

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-37 01 02 «Автомобилестроение (по направлениям)»
очной формы обучения*



Могилев 2021

УДК 001.891
ББК 39.33
О62

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
12 мая 2021 г., протокол № 9

Составитель ст. преподаватель Е. В. Заровчатская

Рецензент канд. техн. наук А. Е. Науменко

Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Основы проектирования автомобилей» предназначены для студентов специальности 1-37 01 02 «Автомобилестроение (по направлениям)» очной формы обучения.

Учебно-методическое издание

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	Е. А. Галковская
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84 /16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Практическое занятие № 1. Условия эксплуатации автомобиля. Классификация и система обозначения автотранспортных средств	5
2 Практическое занятие № 2. Разработка технического задания на проектирование автомобиля.....	8
3 Практическое занятие № 3. Анализ компоновочных схем грузовых автомобилей. Организация рабочего места водителя.	12
4 Практическое занятие № 4. Анализ компоновочных схем легковых автомобилей. Размещение водителя и пассажиров.	16
5 Практическое занятие № 5. Анализ компоновочных схем автобусов. Планировка пассажирского помещения.	20
6 Практическое занятие № 6. Техничко-экономический анализ и оценка технического уровня новой техники.	26
7 Практическое занятие № 7. Безопасность автомобиля.	30
8 Практическое занятие № 8. Надежность автомобиля.	33
9 Практическое занятие № 9. Вероятностный расчет ресурса деталей автомобилей.	39
Список литературы	42

Введение

Целью преподавания дисциплины «Основы проектирования автомобилей» является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков о проектировании автомобилей, которые позволяют решать задачи, возникающие при создании новых автомобилей.

В процессе обучения студенту необходимо ознакомиться с принципами эксплуатации автомобилей, основными компоновками большегрузных и легковых автомобилей, автобусов, вопросами безопасности и надежности автомобиля, расчетом технико-экономических показателей и показателей безотказности работы.

1 Практическое занятие № 1. Условия эксплуатации автомобиля. Классификация и система обозначения автотранспортных средств

Цель работы: ознакомиться с различными условиями эксплуатации автомобилей. Изучить и применить на практике обозначения автотранспортных средств.

Общие сведения

1.1 Условия эксплуатации

Условия эксплуатации – это совокупность факторов, действующих на автомобиль при его эксплуатации. Каждая модель автомобиля создается применительно к определенным условиям эксплуатации. При проектировании автомобиля необходимо учитывать транспортные, дорожные и климатические условия эксплуатации, которые оказывают влияние на конструкцию и показатели эксплуатационных свойств автомобиля.

Транспортные условия эксплуатации. Транспортные условия эксплуатации грузовых автомобилей общего назначения и специализированных определяются:

- видом груза (наименованием, физико-механическими свойствами, плотностью, размером и массой единицы груза);
- объемом перевозок – количеством груза, которое требуется перевозить в единицу времени;
- партионностью перевозок – количеством груза, которое требуется перевозить на одном автомобиле одновременно;
- расстоянием перевозок (местных – до 50 км, междугородных – 50 км и более);
- режимом работы автомобиля, который характеризуется временем пребывания в наряде, средним суточным и годовым пробегом, равномерностью перевозок;
- видом маршрута (маятниковым и кольцевым – на местных перевозках, участковым и кольцевым – на междугородных);
- способом погрузки и выгрузки грузов (ручным, механизированным);
- условиями хранения, технического обслуживания и ремонта.

Транспортные условия работы пассажирских автомобилей характеризуются факторами, связанными с перевозкой пассажиров. Автобусные пассажирские перевозки бывают городскими, пригородными, междугородными, местными, туристскими, экскурсионными. Перевозки на легковых автомобилях – таксомоторными, служебными, личными и прокатными.

Транспортные условия определяют специализацию автомобиля, а следовательно, его конструкцию и эксплуатационные свойства. Автомобиль должен быть максимально приспособлен для перевозки одного или нескольких близких по виду грузов. Партионность груза определяет оптимальную грузоподъемность при проектировании, а плотность – объем кузова.

Дорожные условия эксплуатации. Дорожные условия характеризуются прочностью дорожного покрытия, рельефом местности, элементами профиля, ровностью дорожного покрытия, интенсивностью движения и стабильностью проезжего состояния.

Прочность дорожного покрытия определяется максимальной допустимой нагрузкой на ось и полной массой транспортного средства.

В соответствии с действующим СНиП 2.05.02–85 все дороги общего пользования делятся на пять категорий, различающихся видом покрытия и его несущей способностью.

Дорожные условия оказывают наибольшее влияние на конструкцию и показатели эксплуатационных свойств автомобиля. В соответствии с допустимой осевой нагрузкой на одиночную ось автомобиля делятся на дорожные и внедорожные. Конструкции автомобилей, предназначенных для движения по дорогам с усовершенствованным покрытием и в условиях бездорожья, существенно различаются.

Климатические условия эксплуатации. Согласно ГОСТ 15150–69 вся территория земного шара разделена на несколько климатических районов. Территория СНГ входит в зоны умеренного, холодного, жаркого и высокогорного климата.

В зонах умеренного климата минимальная температура воздуха зимой в течение 40...180 дней составляет от минус 20 °С до минус 30 °С, а максимальная температура летом достигает плюс 30 °С. В зонах холодного климата в течение 200...300 дней в году минимальная температура воздуха составляет от минус 40 °С до минус 60 °С. Зоны жаркого и высокогорного климата характеризуются короткой зимой, высокой летней температурой от плюс 45 °С до плюс 50 °С и малой влажностью воздуха.

От климатических условий зависит состояние дорожного покрытия (влажное, заснеженное, обледенелое) и видимость (дождь, снегопад, туман). Температура окружающего воздуха влияет на тепловые режимы работы двигателя, механизмов и систем автомобиля. Отклонение температуры от стандартной приводит к ухудшению показателей тягово-скоростных свойств и топливной экономичности.

Для работы в условиях умеренного климата автомобили выпускаются в стандартном климатическом исполнении.

Автомобили в северном исполнении оборудуются устройствами облегчения пуска двигателя, обогрева кузова и кабины, аккумуляторных батарей и топливных баков. Применяются арктические сорта топлива и смазочных материалов, морозостойкие конструкционные материалы.

Южное исполнение автомобиля отличается усиленной системой охлаждения двигателя, системой очистки воздуха от пыли, устройствами вентиляции, пылезащиты и кондиционирования воздуха в кабине водителя. Конструкционные материалы и эксплуатационные жидкости должны быть рассчитаны на эксплуатацию при высоких температурах.

1.2 Система обозначения АТС

Базовая модель – изделие, преобладающая часть агрегатов, узлов и деталей которого технически и экономически обоснованно используется для создания других изделий данного семейства.

Производная модель – изделие, в котором использованы основные агрегаты и узлы базовой модели со свойствами и параметрами, обеспечивающими ему дополнительные специальные эксплуатационные свойства, отсутствующие у базовой модели и ее модификации. Примером может служить седельный тягач на базе бортового автомобиля.

Модификация модели – изделие, отличающееся от изделия данной модели по параметрам, области применения или назначению. Например, автомобиль с двигателем увеличенной мощности является модификацией базовой модели.

Базовая модель автомобиля обозначается четырьмя цифрами (рисунок 1.1): первая указывает на его принадлежность определенному классу; вторая – его вид; третья и четвертая – порядковый номер модели изделия в пределах каждого вида и класса.

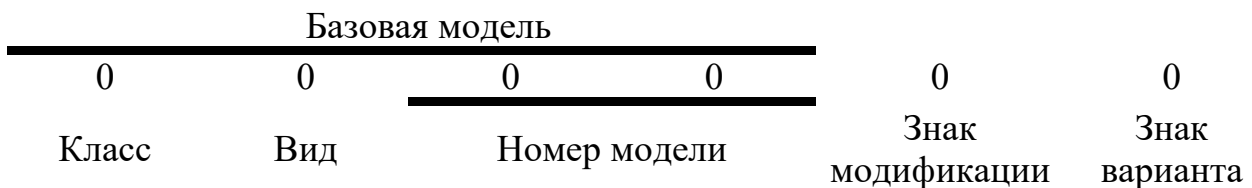


Рисунок 1.1 – Схема обозначения автомобилей

Модификация базовой модели автомобиля обозначается пятым цифровым знаком. Экспортным вариантам базовой модели автомобиля и ее модификации, а также прицепа присваивается шестой знак в индексе.

В обозначениях прицепов, полуприцепов и роспусков первая и вторая цифры сохраняют тот же смысл. В третьем и четвертом знаках индекса модели прицепов, полуприцепов и роспусков предусмотрено обозначение их полной массы.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить основные положения ГОСТ 15150–69 и СНиП 2.05.02–85.
- 2 Для автомобилей, приведенных в таблице 1.1, подготовить их краткое описание, технические характеристики, сформулировать условия эксплуатации (транспортные, дорожные, климатические).
- 3 Привести расшифровку обозначения автомобиля с указанием его класса, вида, номера модели.
- 4 Составить отчет.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5
Модель	ГАЗ-52-03	КамАЗ-5410	Урал-375Д	БЕЛАЗ-75473	БЕЛАЗ-75551

Продолжение таблицы 1.1

Вариант	6	7	8	9	10
Модель	ЗИЛ-130-76	Краз-256Б1	Урал-377Н	КамАЗ-5511	ЗИЛ-4502

Продолжение таблицы 1.1

Вариант	11	12	13	14	15
Модель	МОАЗ-75292	ЗИЛ-133Г2	МОАЗ-65010	МАЗ-53352	МАЗ-6312С9

Контрольные вопросы

1 Сформулируйте транспортные, дорожные и климатические условия эксплуатации автомобилей (легковых, грузовых различного назначения, автомобилей большой единичной мощности).

2 Назовите принципы системы обозначения автотранспортных средств.

2 Практическое занятие № 2. Разработка технического задания на проектирование автомобиля

Цель работы: ознакомиться с комплектом документов, необходимых при проектировании автомобиля.

Общие сведения

Техническое задание служит первичным документом для разработки конструкторской документации.

Техническим заданием устанавливаются основное назначение автомобиля, условия его эксплуатации, технические характеристики, показатели качества, технико-экономическое обоснование целесообразности производства новой или модернизированной конструкции автомобиля, специальные требования к автомобилю, а также необходимые стадии разработки конструкторской документации.

Техническое задание разрабатывается предприятием-разработчиком автомобиля на основе утвержденного перспективного типажа и других нормативных документов или решений директивных органов. При этом обобщаются материалы о результатах испытаний и эксплуатации автомобилей предыдущей модели, анализируются уровень развития техники, требования по

безопасности движения, объем потребления продукции отрасли в стране и за рубежом и развитие службы сервиса.

При разработке технического задания учитывают производственные мощности и возможности предприятия-изготовителя автомобиля и его смежников-поставщиков. В структуре ориентированного на рынок производства возможности последнего являются определяющими при разработке технического задания. При этом следует учитывать возможность появления новых международных правил и предписаний.

На этапах конструирования и испытаний автомобиль превращается в объект производства. Работы по конструированию и испытаниям взаимосвязаны. В процессе конструирования некоторые положения технического задания иногда уступают место объективным факторам: результатам замеров и уточненных расчетов, статистическим данным, более тщательным оценкам производственных возможностей и т. д.

Техническое задание уточняется на первом этапе конструирования (эскизный, технический проект). Уже на первом этапе конструирования параллельно с разработкой эскизного или технического проекта проверяется предварительный расчет, прогнозирующий ожидаемые эксплуатационные показатели проектируемого автомобиля, что способствует устранению ошибок уже на первой стадии разработки новых изделий.

Техническим заданием предопределяется также общее направление работ по необходимым исследованиям, совершенствованию технологии, строительству или переоснащению (реконструкции) основного завода-изготовителя и заводов-смежников и др.

Техническое задание разрабатывается в соответствии с ОСТ 37.001.508–73 *Система разработки и постановки на производство изделий автомобильной промышленности*. Разработка и утверждение технической документации и состоит из пяти основных разделов. В зависимости от вида, назначения, условий производства и эксплуатации автомобиля допускается вводить новые разделы.

Раздел 1 «Цель разработки и область применения автомобиля» в общем случае содержит: тип (наименование) автомобиля; краткую характеристику области его применения, дорожных условий и режимов эксплуатации с указанием климатических районов по ГОСТ 15150–69; указание о возможности экспортирования; параметры изделий, с которыми разрабатываемый автомобиль должен взаимодействовать; наименование и обозначение выпускаемого автомобиля, который должен быть заменен разрабатываемым; наименование документов, на основании которых разрабатывается автомобиль.

Раздел 2 «Технические требования» определяет показатели качества и эксплуатационные характеристики автомобиля с учетом действующих стандартов и норм, в общем случае включает десять подразделов. Технические требования и их четкие определения располагают в каждом подразделе в зависимости от степени их важности и характера. Если отдельные требования установлены государственными или отраслевыми стандартами,

распространяющимися на разрабатываемые автомобили, то их в техническом задании не повторяют, а в соответствующих подразделах дают на них ссылку.

В подразделе 2.1 «Основные параметры и размеры» указывают основные технические параметры автомобиля (скорость, мощность и другие, определяющие использование автомобиля и указываемые в картах его технического уровня и качества); массу автомобиля и при необходимости ограничения массы отдельных его составных частей; конструктивные требования к автомобилю и его составным частям (габаритные, установочные, присоединительные размеры, способы крепления, плавность хода и др.); требования к обеспечению работы в условиях влажного климата, запыленности воздуха и др.; требования к взаимозаменяемости составных частей автомобиля; устойчивость к моющим средствам, топливу, маслам и др.

Подраздел 2.2 «Надежность конструкции» определяет ресурс автомобиля до капитального ремонта, а в отдельных случаях ресурс (срок службы) до списания; срок гарантии и гарантийный пробег; требования к равнопрочности узлов автомобиля или кратность ресурсов его составных частей.

В подразделе 2.3 «Эксплуатационная и ремонтная технологичность» приводят периодичность технического обслуживания (ТО), требования к приспособленности автомобиля к ТО, удобству его проведения, трудоемкость ТО, требования к удобству замены отдельных агрегатов, проведения диагностирования и трудоемкость текущего ремонта.

Подраздел 2.4 «Уровень унификации и стандартизации» характеризует использование стандартных, унифицированных и других сборочных единиц и деталей при разработке автомобиля; уровень унификации и стандартизации конструкции автомобиля; соответствие разрабатываемого изделия действующим стандартам и другим нормативным документам; требования к обеспечению агрегатирования узлов и автомобиля в целом с узлами и изделиями, производимыми другими предприятиями (например, к удобству монтажа кузовов и других установок на шасси автомобилей, агрегатированию тягачей с прицепным подвижным составом и др.).

В подразделе 2.5 «Безопасность конструкции» формулируют требования к обеспечению безопасности при эксплуатации и обслуживании автомобилей, допускаемому уровню вибрационных нагрузок и другие требования в соответствии с действующими санитарными и техническими нормами.

Подраздел 2.6 «Эстетические и эргономические показатели» содержит требования к комфортабельности, использованию внутреннего объема кабин автомобилей, основанные на данных анализа тенденций развития внешних форм, внутреннего оборудования автомобилей и отделки, а также определяет усилия, необходимые для управления ими и обслуживания, и др.

В подразделе 2.7 «Патентная чистота и конкурентоспособность» указывают перечень стран, по которым проверяется патентная чистота автомобиля и его составных частей в соответствии с ГОСТ Р 15.011–96, требования к автомобилям, исходя из анализа и оценки их конкурентоспособности на мировом рынке и др.

Подраздел 2.8 «Составные части автомобиля, исходные и эксплуатационные материалы» определяет требования к составным частям автомобиля, топливу и материалам, намечаемым для использования в новом автомобиле, а также при его эксплуатации с учетом ограничительных перечней (ведомостей) на применение в новых разработках тех или иных составных частей и материалов (в том числе используемых при эксплуатации автомобиля); требования к продукции смежных предприятий в отношении ее разработки, совершенствования и модернизации.

В подразделе 2.9 «Транспортирование, хранение и консервация» приводят условия транспортирования автомобилей и виды необходимых для этого транспортных средств, способы крепления и скорости передвижения при транспортировании, места хранения (открытая площадка, навес, отапливаемое помещение и др.); условия хранения; возможность, необходимость и сроки обслуживания автомобиля во время хранения; сроки хранения в различных условиях и требования к условиям консервации.

Подраздел 2.10 «Специальные требования» определяет особенности изделия и соответствие их стандартам, в обозначении которых имеется литера «В». В зависимости от вида и назначения изделия допускается уточнять или дополнять требования, предъявляемые к изделию, перечисленные в разделе 2.

Раздел 3 «Экономические показатели» содержит технико-экономические показатели разрабатываемого автомобиля, предполагаемый годовой выпуск, показатели технико-экономической эффективности его использования (в том числе годовой экономической эффект) и лимитную цену, определяемые в соответствии с инструкциями и методическими указаниями Министерства автомобильной промышленности.

Раздел 4 «Стадии и этапы разработки» устанавливает необходимые стадии разработки и этапы работ по ОСТ 37.001.503–72. Как правило, в техническом задании оговариваются только те этапы работ, которые согласовываются с потребителями автомобилей и утверждаются Министерством автомобильной промышленности (технический проект, заводские и приемочные испытания). В этом же разделе указывают предприятие-изготовитель разрабатываемого автомобиля.

Раздел 5 «Приложения к техническому заданию» включает чертеж общего вида автомобиля, схемы его основных систем, а также другие документы, содержащие обоснование выбранных технических решений, общую оценку технического уровня автомобиля, перечень научно-исследовательских и экспериментальных работ, результаты которых использовались при разработке технического задания.

Техническое задание оформляют в соответствии с общими требованиями к текстовым документам по ГОСТ 2.105–95.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить структуру технического задания.
- 2 Взяв за аналог автомобиль, приведенный в таблице 1.1, разработать и составить техническое задание на его проектирование.
- 3 Составить отчет.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите основные стадии проектирования автомобиля.
- 2 Перечислите основные разделы технического задания. Опишите их содержание.

3 Практическое занятие № 3. Анализ компоновочных схем грузовых автомобилей. Организация рабочего места водителя

Цель работы: ознакомиться с вариантами компоновочных схем грузовых автомобилей и организацией рабочего места водителя.

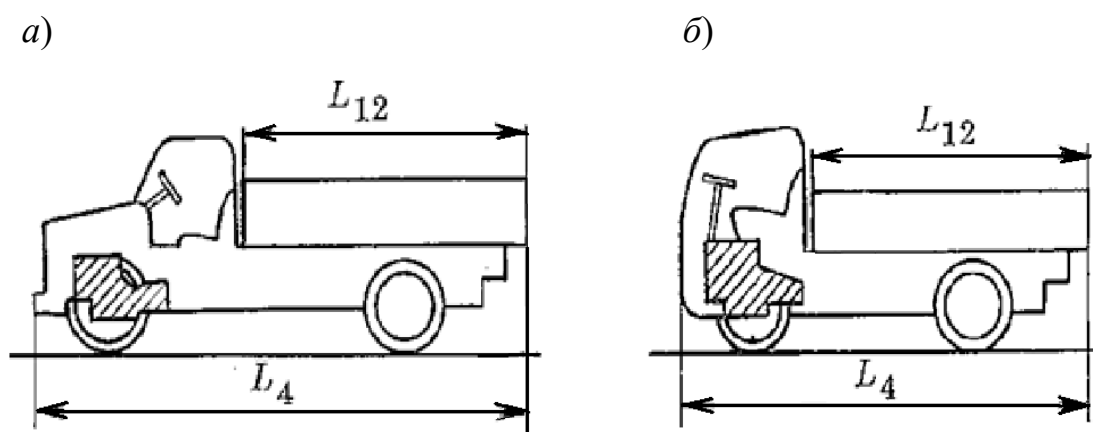
Общие сведения

Компоновочная схема грузового автомобиля определяется взаимным расположением передней оси, двигателя и кабины.

Основными задачами общей компоновки автомобиля являются:

- выбор схемы;
- выполнение требований технического задания с соблюдением законодательных ограничений на габаритные размеры, полную массу, осевые нагрузки и т. д.;
- рациональное относительное размещение основных узлов и оборудования с целью обеспечения выполнения автомобилем его функционального назначения с наибольшей эффективностью, а также обеспечение необходимых эксплуатационных качеств (проходимости, устойчивости, маневренности и др.) и удобства при выполнении технического обслуживания и ремонта автомобиля.

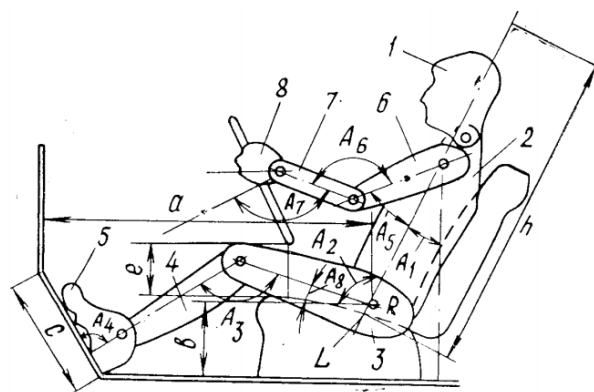
В современном автомобилестроении широкое распространение получили две основные схемы компоновки грузовых автомобилей: с кабиной, расположенной за двигателем; и с кабиной, расположенной над двигателем (рисунок 3.1).



a – кабина расположена за двигателем; *б* – кабина расположена над двигателем

Рисунок 3.1 – Компонировочные схемы грузовых автомобилей

Проектирование рабочего места водителя проводят на основании нормативов, изложенных в ОСТ 37.001.413–86. При этом используют двухмерный манекен по ГОСТ 20304–90, устанавливающий положение основных частей тела водителей различных уровней репрезентативности (рисунок 3.2).



1 – голова, 2 – туловище, 3 – бедро, 4 – голень, 5 – стопа ноги, 6 – плечо, 7 – предплечье, 8 – кисть

Рисунок 3.2 – Размещение манекена водителя в кабине

При организации рабочего места водителя используют манекены 10 %, 50 % и 95 % уровней репрезентативности, под которым понимают величину, выраженную в процентах, соответствующую части населения, у которой численное значение какой-либо антропометрической характеристики меньше или равно его заданному значению. Для определения положения водителя сначала строят линии внутренних границ кабины: пола, наклонной части и перегородки моторного отсека или внутренней панели кабины, которые служат базой для определения и координирования размеров, определяющих его посадку.

Затем на чертеж наносят линию уровня подушки сиденья, сжатой под действием веса водителя. При этом необходимо предусмотреть возможность регулирования положения сиденья в продольном направлении на величину не менее 100 мм, а в вертикальном – не менее 60 мм.

Сначала сиденье устанавливают в крайнее нижнее заднее положение и используют манекен 95 % репрезентативности. Шаблон манекена устанавливают так, чтобы угол A_1 (см. рисунок 3.2) был равен 8° , стопа находилась на наклонной части пола, а нижняя точка бедра лежала на уровне сжатой подушки сиденья. Посадка считается удовлетворительной, если углы между осями отдельных элементов манекена не выходят за предусмотренные ОСТ 37.001.413–86 пределы: $A_2 = 90^\circ \dots 120^\circ$, $A_3 = 95^\circ \dots 135^\circ$, $A_4 = 90^\circ$, $A_5 = 5^\circ \dots 50^\circ$, $A_6 = 80^\circ \dots 160^\circ$, $A_7 = 170^\circ \dots 190^\circ$, $A_8 = 4^\circ$. Найденное положение манекена фиксируют путем определения координат a и b точки R – центра тазобедренного сустава. Затем строят траекторию перемещения сиденья из крайнего заднего в переднее верхнее положение и проводят проверку удобства посадки с помощью манекенов 50 % уровня в среднем положении сиденья и 5 % уровня в переднем верхнем положении.

Для сиденья, установленного в крайнее заднее положение, строят контурную линию его задней стороны, предполагая, что конструкция сиденья уже разработана. Контурная линия определяет положение задней стенки кабины. Расстояние h (см. рисунок 3.2) от точки L для сиденья в крайнем нижнем заднем положении до обивки крыши, измеренное вдоль линии, наклоненной к вертикали под углом 8° , должно быть не менее 1000...1100 мм.

Положение сиденья по ширине кабины определяется расстоянием от левой внутренней стенки кабины до его оси симметрии, которое должно быть не менее 350 мм. При этом ширина рабочего места водителя составляет не менее 750 мм. Затем на чертеж наносят размеры сиденья и диапазоны регулирования углов наклона подушки и спинки.

После этого приступают к размещению органов управления: рулевого колеса, рычага коробки передач, педалей и панели приборов (рисунок 3.3).

Диаметр рулевого колеса рассчитывают из допустимого усилия на ободе, он должен быть 330...600 мм. Положение рулевого колеса на виде сбоку задают углом φ наклона оси рулевой колонки к горизонтали и расстоянием от нижнего края нерегулируемого рулевого колеса до точки L ненагруженной подушки сиденья, находящегося в крайнем нижнем заднем положении. При этом положение точки L находят для манекена 95 % репрезентативности. Правильность выбора положения рулевого колеса проверяют из условия обеспечения передней обзорности: прямая линия, касательная к линиям контура капота и верхней части обода рулевого колеса, должна проходить ниже уровня глаз водителя, что исключает ограничение зоны обзорности снизу.

Положение педалей сцепления и тормозной в отпущенном состоянии должно обеспечивать достаточное для размещения ног водителя расстояние до рулевого колеса (рисунок 3.4).

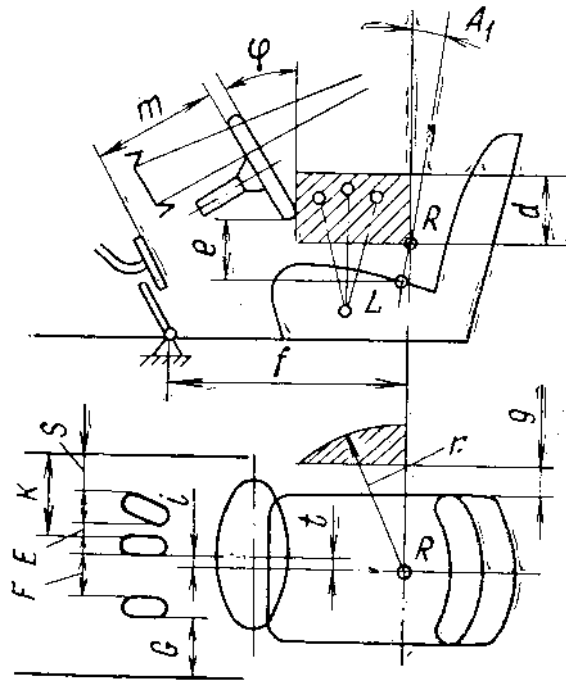


Рисунок 3.3 – Размещение органов управления в кабине водителя

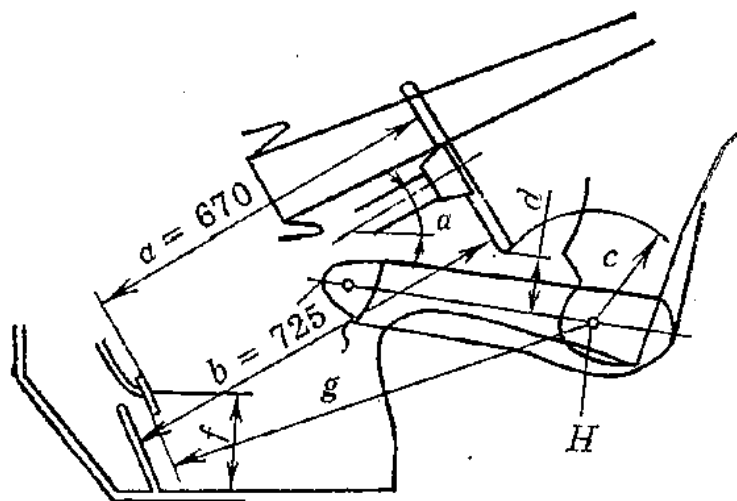


Рисунок 3.4 – Выбор положения педалей, рулевого колеса и панели приборов

Положение нажатой педали ограничивается перегородкой моторного отсека или наклонной частью пола, поэтому, устанавливая положение свободной педали, необходимо учитывать ее полный ход.

Управление педалью подачи топлива требует непрерывного нажатия, поэтому нога должна постоянно опираться на пол, а нажатие должно производиться только путем изменения угла в голеностопном суставе. В положении педали, соответствующем холостому ходу двигателя, стопа манекена должна быть перпендикулярна оси голени. Оптимальное расстояние b от конца площадки педали до рулевого колеса показано на рисунке 3.4.

Положение площадок педалей в поперечном направлении (по ширине кабины) регламентировано ОСТ 37.001.413–86.

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с положениями нормативных документов, регламентирующих организацию рабочего места водителя, размещение рулевого колеса и педалей.

2 Выполнить анализ компоновочных схем автомобилей, приведенных в таблице 1.1.

3 На листе масштабно-координатной бумаги выполнить эскизы размещения манекена водителя, сиденья, рулевого колеса и педалей. Проставить необходимые линейные и угловые размеры. Нанести контурные линии внутренних границ кабины.

4 Составить отчет.

Контрольные вопросы

1 Перечислите основные параметры компоновочных схем грузовых автомобилей.

2 Опишите методику размещения водителя на рабочем месте.

3 Опишите методику определения положения органов управления и панели приборов грузового автомобиля.

4 Практическое занятие № 4. Анализ компоновочных схем легковых автомобилей. Размещение водителя и пассажиров

Цель работы: ознакомиться с основными компоновочными схемами легкового автомобиля и размещением водителя и пассажиров.

Общие сведения

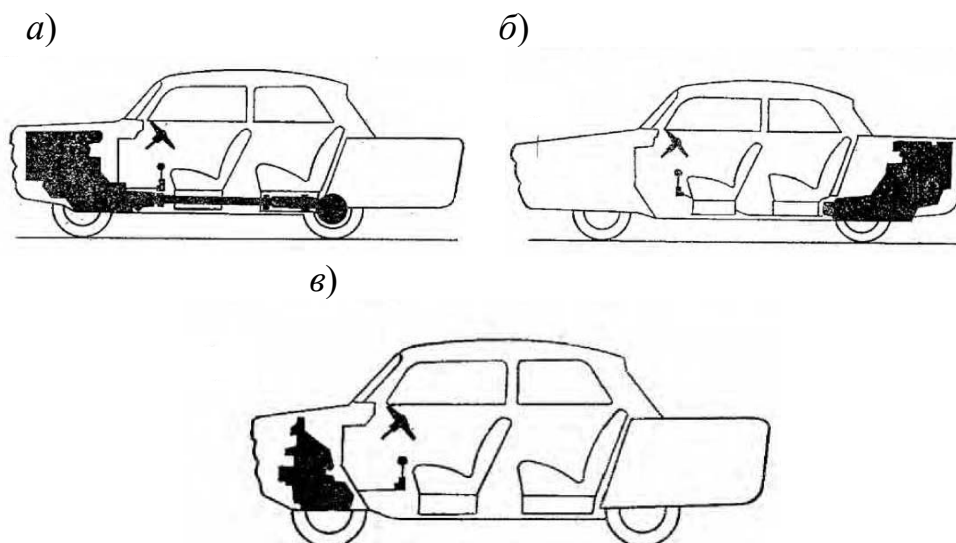
4.1 Компоновочная схема легкового автомобиля

Компоновочная схема легкового автомобиля определяется относительным расположением двигателя и ведущих колес и определяет габаритные размеры автомобиля, его массу, распределение осевых нагрузок, комфорт пассажиров, устойчивость движения. Основными компоновочными схемами легковых автомобилей являются:

– классическая, когда двигатель расположен спереди, а ведущими колесами являются задние (рисунок 4.1, *а*);

– заднеприводная (заднемоторная), когда двигатель расположен сзади и ведущими являются задние колеса (рисунок 4.1, *б*);

– переднеприводная, когда двигатель расположен спереди и ведущими являются передние колеса (рисунок 4.1, в).



а – классическая; *б* – заднеприводная; *в* – переднеприводная

Рисунок 4.1 – Основные компоновочные схемы легковых автомобилей

Оценку совершенства компоновочной схемы производят по таким параметрам, как материалоемкость, проходимость, легкость управления, комфортабельность, обзорность, тормозные свойства, управляемость, устойчивость, маневренность, компактность, пассивная безопасность, надежность, ремонтпригодность, простота конструкции, стоимость изготовления.

На приведенные показатели оказывают влияние размеры автомобиля (габаритные длина, ширина и высота, база, колея, передний и задний свесы), а также весовые параметры (полная масса, снаряженная масса, распределение осевых нагрузок в снаряженном состоянии и с полной массой).

Наиболее благоприятным распределением массы по осям легкового автомобиля считают распределение по 50 % на каждую ось, т. к. в этом случае удастся достигнуть более равномерного износа шин, удовлетворительных показателей проходимости, плавности хода, управляемости и др.

4.2 Организация рабочего места водителя

Методика проектирования рабочего места водителя легкового автомобиля в основном аналогична методике проектирования рабочего места водителя грузового автомобиля и автобуса. При проектировании используются манекены всех уровней репрезентативности.

В легковом автомобиле используется низкая посадка водителя, которая характеризуется следующими величинами углов между элементами мане-

кена (см. рисунок 3.2): $A_1 = 10^\circ \dots 25^\circ$, $A_2 = 90^\circ \dots 120^\circ$, $A_3 = 100^\circ \dots 135^\circ$, $A_4 = 87^\circ \dots 110^\circ$, $A_5 = 15^\circ \dots 45^\circ$, $A_6 = 80^\circ \dots 160^\circ$, $A_7 = 170^\circ \dots 190^\circ$.

Диапазон горизонтального перемещения сиденья при продольной регулировке составляет 130...150 мм, при вертикальной – 15 мм. Диапазон регулировок сиденья должен обеспечивать лицам всех уровней репрезентативности угол не менее 87° в голеностопном суставе правой ноги, расположенной на педали подачи топлива, находящейся в начальном положении.

Положение сиденья по ширине, замеренное поперечно оси автомобиля в плоскости, проходящей через точку R на высоте 254 мм над ней, задают расстоянием от этой точки до боковой стенки салона, которое должно быть не менее 330 мм. Размеры сиденья: ширина подушки и спинки – 475 мм, глубина подушки – 500 мм, высота спинки – 450 мм, угол наклона подушки сиденья – $15^\circ \dots 25^\circ$.

Положение и размеры рулевого колеса должны обеспечивать удобное положение рук, досягаемость верхней кромки колеса без изменения рабочей позы водителя, удобство входа на рабочее место и выхода из него, свободный ход ноги водителя при перенесении ее с педали подачи топлива на педаль тормоза. Эти условия выполняются при следующих параметрах рулевого колеса:

- диаметр – 340...400 мм;
- угол наклона плоскости колеса к вертикали – $20^\circ \dots 35^\circ$;
- вертикальное и горизонтальное расстояние от точки R до нижней кромки колеса – 160 и 210 мм соответственно;
- горизонтальное расстояние от точки R до верхней кромки рулевого колеса – 600 мм;
- расстояние от нижней кромки рулевого колеса до центра опорной поверхности педали тормоза в свободном состоянии – 580 мм;
- расстояние от обода рулевого колеса до любого жестко закрепленного элемента кузова – не менее 75 мм;
- вертикальное и горизонтальное расстояния от точки R до центра колеса соответственно – 325 и 360 мм.

Расстояние от точки «пятки» до точки R в вертикальном и горизонтальном направлениях должно быть соответственно 220...350 и 644...850 мм, горизонтальное расстояние от точки R до центра площадки подачи топлива – 750...950 мм. Указанные расстояния определяют положение педали подачи топлива в продольном направлении.

Поперечное расположение педалей, регламентированное ГОСТ 24350–88, определяется кратчайшими расстояниями между контурами проекций педалей в поперечной плоскости (рисунок 4.2). Эти размеры должны быть не менее: $a = 50$ мм, $b = 160$ мм, $c = 50$ мм, $d = 50 \dots 100$ мм, $e = 130$ мм.

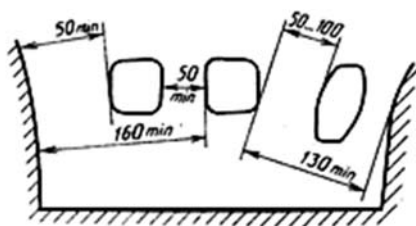


Рисунок 4.2 – Расположение педалей автомобиля

4.2 Размещение пассажиров и контурная линия крыши

Размещение пассажиров на заднем сиденье аналогично размещению водителя, но при этом необходимо обеспечить зазор между голенью пассажира и контурной линией задней стороны сиденья водителя, сдвинутого назад и вниз на полную величину горизонтального и вертикального перемещений.

Размеры пассажирских сидений нормативными документами не регламентированы. На практике подушка заднего сиденья обычно имеет следующие размеры: глубина – 480...520 мм, высота – 540...600 мм, ширина – 1200 мм при двух и 1450 мм при трех пассажирах при «нависающих» подлокотниках.

Для построения контурной линии крыши на чертеже из точки *R* проводят прямую линию под углом 8° к вертикали вне зависимости от угла наклона спинки сиденья. При этом сиденье установлено в крайнем заднем и нижнем положении, соответствующем размещению манекена 95 % уровня репрезентативности. На этой линии откладывают минимально допустимое расстояние до внутренней обивки крыши, равное 860 мм. Высоту автомобиля можно найти, прибавив к указанному размеру толщину крыши (15...25 мм) и размер, учитывающий стрелу выгиба крыши (20...40 мм).

Полученные две или три точки соответственно для автомобилей с двумя или тремя рядами сидений позволяют построить контурную линию крыши.

При компоновке следует стремиться уменьшить высоту автомобиля с целью снижения центра масс и уменьшения лобовой площади. Высота автомобиля ограничена величиной дорожного просвета, который составляет 120...150 мм.

По величине дорожного просвета и положению контурной линии крыши находят положение опорной поверхности дороги, которая на чертеже изображается параллельно линии пола кузова, и габаритную высоту автомобиля.

Порядок выполнения работы

1 Выполнить анализ компоновочных схем легковых автомобилей, приведенных в таблице 4.1.

2 На основании справочной информации вычислить параметры распределения массы по осям автомобиля в снаряженном состоянии и с полной нагрузкой.

3 На листе масштабно-координатной бумаги выполнить эскизы размещения водителя, пассажиров, рулевого колеса и педалей управления. Построить контурную линию крыши и линию опорной поверхности дороги. Проставить необходимые размеры.

4 Составить отчет.

Таблица 4.1 – Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5
Модель	ЗА3-968А	ВА3-2101	ГАЗ-24	АЗЛК-2136	ГАЗ -13

Продолжение таблицы 4.1

Вариант	6	7	8	9	10
Модель	ЗИЛ-114	ВА3-2102	ИЖ-21251	ГАЗ-24-02	ЗИЛ-117

Продолжение таблицы 4.1

Вариант	11	12	13	14	15
Модель	АЗЛК-2138	ГАЗ -14	ВА3-2107	ЗИЛ-4104	ГАЗ-3102

Контрольные вопросы

1 Выполните сравнительный анализ компоновочных схем легковых автомобилей.

2 Опишите методику выбора положения педалей, рулевого колеса, размещения пассажиров, построения контурной линии крыши.

5 Практическое занятие № 5. Анализ компоновочных схем автобусов. Планировка пассажирского помещения

Цель работы: ознакомиться с основными видами компоновочных схем автобусов и планировкой пассажирского помещения.

Общие сведения

Компоновочная схема автобусов определяется взаимным расположением двигателя и кузова. Расположение двигателя оказывает решающее влияние на компоновку автобуса. В настоящее время применяются следующие компоновочные схемы:

- двигатель, расположенный перед передней осью (рисунок 5.1, а);
- двигатель, расположенный над передней осью (рисунок 5.1, б);
- двигатель, расположенный в пределах базы под полом (рисунок 5.1, в);
- двигатель, расположенный сзади продольно по центру (рисунок 5.1, г);
- двигатель, расположенный сзади продольно со смещением к левому борту (рисунок 5.1, д).

Оценку совершенства компоновочной схемы автобуса проводят по показателям эксплуатационных свойств (проходимости, легкости и удобству управления, комфортабельности пассажирских мест, трудоемкости технического обслуживания и ремонта), а также по конструктивным особенностям, определяющим компоновочные параметры (сложность конструкции, размещение радиатора и системы охлаждения, багажных отделений и т. д.).

Задачей общей компоновки автобуса является определение габаритных размеров, базы, колеи, переднего и заднего свесов, высоты уровня пола. Эти размеры зависят от схемы расположения двигателя и трансмиссии, расположения дверей, распределения осевых нагрузок, требуемых параметров маневренности и проходимости, устойчивости и управляемости автобуса.

Для стандартного городского автобуса длиной 11 м база составляет, как правило, 5,4...5,6 м. Передний свес выбирают в зависимости от расположения передней двери. При расположении ее в свесе длина последнего составляет 2,05...2,35 м; при расположении двери в пределах базы – 2,0...2,2 м. При этом угол переднего свеса должен быть не менее 12° . Величина заднего свеса составляет обычно 60 %...67 % от базы, но не более 3,5 м. При этом угол заднего свеса должен быть более 9° .

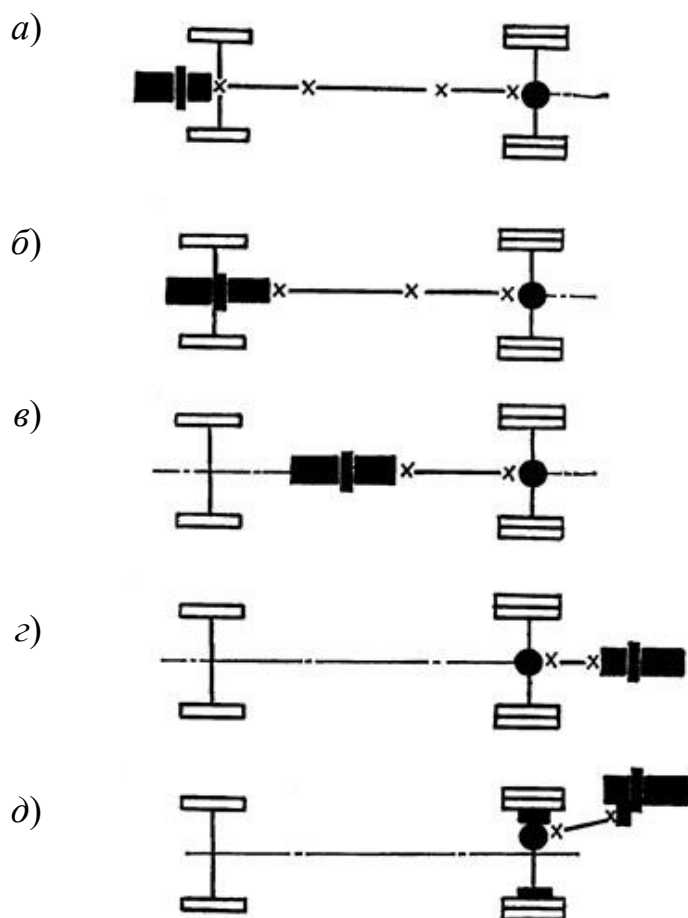


Рисунок 5.1 – Основные схемы расположения двигателя и трансмиссии

Высоту уровня пола выбирают из условия обеспечения эксплуатационных свойств автобуса с учетом его назначения. У городского автобуса стремятся по возможности снизить высоту пола и сделать его ровным, т. к. при этом уменьшается число ступеней и их высота, что обеспечивает удобство, безопасность входа, прохода и выхода пассажиров.

Планировка пассажирского помещения заключается в размещении рабочего места водителя, дверей, ступеней и поручней, пассажирских сидений и бытовых устройств (багажников, гардероба, санузла, буфета и т. д.). Планировка пассажирского помещения определяется: назначением автобуса, стандартами, нормами и требованиями потребителя, выбранной компоновочной схемой, требованиями к комфортабельности и организацией пассажиропотока в автобусе.

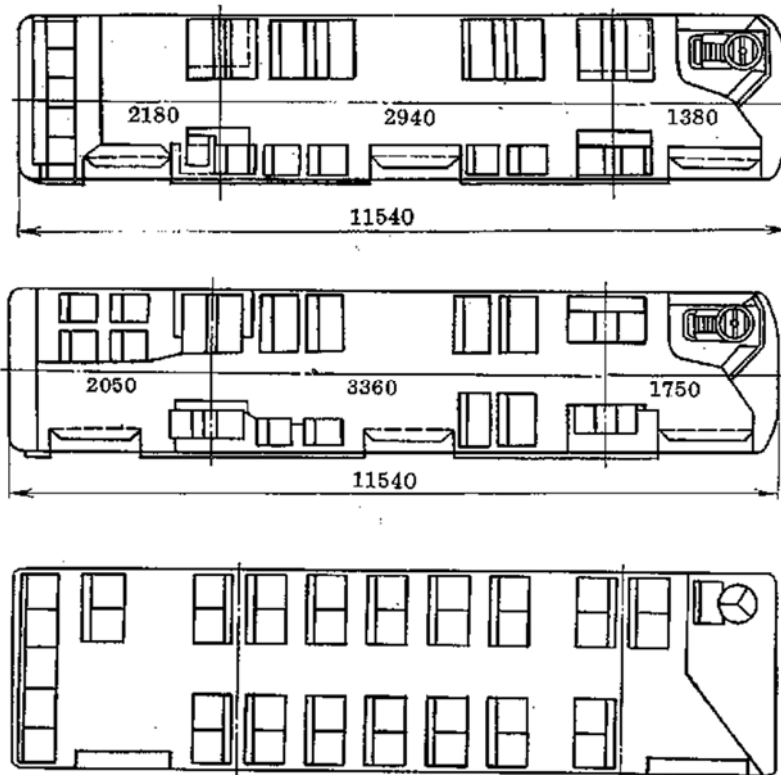
Рабочее место водителя размещают согласно ОСТ 37.001.413–86 (аналогично рабочему месту водителя грузового автомобиля) и выполняют по нескольким схемам:

- кабина отгорожена от салона глухой перегородкой и имеет отдельную входную дверь для водителя;
- кабина расположена в салоне и отгорожена от него глухой перегородкой с дверью;
- кабина, выполненная по предыдущей схеме, но перегородка по высоте доходит только до верхнего оконного бруса;
- кабина отгорожена от салона только до прохода и открыта справа;
- рабочее место водителя отгорожено от салона поручнями и раздвижной мягкой занавеской;
- рабочее место не отгорожено или отгорожено раздвижной мягкой занавеской.

Число, расположение и размеры пассажирских дверей и аварийных выходов (дверей, люков и окон) регламентируются ГОСТ Р 41.36–2004 (Правило ЕЭК ООН № 36).

Планировка пассажирского помещения классифицируется по количеству рядов и расположению сидений. По количеству рядов различают четырехрядную, трехрядную, двухрядную и смешанную планировку. По расположению сидений – с сиденьями, расположенными по направлению движения автобуса, против движения автобуса, вдоль бортов, с продольным смещением, купейного типа. Для городских автобусов в качестве основной принята трехрядная планировка сидений, для пригородных – четырехрядная (рисунок 5.2).

Основные требования, предъявляемые к планировке пассажирского помещения городских и пригородных автобусов: быстрота сообщения и приспособленность к суточным изменениям пассажиропотока. Быстрота сообщения зависит от средней скорости движения и времени, затрачиваемого на остановки. Средняя скорость не зависит от планировки, а время, затрачиваемое на остановки, зависит от быстроты входа, прохода и выхода пассажиров, т. е. от компоновки и планировки пассажирского помещения.



a, б – трехрядная и смешанная городского автобуса; *в* – пригородного автобуса

Рисунок 5.2 – Типичные планировки городского и пригородного автобусов

Площадь, предназначенную для пассажиров, определяют по формуле

$$A_{\Pi} = k_{\Pi} \cdot L_{\Gamma} \cdot B_{\Gamma},$$

где k_{Π} – коэффициент использования габаритной площади, $k_{\Pi} = 0,75 \dots 0,80$;
 L_{Γ} и B_{Γ} – габаритные длина и ширина автобуса.

Площадь для сидящих пассажиров

$$A_{\text{с}} = \alpha_{\text{с}} \cdot A_{\Pi},$$

где $\alpha_{\text{с}}$ – коэффициент мест для сидения, зависящий от планировки пассажирского помещения: при двухрядной – $\alpha_{\text{с}} = 0,37$; при трехрядной – $\alpha_{\text{с}} = 0,50$; при смешанной – $\alpha_{\text{с}} = 0,55$; при четырехрядной – $\alpha_{\text{с}} = 0,60$.

Площадь для стоящих пассажиров

$$A_{\text{ст}} = A_{\Pi} - A_{\text{с}}.$$

Номинальная вместимость автобуса

$$n = n_C + n_{CT} = \frac{A_C}{\gamma_C} + \frac{A_{CT}}{\gamma_{CT}},$$

где γ_C и γ_{CT} – нормы площади на одного сидящего и стоящего пассажира соответственно.

Нормы площади на одного стоящего и сидящего пассажира регламентированы Правилом № 36 ЕЭК ООН и составляют:

- для автобусов I класса $\gamma_C = 0,293...0,325 \text{ м}^2/\text{пас.}$, $\gamma_{CT} = 0,125 \text{ м}^2/\text{пас.}$;
- для автобусов II класса $\gamma_C = 0,306...0,340 \text{ м}^2/\text{пас.}$, $\gamma_{CT} = 0,25 \text{ м}^2/\text{пас.}$;
- для автобусов III класса $\gamma_C = 0,338...0,375 \text{ м}^2/\text{пас.}$, стоящие пассажиры не допускаются.

Основные параметры планировки пассажирского помещения автобусов различного назначения, регламентированные ГОСТ Р 41.36-2004 (Правил-ом № 36 ЕЭК ООН), приведены на рисунках 5.3 и 5.4.

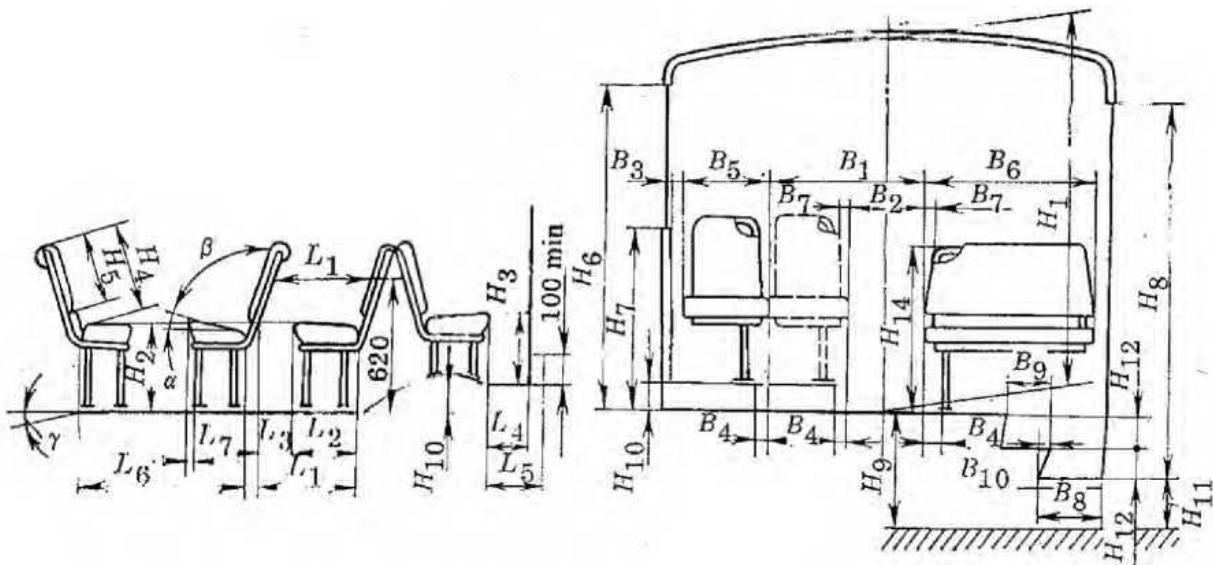


Рисунок 5.3 – Параметры планировки пассажирского помещения городского и пригородного автобусов

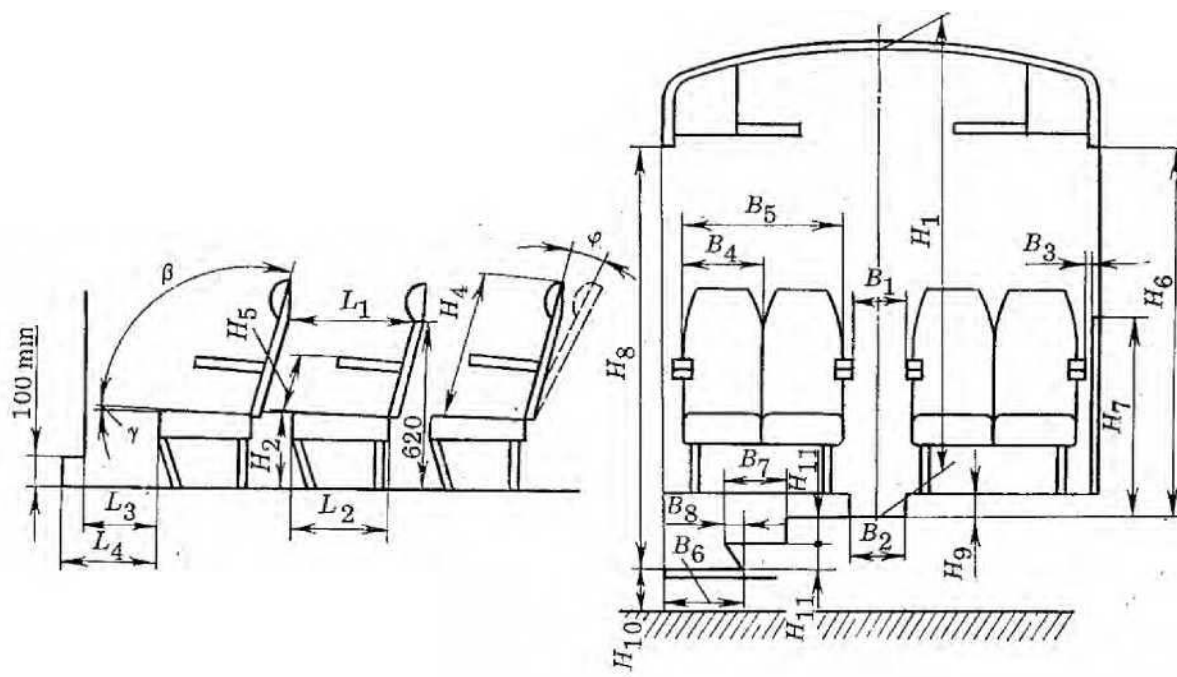


Рисунок 5.4 – Параметры планировки пассажирского помещения автобуса дальнего следования

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с основными положениями нормативной документации, регламентирующими планировку пассажирского помещения автобусов.

2 Выполнить анализ компоновочных схем автобусов, приведенных в таблице 5.1.

3 Составить отчет.

Таблица 5.1 – Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5
Модель	ПА3-4235	МА3-203	ЛИАЗ-5256	ПА3 320406-04	МА3-251

Продолжение таблицы 5.1

Вариант	6	7	8	9	10
Модель	ЛИАЗ-5256	ЛИАЗ-4292	ПА3 ВЕКТОР 8.8	МА3-206	МА3-271

Продолжение таблицы 5.1

Вариант	11	12	13	14	15
Модель	МА3-216	ЛА3-4202	Богдан А092	МА3-303	ЛИАЗ-6213

Контрольные вопросы

1 Назовите основные компоновочные схемы автобусов. Выполните их сравнительный анализ.

2 Перечислите основные параметры планировки пассажирского помещения автобусов различного назначения.

6 Практическое занятие № 6. Техничко-экономический анализ и оценка технического уровня новой техники

Цель работы: ознакомиться с основными расчетами технико-экономических показателей техники.

Общие сведения

Технический уровень конструкции автомобиля определяется его приспособленностью к наиболее эффективному использованию, т. е. выполнению перевозок с наименьшими материальными и трудовыми затратами, наиболее быстро, высокопроизводительно при полной сохранности грузов и необходимых удобствах для пассажиров на основе ГОСТ 2.116–84 *Карта технического уровня и качества продукции*.

Номенклатуру показателей технического уровня автомобиля общего назначения, седельного тягача и автомобиля-самосвала устанавливает ГОСТ 4.401–88 *Автомобили грузовые. Номенклатура показателей качества*. Аналогичные стандарты введены для прицепного состава, легковых автомобилей и др.

Для наибольшей результативности работы по повышению технического уровня автомобилей должны быть в максимальной степени целенаправленными. Цель – обеспечение максимальной эффективности автомобиля в процессе его использования. Для этого необходим также научно обоснованный метод оценки технического уровня конструкции автомобиля, основанный на установлении непосредственной связи между его конструктивными характеристиками и эффективностью использования.

Оценивать технический уровень автомобиля необходимо путем технико-экономического анализа, теоретического и экспериментального установления значений показателей его эксплуатационных качеств, сопоставления их с нормируемыми или рекомендуемыми значениями и определения на этой основе экономического эффекта

6.1. Основные требования к конструкции автомобилей

Требования, предъявляемые к конструкции автомобиля, могут быть разделены на следующие группы:

- 1) эксплуатационные:
 - высокая средняя скорость движения;
 - высокая топливная экономичность;
 - надежность конструкции;
 - сохранность груза при перевозке;
 - полное использование грузоподъемности;
- 2) производственные:
 - технологичность конструкции;
 - низкие материалоемкость, трудоемкость и себестоимость;
 - конструкторская и технологическая преемственность;
 - высокая степень унификации узлов и деталей;
- 3) социальные и законодательные:
 - безопасность конструкции;
 - эргономичность;
 - высокая экологическая безопасность;
 - соответствие отечественным и международным стандартам;
- 4) конкурентоспособности:
 - соответствие современным международным требованиям;
 - патентная чистота;
 - соответствие специфическим требованиям стран-импортеров;
 - обеспечение международного признания;
 - соответствие международным соглашениям.

Процесс конструирования автомобиля – это поиск компромиссных решений для удовлетворения постоянно возрастающих и часто противоречивых требований. Так, для повышения безотказности и долговечности узлов и агрегатов автомобиля в ряде случаев требуется увеличивать их массу, что ведет к повышению стоимости конструкции и расхода металла; при введении автоматической трансмиссии облегчается управление автомобилем, но усложняется его производство и повышается стоимость и т. д. Поэтому важно определить для каждого типа автомобиля, исходя из его назначения, основные требования, которые необходимо удовлетворить даже за счет снижения некоторых качественных характеристик.

Компромиссное решение, принятое в процессе конструирования, является оптимальным только для конкретной обстановки на данном отрезке времени и зависит от многих факторов, в том числе от уровня технического и социального прогресса. Конструктивные решения должны приниматься с учетом того, что расходы на эксплуатацию автомобиля значительно выше производственных. Поэтому некоторое повышение его себестоимости может быть оправдано, если при этом уменьшаются эксплуатационные расходы.

Таким образом, только путем комплексного технико-экономического анализа, при котором совместно рассматриваются конструктивные и эксплуатационные параметры автомобиля, можно установить наиболее рациональные значения параметров, определить экономически целесообразные границы их изменения в целях получения наивысшего экономического эффекта.

6.2 Определение экономической эффективности новой техники

Годовая производительность автомобилей определяется:

– для грузовых автомобилей:

$$B_{\Gamma} = \frac{m_{\Gamma} \cdot \gamma \cdot l_{\Gamma} \cdot V_{T} \cdot T_{H} \cdot D_{K} \cdot \alpha_{\Pi}}{l_{\Gamma} + \beta \cdot V_{T} \cdot t_{\text{ПР}}};$$

– для автобусов:

$$B_a = n \cdot \gamma_{\Pi} \cdot \eta \cdot \beta \cdot V_{\text{Э}} \cdot T_{H} \cdot D_{K} \cdot \alpha_{\Pi};$$

– для легковых автомобилей:

$$B_a = n \cdot \gamma_{\Pi} \cdot \beta \cdot V_{\text{Э}} \cdot T_{H} \cdot D_{K} \cdot \alpha_{\Pi},$$

где m_{Γ} – грузоподъемность, т;

γ – коэффициент использования грузоподъемности;

l_{Γ} – средняя дальность ездки с грузом, км;

V_{T} – средняя техническая скорость движения, км/ч;

T_{H} – время в наряде, ч;

D_{K} – количество рабочих дней в году;

α_{Π} – коэффициент использования парка машин;

β – коэффициент использования пробега;

$t_{\text{ПР}}$ – продолжительность простоя под погрузкой-разгрузкой за одну ездку, ч;

n – количество пассажирских мест в автобусе или легковом автомобиле;

γ_{Π} – коэффициент использования пассажироместности;

η – коэффициент использования времени работы автобуса в наряде;

$V_{\text{Э}}$ – эксплуатационная скорость, км/ч.

В автомобильной промышленности принят обобщенный (комплексный) показатель технического уровня и качества, который рассчитывается как средний взвешенный арифметический показатель по формуле

$$u = \sum_{j=1}^N m_j \cdot Q_j,$$

где m_j – коэффициент весомости j -й группы показателей качества;

Q_j – комплексный показатель j -й группы показателей качества;

N – число групп показателей качества, выбранных для анализа.

Комплексный показатель каждой группы вычисляют по формуле

$$Q_i = \sum_{j=1}^n m_{ij} \cdot q_{ij} ,$$

где m_{ij} – весовой коэффициент i -го показателя j -й группы;
 q_{ij} – i -й относительный показатель j -й группы;
 n – число относительных показателей j -й группы.

Относительные показатели определяют по формулам:

$$q_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij\bar{o}}} ; \quad q'_{ij} = \frac{P_{ij\bar{o}}}{P_{ij}} ,$$

где P_{ij} – i -й единичный показатель технического уровня проектируемого автомобиля j -й группы;

$P_{ij\bar{o}}$ – i -й единичный показатель технического уровня базового автомобиля j -й группы.

Показатель q_{ij} рассчитывают в случае, когда улучшение качества соответствует повышению единичного показателя, например ресурса, наработки на отказ, мощности двигателя и т. д.; q'_{ij} – в случае, когда улучшение качества соответствует уменьшению единичного показателя, например удельного расхода топлива, трудоемкости ТО и ТР.

Коэффициенты весомости устанавливают экспертным методом при соблюдении условий:

$$\sum_{j=1}^N m_j = 1 ; \quad \sum_{j=1}^N m_{ij} = 1 .$$

Методика установления коэффициентов весомости приведена в РД 37.001.041–86.

Порядок выполнения работы

1 По результатам составления технического задания на проектирование автомобиля (практическое задание 2) вычислить годовую производительность автомобиля.

2 Выбрать из каждой группы номенклатуры показателей качества грузовых автомобилей (ГОСТ 4.401–88) по два-три единичных показателя качества. Назначить каждой группе и каждому показателю группы коэффициенты весомости. Вычислить относительные показатели и обобщенный показатель качества нового автомобиля.

3 Составить отчет.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите основные требования к конструкции автомобиля.
- 2 Назовите факторы и параметры, влияющие на производительность автомобиля.
- 3 Назовите основные пути повышения производительности автомобиля.
- 4 Опишите методику определения технического уровня автомобиля.

7 Практическое занятие № 7. Безопасность автомобиля

Цель работы: ознакомиться с видами систем безопасности, применяемых на легковых автомобилях.

Общие сведения

Чрезвычайно важной является проблема снижения числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) за счет придания автомобилям таких качеств, которые помогали бы водителю предотвращать аварии по возможности во всех ситуациях движения и сводить к минимуму травмирование водителя и пассажиров в случае аварии.

Безопасность автомобиля должна рассматриваться как одно из важнейших эксплуатационных качеств, т. к. от нее непосредственно зависят жизнь и здоровье людей, сохранность автомобилей, грузов и других материальных ценностей.

Условно различают активную, пассивную и экологическую безопасность автомобилей.

Активная безопасность – совокупность свойств и конструктивных особенностей автомобиля, обеспечивающих снижение вероятности дорожно-транспортного происшествия.

Пассивная безопасность – совокупность свойств и конструктивных особенностей автомобиля, обеспечивающих снижение тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий.

Экологическая безопасность автомобиля – свойство автомобиля, позволяющее уменьшить вредное воздействие на участников движения и окружающую среду в процессе его нормальной эксплуатации.

Безопасность автомобиля обеспечивается безотказностью всех органов управления, а также эргономическими показателями, от которых зависит степень утомляемости водителя.

7.1 Активная безопасность

Активная безопасность автомобиля обеспечивается тормозными свойствами, управляемостью и устойчивостью, маневренностью, системой внешнего освещения и звуковой сигнализации, эргономическими свойствами.

Измерители тормозных свойств регламентируются ГОСТ 22895–77 и Правилами № 13 ЕЭК ООН.

Управляемость автомобиля – свойство автомобиля сохранять заданное водителем направление движения и изменять его в соответствии с воздействием на рулевое колесо.

Устойчивость автомобиля – свойство, характеризующее его способность сохранять заданное направление движения при воздействии внешних сил, а также после прекращения действия этих сил.

Минимальный комплект обязательного для каждого транспортного средства светосигнальных приборов состоит из: указателей поворотов, сигнала торможения, габаритных огней, фонаря освещения номерного знака, фонарей, обозначающих автопоезд.

Расположение, цвет и видимость внешних световых приборов должны соответствовать ГОСТ 8769–75. Международным нормативным документом по внешним световым приборам является Правило № 48 ЕЭК ООН.

7.2 Пассивная безопасность

Пассивная безопасность обеспечивается теми свойствами и качествами конструкции автомобиля, которые в случае аварии сводят к минимуму травмирование водителя и пассажиров.

К конструктивным мероприятиям, обеспечивающим пассивную безопасность, относят создание жизненного пространства, ограничение перемещений людей внутри автомобиля и грузов, снижение инерционных нагрузок при ударе.

Правила № 29 ЕЭК ООН и ОСТ 37.001.221–80 регламентируют ударно-прочностные свойства кабин грузовых автомобилей. РТМ 37.031.009–79 содержит комплекс требований, предъявляемых к конструкции автобуса при опрокидывании: прочности кузова, сидений и их креплений, элементам интерьера.

Наиболее полно регламентированы требования к ударно-прочностным свойствам кузовов легковых автомобилей: ОСТ 37.001.263–83 – при фронтальном ударе; ОСТ 37.001.264–83 – при наезде сзади; ОСТ 37.001.439–86 – при опрокидывании; ОСТ 37.001.438–86 – при боковом ударе; ОСТ 37.001.444–86 – при опрокидывании автомобиля со съёмным или открывающимся верхом кузова.

Требования к элементам интерьера, способным травмировать человека при дорожно-транспортном происшествии, регламентированы ОСТ 37.001.211–78, ОСТ 37.001.260–83, ОСТ 37.003.017–73.

Для снижения инерционных нагрузок стремятся увеличить время деформирования деталей кузова. Этого можно достичь созданием жесткого каркаса вокруг водителя и пассажиров, а остальную часть кузова сделав легко сминающейся при ударе.

Самым простым средством ограничения перемещения людей в салоне автомобиля являются ремни безопасности, требования к которым сформулированы в Правилах № 16 ЕЭК ООН, ГОСТ 18837–89 и ГОСТ 21015–88. Прочность сидений и подголовников должна соответствовать Правилам № 17, 25 ЕЭК ООН, ГОСТ 24309–80, ГОСТ 28262–89.

7.3 Экологическая безопасность

Токсичность и дымность отработавших газов, радиопомехи, внешний шум оказывают вредное воздействие на людей и окружающую среду. Основными компонентами отработавших газов являются оксид азота CO , углеводороды C_nH_m и оксиды азота NO_x . Их содержание нормируется рядом отечественных и зарубежных нормативных документов: Правилами № 15, 40, 49 ЕЭК ООН, ГОСТ 17.2.2.03–87, ОСТ 37.001.054–86, ОСТ 37.001.070–75. Дымность отработавших газов регламентируется Правилами № 24 ЕЭК ООН, ГОСТ 17.2.2.01–84, ГОСТ 21397–75.

Внешний шум автомобилей в соответствии с ГОСТ 17187–81 измеряется в децибелах по шкале А шумомера. Уровни внешнего шума устанавливаются ГОСТ 27436–87, Правилами № 9, 51 ЕЭК ООН и несколькими директивами Европейского Союза.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с основными эргономическими показателями автомобиля.
- 2 Для автомобилей, аналоги которых приведены в таблице 4.1, разработать мероприятия по повышению безопасности с учетом современных требований нормативных документов.
- 3 Составить отчет.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные показатели безопасности автомобиля.
- 2 Назовите факторы и параметры, влияющие на активную, пассивную и экологическую безопасность автомобиля.

8 Практическое занятие № 8. Надежность автомобиля

Цель работы: ознакомиться с основными показателями надежности автомобиля.

Общие сведения

8.1 Основные термины

Термины и определения надежности в технике регламентированы ГОСТ 27.002–83, а для автомобильного подвижного состава, его агрегатов, систем, механизмов, узлов и деталей – ОСТ 37.001.055–74.

Под **надежностью** автомобиля понимается его свойство сохранять во времени или в течение некоторой наработки в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Параметры изделия, определяющие его эксплуатационные показатели и допускаемые пределы их изменений, указываются в технической документации.

Надежность в зависимости от назначения автомобиля и условий его эксплуатации включает следующие свойства: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Безотказность – свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. Безотказностью автомобиль должен обладать как в период его эксплуатации, так и в периоды хранения и транспортирования.

Признаком нарушения работоспособности автомобиля является необходимость проведения работ по текущему ремонту, в то время как проведение технического обслуживания не является признаком нарушения его работоспособности.

Долговечность – это свойство автомобиля сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Долговечность изделий, являющихся составными частями более сложных, может характеризовать безотказность последних. Например, долговечность ремня привода вентилятора может характеризовать безотказность двигателя.

Ремонтпригодность заключается в приспособленности автомобиля к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Значения показателей ремонтпригодности должны задаваться в технической документации для регламентированных условий технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость – это свойство автомобиля сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Для конкретных объектов автомобильного подвижного состава, его агрегатов, систем, механизмов, узлов и деталей эти свойства могут иметь различную относительную значимость. Например, безотказность магистральных автомобилей, удаляющихся на большое расстояние и длительное время от базы, должна быть больше, чем автомобилей-самосвалов, ежедневно возвращающихся из рейсов на свою базу. Для легковых автомобилей, особенно используемых личными владельцами, наиболее ценным качеством является ремонтпригодность.

Автомобиль, находящийся в эксплуатации, в исправном состоянии должен соответствовать всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации. Это понятие шире понятия «работоспособное состояние». Работоспособный автомобиль в отличие от исправного удовлетворяет лишь тем требованиям нормативной документации, которые обеспечивают его нормальное функционирование при выполнении заданных функций, т. е. при осуществлении автоперевозок. При этом он может не удовлетворять, например, требованиям, относящимся к его внешнему виду (нарушение декоративного покрытия, вмятины на кузовных деталях и др.)

Неработоспособным считается такое состояние автомобиля, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего его способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и конструкторской документации.

Следует различать два вида неработоспособности: устранимую и неустраимую. В первом случае работоспособность объекта может быть восстановлена при выполнении ремонтных работ, во втором – восстановление работоспособности технически невозможно (предельное состояние объекта) или экономически невыгодно, в связи с чем дальнейшее применение такого объекта по назначению недопустимо или нецелесообразно.

Таким образом, переход в предельное состояние определяется наступлением момента, когда дальнейшая эксплуатация автомобиля невозможна или нецелесообразна по одной или нескольким из следующих причин: становится невозможным поддержание безопасности, безотказности или эффективности объекта на допустимом уровне во время эксплуатации; в результате изнашивания и (или) старения объект пришел в такое состояние, при котором ремонт требует больших затрат или не обеспечивает необходимый уровень восстановления работоспособности.

Автомобиль относится к таким изделиям, которые не сохраняют работоспособное состояние до наступления предельного, т. е. его безотказность меньше наработки, соответствующей долговечности.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. Следует различать отказ и повреждение, которое

заключается в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного.

Переход объекта из одного состояния в другое обычно происходит вследствие повреждения или отказа. Отказ автомобиля обуславливает его вынужденный простой на линии во время, запланированное для транспортной работы, или невыезд в очередной плановый рейс в связи с неисправностями.

Дефекты, устраняемые в процессе проведения очередного планового технического обслуживания или ремонта, которые выполняются в междусменное время, рекомендуется считать отказами не автомобиля, а соответствующих агрегатов, узлов, деталей.

Дефекты производственно-технологического характера являются наиболее распространенными, их число в значительной степени зависит от точности выполнения технологического процесса, организации производства, состояния производственной дисциплины и эффективности контроля.

Основными причинами отказов и повреждений эксплуатационного характера являются:

– нарушение правил эксплуатации автомобилей (например, в дорожных условиях, для которых они не приспособлены; работа с прицепом, хотя конструкцией это не предусмотрено; переоборудование без разрешения завода-изготовителя);

– перегрузки и непредвиденные нагрузки (нарушение инструкции по эксплуатации в части загрузки автомобиля, неправильные действия водителя – броски сцепления, переезд препятствий на большой скорости и др.); неправильное техническое обслуживание (нарушение периодичности и технологии ТО, повреждение изделия или неправильная его установка при ТО и ТР и др.).

Отказы автомобилей подразделяются на частичные и полные, характеризующие частичную или полную утрату автомобилем работоспособности.

К частичным отказам, снижающим эксплуатационные качества автомобиля, относятся отказы, ухудшающие такой показатель, как время подготовки к движению из-за необходимости проведения незапланированных крепежных или регулировочных работ, устранения течи топлива, смазочного материала, и снижающие среднюю скорость движения, и грузоподъемность автомобиля, но допускающие его использование в течение некоторого времени.

К полным отказам, лишаящим автомобиль подвижности, относятся отказы, без устранения которых движение автомобиля невозможно (например, поломка карданного вала, коробки передач).

8.2 Показатели надежности

Характеристики надежности автомобилей, их деталей, узлов, систем и агрегатов имеют вероятностный характер. Поэтому ее можно охарактеризовать только путем обработки большого числа экспериментальных данных,

полученных в процессе эксплуатации или испытаниях, с помощью методов теории вероятностей и математической статистики.

В общем случае вероятность P случайного события A – это отношение числа случаев n , благоприятствующих появлению событий, к их общему числу N :

$$P(A) = \frac{n}{N}.$$

Поскольку все нормативы для автомобилей устанавливаются на километр пробега, характеристику его надежности принято рассматривать как функцию пробега.

Измерители надежности могут быть комплексными и единичными. Комплексные характеризуют надежность автомобиля в целом, единичные – одно из его свойств (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость).

К комплексным измерителям относят коэффициент технического использования $k_{ТИ}$ и коэффициент готовности $k_{Г}$:

$$k_{ТИ} = \frac{t_C}{t_C + t_P + t_{ТО}};$$

$$k_{Г} = \frac{t_{C.PC}}{t_{C.Э}},$$

где t_C – суммарная наработка автомобиля;

$t_P, t_{ТО}$ – суммарные простои в ремонте и техническом обслуживании;

$t_{C.PC}$ – суммарное время пребывания в работоспособном состоянии;

$t_{C.Э}$ – суммарное время продолжительности эксплуатации без учета времени простоев в ремонте и техническом обслуживании (плановых).

Единичные измерители бывают вероятностными и статистическими. Последние получают при наблюдении за выборкой из N изделий. При $N \rightarrow \infty$ статистическая оценка приближается к вероятностной. Обычно стремятся выбрать N таким образом, чтобы обеспечить приемлемую погрешность измерений, тогда статистические оценки принимают за вероятностные.

8.2.1 Показатели безотказности. Вероятность безотказной работы – вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает:

$$P(l) = 1 - F(l),$$

где $F(l)$ – функция распределения наработки до отказа, которая характеризует вероятность отказа.

При вероятностном определении вероятность безотказной работы и вероятность отказа рассчитывают по плотности распределения наработки до отказа $f(l)$ – плотности вероятности.

При статистическом определении вероятность безотказной работы при наработке l_0 :

$$P(l_0) = \frac{N - \sum_{i=1}^N n_i}{N},$$

где N – общее число объектов на начало наблюдения или эксперимента;

$\sum_{i=1}^N n_i$ – суммарное число объектов, имевших отказ за пробег l_0 .

Вероятность отказа

$$F(l_0) = 1 - P(l_0) = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{N}.$$

Средняя наработка до отказа – математическое ожидание наработки до первого отказа:

$$\bar{l} = \int_0^{\infty} P(l) dl = \int_0^{\infty} l f(l) dl,$$

$$\bar{l} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N l_i,$$

где l_i – наработка первого объекта до первого отказа;

N – общее число объектов.

Среднее число отказов

$$\bar{r} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i(l),$$

где $r_i(l)$ – число отказов i -го объекта при наработке l .

Средняя наработка на отказ – отношение суммарной наработки восстанавливаемых объектов к математическому ожиданию числа их отказов в течение этой наработки.

8.2.2 Показатели долговечности. Основными показателями долговечности автомобиля являются **средний ресурс**, который представляет собой математическое ожидание ресурса и **γ -процентный ресурс**, определяемый как наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью γ , выраженной в процентах.

В нормативных конструкторских документах, как правило, указывается 90-процентный ресурс, а для систем, узлов и деталей, влияющих на безопасность движения, – 95-процентный.

Показатели долговечности автомобиля связываются с видом действий после наступления предельного состояния объекта. Если после наступления предельного состояния необходимо проведение капитального ремонта, указывают средний или γ -процентный ресурс до капитального ремонта.

Последний может быть определен графически по кривой убыли (вероятности безотказной работы) (рисунок 8.1).

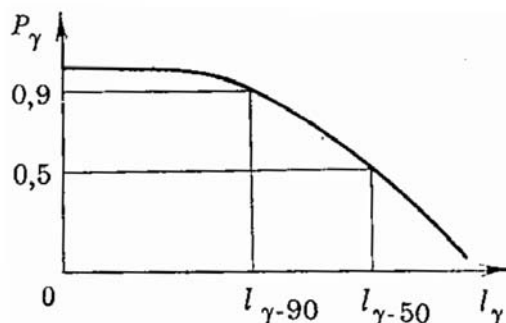


Рисунок 8.1 – Схема определения γ -процентного (90 %) и среднего (50 %) ресурса

8.2.3 Показатели ремонтпригодности. Ремонтпригодность автомобиля определяется вероятностью восстановления работоспособного состояния.

Поскольку ремонтпригодность зависит прежде всего от периодичности технического обслуживания и трудоемкости проведения его и текущего ремонта, эти показатели нормируются ГОСТ 21624–81, который устанавливает требования к эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности машин.

К показателям ремонтпригодности относят периодичность технических обслуживаний, удельную оперативную трудоемкость технического обслуживания и текущих ремонтов.

Периодичность технического обслуживания является одним из важнейших показателей, определяющих совершенство конструкции автомобиля и соответствие ее требованиям эксплуатационной технологичности. Чтобы создавать автомобили с высокой периодичностью технического обслуживания, необходимо расширить применение новых износостойких материалов, усовершенствованных конструктивных решений уплотнений узлов, внедрение автоматических систем смазки, а также применение высококачественных смазочных материалов.

Удельная оперативная трудоемкость технического обслуживания и удельная трудоемкость текущего ремонта устанавливают трудозатраты на выполнение всех операций технического обслуживания автомобиля (без ежедневного обслуживания), определяемые его конструкцией и состоянием. Эти показатели указываются в человеко-часах на 1000 км пробега. Разовая оперативная трудоемкость для ежедневного технического обслуживания указывается в человеко-часах.

Значения нормируемых показателей трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта в зависимости от класса и вида автомобиля приводятся в ГОСТ 21624–81.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с основными терминами и определениями надежности.
- 2 Ознакомиться с основными законами распределения показателей надежности [1, с. 43, таблица 2.2].
- 3 Ознакомиться с положениями ГОСТ 21624–81. Вычислить трудозатраты на проведение ТО и ТР одним человеком для автомобилей, приведенных в таблицах 1.1, 4.1 и 5.1.
- 4 Создать отчет.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте определение надежности автомобиля.
- 2 Назовите основные составляющие надежности.
- 3 Назовите основные состояния автомобиля и укажите причины перехода между ними.
- 4 Назовите основные показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности.

9 Практическое занятие № 9. Вероятностный расчет ресурса деталей автомобилей

Цель работы: научиться рассчитывать показатели надежности автомобиля и ресурса его деталей на практике.

9.1 Задачи к практической работе

1 В течение месяца велось наблюдение за 10 бульдозерами. При этом за период наблюдения отказал один бульдозер. Определить вероятность безотказной работы за период наблюдения и вероятность отказа.

2 В начальный период наблюдения все 10 рукавов высокого давления на экскаваторе третьей размерной группы были работоспособны. Однако через 10 ч один рукав порвался и восстановить его невозможно. Определить интенсивность отказов РВД.

3 На испытании находилось 10 элементов автомобиля, которые вышли из строя при следующих пробегах: 5; 4; 3; 10; 11; 15; 7; 8; 9; 5 тыс. км. Определить среднюю наработку до отказа элемента автомобиля.

4 На испытании находились три элемента автомобиля. Первый элемент вышел из строя при пробеге 5 тыс. км и был восстановлен. При пробеге 3 тыс. км снова отказал и восстановлен вновь. Второй элемент отказал при пробеге 9 тыс. км, затем восстановлен. Третий отказал при пробеге 11 тыс. км, восстановлен, и автомобиль продолжал работать. Определить среднюю наработку на отказ элементов автомобиля.

5 За наблюдаемый период автогрейдер ДЗ-98А отказал 2 раза, причем первая наработка на отказ составила 500 ч, вторая – 700 ч; первый внеплановый ремонт составил 5 ч, а второй – 15 ч. Определить коэффициент готовности.

6 Для условий задачи 5 определить коэффициент технического использования, если продолжительность простоев автогрейдеров в плановых ТО и ремонтах за тот же период составила 20 ч.

7 Проведены испытания 20 тракторов. При этом установлено, что у трех тракторов эксплуатационные отказы появились в интервале наработки от 100 до 200 ч, у шести – в интервале от 200 до 300 ч, у восьми – в интервале от 300 до 400 ч, у двух – в интервале от 400 до 500 ч и, наконец, у одного – в интервале наработки от 500 до 600 ч. Определить, чему равна вероятность появления эксплуатационного отказа в каждом интервале наработки трактора.

8 Определить, какой процент тракторов по условиям задачи 7 будет иметь отказы в интервале их средней наработки от 200 до 500 ч.

9 Устройство состоит из четырех приборов, каждый из которых может в течение времени t отказать независимо от других. Отказ хотя бы одного прибора приводит к отказу устройства. За время t вероятность безотказной работы каждого из приборов соответственно равна: $P_1(t) = 0,90$; $P_2(t) = 0,96$; $P_3(t) = 0,98$; $P_4(t) = 0,95$. Найти надежность устройства за время работы t .

10 Определить остаточный ресурс детали, если ее предельный износ равен 1,5 мм. По результатам диагностики установлено, что при наработке 1200 ч износ детали равен 0,5 мм. Коэффициент $\alpha = 1,0$.

11 У дизельного двигателя ЯМЗ-238 НБ после наработки 3100 ч был проведен микрометраж соединения направляющей втулки и стержня выпускного клапана и получено $D_{ВТ.ИЗМ} = 11,12$ мм, $d_{К.ИЗМ} = 10,76$ мм. Определить остаточный ресурс соединения и увеличенный остаточный ресурс соединения при замене изношенной втулки на новую.

12 Определить вероятность безотказной работы системы из четырех звеньев (рисунок 9.1, а), если известны значения вероятности безотказной работы каждого звена $P_1 = 0,99$; $P_2 = 0,90$; $P_3 = P_4 = 0,96$.

13 Определить вероятность безотказной работы системы, приведенной в задаче 12, за счет дублирования второго элемента, надежность которого значительно ниже, чем у остальных элементов (рисунок 9.1, б).

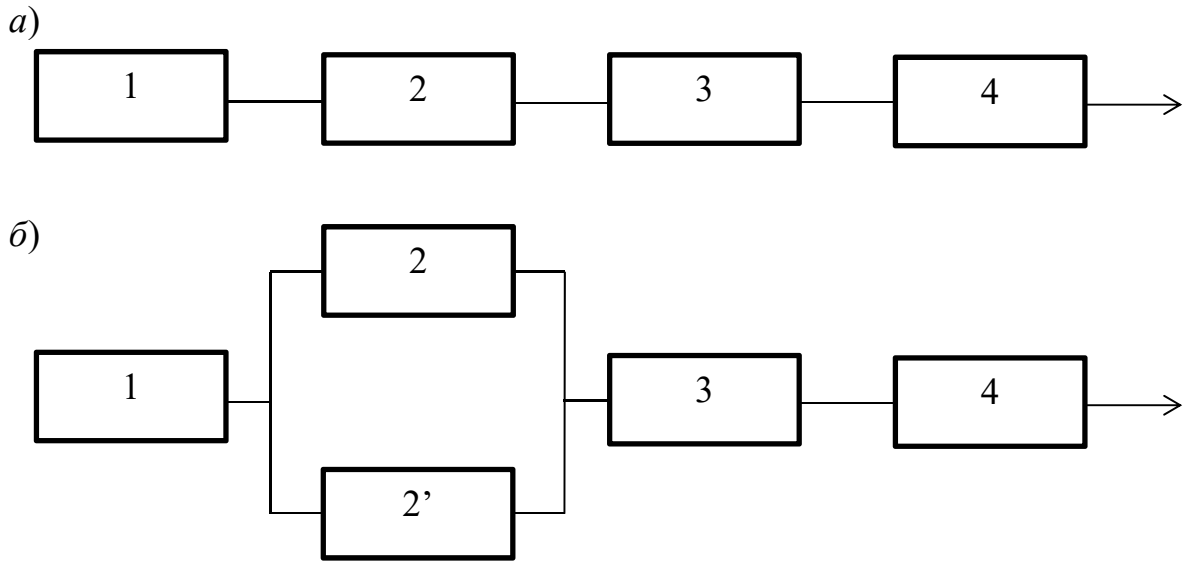


Рисунок 9.1 – Схема для расчета системы из четырех элементов

14 Определить вероятность безотказной работы $P_D(x)$ четырехцилиндрового двигателя (рисунок 9.2) при работе не менее двух цилиндров двигателя. Вероятность безотказной работы каждого цилиндра $P_{Ц} = 0,8$.

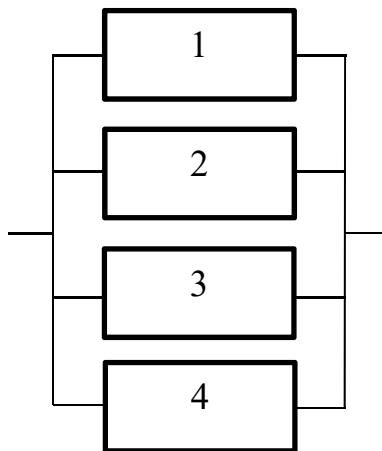


Рисунок 9.2 – Раздельное резервирование четырехцилиндрового двигателя (параллельное соединение элементов)

Порядок выполнения работы

- 1 Решить задачи.
- 2 Создать отчет.

Список литературы

- 1 Автомобили. Основы проектирования / Под ред. М. С. Высоцкого. – Минск: Вышэйшая школа, 1987. – 152 с.
- 2 **Кравец, В. Н.** Проектирование автомобиля / В. Н. Кравец. – Нижний Новгород, 1992. – 230 с.
- 3 Автомобили. Машины большой единичной мощности / Под ред. М. С. Высоцкого, А. И. Гришкевича. – Минск: Вышэйшая школа, 1988. – 160 с.
- 4 Автомобили. Специализированный подвижной состав / Под ред. М. С. Высоцкого, А. И. Гришкевича. – Минск: Вышэйшая школа, 1989. – 240 с.
- 5 **Тарасик, В. П.** Теория движения автомобиля: учебник для вузов / В. П. Тарасик. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.
- 6 Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет / Под общ. ред. И. П. Ксеновича. – Москва: Машиностроение, 1991. – 544 с.
- 7 Конструкция автомобиля. Шасси / Под общ. ред. А. Л. Карунина. – Москва: МАМИ, 2000. – 528 с.
- 8 **Шарипов, В. М.** Конструирование и расчет тракторов: учебник / В. М. Шарипов. – Москва: Машиностроение, 2004. – 752 с.
- 9 Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика: учебник / И. Н. Кравченко [и др.]; под ред. И. Н. Кравченко. – Москва: АЛЬФА-М, 2016. – 336 с.