

ПРЕПРИНТ

Тема: «СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШАССИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ СИЛОВЫМИ УСТАНОВКАМИ»

Аннотация.

В работе представлен системный анализ методологий проектирования шасси автомобилей с различными типами силовых установок - двигателями внутреннего сгорания, электрическими моторами и гибридными конфигурациями. Рассмотрены различия в распределении массы, компоновочных требованиях и нагрузочных характеристиках, определяющие специфику проектирования силовой структуры кузова. Показано, что переход к электротяге приводит к смещению инженерного акцента с передней части шасси на силовую структуру пола и батарейный модуль, который становится ключевым элементом обеспечения жёсткости и пассивной безопасности. Проведён сравнительный анализ архитектурных подходов и предложена обобщенная методология проектирования для альтернативных силовых установок.

Ключевые слова: шасси автомобиля, электромобиль, гибридные силовые установки, распределение массы, батарейный модуль, силовая структура, компоновка, модульная платформа.

Введение

Современный автомобильный рынок переживает технологический сдвиг, связанный с ускоренным внедрением электромобилей и гибридных силовых установок. Эти изменения затрагивают не только силовые агрегаты, но и всю конструкцию транспортных средств, включая одну из ключевых подсистем — шасси. В традиционных автомобилях с ДВС проектирование шасси основывалось на наличии крупного агрегата в передней части автомобиля, который формировал значительную долю массы и определял

требования как к силовой структуре, так и к кинематике подвески и деформационным зонам. Переход к электрическому приводу значительно меняет эти предпосылки: батарейный модуль, обладающий большой массой и располагающийся в нижней части кузова, радикально перераспределяет нагрузки и требует новых инженерных решений.

Цель работы провести сравнительный анализ методологий проектирования шасси автомобилей с различными типами силовых установок, выявить ключевые отличия, обусловленные структурой массы и компоновкой, и предложить универсальный подход, применимый к альтернативным архитектурам.

Основная часть

Анализ традиционных подходов проектирования шасси для автомобилей с ДВС показывает, что основные конструкционные решения ориентированы на размещение тяжёлого двигателя, трансмиссии и системы охлаждения в передней части автомобиля. Это определяет характер распределения массы: в большинстве случаев 55-65% нагрузки приходится на переднюю ось. В результате силовая структура передней части кузова усиливается, создаются протяжённые прямолинейные силовые пути, а деформационные зоны настраиваются в расчёте на поглощение энергии фронтального удара. Подвеска разрабатывается с учётом смещённого центра тяжести, а компоновка платформы определяется необходимостью интеграции громоздких узлов. Методологии расчёта базируются на фиксированной геометрии подкапотного пространства и традиционных силовых схемах кузова.

В электромобилях картина принципиально иная. Тяговая батарея, масса которой достигает 200-600 кг, размещается вдоль основания кузова и выполняет одновременно энергетическую и конструкционную функции. Низкое расположение батарейного модуля создаёт центр тяжести, существенно более низкий, чем у автомобилей с ДВС, и обеспечивает близкое к оптимальному распределение массы по осям (48-52%).

Современные платформы для электромобилей строятся по принципу «скейтборда»: несущий пол представляет собой жёсткую раму вокруг батарейного блока, а моторы могут быть размещены у осей в компактных модульных корпусах. Это принципиально меняет методологию проектирования: пол приобретает роль основного силового элемента, требующего защиты от ударов и высокой крутильной жёсткости. Важными становятся расчёты на локальную энергоёмкость и тепловые нагрузки батарейного отсека, а компоновка перестаёт зависеть от габаритов двигателя. Функции силовых путей перераспределяются, и внимание смещается от традиционных передних лонжеронов к структуре пола и боковым элементам.

Гибридные автомобили занимают промежуточное положение, но в инженерном плане являются наиболее сложными объектами. Наличие одновременно ДВС, тяговой батареи, электромотора и высоковольтной электроники приводит к увеличению массы на 150-300 кг по сравнению с аналогичными моделями с ДВС, а также создаёт значительную компоновочную перегруженность. В методологиях проектирования гибридного шасси используется мультикритериальный подход, учитывающий сразу несколько факторов: распределение массы, безопасность HV-систем, охлаждение аккумуляторов, вибонагруженность ДВС и ограниченные объёмы размещения. Усилинию подлежат центральный тоннель, пол и задние лонжероны, что делает платформы гибридов менее универсальными и увеличивает технологическую сложность.

Сравнительный анализ показывает, что различия методологий проектирования обусловлены:

- структурой и распределением массы силовых агрегатов;
- требованиями к жёсткости и защите силовых элементов (ДВС или батареи);
- особенностями компоновки и ограничениями внутреннего объёма;

- различиями в траекториях силовых потоков при ударных воздействиях.

Для автомобилей с ДВС доминирует подход, ориентированный на переднюю силовую структуру и энергоёмкие деформационные зоны. Для электромобилей - на усиление пола, интеграцию батареи в силовую схему и равномерное распределение нагрузок. Для гибридов — на компромисс между двумя архитектурами при высокой плотности размещения и ограниченном объёме для оптимизации.

Обобщённая методология проектирования шасси для автомобилей с альтернативными силовыми установками должна учитывать структурную интеграцию силовых компонентов, модульность платформы, гибкость компоновочных решений и зависимость силовых путей от типа энергоустановки. Наиболее перспективным направлением является разработка многовариантных модульных платформ, изначально рассчитанных на различные конфигурации силовых установок, что позволяет снижать затраты и повышать универсальность конструкций.

Вывод

Проведённый анализ демонстрирует, что переход к альтернативным силовым установкам требует глубокой трансформации подходов к проектированию шасси. Электромобили формируют новые требования к силовой структуре пола, жёсткости кузова и защите батарейного модуля. Гибридные автомобили представляют собой наиболее сложную компоновочную задачу, требующую многокритериальной оптимизации. Наиболее эффективным инженерным направлением является разработка модульных и вариативных платформ, обеспечивающих структурную совместимость с различными типами силовых установок. Полученные результаты подтверждают необходимость пересмотра традиционных методологий и формирования единой концепции проектирования шасси, соответствующей современным требованиям электромобильности.