

"БелавтоМАЗ"
Минский автомобильный завод
/головное предприятие/
УПРАВЛЕНИЕ ГЛАВНОГО КОНСТРУКТОРА

РЕФЕРАТ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ГРУ-
ЗОВОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ
ШОСЕЙНО-КОЛЬЦЕВЫХ ГОНОК

Инженер-исследователь

_____ А.В. Синкевич

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все большую популярность в Европе завоевывают шоссейно-кольцевые гонки грузовых автомобилей. Эти соревнования зародились в США, а в 1981 году в Зандвоорте (Голландия) впервые в Европе были организованы гонки грузовиков [5]. Этому примеру вскоре последовали Франция, Англия и скандинавские страны. В настоящее время в 9 европейских странах существуют национальные организации, которые объединены в ETRO - "Европейскую организацию гонок тягачей". Несколько последних лет проводился Чемпионат Европы по гонкам тягачей, в котором участвовали спортсмены в основном транспортных фирм, а Чемпионат 1988 года впервые объявлен ETRO для водителей и фирм-изготовителей автомобилей [1]. Кроме 9-ти этапов, составляющих Чемпионат Европы, в 1988 году проводится еще 9 гонок для тягачей. Это открытые чемпионаты стран членов ETRO и розыгрыши различных кубков. Все эти соревнования внесены в официальный календарь Международной Федерации автоспорта и проводятся на лучших кольцевых трассах Европы.

Все автомобили, участвующие в Чемпионате, разделены на 3 класса в зависимости от литража двигателей. По результатам каждой гонки (во время каждого этапа обычно проводится по две гонки для каждого класса автомобилей в зачет Чемпионата) водители и изготовители автомобилей получают определенное количество очков и денежный приз. По сумме всех гонок в конце сезона определяются Чемпионы Европы среди водителей и фирм-изготовителей в каждом классе, а также абсолютные Чемпионы, набравшие максимальное количество очков несмотря на класс.

Соревнования тягачей привлекают внимание не только зрителей. Все больше фирм, производящих различные узлы, агрегаты, механизмы, смазочные материалы, используют гоночные тягачи для доводки и обкатки новых конструкций и рекламы своей продукции. Спортивные автомобили имеют конструктивные особенности, учитывающие специфику движений при высоких скоростях.

І. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГРУЗОВЫХ СПОРТИВНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ШОССЕЙНО- КОЛЫЦЕВЫХ ГОНОК

Конструктивные особенности спортивного автомобиля МАЗ-5432С (рис.І.І) определялись необходимостью улучшения его тягово-динамических характеристик с учетом технических требований Международной Организации Гонки Тягачей (ЕТГО) на 1988 год [2; Приложение І] .

Серийный автомобиль МАЗ-54322, оснащенный силовым агрегатом ЯМЗ-238 объемом 14860 см³, входит в третий класс тягачей 14101-18500 см³. Для достижения большей мощности при форсировке за базовый был принят двигатель ЯМЗ-8424 объемом 17240 см³, который в настоящий момент форсирован от 420 до 700 л.с. Установка силового агрегата показана на рис.І.2. Наддув - газотурбинный с радиальной центробежной турбиной и центробежным компрессором, избыточное давление наддува 0,2 МПа. Турбокомпрессор ТКР-ІІ-ЯМЗ. Для охлаждения наддувочного воздуха применен встроенный охладитель типа воздух/вода. Система впрыска топлива раздельного типа, топливный насос высокого давления повышенной производительности и форсунки с многодырчатым распылителем.

Полная масса спортивного автомобиля МАЗ-5432С - 6650 кг, в том числе

- на переднюю ось - 4410 кг,
- на заднюю ось - 2240 кг.

С целью облегчения на автомобиль не устанавливались запасное колесо с кронштейном, инструментальный ящик с кронштейном. Топливный бак ёмкостью около 100 л оригинальной конструкции размещен между лонжеронами в средней части рамы (рис.І.3). Горловина герметически закрывается резьбовой пробкой, размещена справа по ходу. Для снижения внутреннего давления в баке при обратном сливе топлива и предотвращения его подтеканий имеется отверстие для сапунирования.

Привод останова двигателя на топливном насосе механический с места водителя. Пневмопривод останова (заслонки на выхлопном коллекторе) отсутствует.



Рис. I.1.

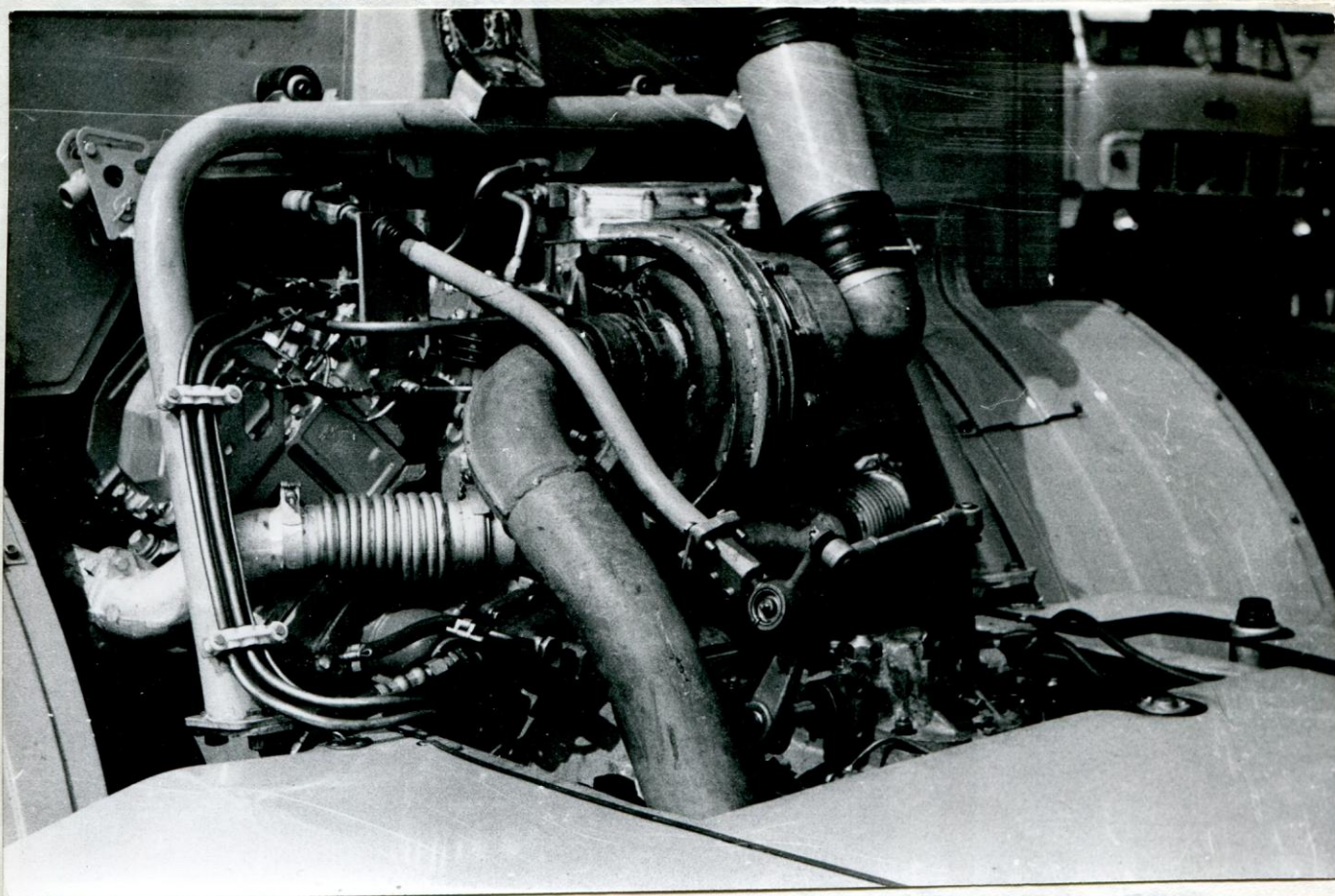


Рис. I.2.

Для снижения потерь мощности двигателя отсутствуют воздушный фильтр и глушитель. Забор воздуха производится над лобовым стеклом в передней части кабины, т.к. в штатном месте забора за кабиной при высоких скоростях возможно образование зоны разряжения.

Для получения наилучших характеристик разгона автомобиля по данным расчетов ЭВМ применительно к трассе в Венгрии было определено оптимальное передаточное число заднего моста 4,05. Конструктивно задний мост был выполнен одноступенчатым с центральным коническим редуктором передаточным числом 4,0 и механизмом принудительной блокировки дифференциала с пневмоприводом. Во время гонки в сухую погоду целесообразно пользоваться постоянно включенной блокировкой заднего моста для исключения потерь мощности при пробуксовке одного из колес. Такое возможно, например, если в повороте одно колесо ведущего моста оказывается на грунте или отрывается от полотна дороги.

Передняя ось автомобиля перспективной конструкции выполнена под установку дисковых колес. За счет фрезеровки нижних кронштейнов передних амортизаторов, которые размещаются между балкой и рессорой, под углом 5° величина продольного наклона шкворня достигла 7° . Это было выполнено для улучшения устойчивости автомобиля в повороте.

На автомобиль были установлены бескамерные широкопрофильные шины фирмы "Семперит" (Австрия) 315/80R22,5 на литых алюминиевых дисках.

По информации представителя фирмы-изготовителя "Семперит" их шины работают в повороте наиболее эффективно, когда оба управляемых колеса в диапазоне 0° – 17° поворачиваются на одинаковый угол. Для получения указанных характеристик был произведен дополнительный расчет геометрии рулевого управления и изготовлены новые продольные рычаги. Однако вопрос требует дополнительных исследований. Схождение управляемых колес установлено 0° .

Подвеска передняя: рессора уменьшенной жесткости за счет изменения ориентации 2-го листа (перевернут на 180°) и удаления из пакета 4-ех нижних листов; для улучшения плавности хода установлены полиуретановые втулки между задним концом рессоры и стяжным болтом.

Установлен стабилизатор поперечной устойчивости. Центр тяжести понижен, примерно, на 40 мм.

Подвеска задняя: подрессорник отсутствует. Уменьшена жесткость рессоры до 165 кг/см за счет уменьшения пакета.

Центр тяжести понижен примерно на 40 мм. Установлен передний стабилизатор поперечной устойчивости (крепится за нижнюю полку лонжерона и под задние стремянки). По месту установлены амортизаторы с ходом 275 мм.

Для охлаждения масла системы гидроусилителя руля в сливную магистраль включена дополнительная трубка, которая установлена перед радиатором системы охлаждения двигателя.

Тормозная система упрощена с учетом условий ее работы, отсутствует система пневмопривода тормозов полуприцепа. Переделан регулятор тормозных сил — регулировка осуществляется вручную. Установлена АБС на задние тормоза, применены тормозные накладки "Мерседес". С целью лучшего охлаждения тормозов не устанавливались грязезащитные щитки. В пластиковом спойлере, который размещен под бампером автомобиля, предусмотрены специальные воздухозаборники, которые направляют встречный поток воздуха по гибким шлангам на тормозные колодки (рис. I.4.).

Электрооборудование: автомобиль оснащен двумя аккумуляторами 6СТ-132, размещенными между лонжеронами в задней части рамы. Автомобиль полностью обесточивается при отключении массы снаружи и внутри. Выключатель массы снаружи автомобиля расположен в легкодоступном месте.

Для защиты водителя в кабину вварен каркас безопасности, представляющий собой замкнутую пространственную форму из трубы $\varnothing 65 \times 4$ (рис. I.5.). Установлено спортивное сидение и ремни безопасности. Тонель кабины снизу обшит листами асбеста толщиной 5 мм и алюминия — 3 мм.

В пространстве от задней части кабины до заднего моста на раму автомобиля установлены специальные защитные отбойники из трубы $\varnothing 50 \times 5$, обшитые листом алюминия толщиной 2 мм.

Лидирующие позиции в третьем классе автомобилей (I4IOI-18500 см³), в котором участвуют тягачи МАЗ-5432С с двигателем ЯМЗ-8424 объемом 17240 см³, занимают автомобили Вольво Уайт Роуд Босс II (США-Швеция) С. Боргуда, Вольво Уайт Роуд Босс Д. Аллена и Кенворт W 900А (США) Р. Уолкера [3;4;5;6] . Эти автомобили оснащены двухтактными дизельными двигателями фирмы Камминз (США) литражом 2-го класса. Они легче других автомобилей и за счет капотной компоновки имеют лучшее распределение веса по осям. Конкуренцию этим автомобилям составляют тягачи европейского производства: капотный Скания Т143 (Швеция), МАН 19462 (ФРГ), Мерседес 2250 (ФРГ) с двумя управляемыми передними осями,



Рис. I.3.



Рис. I.4.



Рис. 1.5.

Ивеко I9038 (Италия), Мерседес I644, I638S и другие.

Двигатели большинства автомобилей оборудованы двумя турбокомпрессорами, обеспечивающими давление воздуха 0,32–0,36 МПа с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха (рис. I.6.)

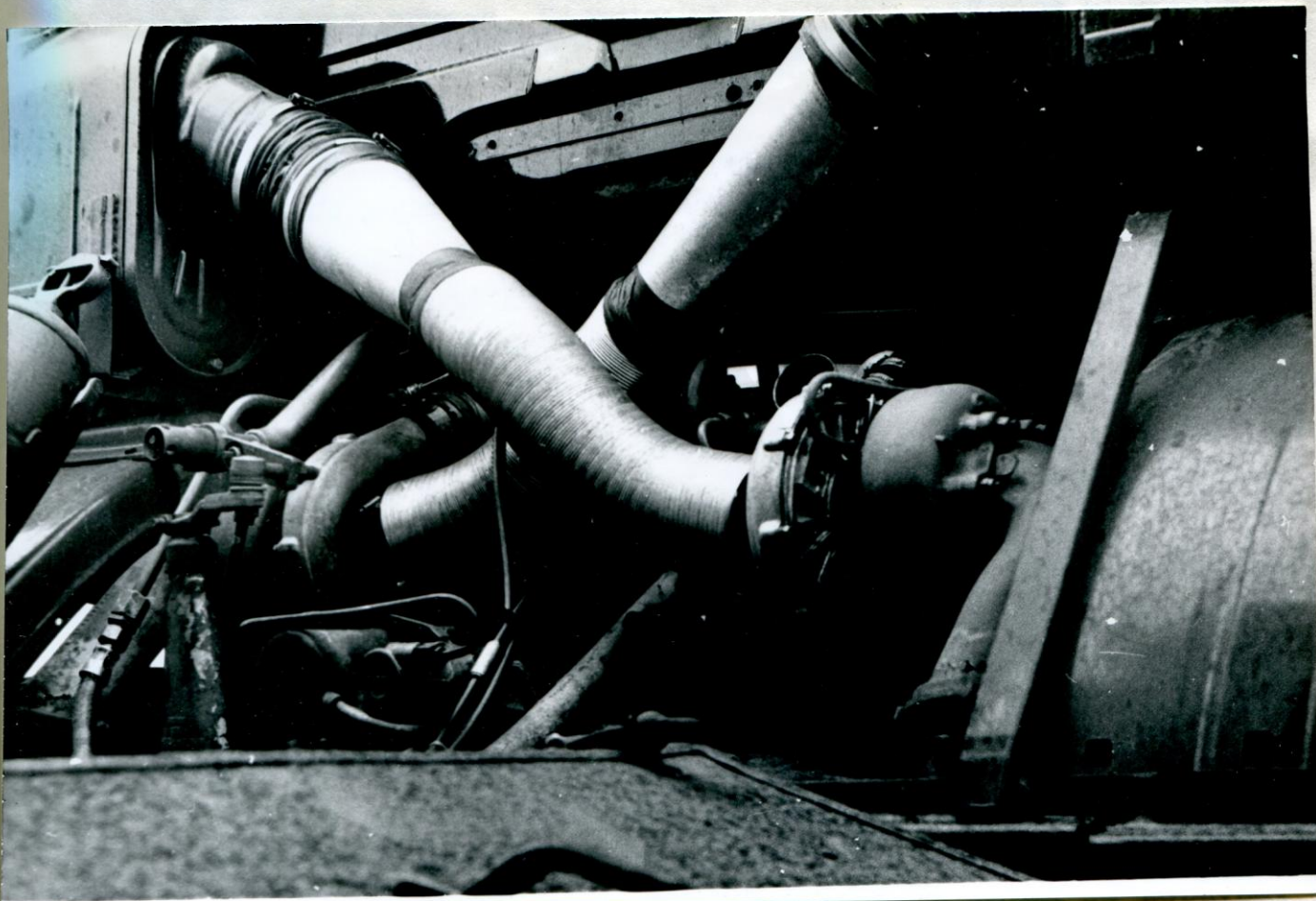


Рис. I.6.

Большое внимание уделяется эффективности работы тормозов. Практически все автомобили оборудованы антиблокировочными системами передних и задних тормозов. Различными способами обеспечивается охлаждение тормозов: устанавливаются щитки и гибкие планки большого диаметра для эффективного обдува тормозных колодок потоком встречного воздуха. На автомобиле Мерседес I644 венгерского гонщика Я. Красного охлаждение передних тормозов дополнительно осуществляется водой. При нажатии на тормозную педаль вода из специальной емкости около 40 л через форсунки направляется в торец тормозного барабана. На некоторых автомобилях (например, на МАН I9462) применяются дисковые тормоза с одним, двумя и даже тремя дисками. Многие автомобили имеют одноступенчатый задний мост, малолистовые рессоры передней и задней подвесок.

2. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ МАЗ И УЧАСТИЯ В СОРЕВНОВАНИЯХ

Во время гонок автомобиль, его узлы и агрегаты работают в условиях сверхнагрузок. Поэтому не вызывает сомнений целесообразность использования спортивных автомобилей для проведения испытаний на прочность и надежность, доводки конструкции узлов и систем. Это подтверждает и опыт участия в этих соревнованиях спортивных автомобилей МАЗ. Для совершенствования их конструкции необходимо проводить планомерные исследования прежде всего тяговой динамики для определения оптимальных параметров двигателя и трансмиссии, кинематики рулевого управления, компоновки автомобиля с применением легких сплавов и композиционных материалов для уменьшения веса автомобиля и улучшения развесовки.

Соревнования выявили ряд недостатков в конструкции автомобилей и позволили, используя мировой опыт, наметить пути их устранения.

Дальнейшее повышение мощности двигателя можно получить за счет повышения давления наддува и цикловой подачи топлива. Необходимым является также эффективное охлаждение наддувочного воздуха. Для этого возможна установка дополнительного жидкостного радиатора для охладителя или применение системы воздух/воздух. Необходимы дополнительные исследования по определению оптимальных геометрических параметров лопаток турбины и формы ее корпуса. Один из возможных вариантов — установка двух турбокомпрессоров, по одному на каждый ряд цилиндров. Для повышения цикловой подачи требуется доработка плунжерных пар топливного насоса, разработка однорежимного регулятора оборотов двигателя, допускающего более динамичный набор двигателем оборотов и контроль максимальной частоты вращения коленчатого вала.

В процессе работы над спортивным автомобилем МАЗ в 1987–1988 годах было обкатано две конструкции задних мостов — с колесными передачами общим передаточным числом 4,84, и одноступенчатого с центральными коническими редукторами 3,45 и 4,0. На двухступенчатых мостах, прошедших две гонки, отказов не было. В ходе обкатки одноступенчатых мостов были замечания по соединению полуосей и шестерен ступиц, поломки муфты блокировки дифференциала и полуоси. Дефекты устраняются. В настоящее время разработан и изготавливается новый двухступенчатый задний мост с гаммой редукторов с передаточным отношением от 3,5 до 4,8 для различных трасс.

Необходимая доработка ведется с передней осью с целью установки легкоъемного тормозного барабана.

Для передней подвески изготовлены и установлены на автомобиле малолистовые рессоры, которые имеют жесткость такую же, как серийная рессора вместе со стабилизатором. Разрабатывается малолистовая задняя рессора. Необходимы дополнительные исследования для определения возможности установки пластиковых малолистовых рессор.

В ходе гонки тормозная система работает с большой интенсивностью, тормозные барабаны нагреваются до $600-700^{\circ}\text{C}$. Здесь возникает проблема материала для тормозных накладок, способного сохранять при таких температурах свои фрикционные свойства. Необходимо также более эффективное охлаждение тормозов. С этой целью на автомобилях установлены щитовые воздухозаборники на обдув передних тормозов и разработана система автоматического обдува тормозов воздухом под давлением. Требуют решения вопросы установки АБС на передние тормоза, обеспечения более быстрого растормаживания, использования дисковых тормозов.

Для улучшения работы гидроусилителя руля необходимо конструктивное решение для изменения места установки насоса ГУР. В настоящее время он устанавливается с задней стороны левого блока цилиндров под выхлопным коллектором. Это приводит к перегреву насоса и большому пенообразованию масла, что ухудшает работу гидроусилителя.

Большое внимание следует уделить подбору смазочных материалов и использованию передовой технологии при обработке деталей.

3. ВЫВОДЫ

3.1. Интересы усовершенствования конструкции и повышение ее технического уровня, а также расширение рекламы и обеспечение конкурентоспособности автомобилей МАЗ требуют создания специальных спортивных автомобилей на базе седельных тягачей МАЗ и участия в соревнованиях Чемпионата Европы по гонкам грузовых автомобилей. Кроме того, имеется возможность получения валютной прибыли от рекламы зарубежных фирм, размещаемой на спортивных автомобилях.

3.2. Создание грузового спортивного автомобиля потребует решения ряда научно-технических проблем. Это прежде всего определение оптимальных параметров двигателя и трансмиссии; повышение эффективности работы тормозов за счет применения новых фрикционных

материалов, внедрения АБС, охлаждения тормозных механизмов; облегчение автомобиля за счет применения легких сплавов.

Дальнейшее повышение мощности двигателя требует решения вопросов по более эффективному охлаждению наддувочного воздуха, доработке топливного насоса и турбокомпрессора, отводу тепла от двигателя.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГРУЗОВЫМ СПОРТИВНЫМ АВТОМОБИЛЯМ

Все основные технические характеристики и устройство средств пассивной безопасности гоночных тягачей регламентированы техническими требованиями, разработанными ETRC [2].

В соответствии с ТТ к соревнованиям допускаются двухосные и трехосные тягачи с полной массой в составе автопоезда не менее 14 т (с полуприцепом – не менее 28 т). Они подразделяются по классам в зависимости от объема цилиндров.

Класс I – до 11950 см³

Класс 2 – 11951 – 14100 см³

Класс 3 – 14101 – 18500 см³

Автомобили с двигателями без наддува участвуют на класс ниже чем определено рабочим объемом. Автомобили с двухтактными двигателями участвуют на класс выше.

Большое внимание в ТТ уделяется оборудованию для обеспечения безопасности. Внутри кабины водителя устанавливается каркас безопасности, представляющего собой пространственную ферму, сваренную из стальных труб. Назначение каркаса безопасности – защитить водителя в случае аварии. Прочность каркаса безопасности зависит прежде всего от его конструкции и надежного крепления к кабине водителя. Опорные площадки должны быть как можно большего размера для распределения нагрузок по максимальной поверхности. Также рекомендуется сваривать каркас безопасности с кабиной – стойками лобового стекла, двери и др. Это увеличивает жесткость и стабильность конструкции.

Боковые защитные дуги размещаются в пространстве между брызговиками передних и задних колес с целью предотвращения контакта колес разных автомобилей в ходе гонки и предохранения топливных баков и других элементов автомобиля в случае столкновения. Боковые защитные дуги изготавливаются из стального профиля или труб, размеры и толщина которых, а также все габаритные размеры дуг, оговорены в технических требованиях. При условии выполнения определенных предписаний разрешается установка задних защитных дуг за вешущим задним мостом.

Ремни безопасности должны быть промышленного изготовления, состоять из двух плечевых поясов и одного брюшного и надежно крепиться в четырех точках.

На автомобиле должна быть предусмотрена установка двух огне-тушителей в кабине и снаружи емкостью по 5 литров с наполнителем ХАЛОН 1211 или 1301 или системы пожаротушения с пуском с места водителя и снаружи. Допускается использование системы автоматического включения с использованием термодатчиков.

Автомобили должны быть снабжены общим выключателем в кабине, и снаружи, который выключает двигатель и обеспечивает все электрические цепи, запитанные от аккумуляторов.

Автомобили с опрокидывающейся кабиной должны быть снабжены дополнительным устройством, позволяющим удержать кабину в нормальном положении в случае отказа основного запорного устройства. Слабым элементом этого устройства должен быть болт М16 либо два болта М12.

Во время тренировок и соревнований водители должны быть одеты в огнеупорные или огнезащитные комбинезоны, перчатки, сапоги, а также шлема, соответствующие нормам для международных автомобильных соревнований.

Общие технические предписания, касающиеся всех основных узлов и систем автомобиля, выделены в ТТ в специальный раздел.

Двигатель должен быть отделен от кабины защитной стенкой из негорючего материала, которая не должна давать доступа жидкостям и пламени в случае пожара. Запрещается располагать топливо - маслопроводы внутри кабины. Сапуны двигателя с выходом с атмосферы должны заканчиваться емкостью не менее 4 литров расположенной таким образом, чтобы масло не вытекало на гоночное кольцо. Во время тренировок и соревнований максимальные обороты двигателя не должны превышать 2600 об/мин, а максим. скорость - 160 км/ч. Выбор типа турбокомпрессора, радиатора, амортизаторов, сцепления, коробки передач не ограничен. Но любая замена указанных элементов должна быть одобрена заводом-изготовителем.

Выбор выхлопных труб, расположенных после турбокомпрессора не ограничен, но их оконечность не должна выходить за внутреннюю плоскость автомобиля (вид сверху) и проходить над лонжероном шасси.

Основные тормоза могут быть любого исполнения, но должны быть заводского патентованного изготовления. Стояночный тормоз должен быть с механическим приводом, т.е. приводимый в действие не давлением воздуха, а пружиной. Разрешено охлаждение тормозов с использованием воздуха и воды. Допускается установка дисковых тормозов, но только с разрешения завода-изготовителя.

Допускается применение алюминиевых или магниевых литых дисков колес, максимальная ширина обода - 229 мм. Максимально допустимая ширина профиля шин - 315 мм. Разрешается устанавливать только бескамерные радиальные шины фирм официально допущенных организаторами. Годность шины к использованию во время соревнований определяется глубиной протектора (до 2 мм мин.). Разрешена нарезка протектора, но использовать такие шины можно только на ведущих мостах.

Топливный бак произвольной конструкции и емкости должен быть надежно установлен на шасси и защищен ограждением от ударов.

За исключением дополнительных установок во время гонок, максимально допустимый уровень шума - 91 дБА, измеренный на высоте 1,2 м над землей в 8 м от продольной оси автомобиля и под углом в 90° к этой оси. Измерения должны проводиться при работающем двигателе с 1950 об/мин.

Сидение водителя должно быть прочно закреплено, не перемещаться, не наклоняться и т.д. Сидения пассажиров могут быть удалены. Коврики и обшивка пола должны быть убраны. Автомобиль может быть снабжен несерийным рулем промышленного изготовления.

Разрешается оборудовать автомобиль облицовками из алюминиевого листа или стеклопластика. Однако облицовка не должна затруднять доступ к устройствам безопасности.

Максимальный разрешенный вес полностью заправленного автомобиля перед гонкой должен быть не менее 90% веса автомобиля по инструкции изготовителя. Это относится к общему весу автомобиля и нагрузкам на оси. Искусственный балласт запрещен.