники воздействия на экологическую безопасность:

- выбросы лакокрасочных материалов,
- сточные воды гальванических производств,
- отходы полимерных материалов,
- шумовое воздействие испытательных стендов.

Таким образом, современное автомобилестроение требует интегрированного подхода к безопасности, сочетающего технические инновации, экологическую ответственность и экономическую эффективность.

В долгосрочной перспективе каждый рубль, вложенный в профилактику профессиональных рисков, приносит предприятию ориентировочно 3-5 рублей совокупной выгоды за счет синергетического эффекта от улучшения всех ключевых показателей деятельности.

4.1 Структурно-функциональный анализ

Для детального исследования сборочного цикла, либо технологического процесса обслуживания, включая его конструктивные параметры и организационно-технические условия, необходимо разработать технологический паспорт (таблица 6).

Таблица 6 – Технологический паспорт технологического процесса обслуживания гибридной силовой установки

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Обслуживание гибридной силовой установки	1 Подготовительные работы. 2 Деактивация HV-системы. 3 Диагностика силовой установки. 4 Обслуживание ДВС. 5 Проверка рекуперации. 6 Программное обслуживание. 7 Финальная проверка	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Подъемник двухстоечный, ключ сервисного разъема HV, гайковерт, головка 17-19, ключ-балонник 17-19, гидравлический домкрат, отвертка плоская	Защитные хлопчатобумажные перчатки, спецодежда, протирочная ветошь

Данный документ является обязательным требованием для:

- технически сложных изделий,

- продукции, подлежащей обязательной сертификации,
- оборудования с повышенными требованиями безопасности.

Функциональное назначение технологического паспорта:

- систематизация производственных данных – фиксация ключевых параметров сборки;
- обеспечение контроля качества – регламентация технологических норм и допусков;
- оптимизация технического обслуживания – упрощение диагностики и ремонта;
- повышение безопасности эксплуатации – четкие инструкции по монтажу и обслуживанию

Преимущества оформления паспорта:

- упрощение процедур сертификации и аудита,
- снижение рисков производственного брака,
- повышение прозрачности технологических процессов,
- обеспечение соответствия международным стандартам (ISO, ГОСТ, ТР ТС) [3].

Таким образом, технологический паспорт служит не только формальным требованием, но и практическим инструментом управления качеством на всех этапах жизненного цикла изделия.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Комплексная оценка производственных угроз является ключевым элементом системы охраны труда, направленной на сохранение здоровья персонала и устойчивую работу предприятия.

Реализация данного процесса требует последовательного выполнения четырех взаимосвязанных этапов:

- выявление потенциальных угроз: комплексное обследование рабочих мест на предмет наличия физических факторов (шум,

вибрация, излучение), химических агентов (токсичные вещества, аэрозоли), биологических опасностей (микроорганизмы, аллергены), психофизиологических нагрузок (стресс, монотонность операций), эргономических проблем (неудобные позы, чрезмерные нагрузки);

- количественная и качественная оценка угроз: расчет вероятности возникновения опасных ситуаций; прогнозирование возможного ущерба здоровью сотрудников; ранжирование рисков по степени значимости;
- разработка защитных мер: внедрение многоуровневой системы защиты, включающей технические усовершенствования (модернизация оборудования); организационные изменения (оптимизация рабочих процессов); средства индивидуальной защиты; целевые программы обучения персонала; периодические контрольные проверки;
- динамический контроль и совершенствование: регулярный аудит условий труда; анализ эффективности принятых мер; своевременная корректировка защитных мероприятий [2].

Практическая значимость систематической оценки производственных рисков заключается в:

- создании безопасной рабочей среды,
- предупреждении профессиональных заболеваний,
- снижении экономических потерь от несчастных случаев,
- повышении производственной дисциплины,
- обеспечении соответствия требованиям регуляторных органов.

Реализация данного подхода позволяет трансформировать систему охраны труда из формального требования в действенный инструмент повышения эффективности производства.

В представленной таблице 7 систематизированы данные по выявленным профессиональным рискам, характерным для процесса обслуживания гибридной силовой установки

Таблица 7 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Подготовительные работы. 2 Деактивация HV-системы. 3 Диагностика силовой установки. 4 Обслуживание ДВС. 5 Проверка рекуперации. 6 Программное обслуживание. 7 Финальная проверка	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей автомобиля	Элементы конструкции автомобиля
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, шум базовой машины
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Элементы конструкции базовой машины, навесного оборудования» [12].
	«Возможность поражения электрическим током	Инструмент в зоне проведения технического обслуживания
	Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [12].
	«Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции, требующие повышенного внимания и точности» [12]
	«Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию» [9].	

Оценка рисков проведена по методике ГОСТ 12.0.230-2007. Таблица позволяет наглядно сопоставить технологические операции с соответствующими рисками и разработать комплекс профилактических мероприятий для минимизации профессиональных заболеваний и травматизма.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для эффективного снижения профессиональных рисков применяется комплекс технических, организационных и индивидуальных мер.

Технические решения:

- автоматизация опасных процессов (роботизированные линии),
- установка защитных ограждений и блокировок,
- внедрение систем принудительной вентиляции,
- использование инструментов с антивибрационными свойствами.

Организационные мероприятия:

- оптимизация режимов труда и отдыха,
- введение ротации персонала на вредных участках,
- разработка четких регламентов безопасной работы,
- организация производственного контроля [21].

Средства индивидуальной защиты:

- специализированные костюмы (термостойкие, химически стойкие),
- антистатические комплекты,
- респираторы с многоуровневой фильтрацией,
- защитные каски с системой вентиляции.

Инженерные разработки:

- системы дистанционного управления,
- датчики контроля опасных факторов,
- аварийные остановы оборудования,

– звуковая и световая сигнализация.

Профилактические программы:

– медицинские осмотры,

– специальная оценка условий труда,

– тренинги по безопасности,

– психологическая поддержка.

Особое внимание уделяется:

– внедрению цифровых систем мониторинга,

– использованию эргономичного инструмента,

– применению экологичных материалов,

– совершенствованию технологических процессов.

Реализация данных мер позволяет:

– снизить уровень травматизма на 40-60%,

– уменьшить профзаболеваемость,

– повысить производительность труда,

– обеспечить соответствие международным стандартам.

Эффективность применяемых методов регулярно оценивается через:

– анализ показателей травматизма,

– медицинскую статистику,

– результаты специальной оценки условий труда,

– опросы сотрудников.

Для эффективного решения обозначенных проблем необходимо:

– применять нормативно-обоснованные меры,

– реализовывать адресные мероприятия,

– обеспечивать системный контроль [23].

Нормативно-обоснованные меры по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; – обеспечение дистанционного управления оборудованием	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12].
«Повышенный уровень шума	Мониторинг здоровья работников: – систематическое проведение аудиометрии для сотрудников шумных цехов; – создание индивидуальных аудиограмм для отслеживания динамики слуха; – включение исследований в программу периодических медосмотров. Инструктаж по: – правилам эксплуатации СИЗ органов слуха; – технике подбора и применения противошумных устройств; – методам проверки плотности прилегания защитных средств. Техническая модернизация: – плановый контроль уровня шума оборудования	Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [20].

Продолжение таблицы 8

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	– внедрение шумопонижающих технологий (вибрационные демпферы, звукоизолирующие кожухи, акустические экраны); – приоритетная замена устаревшего шумного оборудования. Организация рабочего процесса: – введение регламентированных «тихих пауз»; – создание зон акустической разгрузки; – оптимизация графика работы с учетом шумовой нагрузки. Тренинги по: – техникам стрессоустойчивости; – методам звуковой релаксации; – профилактике слухового утомления. Консультации корпоративного психолога Инженерные решения: – установка звукопоглощающих панелей; – применение антивибрационных креплений; – модернизация вентиляционных систем; – использование шумоподавляющих материалов	
«Возможность поражения электрическим током	Образовательные мероприятия: – проведение специализированных курсов по принципам безопасной эксплуатации электроустановок, методам идентификации опасных участков, правилам применения электрозащитных средств; – организация регулярных тематических семинаров с разбором реальных случаев Практическая подготовка – ежеквартальные тренировки по алгоритмам действий в	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [12].

Продолжение таблицы 8

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	аварийных ситуациях, технике безопасного отключения оборудования, особенностям работы под напряжением; – внедрение системы ежегодной аттестации электротехнического персонала. Техническая защита: – оснащение рабочих мест современными устройствами защитного отключения, диэлектрическими коврами и инструментами, сигнализаторами напряжения, заземляющими устройствами нового поколения. Профилактический контроль: – внедрение системы планово-предупредительных ремонтов: – ежемесячный осмотр силовых линий, – термографический контроль соединений, – диагностика изоляции электрооборудования, – ведение электронного журнала технического состояния. Административный надзор: – реализация трехступенчатой системы контроля, – ежедневный осмотр ответственным лицом, – еженедельная проверка начальником участка, – месячная комиссионная инспекция, – автоматизированная система учета нарушений Медицинское сопровождение: – углубленные медосмотры для электротехперсонала: проверка нервной системы, контроль сердечно-сосудистых показателей, тесты на скорость реакции	

Продолжение таблицы 8

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
Отсутствие или недостаток естественного света	Оптимальное расположение рабочих мест с акцентом на естественный свет (размещение столов и зон активности рядом с окнами или в хорошо освещённых участках). Использование прозрачных конструкций для свободного проникновения дневного света (стеклянные перегородки, светопропускающие стены или другие решения, обеспечивающие равномерное освещение без искусственных источников)	–
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [2].	–
«Монотонность труда	– чередование задач и ротация видов деятельности, периодическая смена рабочих операций для предотвращения однообразия и поддержания вовлеченности; – внедрение элементов автономности и разнообразия, предоставление сотрудникам возможности влиять на порядок выполнения задач и варьировать методы работы;	–

Продолжение таблицы 8

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	– регламентированные перерывы , введение коротких перерывов для отдыха и смены активности в течение рабочего дня; – использование технологических решений, автоматизация рутинных процессов и применение интерактивных систем для повышения вариативности труда; – психологическая разгрузка и мотивация, организация зон отдыха, проведение мини-тренингов или использование геймификации для поддержания интереса; – оптимизация эргономики рабочего места, создание комфортных условий, снижающих физическое и эмоциональное напряжение (например, регулируемая мебель, динамическое освещение). Мероприятия подбираются с учетом специфики труда и рекомендаций по охране здоровья (СНиП, СанПиН, ТК РФ).	

Данный подход гарантирует не только формальное соблюдение требований охраны труда, но и создание по-настоящему безопасной производственной среды. Все мероприятия должны быть задокументированы и включены в систему управления охраной труда предприятия.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

План пожарной безопасности – это документ, регламентирующий порядок действий при пожаре, эвакуации людей и материальных ценностей, а также меры по предотвращению возгораний.

Этот план должен быть доступен всем сотрудникам и регулярно пересматриваться.

План пожарной безопасности содержит:

- ответственных за пожарную безопасность;
- профилактику (проверки оборудования, хранение горючих материалов);
- порядок действий при пожаре: оповещение (сигнализация, вызов МЧС), эвакуация (схемы путей, сборные пункты), тушение (огнетушители, пожарные краны);
- проверки и обновления (регулярные тренировки, корректировка плана) [23].

Производим анализ потенциальных источников пожаров и определяем опасные факторы, способные их вызвать (таблица 9).

Таблица 9 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Зона ТО	Технологическое оборудование, применяемое в зоне ТО	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [17].

Классификация пожарной техники (по ГОСТ Р 53325-2012 и нормам МЧС) включает следующие основные категории:

- первичные средства пожаротушения: огнетушители (пенные, порошковые, углекислотные, хладоновые); пожарные щиты и инвентарь (вёдра, лопаты, ящики с песком, кошмы (противопожарные полотна), багры, топоры, ломы);

– «пожарные автомобили: основные (АЦ – автоцистерны, АНР – насосно-рукавные); специальные (автолестницы, дымоудаление, аварийно-спасательные);
– пожарные поезда, суда, вертолёты (для спецобъектов);
– мотопомпы (переносные насосы для воды);
– установки пожаротушения: автоматические системы (водяные (спринклерные, дренчерные), газовые, порошковые, аэрозольные);
– пожарные краны и рукава (в зданиях)» [12];
– пожарная сигнализация и связь (извещатели (дымовые, тепловые, ручные);
– приёмно-контрольные приборы (ПКП);
– системы оповещения (громкоговорители, световые табло);
– средства индивидуальной защиты (СИЗ) для пожарных: костюмы, каски, дыхательные аппараты (ДАСВ), теплоотражающие экраны; для эвакуируемых: противогазы, самоспасатели (например, «Феникс»);
– специальная техника: роботы-пожарные (для АЭС, химических объектов); термокамеры и тепловизоры для поиска очагов [13].

«Выполним классификацию средств пожаротушения, применяемых для данного технического объекта:

– первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;
– мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);

– стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [16].

Разработка планов действий по пожарной безопасности – обязательная процедура для организаций, зданий и сооружений, регламентированная ФЗ №69 «О пожарной безопасности» и Правилами противопожарного режима в РФ.

Цели разработки планов:

– предотвращение пожаров (профилактика нарушений);
– обеспечение безопасности людей (эвакуация, первая помощь);
– минимизация ущерба (быстрое тушение, защита имущества);
– соответствие закону (избежание штрафов и приостановки деятельности).

Рассмотрим основные виды планов по пожарной безопасности.

План эвакуации при пожаре состоит из графической части (схема путей эвакуации, выходы, места огнетушителей) и текстовой инструкции (действия персонала, вызов МЧС, порядок отключения оборудования).

Разработка и размещение плана обязателена для всех общественных зданий, офисов, школ, больниц и так далее.

Инструкция о мерах пожарной безопасности включает в себя Правила содержания территории, электрооборудования, хранения ЛВЖ (легковоспламеняющихся жидкостей), порядок проведения огневых работ, ответственных лиц и их обязанности.

План противопожарных мероприятий содержит:

– регулярные проверки (электропроводки, систем сигнализации);
– обучение персонала (инструктажи, тренировки);
– техническое обслуживание средств пожаротушения.

План ликвидации аварийных ситуаций оформляется для опасных объектов (АЗС, склады ГСМ, химические производства). Включает взаимодействие с МЧС, локализацию возгораний, защиту окружающей среды.

Разработка планов состоит из 5 этапов:

- анализ объекта (категория пожарной опасности, особенности здания);
- определение рисков (где возможны возгорания, слабые места);
- разработка документов (схемы, инструкции, приказы);
- согласование (при необходимости – с МЧС или экспертами);
- обучение персонала и проведение тренировок.

Разрабатываем планы соблюдения требований пожарной безопасности при обслуживании гибридной силовой установки (таблица 10).

Таблица 10 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при обслуживании гибридной силовой установки

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [15]
«Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [22]
«Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [24]
«Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [15].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения

Продолжение таблицы 10

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	также средств с истекшим сроком действия» [26]
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143-2009, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [15]

Рассмотрим обязанности работодателя по пожарной безопасности.

Контроль горючих отходов: не допускать скопления легковоспламеняющихся материалов, включить регулярную уборку в систему противопожарных мер.

Обучение персонала: четко разъяснять сотрудникам риски, связанные с используемыми материалами и технологическими процессами; вводный инструктаж для новых работников; ознакомить каждого нового сотрудника с разделами плана пожарной безопасности, которые касаются его личной защиты в ЧС.

Техническое обслуживание оборудования: проводить плановые проверки и ремонт теплогенерирующих установок, чтобы исключить риск возгорания.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания гибридной силовой установки

Экологическая безопасность – это комплекс мер, направленных на сохранение природных систем и предотвращение их разрушения в результате человеческой деятельности.

Ключевые аспекты:

– защита экосистем от загрязнения, истощения и необратимых изменений;
– рациональное использование ресурсов (воды, почвы, воздуха, биоразнообразия);
– минимизация антропогенного воздействия на окружающую среду.

Основные направления:

– контроль загрязнений (промышленные выбросы, отходы, химические вещества);
– сохранение биоразнообразия (защита редких видов, восстановление лесов);
– устойчивое развитие (баланс между экономикой и экологией).

Экологическая безопасность – не просто синоним охраны природы, а системный подход к гармоничному взаимодействию человека и окружающей среды.

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе обслуживания гибридной силовой установки и сведем их в таблицу 11.

Таблица 11 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Обслуживание гибридной силовой установки	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей.	Масло трансмиссионное	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11].

Последствия игнорирования негативных факторов

– ухудшение здоровья населения (респираторные, онкологические заболевания).

– деградация экосистем (исчезновение видов, опустынивание).
– экономические потери (ущерб сельскому хозяйству, туризму).
– климатические катастрофы (учащение экстремальных погодных явлений).

Составляем сводную таблицу 12 с мероприятиями по минимизации вреда от пыли и СОЖ.

Таблица 12 – Сводная таблица с мероприятиями по минимизации вреда от пыли и СОЖ

Вредный фактор	Способ устранения	Примечание
Мелкодисперсная пыль	Фильтрация: – циклоны – грубая очистка крупных частиц (эффективность ~70–80%); – рукавные фильтры – задерживают частицы до 1 мкм (эффективность 95–99%); – электрофильтры – для субмикронной пыли (используют коронный разряд); – мокрые скрубберы – улавливание пыли водой (актуально для литейных цехов).	–
Испарения СОЖ и масляных аэрозолей	Маслоуловители (коалесцентные фильтры) – отделяют масло от воздуха. Угольные адсорбенты – для летучих органических соединений (ЛОС). Плазменно-каталитические очистители – разложение паров СОЖ на CO_2 и H_2O	ПДК для металлической пыли – 0,5–10 мг/м³ (зависит от металла). ПДК для масляных аэрозолей – 5 мг/м³ (СанПиН 1.2.3685-21).
Отходы различного типа: – металлическая стружка и лом; – промасленная ветошь, спецодежда; – твердые коммунальные отходы (ТКО)	Переплавка на металлургических заводах. Обезжиривание и сжигание в спецпечах. Сортировка и захоронение/переработка. Регенерация или сжигание в цементных печах	–
Опасные отходы	Масла (код 4 13 101–4 13 110). Промасленные материалы (код 4 13 201–4 13 204) – класс опасности 3-4	–

Идентификация вредных экологических факторов – первый шаг к разработке стратегий устойчивого развития и снижению антропогенной нагрузки на природу.

Выводы по разделу.

В рамках обеспечения производственной и экологической безопасности проекта выполнены следующие работы:

- составлен технологический паспорт процесса обслуживания гибридной силовой установки;
- проведена оценка профессиональных рисков с разработкой эффективных методов их минимизации;
- определен класс пожарной опасности производства, выявлены ключевые факторы возгорания и предложены превентивные меры;
- проанализировано воздействие на окружающую среду при сборке оборудования, разработан комплекс природоохранных мероприятий.

Заключение

В работе проводится анализ и разработка варианта конструкции гибридной силовой установки, выполненной по параллельной схеме, которую предполагается применять на автомобиле УАЗ Патриот.

Параллельная гибридная система была выбрана как наиболее подходящая для внедорожника, поскольку она:

- сохраняет механическую связь ДВС с колесами, обеспечивая высокую проходимость и надежность;
- позволяет гибко комбинировать мощность ДВС и электродвигателя, улучшая динамику и топливную экономичность;
- обеспечивает возможность движения только на ДВС, только на электротяге или в гибридном режиме.

Использование спроектированной гибридной силовой установки позволяет достичь существенного улучшения показателей топливной экономичности и снижения количества выбросов вредных веществ.

Разработана компоновка ГСУ с учетом особенностей трансмиссии и подвески автомобиля УАЗ Патриот.

После завершения работ по разработке необходимо единичное изготовление опытных образцов силовой установки для проведения испытаний, в случае положительного результата которых возможна организация мелкосерийного производства изделия. Но в перспективе следует ожидать значительного увеличения объемов производства автомобилей с гибридными силовыми установками.

Разработанная гибридная силовая установка параллельного типа для УАЗ Патриот демонстрирует повышение топливной экономичности, снижение вредных выбросов и сохранение внедорожных качеств автомобиля. Результаты работы подтверждают техническую реализуемость проекта и его перспективность для модернизации коммерческих и гражданских внедорожников.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Беспалов В. Я. Электрические машины: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. 2-е изд., испр. Москва: Академия, 2008. 312 с.

2 Богатырев А. В. Тракторы и автомобили: учеб. для студентов сред. спец. учеб. заведений по специальности 3106 «Механизация сел. хоз-ва» / А.В. Богатырев, В. Р. Лехтер; под ред. А. В. Богатырева. Москва: КолосС, 2005. 398 с.

3 Бокман Г. А. Конструкция и технология производства электрических машин и аппаратов [Текст]: [Учебник для сред. проф.-техн. училищ] / Бокман Г.А., Пузевский И.С. - 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Высш. школа, 1977. 368 с.

4 Болотов А. К. Конструкция тракторов и автомобилей: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по агроинженерным специальностям / А. К. Болтов, А. А. Лопарев, В. И. Судницын. Москва: КолосС, 2006 (Смоленск: Смоленская обл. тип. им. В.И. Смирнова). 349 с.

5 Вахламов В. К. Техника автомобильного транспорта: Подвиж. состав и эксплуатац. свойства: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Организация перевозок и упр. на трансп. (автомобил. трансп.) направления подгот. дипломир. специалистов «Организация перевозок и упр. на трансп.» / В.К. Вахламов. Москва: Academia, 2004 (ГУП Сарат. полигр. комб.). 521 с.

6 Галимзянов, Р. К. Теория автомобиля: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 190201 – «Автомобиле- и тракторостроение» / Р. К. Галимзянов; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. «Автомобили». Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. 219 с.

7 Галкин В. И. Транспортные машины: учебник для вузов. Москва: Издательство «Горная книга»: Издательство МГГУ, 2010. 587 с.

8 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. 22 с.

9 Гуревич А. М. Тракторы и автомобили: [Для инж. спец.] / А. М. Гуревич. - 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Колос, 1983. 336 с.

10 Конаков А. М. Трансмиссия тракторов и автомобилей: учеб. пособие для студентов вузов обучающихся по агроинженер. специальностям / А. М. Конаков; М-во высш. образования РФ, Нижегор. гос. с.-х. акад. Н. Новгород: Нижегор. гос. с.-х. акад., 2004. 106 с.

11 Огороднов С. М. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» и специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / С. М. Огороднов, Л. Н. Орлов, В. Н. Кравец; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева». Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2017. 284 с.

12 Петров Г. Г. Трансмиссия автомобилей (анализ конструкций, основы расчета): учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» направления подготовки дипломированных специалистов «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» / Г. Г. Петров, Э. И. Удлер; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Томский гос. архитектурно-строительный ун-т». Томск: Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2008. 255 с.

13 Сарафанова Е. В. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие / Е. В. Сарафанова, А. А. Евсеева, Б. П. Копцев. Москва: МарТ; Ростов-на-Дону: МарТ, 2006 (Тула : Тульская типография). 477 с.

14 Синельников А. Ф. Текущий ремонт грузовых автомобилей. Москва: Академия, 2023. 231 с.

15 Слепцов М. А. Основы электрического транспорта [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Электрический транспорт» направления подготовки «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / Слепцов М. А. [и др.]; под общ. ред. М. А. Слепцова. Москва: Academia, 2006. 462 с.

16 Смирнов, Ю. А. Электромобиль: инфраструктура и электротехнические компоненты: учебное пособие для вузов / Ю. А. Смирнов. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. 476 с.

17 Степанов А. А. Устройство автомобилей: учебник по специальностям «Техника и технологии наземного транспорта", «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»: 12+ / А. А. Степанов. Москва: Академия, 2023 (Рыбинск, Ярославская область). 303 с.

18 Тарасик, В. П. Теория движения автомобиля : учеб. для студентов, обучающихся по специальности 190201(150100) - Автомобиле- и тракторостроение / В. П. Тарасик. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. 478 с.

19 Чмиль, Владимир Павлович. Автотранспортные средства: учебное пособие / В.П. Чмиль, Ю.В. Чмиль. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011. 335 с.

20 Энтони Джутон, Ксавье Рейн, Валери Совант-Мойно, Франсуа Орсини, Кристель Сабер, Седдик Бача, Оливье Бету, Эрик Лабуре Электромобиль: устройство, принцип работы, инфраструктура / пер. с франц. В. И. Петровичева М.: ДМК Пресс, 2022. 440 с.

21 Ютт, В. Е. Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Расчет скоростных характеристик: учеб. пособие / В.Е. Ютт, В.И. Строганов. М.: МАДИ, 2016. 108 с.

22 Arnold, M. Simulation Algorithms in Vehicle System Dynamics / M. Arnold // Technical Report 27. - Martin-Luther-University Halle, Department of Mathematics and Computer Science, 2004. 27 p

23 Lowndes, E.M. Development of an Intermediate DOF Vehicle Dynamics Model for Optimal Design Studies / E.M. Lowndes, Raleigh, 1998. 209 p.

24 Pettersson, M. Driveline Modeling and Control / M. Pettersson. Linkoping, 1997. 150 p.

25 Puhs, Allen E., Hybrid vehicles CRC Press, London NewYork 2009. 505 p.

26 Wagner G. Transmission options / Gerhard Wagner// Automotive Engineering International. 2001. - Vol. 7 (109). 64-70 p.

Приложение А

Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А4			25.БР.01.04.0.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
А1			25.БР.01.04.0.61.00.000.ВО	Чертеж общего вида	1	
				Заимствованные изделия		
		1		Автомобиль УАЗ Патриот	1	
				Покупные изделия		
		2		Электродвигатель ПТ-125	1	
				Вновь разработанные изделия		
		3	25.БР.01.04.0.61.03.000	Раздаточная коробка	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	25.БР.01.04.0.61.00.000			
Разраб.		Несмелов М.А.			Автомобиль УАЗ Патриот с гибридным приводом параллельного типа	Лит.	Лист	Листов 1
Пров.		Бобровский А.В.				ТГУ, ЗМСб-2103а		
Н.контр.		Бобровский А.В.						
Утв.		Бобровский А.В.						

Копировал Формат А4

Рисунок А.1 – Спецификация на автомобиль УАЗ Патриот с гибридным приводом параллельного типа