

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПРИ ЗАМЕНЕ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

П. И. ФЕДЮНИН

ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет,
г. Новосибирск, Россия

(Поступила в редакцию 17.05.2023)

В статье рассматриваются вопросы обеспечения безопасности конструкции транспортного средства при замене силовой установки. Указываются причины вызвавшие необходимость замены. Приводится нормативная база для проведения подобных операций. Рассмотрены варианты замены и влияния этого процесса на конструктивные особенности транспортного средства, необходимость сочетания замены силового агрегата с совместимостью других механизмов и систем автомобиля. Также анализируется влияние подобного переоборудования на эксплуатационные характеристики автомобиля, обеспечения прочности кузова, развесовки и геометрических параметров. Обращается внимание на необходимость внесения изменений в систему электронного управления и программном сопровождении.

Основными причинами переоборудования транспортного средства заменой двигателя является выход из строя и невозможность ремонта штатного агрегата, желание снизить расход топлива путем замены бензинового двигателя на дизельный или необходимость повысить тягово-динамические и скоростные характеристики силовой установки для использования транспортного средства в специальных условиях, таких как бездорожье, климатические особенности, для участия в спортивных соревнованиях. Все вносимые изменения затрагивают исходную конструкцию автомобиля по различным позициям. Меняется вес, распределение его по осям. Возникает необходимость перемещения и переустановки элементов различных систем автомобиля в подкапотном пространстве. Кроме этого, во многих случаях приходится изменять или дорабатывать опоры крепления силового агрегата. Изменения могут нарушать эксплуатационные свойства автомобиля, поэтому необходимо учитывать все возможные негативные последствия, даже те, которые не отражены в нормативной документации. Важным моментом при смене силового агрегата является также необходимость синхронизировать его с электронной системой управления автомобиля, которая имеется у всех современных транспортных средств.

Ключевые слова: транспортное средство, изменение конструкции, силовой агрегат, двигатель, безопасность, трансмиссия, узел, агрегат.

The article deals with the issues of ensuring the safety of the vehicle structure when replacing the power plant. The reasons for the need for replacement are indicated. The regulatory framework for such operations is provided. The options for replacing and the influence of this process on the design features of the vehicle, the need to combine the replacement of the power unit with the compatibility of other mechanisms and vehicle systems are considered. The influence of such re-equipment on the performance characteristics of the vehicle, ensuring the strength of the body, weight distribution and geometric parameters is also analyzed. Attention is drawn to the need to make changes to the electronic control system and software support.

The main reasons for re-equipping a vehicle by replacing the engine are the failure and impossibility of repairing a standard unit, the desire to reduce fuel consumption by replacing a gasoline engine with a diesel one, or the need to increase the traction, dynamic and speed characteristics of the power plant for using the vehicle in special conditions, such as off-road, climatic features, for participation in sports competitions. All changes made affect the original design of the vehicle in different positions. The weight changes, as well as its distribution along the axes. There is a need to move and reinstall elements of various vehicle systems in the engine compartment. In addition, in many cases it is necessary to change or modify the mounting supports of the power unit. Changes can violate the performance of the vehicle, so it is necessary to take into account all possible negative consequences, even those that are not reflected in the regulatory documentation. An important point when changing the power unit is also the need to synchronize it with the electronic control system of the vehicle, which is available in all modern vehicles.

Key words: vehicle, design change, power unit, engine, safety, transmission, unit, aggregate.

Введение

При эксплуатации транспортных средств (ТС) у владельцев периодически возникает необходимость внесения изменений в конструкцию. Это связано с потребностью изменить (улучшить) эксплуатационные свойства автомобиля или расширить функциональную принадлежность.

Государство на законодательном уровне устанавливает определенные ограничения на подобные действия, руководствуясь только одной целью – сохранением безопасности.

В мире и в Российской Федерации в том числе существуют правила оценки соответствия ТС требованиям безопасности.

В Российской Федерации действует ГОСТ 33670-2015 «Автомобильные транспортные средства единичные. Методы экспертизы и испытаний для проведения оценки соответствия». В рамках таможенного союза существует Технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011).

Для проведения испытаний приводятся в соответствие методы измерений. Так в России действует национальный стандарт ГОСТ Р 8.563 – 20004 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений».

Практической оценкой уровня соответствия занимаются аккредитованные испытательные лаборатории, которые могут дать заключение о соответствии того или иного воздействия на конструкцию ТС установленным требованиям безопасности.

Все эти сложности преследуют одну цель: не допустить на дороги общего пользования опасные для жизни и здоровья человека автомобили [1].

Основная часть

Одним из самых популярных видов внесения изменений в конструкцию ТС является замена силового агрегата. Причин здесь три: замена вышедшего из строя двигателя на аналогичный б/у или после ремонта; улучшение характеристик двигателя, установкой силового агрегата в рамках модельного ряда ТС; замена двигателя на другой, не предусмотренный конструкцией для данного ТС.

В первом случае действие является заменой агрегата и не требует никакого оформления по изменению конструкции ТС. Второй не захватывает базовых размерных характеристик автомобиля, но всё-таки может нарушить некоторые эксплуатационные свойства автомобиля и поэтому подлежит проверке на соответствие требованиям безопасности. Третий случай подразумевает существенные воздействия на базовые узлы и агрегаты автомобиля и может вызвать серьезные нарушения основных эксплуатационных свойств, таких как устойчивость, управляемость, тормозная динамичность. В данном случае серьезная проверка на соответствие требованиям конструктивной безопасности просто необходима.

На современных автомобилях, кроме расширения модельного ряда, используют и применение в рамках одной модели ряда модификаций, в которых предусмотрено несколько двигателей и различных коробок передач. Число компоновок может перевалить за десяток, причем такие показатели как мощность и крутящий момент в заряженных версиях могут отличаться на десятки процентов.

Кроме этого, на один и тот же автомобиль могут устанавливаться как бензиновый, так и дизельный мотор. А они по своим мощностным и скоростным характеристикам, а также весу и габаритам, могут существенно отличаться. Требования к прочности конструкции кузова в топовых версиях также несколько отличаются от базовых. Поэтому установка на базовый автомобиль более мощного двигателя как минимум увеличит давление на опоры и повысит крутящее воздействие на элементы трансмиссии. Все это в итоге может привести к разрушению узлов и агрегатов трансмиссии, опор силового агрегата.

При проведении испытаний ТС с подобными изменениями обращают внимание именно на прочность мест крепления силового агрегата и исследуют скручивающее воздействие и ударные нагрузки на элементы коробки передач, карданных валов и шарниров. Для проведения подобных работ используется серьезная измерительная аппаратура и испытательные стенды. Еще одной особенностью форсированного двигателя, является большая его температуронапряженность, поэтому закладывается другой объем охлаждающей жидкости и другая производительность насоса. Из этого следует, что в базовой версии придется менять радиатор системы охлаждения и перенастраивать систему терморегулирования.

Дизельная версия предполагает замену системы топливоподачи и первичной фильтрации топлива. Поскольку дизель тяжелее, нарушается исходная развесовка автомобиля, изменение координаты центра тяжести, что в сумме повлияет на изменение параметров поперечной устойчивости и управляемости. Изменится поворачиваемость автомобиля, что приведет к изменению характеристик увода управляемых колес.

Эти изменения необходимо чем-то компенсировать. А оценка подобных изменений потребует проведение сложного комплекса как стендовых динамических испытаний, так и ходовых.

Дизельные двигатели так же больше шумят, что потребует дополнительной шумоизоляции салона, а еще дизельные двигатели оказывают большее вибрационное воздействие на кузов ТС. Это потребует не только повышения прочности опор двигателя, но и совершенствования конструкций опорных подушек с механическими или гидравлическими демферами.

Еще одна особенность дизеля – это его низкооборотистость. И это придется компенсировать в системах привода кондиционеров, насосов гидроусилителя рулевого управления, компрессоров.

Внимательно нужно подойти и к подбору сочетания агрегатов силовой установки двигателя и коробки передач. Большая разновидность коробок передач (роботизированные, вариаторные, гидромеханические) обуславливает необходимость подбирать их как к типу ДВС (дизельный или с искровым зажиганием), так и к силовым и мощностным характеристикам схожих моторов. Подбирать необходимо не только передаточные отношения в коробке передач, но и учитывать ударные и крутильные нагрузки на валы трансмиссии.

Перечисленные выше особенности изменения конструкции ТС заменой двигателя довольно серьезные и требуют проверки на соответствие требованиям безопасности, но они не затрагивают основного элемента автомобиля (базы или геометрических параметров его платформы), поэтому подобные

усовершенствования часто практикуются. А на автомобильных заводах стараются сделать платформу универсальной с запасом прочности и функционала для различных комплектаций силовых установок и их модификаций [2, 3]. Иногда запрашиваемые характеристики силовых установок не могут обеспечить варианты в пределах конструкции одной модели и владельцы ТС пытаются установить на свой автомобиль силовой агрегат с другого автомобиля.

Причин этому несколько: во-первых – стремление снизить расход топлива. В этом случае идет замена двигателя с искровым зажиганием на дизель; во-вторых – повышение тяговой динамичности. Это в первую очередь установка более мощного мотора; в-третьих – адаптация автомобиля к особым условиям эксплуатации, чаще это автоспорт. К разным видам автоспортивных состязаний свои требования: от оборотов и эластичности мотора на гоночных автомобилях, до выносливости на раллийных трассах и прочности на гонках по бездорожью. При заменах двигателя в первую очередь возникает вопрос соединения с основной трансмиссией. В этом случае конструируют оригинальную переходную плиту и решают проблему с идентичностью переходного (первичного) вала коробки передач и соосностью коленчатого вала и коробки передач. Внимание данному вопросу уделяется повышенное, т.к. это в первую очередь обеспечивает работоспособность силовой установки.

Следующий главный вопрос – это размещение силового агрегата в моторном отсеке и крепление его на раме (кузове). В большинстве случаев данная процедура потребует изменений конструкций опор крепления двигателя и в некоторых случаях коробки передач, а также самих кронштейнов на двигателе. Потребуется также подбор или изготовление оригинальных опор под силовой агрегат. Могут возникнуть сложности с креплением кронштейна на двигателе (изменение мест крепления), что может затронуть основную базовую деталь – блок цилиндров. Такой вариант должен быть исключен [3].

Установка нового двигателя потребует существенного вмешательства в некоторые системы его жизнеобеспечения и расположения их в моторном отсеке. В первую очередь это затронет систему топливоподачи и выпуска отработанных газов, систему очистки и подачи воздуха. Необходимо будет адаптировать систему охлаждения двигателя к новому силовому блоку и привязать к ней системы отопления и кондиционирования салона. Понадобятся изменения в электрооборудовании. Это затронет и системы управления двигателем и блок контрольно-измерительных приборов, и в целом придется внедряться и электропроводку, дорабатывать ее под поставленные задачи.

Установка двигателя приведет к изменению развесовки автомобиля, что может повлиять на такие эксплуатационные свойства, как устойчивость, управляемость, проходимость. Более тяжелый силовой агрегат кроме воздействия через опоры двигателя на кузов усилит нагрузку на элементы передней подвески, уменьшив ее ресурс и увеличив опасность пробоя и повреждения ее элементов на проблемных дорогах. В этом случае следует обратить внимание на необходимость усиления в подвеске как упругих ее элементов, так и перенастройки демфирующих систем [4].

Часто происходит замена всего силового агрегата, т.е. вместе с коробкой передач. Такой вариант более предпочтителен, т.к. не требует стыковки его основных компонентов – двигателя и коробки передач. В таком случае необходимо новое крепление коробки передач к раме или кузову, что потребует установки новых опор крепления и адаптацию или замену упругих элементов опоры.

При замене силового агрегата целиком вектор внимания переносится на остальные элементы трансмиссии. В первую очередь это карданная передача. Часто в подобных случаях именно карданная передача не выдерживает нагрузок и разрушается. В первую очередь страдает карданный шарнир, но встречаются случаи, когда просто скручивается само тело вала. Ударные нагрузки также разбивают шлицевые части валов. Поэтому при такого рода изменениях конструкции необходимо проводить стендовые испытания карданных валов и шарниров. Ударные нагрузки и перегрузки от повышенного крутящего момента также могут сказаться и на главной передаче и элементах межколесного дифференциала, а также подшипниках редуктора ведущего места. Этот агрегат тоже должен быть испытан на ударную прочность и радиальные нагрузки [5].

Современные автомобили оснащаются силовыми установками, имеющими электронное управление. Бортовые компьютеры связывают работу различных систем и механизмов автомобиля в целом и задают сложный алгоритм их взаимодействия затрагивая весь комплекс систем, отвечающих за ходовые качества, динамику, экономичность и экологичность, тормозные свойства, управляемость, устойчивость, проходимость, т.е. бортовая электронная система с соответствующим программным обеспечением является сегодня неотъемлемой частью автомобиля и любое вмешательство отразится на ее работоспособности.

Если рассмотреть отдельно двигатель, то электронные системы могут управлять в нем фазами газораспределения, режимом терморегулирования, топливоподачей, смесеобразованием, нейтрализации

ей отработанных газов, скоростными и тягово-динамическими характеристиками. При замене двигателя все вопросы, связанные с его управлением обостряются. Выхода два: первый – это перенастройка электронного модуля, второй – подбор и замена его на другой также с последующей его переналадкой. Учесть все нюансы базового варианта практически невозможно, поэтому ограничиваются частичными перепрошивками, обеспечивающими приемлемые характеристики двигателя, в первую очередь обеспечение соответствия экологическому классу. Но сегодня электронные системы автомобиля работают в комплексе, объединяя весь функционал в единый бортовой компьютер, который и обеспечивает взаимосвязь всех электронных систем управления. Это такие отдельные подсистемы, как двигатель – трансмиссия; двигатель – тормозная система; двигатель – рулевое управление; двигатель – ходовая часть.

В большинстве случаев во взаимосвязи находятся все системы транспортного средства. В первую очередь это залог конструктивной безопасности автомобиля. Поэтому любое действие, связанное с заменой элемента системы вызовет ее сбой и необходимость перенастройки, тем более если это силовой агрегат.

Существующие регламенты по оценке снесения изменений в конструкцию транспортного средства [6] так глубоко в существо вопроса не погружаются, а ограничиваются внешними выходными характеристиками. Цель – не ухудшить эксплуатационные свойства и не снизить безопасность.

Еще одна задача, которую нужно решить при замене силового агрегата, это адаптировать его к встроеной системе диагностики автомобиля. А это в свою очередь и программное обеспечение. Часто сохранить все имеющиеся на транспортном средстве системы диагностики не представляется возможным. Сохраняют только основные функции, которые влияют на сохранение конструктивной и эксплуатационной безопасности транспортного средства.

Заключение

В целом следует отметить, что любые изменения конструкции ТС, влияющие на его безопасность должны быть тщательно исследованы на предмет надежности, безопасности и сохранения эксплуатационных свойств. Именно изменение некоторых основных эксплуатационных свойств, связанных с изменением массы, центра тяжести автомобиля могут существенно изменить поведение его на дороге, особенно в экстремальных условиях. В первую очередь могут пострадать поперечная устойчивость и управляемость.

Все это необходимо знать и учитывать когда возникает потребность изменить конструкцию ТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств.
2. ГОСТ 33670-2015 Автомобильные транспортные средства единичные. Методы экспертизы и испытаний для проведения оценки соответствия: Межгосударственный стандарт Российской Федерации: дата введения 0104-2017/ Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 129 с.
3. ГОСТ Р 59889-2021 Транспортные средства. Внесение изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации. Технические требования, технический контроль и методы испытаний: Национальный стандарт Российской Федерации: дата введения 25-11-2021/ Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2021. – 44 с.
4. Постановление Правительства РФ от 6 апреля 2019 г. N 413 «Об утверждении Правил внесения изменений в конструкцию находящихся в эксплуатации колесных транспортных средств и осуществления последующей проверки выполнения требований технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств».
5. Суховеев, С. И., Федюнин П. И., Комлев В. А. Особенности замены силовых агрегатов транспортных средств // Актуальные проблемы инженерных наук. Сб. статей регион. студенч. научно-технич. конф.: Новосибирск, 2022. – С. 105–109.
6. Суховеев, С. И., Федюнин П. И., Комлев В. А. Требования безопасности при замене силового агрегата транспортного средства // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования. Материалы XIII международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры Надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ: Новосибирск, 2021. – С. 344–347.