

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ,
СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ**

На правах рукописи

УДК 656.1

ДЖУМАЕВ ЭРКИН НОРКУЛОВИЧ

**Методика проведения экспериментальных исследований
эксплуатационных свойств активной безопасности транспортных
средств**

ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание степени магистра

5А620102 - Организация и безопасность движения

(автотранспорте)

**Научный руководитель:
к.т.н., доц., Хамраев Д.Х.**

Ташкент-2017

Содержание:

| | |
|---|-----------|
| Введение | 7 |
| Глава I. Эксплуатационные свойства транспортных средств | 11 |
| I.1. Классификация безопасности движения транспортных средств | 11 |
| I.2. Тягово-скоростные, тормозные свойства и устойчивость автомобиля | 17 |
| I.3. Управляемость, проходимость, маневренность и информативность автомобиля | 29 |
| I.4. Весовые и геометрические параметры автомобиля | 40 |
| Выводы по I главе. | 42 |
| Глава II. Экспериментальные измерения при испытаниях эксплуатационных свойств транспортных средств | 46 |
| II.1. Общие требования, предъявляемые к измерительной аппаратуре | 46 |
| II.2. Тензометрирование | 49 |
| II.3. Регистрирующая аппаратура и устройства обработки данных измерений | 54 |
| Выводы по II главе. | 64 |
| Глава III. Рекомендации для определения активной безопасности транспортных средств | 66 |
| III.1. Методика определения коэффициента сцепления шины с опорной поверхностью | 66 |
| III.2. Испытательная дорожная лаборатория | 71 |
| III.3. Испытательные полигоны | 75 |
| Выводы по III главе | 79 |
| Заключения | 81 |
| Список использованной литературы | 82 |
| Приложение | 86 |

ВВЕДЕНИЕ

В двадцать втором тому произведений первый Президента Республики Узбекистан И.А. Каримова приводятся доклады и речи руководителя нашей страны за 2013-2014 годы на заседании Кабинета Министров Республики Узбекистан /1/. В частности в докладе особое внимание уделяет на строительству и реконструкции автомобильных дорог, развитию транспортной инфраструктуры и отмечает, что вновь построено и реконструировано 530 километров Узбекской национальной автомагистрали. Помимо этого, отремонтировано более 890 километров внутренних дорог, связывающих сельские населенные пункты, свыше 200 километров городских и поселковых улиц. В рамках реализации проектов по строительству и реконструкции Узбекской национальной автомобильной магистрали реконструировано с укладкой современного покрытия 302,5 километра автомобильных дорог /2/.

В докладе Президента Республики Узбекистан Ш.М. Мирзияева на расширенном заседании Кабинета Министров, важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2017 год разработал комплекс мер по реализации следующих задач:

- нужна принципиально новая система развития автомобильной промышленности, повышения конкурентоспособности ее продукции, прежде всего на рынках ближнего и дальнего зарубежья /3/.

Развитие методов испытаний связано с совершенствованием измерительной и регистрирующей аппаратуры, устройств, предназначенных для обработки опытных данных, и созданием необходимых режимов исследований /4,5/.

Большое значение имеют форсированные испытания на стендах и на дорогах автомобильных полигонов, в которых значительно сокращены сроки выполнения исследований /7/.

Актуальность темы. Конструктивные узлы и агрегаты транспортных средств в результате проводимых научных исследований и экспериментальных испытаний постоянно совершенствуются.

Следовательно, параметры эксплуатационных свойств транспортных средств также изменяются и требуют уточнения для оценки их применимости в реальных дорожных условиях. Это в свою очередь требуют усовершенствования методики подведения испытаний, регистрации и обработки параметров эксплуатационных свойств транспортных средств/8/.

В связи с этим, исследуемая тема является актуальной для науки и практики эксплуатации транспортных средств.

Целью работы является разработка методов экспериментального исследования активной безопасности, являющиеся одним из важных эксплуатационных свойств автомобиля /6/.

Объектами исследований являлись эксплуатационные свойства автомобиля: тяговое – скоростные и тормозные свойства, устойчивость и управляемость, проходимость и маневренность автомобиля.

Задачи исследования:

- выбор оценочных параметров активной безопасности автомобиля;
- разработка методики проведения испытаний по активной безопасности;
- разработка измерительных аппаратур для проведения экспериментальных исследований;
- разработка устройств, для обработки экспериментальных измерений;
- разработка рекомендаций по проведению экспериментов транспортных средств.

Научная новизна исследования. Базируется на применение методов экспериментальных исследований эксплуатационных свойств активной безопасности транспортных средств.

Основоположником автомобильной школы является Е.А. Чудаков, которому принадлежит более двухсот работ по различным отраслям автомобильной науки. Зимелев Г.В. исследовал тяговую динамичность автомобиля и предложил аналитический метод расчета ее показателей. Я.М. Певзнер, А.С.Литвинов и Я.Е.Фаробин разработали теорию движения автомобиля на повороте. В области тормозной динамики успешно работали Н.А.Бухарин и А.Б.Гредескул, а вопросы плавности хода обобщены в трудах Р.В.Ротенберга. Н.А. Яковлевым и Я.Х. Закиным предложена большая работа по исследованию эксплуатационных свойств автомобильного поезда /8, 33/.

Решающим условием успешного развития любой теории является ее неразрывная связь с практикой. Над конкретизацией основных положений теории и приложением их к решению реальных задач эксплуатации автомобиля работали Г.В. Крамаренко, Л.Л. Афанасьев и Д.П. Великанов. В монографии А.С. Литвинова изложена теория управляемости и курсовой устойчивости автомобиля / 11,15/.

Эксплуатационные свойства автомобиля изучали также иностранные ученые В. Камм, Е. Марквард, Р. Эберан и А. Янте.

В Республике Узбекистан эксплуатационные свойства транспортных средств изучали Хашимов Д.И., Лебедев О.В.и Тургунбаев Б.

В работе использовались методом аналитического обзора рассматриваемой проблемы, теоретические исследования эксплуатационных свойств транспортных средств.

Материалы и рекомендации могут быть использованы для проведения дальнейших научных поисков и испытаний эксплуатационных свойств транспортных средств /12/.

Содержание работы – диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, литературы, приложения. Списка использованной литературы, включающего 41 источника, в том числе 35 на русском, 1 – на узбекском и

5 – из интернет – сайтов. Работа изложена на 75 страницах теста, содержит 40 рисунков, 44 формул и 4 таблиц.

По теме диссертационной работы опубликованы 2 статьи:

1.Тургунбаев Б, Джумаев Э.Н. Методика проведения экспериментальных исследований по активной безопасности транспортных средств. Республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых. Ташкент. 18-19 май 2016г /9/.

2. Тургунбаев Б, Джумаев Э.Н. Ҳаракат хавфсизлигини таъминлашдаги муаммолар тахлили. “Транспорт логистикаси, мультимодал ташишлар” мавзусидаги хорижий олимлар иштирокидаги Республика – техник анжуманининг илмий мақолалари. 2016й. 18-19 май /36/.

Глава I. Эксплуатационные свойства транспортных средств

I.1. Классификация безопасности движения транспортных средств

Безопасность транспортного средства включает в себя комплекс конструктивных и эксплуатационных свойств, снижающих вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий, тяжесть их последствий и отрицательное влияние на окружающую среду. Различают **активную, пассивную, послеаварийную и экологическую** безопасность транспортного средства /8/.

Классификация испытаний по объекту охватывает две основные группы: испытания автомобиля в целом и испытания его отдельных механизмов и узлов /9/. Общая схема классификации испытаний показана на рис. I.1 .



Рис. I.1. Классификация испытаний автомобиля.

Анализ дорожно-транспортных происшествий (ДТП) показывает, что вероятность их возникновения и тяжесть последствий зависят от безопасности автомобиля.

Нормативные документы и законодательные акты в отношении различных элементов безопасности транспортных средств разрабатываются практически всеми странами, выпускающими автомобили /10/.

Под активной безопасностью транспортного средства понимаются его свойства, снижающие вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия. Активная безопасность обеспечивается несколькими эксплуатационными свойствами, позволяющими водителю уверенно управлять автомобилем, разгоняться и тормозить с необходимой интенсивностью, совершать маневры, которые требует дорожная обстановка, без значительных затрат физических сил. Основные из этих свойств: тяговые, тормозные, устойчивость, управляемость, проходимость, информативность и обитаемость /11/.

Эксплуатационные свойства оценивают, сравнивая их показатели с определенными значениями, принятыми в качестве базовых. Часть показателей имеет нормированные ОСТами и ГОСТами значения, для остальных – экспериментальным или расчетным путем определяют среднестатистические или экспериментальные эксплуатационные значения показателей автомобилей – аналогов /12, 13/.

Наиболее употребительными и достаточными для сравнительной оценки являются следующие показатели:

Максимальная скорость V_{\max} . Условиями определения являются движение на высшей передаче по специальному измерительному участку с наибольшей скоростью при полной подаче топлива. По ГОСТ 21398 – 75 у полностью нагруженных грузовых автомобилей и автопоездов V_{\max} должна быть не менее 80 км/ч.

Условная максимальная скорость $V_{\max\text{усл}}$. Это средняя скорость автомобиля на последних 400м при его разгоне с места на участке 2000м с полной подачей топлива и начале переключения передач при номинальной частоте вращения n_N коленчатого вала двигателя. Этот показатель определяет верхний предел скоростных свойств на ограниченном пути.

Время разгона на заданном пути 400 и 1000 м τ_{400} и τ_{1000} и до заданной скорости τ_0 . Эти параметры определяют при разгоне в тех же условиях, в которых измеряют $V_{\max\text{усл}}$.

Скоростная характеристика разгон – выбег. Характеристика определяется графиком $V=f(t)$ и $V=f(S)$, полученным при разгоне с места с полной подачей топлива до V_{\max} на пути 2000 м и выбеге до остановки.

Скоростная характеристика разгона на высшей передаче. Графические зависимости $V=f(t)$ и $V=f(S)$ на высшей передаче определяют эту характеристику.

Скоростная характеристика на дороге с переменным продольным профилем. Для оценки автомобилей, работающих на магистральных дорогах холмистой местности, может быть использована эта характеристика, которая является частью комплексной топливно-скоростной характеристики. Она представляет собой зависимость средней скорости $V_{\text{ср}}$ от заданной максимально допускаемой скорости $V_{\text{доп}}$, при движении по специальной скоростной дороге автополигона, заданной вероятностным распределением уклонов и некоторыми дополнительными условиями /12/.

Минимальная устойчивая скорость V_{min} определяется на высшей передаче.

Максимальный подъем i_{\max} . Подъем преодолевается на низшей передаче основной коробки передач и дополнительной коробки, при $V = \text{const}$ и полной подаче топлива. По ГОСТ 21398 – 75 для грузовых одиночных автомобилей с полной нагрузкой i_{\max} должен быть не менее 25%, для автопоездов – 18%.

Установившаяся скорость $V_{\text{уст}}$ на затяжных подъемах (определяется на заданном подъеме определенной длины). Она оказывает влияние на среднюю скорость движения автомобиля и транспортного потока в целом. Согласно ГОСТ 21398 – 75 грузовые автопоезда с полной нагрузкой при

движении по сухому твердому ровному покрытию должны преодолевать подъем с уклоном 3% протяженностью не менее 3 км при $V_{уст} \geq 30$ км/ч.

Ускорение J при разгоне (максимальные и средние на передачах). Ускорения определяют потенциальные возможности автотранспортного средства при обгонах.

Сила тяги на крюке P_c (максимальная на низшей передаче). Параметр характеризует способность автомобиля к буксированию прицепов.

Программа и методика испытаний

1. Программы испытаний составляют в соответствии с их назначением. В программе указывают содержание и последовательность выполнения всех работ. Многие виды испытаний стандартизованы, типовые программы их выполнения определены государственными и отраслевыми стандартами и нормами /13/.

2. Типовая программа испытаний — это организационно-методический документ, устанавливающий в общем виде объект, подлежащий испытаниям, и порядок проведения самих испытаний. На основании типовой разрабатывают рабочую программу, в которой конкретизируют порядок проведения испытания в соответствии с его непосредственными задачами.

3. Каждая программа включает вводную часть и следующие разделы: объект испытаний; цель испытаний; общие положения; условия и порядок проведения испытаний; объем испытаний; отчетность; приложения.

4. В разделе «Объект испытаний» указывают полное наименование опытного образца, его индекс и обозначение, количество испытуемых образцов и их пробег до начала испытаний, конструктивные особенности объекта. При необходимости приводят сведения об аналогах.

5. В разделе «Цель испытаний» определяют конкретные задачи, которые должны быть решены в результате их проведения.

6. Раздел «Общие положения» содержит указания по срокам и месту проведения испытаний, перечень ранее проведенных испытаний и исследований, показывающих уровень отработки опытных образцов и их агрегатов.

7. В разделе «Условия и порядок проведения испытаний» приводят сведения по дорожным и метрологическим условиям испытаний, их продолжительности и цикличности, а также по условиям хранения, обслуживания техники и материально-технического обеспечения испытаний.

8. Раздел «Объем испытаний» содержит перечень этапов и опытов, последовательность их проведения, а также показатели эксплуатационных свойств объекта, подлежащие определению и оценке.

9. В разделе «Отчетность» приводят перечень отчетных документов, которые должны оформляться в процессе испытаний и по их завершению. Указывают также организации, в которые должны поступать отчетные документы.

10. Принято все выполняемые при испытаниях автотранспортных средств работы делить на лабораторные, лабораторно-дорожные и пробеговые.

11. Лабораторные работы выполняют при неподвижном изделии, лабораторно-дорожные — при движении объекта, оборудованного измерительной аппаратурой, по специальным участкам, а пробеговые - при движении автомобиля по дорогам общего пользования или специально установленным маршрутам.

12. Качество изделия оценивается по группам показателей, характеризующих функциональную работоспособность изделия, его надежность и удобство технического обслуживания и ремонта. Применительно к подвижному составу система показателей функциональной работоспособности характеризует его способность выполнять транспортную работу в заданных дорожных и климатических условиях. Показатели надежности являются критериями оценки способности подвижного состава длительно сохранять в допустимых пределах значения всех параметров, определяю-

щих его функциональную работоспособность. Показатели трудоемкости технического обслуживания и ремонта позволяют оценить затраты, необходимые для поддержания изделия в работоспособном состоянии.

13. Типовой программой испытаний подвижного состава предусматривается проведение измерительных операций по оценке основных показателей, определяющих функциональную работоспособность изделия. К ним относятся масса изделия, основные его размеры, показатели скоростных и тормозных свойств, устойчивости и управляемости, топливной экономичности, плавности хода, проходимости.

14. В процессе испытаний проверяют также герметичность систем и узлов автомобиля (отсутствие пропуска газов и воздуха, подтекания жидкостей и масел), определяют степень загрязненности воздуха в кабине и в пассажирском помещении, содержание вредных веществ в отработавших газах и их дымность, уровень внешнего и внутреннего шума, напряженность поля радиопомех. При отрицательных значениях температуры наружного воздуха оценивают пусковые качества двигателей, эффективность отопления кабин и пассажирских помещений.

15. Кроме того, для автомобилей некоторых типов может определяться глубина преодолеваемого брода, работа лебедки, самосвального механизма и др.

16. Указанные выше работы выполняют в процессе лабораторных и лабораторно-дорожных испытаний. При пробеговых испытаниях оценивают надежность, эксплуатационные скорости движения, проходимость автомобиля, расход топлива и смазочных материалов, трудоемкость технического обслуживания и ремонта изделия.

17. Методы проведения измерительных и испытательных работ определяются методикой испытаний. Это организационно-методический документ, описывающий методы, средства и условия испытаний, наиболее целесообразный порядок выполнения операций по определению предусмотренных

программой характеристик изделия. В методике устанавливаются порядок обработки и оценки результатов испытаний, формы представления итоговых данных, определяется требуемая точность измерений, излагаются требования безопасности труда и охраны окружающей среды в процессе испытаний.

I.2. Тягово-скоростные, тормозные свойства и устойчивость автомобиля

Тягово-скоростными свойствами называют совокупность свойств, определяющих возможные по характеристикам двигателя или сцепления ведущих колес с дорогой диапазоны изменения скоростей движения и предельные интенсивности разгона автомобиля при его работе на тяговом режиме в различных дорожных условиях. Тяговым принято считать режим, при котором от двигателя к ведущим колесам подводится мощность, достаточная для преодоления сопротивления движению /8/.

Тягово-динамическая характеристика автомобиля имеет первостепенное значение для повышения его производительности и снижения затрат на перевозку.

Тяговые свойства характеризуют способность транспортного средства двигаться с высокой скоростью или преодолевать участки дорог с повышенным сопротивлением движению. Показатели тяговых свойств: максимальная скорость движения, время разгона до определенной скорости, время заданного участка с места, наибольший преодолеваемый уклон и др.

Определять тягово-скоростные показатели работы автомобиля (тяговую характеристику, максимальную скорость движения, ускорение, время и путь разгона) можно как в дорожных, так и в лабораторных условиях /9/.

Тяговая характеристика автомобиля выражает зависимость тяговой силы на ведущих колесах P_k от скорости движения автомобиля V . Ее получают или на всех, или на какой-то одной передаче. Упрощенная тяговая характеристика представляет зависимость тяговой силы P_d на крюке автомобиля от скорости его движения.

В лабораторных условиях тяговая характеристика может быть получена в испытаниях на стенде, принципиальная схема которого приведена на рис. I.2 и I.3.

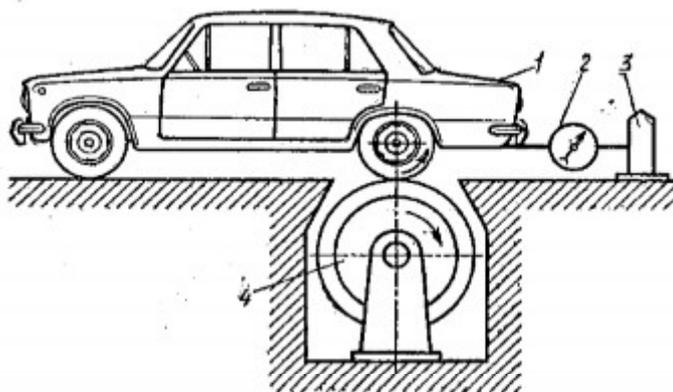


Рис. I.2. Стенд для определения тяговой характеристики автомобиля:
1 – автомобиль; 2 – динамометр; 3 – стойка; 4 – беговой барабан

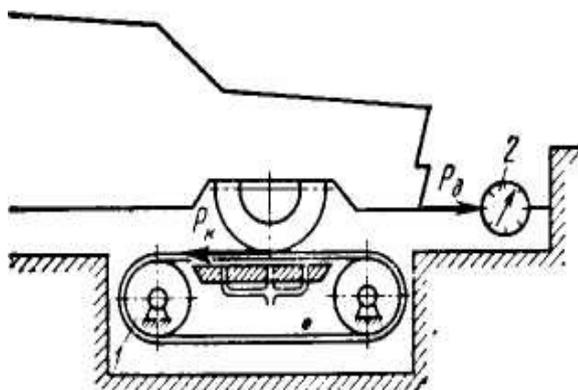


Рис. I.3. Стенд для определения тяговой характеристики автомобиля
1- барабан с электродвигателем; 2- динамометр.

Для проведения стендовых испытаний автомобиль 1 (рис. I.2.) устанавливают ведущими колесами на беговые барабаны 4 стенда и прикрепляют при помощи троса через динамометр 2 к неподвижной стойке 3.

Прибор предназначен (рис. I.3) для проверки технического состояния основных тормозных систем транспортных средств (ТС) методом дорожных испытаний по ГОСТ 51709-2001. Прибор определяет, в соответствии с ГОСТ установившееся замедление $J_{уст}$, пиковое значение усилия нажатия на педаль $P_{пм}$, длину тормозного пути S_t , время срабатывания тормозной системы $t_{ср}$, начальную скорость торможения V_0 и линейное отклонение

ТС при торможении. Прибор также производит перерасчет нормы тормозного пути St к реальной начальной скорости торможения /8/.

При полностью открытой дроссельной заслонке с помощью гидравлического или электрического тормоза создают такое сопротивление вращению беговых барабанов, при котором их угловая скорость остается постоянной. Замерив тахометром угловую скорость ω_k ведущих колес и зная их радиус, определяют скорость (в м/с), с какой двигался бы автомобиль при той же скорости ω_k по дороге:

$$V = \omega_k r \quad (I.1)$$

Угловые скорости ведущих колес ω_k и коленчатого вала ω_e связаны между собой равенством

$$\omega_e = \omega_k i_{тр} \quad (I.2)$$

Поэтому

$$V = \omega_k r / i_{тр} \quad (I.3)$$

Если пренебречь потерей энергии при качении ведущих колес по барабанам стенда, то можно считать, что сила тяги равна силе, нагружающей динамометр, и определять величину силы P_T по его показаниям.

При дорожных испытаниях автомобиля динамометры используют для определения момента на карданном валу или на полуоси автомобиля. С этой же целью на вал или полуось наклеивают тензометрические датчики, позволяющие записать на ленте осциллографа даже кратковременные изменения момента.

Если нет экспериментальных данных, то величину P_T определяют расчетным путем, используя для этого скоростную характеристику двигателя.

Во время передачи момента M_e агрегатами трансмиссии его величина изменяется пропорционально передаточным числам агрегатов. Момент (в Н.м), подводимый к полуосям при равномерном движении автомобиля:

$$M_T = M_e i_{тр} - M_{тр} \quad (I.4)$$

$$\text{или, } M_T = M_e i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}} \quad (\text{I.5})$$

$$\text{Сила тяги: } P_T = M_T / r = M_e i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}} / r \quad (\text{I.6})$$

Определив M_e , $\eta_{\text{тр}}$ (или M_T) и V для нескольких значений ω_e , можно, пользуясь формулой (I.6), найти зависимость силы тяги от скорости автомобиля во всем диапазоне изменения угловой скорости ω_e и момента M_e и построить тяговую характеристику.

В дорожных условиях тягово-скоростная характеристика автомобиля наиболее просто может быть получена с помощью динамометрического прицепа, который буксируется испытываемым автомобилем. Измеряя при испытаниях с помощью динамографа силу тяги на крюке, а также скорость движения автомобиля, можно построить кривые зависимости P_k от V . При этом тяговую силу подсчитывают по формуле:

$$P_k = P_d + P_f + P_\omega, \quad (\text{I.7})$$

где P_d – сила тяги на крюке, измеренная с помощью динамографа;

P_f и P_ω – силы сопротивления соответственно качению и воздуху.

Зависимость сил сопротивления P_f и P_ω от скорости движения автомобиля должна быть получена предварительно проведенными испытаниями.

Тяговая характеристика полностью определяет динамические свойства автомобиля, однако ее получение связано с большим объемом испытаний. В большинстве случаев, например при проведении длительных контрольных испытаний, определяют следующие динамические свойства автомобиля:

- 1) минимальную устойчивую и максимальную скорость;
- 2) время и путь разгона;
- 3) максимальные подъемы, которые может преодолеть автомобиль при равномерном движении.

Минимальную устойчивую скорость движения автомобиля определяют на прямой передаче. Измерения производят на двух последовательно расположенных участках пути длиной 100 м каждый с расстоянием между

ними равным 200-300 м. Максимальную скорость движения определяют на высшей передаче при прохождении автомобилем мерного участка длиной 1 км. Время прохождения мерного участка фиксируют секундомером или фотоствором.

Время и путь разгона автомобиля находят обычно при двух режимах. На первом режиме автомобиль разгоняют на прямой передаче с начальной скоростью 15 км/ч до скорости, примерно равной 80% максимальной на этой передаче. В случае, если минимальная устойчивая скорость выше 15 км/ч, то разгон начинают с минимальной устойчивой скорости. При разгоне педаль подачи топлива выжимают полностью. Во втором режиме автомобиль разгоняют с места, начиная с первой или второй передачи, обычно также до скорости, примерно равной 80% максимальной /11/.

Для измерения параметров, характеризующих динамические свойства автомобилей, применяют приборы типа «путь – скорость - время», записывающие параметры процесса разгона. В результате обработки первичной записи получают зависимости пути и времени разгона от скорости движения автомобиля. Величины ускорений разгона автомобиля определяют графическим дифференцированием зависимости времени разгона от скорости или при помощи акселерографов. При исследовательских испытаниях параметры процесса разгона записываются на осциллограф или магнитограф.

Для анализа динамических свойств автомобиля можно вместо соотношения сил использовать сопоставление тяговой мощности N_T с мощностью, необходимой для преодоления сопротивления движению. По аналогии с уравнением силового баланса (I.7) уравнение мощностного баланса можно написать в следующем виде:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_k + N_{п} + N_b + N_{и}. \quad (I.8)$$

где, $N_{и} = P_{и} V / 1000$ – мощность, затрачиваемая на преодоление силы инерции автомобиля, в кВт.

В развернутом виде с учетом приведенных выше формула

$$N_T = fG\cos\alpha_d v / 1000 + G\sin\alpha_d v / 1000 + W_B v^3 / 1000 + \delta_{вр} M_a J v. \quad (I.9)$$

Степенью использования мощности двигателя называют отношение мощности, необходимой для движения автомобиля, к мощности, которую двигатель может развить при полностью открытой дроссельной заслонке:

$$N = N_d + N_B + N_{тр} + N_{и} / N_e = N_d + N_B + N_{и} / \eta_{тр} N_e = N_d + N_B + N_{и} / N_T. \quad (I.10)$$

При равномерном движении автомобиля

$$И = N_d + N_B / \eta_{тр} N_e = N_d + N_B + / N_T \quad (I.11)$$

Степень использования мощности зависит от типа и состояния дорожного покрытия, скорости автомобиля и передаточного числа трансмиссии $i_{тр}$. Чем лучше дорога и меньше коэффициент ψ , чем меньше скорость и чем больше передаточное число $i_{тр}$, тем хуже используется мощность двигателя.

Безопасность автомобилей в значительной степени определяется их тормозными свойствами. Разработаны правила, регламентирующие методику проведения испытаний тормозов в дорожных условиях, и требования, предъявляемые к тормозным свойствам автомобиля [11].

Торможение, совершаемое с целью предотвратить ДТП, называется аварийным. На дорогах с высоким коэффициентом сцепления $J_3 = 8-9 \text{ м/с}^2$.

Плавное торможение $J_3 = 2,5-3,0 \text{ м/с}^2$ называют служебным. Если конечная скорость при торможении равна нулю его называют полным, если не равна – частичным.

Рассмотрим торможение с полным использованием сил сцепления при следующих допущениях: реакция R_x достигают максимального значения одновременно на всех колесах; коэффициенты ϕ_x всех колес одинаковые и неизменны за весь процесс торможения.

При таких допущениях процесс торможения может быть описан графиком зависимости $J_3=f(t)$, называемым тормозной диаграммой(рис. I.4).

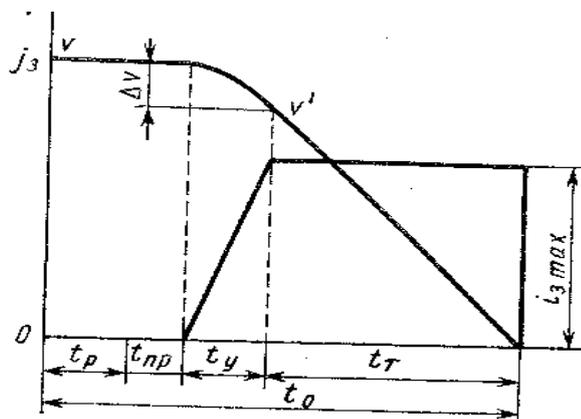


Рис. 1.4. Тормозная диаграмма

Начало координат соответствует моменту нажатия на тормозную педаль (начало торможения). На диаграмму для лучшей иллюстративности иногда наносят зависимость $V = f(t)$. При возникновении аварийной ситуации водитель, приняв в результате оценки обстановки решение тормозить, переносит ногу с педали управления подачей топлива на тормозную педаль. Время t_p от момента, когда замечена опасность, до начала торможения называют временем реакции водителя. В зависимости от индивидуальных качеств, квалификации водителя, степени его утомленности, дорожной обстановки и т.п. t_p может изменяться в пределах $0,2 \dots 1,5$ с. При расчетах принимают среднее значение $t_p = 0,8$ с.

После начала торможения время t_{np} , называемое временем запаздывания, затрачивается на перемещение элементов тормозного привода на величину зазоров, имеющих между ними в нерабочем положении, нарастание давления жидкости или воздуха в трубопроводах и рабочих аппаратах гидравлического или пневматического привода до значения, необходимо для преодоления усилий возвратных пружин колодок и перемещения колодок до соприкосновения их фрикционных накладок с тормозными дисками или барабанами. Время t_{np} зависит от типа тормозного привода и тормозных механизмов, а также технического состояния тормозной системы. У технически исправной тормозной системы с гидроприводом и дисковыми тормозными механизмами $t_{np} = 0,05 \dots 0,07$ с, с барабанными тормозными механизмами $t_{np} = 0,15 \dots 0,20$ с, у системы с пневмоприводом $t_{np} = 0,2 \dots 0,4$ с.

С момента соприкосновения фрикционных элементов тормозных механизмов реакции, замедление увеличиваются от нуля до значения, соответствующего установившемуся значению сил, приводящих в действие тормозные механизмы. Время t_y , затрачиваемое на этот процесс, называют временем нарастания замедления $J_{з.н.}$ В зависимости от типа автомобиля, состояния дороги, дорожной ситуации, квалификации и состояния водителя, состояния тормозной системы t_y может изменяться в пределах 0,05...2,0 с.

Время t_r называют временем установившегося замедления. Установившегося замедление на горизонтальной дороге определяется:

$$J_{уст} = \varphi_x g \quad (I.12)$$

Путь S_o , проходимый автомобилем от момента, когда водителем была замечена опасность, до $V = 0$ называют остановочным:

$$S_o = V_o (t_p + t_{пр} + 0,5t_y) + 0,5 V_o^2 / (\varphi_x g). \quad (I.13)$$

Тормозной путь определяется по следующей формуле:

$$S_T = V_o (t_{пр} + 0,5t_y) + 0,5 V_o^2 / (\varphi_x g). \quad (I.14)$$

Тормозные свойства оказывает влияние не только на безопасность движения, но и на среднюю скорость движения. Водитель на основании своего опыта интуитивно устанавливает скорость движения, учитывая тормозные свойства управляемого им автомобиля.

Допустимая по тормозным свойствам скорость движения может быть определена из условия

$$S_o = S_б + S_B \quad (I.15)$$

где S_o – остановочный путь, определяемый по формуле (I.13); $S_б$ – расстояние безопасности (обычно принимают равным 5...10м); S_B – расстояние видимости водителем дороги до встречного автомобиля или препятствия на пути.

В темное время суток при пользовании фарами

$$S_B = S_{осв} - \mu v \quad (I.16)$$

Где, $S_{осв}$ – максимальная протяженность участка дороги, освещенного фарами. Для дальнего света $S_{осв} = 100\text{м}$, для ближнего света $S_{осв} = 50\text{м}$; μ – коэффициент, учитывающий уменьшение расстояния видимости от скорости движения, $\mu = 1,8$.

Подставляя значения соответствующих составляющих в уравнение (I.15), получим квадратное уравнение относительно v , решая которое, можно определить допустимую скорость движения по тормозным свойствам автомобиля для заданных условий движения. Зная профиль трассы и коэффициент ϕ_x для участков, можно рассчитывать эпюру допустимых скоростей движения по тормозным свойствам на всем протяжении трассы и при моделировании движения на ЭВМ учесть влияние тормозных свойств на среднюю скорость /11,13/.

Испытания тормозов проводят на режимах типа «0», «I», «II». Для автомобилей, тормозная система которых имеет ограничитель давления или антиблокировочную систему (АБС), дополнительно проводят испытания в режиме торможения на повороте и в режиме изменения ряда (переставка). Рабочую тормозную систему испытывают на всех режимах, а запасную только на режиме типа «0».

На режиме типа «0» оценивают эффективность холодных тормозов. Автомобиль разгоняют до скорости, которая больше начальной скорости торможения на 3 - 5 км/ч. Перед началом торможения температура тормозных механизмов не должна превышать 100°C . Водитель отключает двигатель от трансмиссии и при достижении начальной скорости быстро нажимает на педаль тормоза с усилием, зависящим от типа автомобиля. Торможение производится до полной остановки.

Испытания типа «I» состоят из двух этапов: предварительного, для нагрева тормозов и основного, для оценки эффективности работы нагретых тормозов. На предварительном этапе тормозные механизмы нагреваются значительно, например в легковом автомобиле до $250 - 270^{\circ}$

С, в грузовом средней грузоподъемности до 140 – 150° С, в тяжелом грузовом до 170 – 200° С. Этот этап можно проводить торможением на спуске крутизной 7% и длиной 1,7 км для поддержания постоянной скорости 40 км/ч.

Основной этап испытаний типа «I» проводят не позднее чем через 45 с после предварительного контрольным торможением, как и в испытаниях типа «0».

В испытательном режиме типа «II» при длительном торможении на затяжном спуске оценивают потери тормозного момента. Предварительный этап проводят при непрерывном торможении на спуске длиной 6 км и крутизной 6 % со скоростью 30 ± 5 км/ч.

Дополнительные испытания автомобилей, имеющих ограничители давления в тормозной системе или антиблокировочные системы, проводят при торможении на повороте, в режиме изменения ряда (переставка) и на дороге, на которой коэффициенты сцепления по левыми и правыми колесами различны. Для торможения на повороте дорогу размечают, как показано на рис. I.5.

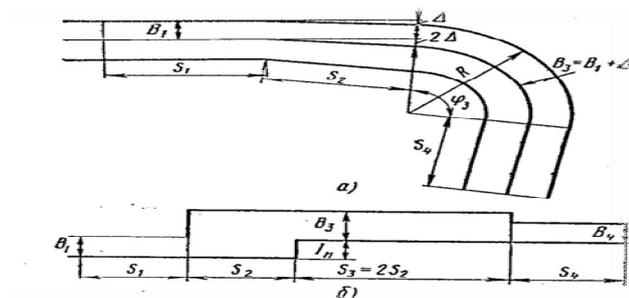


Рис. I.5. Разметка участка дороги для тормозных испытаний
а – на повороте; б – при изменении ряда (переставка)

Автомобиль проходит участок S_1 прямолинейного движения, переходный S_2S_2 , ширина которого изменяется от B_1 до $B_1 + \Delta$, криволинейный с углом S_3 постоянным радиусом R и выходит на конечный прямолинейный участок дороги S_4

Торможение при изменении ряда проводят на участке, размеченном в соответствии с рис. 1.5(б), также в четыре этапа. Первый участок пути, как и в предыдущем случае, является контрольным, на втором изменяют направление движения, на третьем (переходном) вводят автомобиль в новый ряд и, наконец, на четвертом контролируют прямолинейное движение.

Устойчивость автомобиля. Для управления курсовым и боковым движениям автомобиля водитель, поворачивая управляемые колеса, создает управляющие силы. Параметры этих сил регулируются водителем таким образом, чтобы получить желаемое изменение курсового угла и траектории движения /12/.

При одних параметрах невозмущенного движения после временного отклонения, вызванного возмущением, параметры возвращаются к исходным – асимптотически устойчивое движение.

Устойчивость – совокупность свойств, определяющих критические параметры по устойчивости движения и положения транспортного средства или его звеньев.

Критическое значение угла косогора по условиям опрокидывания транспортного средства для легковых автомобилей составляет 40...50°, для грузовых - 30...40°, и для автобусов - 25...30°.

Потеря устойчивости автомобилем может быть вызвана неправильными режимами управления (торможение, разгон, резкий поворот рулевого колеса), а также неправильным выбором скорости движения (без учета состояния дорожного покрытия и влияния окружающей среды).

Оценочными показателями устойчивости являются критические параметры движения и положения.

Основные оценочные показатели устойчивости:

1. критические скорости $V_{кр.сц.}$ по боковому скольжению и $V_{кр.опр}$ по боковому опрокидыванию;

2. критические углы косогора $\beta_{кр.сц}$ по боковому скольжению и $\beta_{кр.опр}$ – по боковому опрокидыванию;
3. коэффициент поперечной устойчивости $\beta_{кр.опр}$;
4. критические скорости $V_{кр.о}$ по курсовой устойчивости и $V_{кр.авт.поезд}$ автопоезда по вилянию прицепа.

Критическая скорость по условиям заноса:

$$V_{зан} = \sqrt{\frac{\varphi_y g L}{\theta}} \approx \sqrt{\varphi_y g R} \quad (I.17)$$

Критическая скорость по условиям опрокидывания:

$$V_0 = \sqrt{\frac{gBL}{2h_{ц}\theta}} \approx \sqrt{\frac{gBR}{2h_{ц}}} \quad (I.18)$$

Критический угол косогора по условиям заноса

$$\beta_3 = \arctg \varphi_y \quad (I.19)$$

Критический угол косогора по условиям опрокидывания

$$\beta_0 = \arctg (B/2h_{ц}) \quad (I.20)$$

Для обеспечения безопасности на кривых малых радиусов устраивают односкатный поперечный профиль (вираж), на котором проезжая часть и обочины имеют поперечный уклон к центру кривой.

Для движения колеса без продольного и поперечного проскальзывания необходимо соблюдение условия

$$P_{сц} = \varphi Z \geq \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (I.21)$$

Согласно формуле (I.5) для качения колеса без скольжения должно быть соблюдено условие

$$Y \leq \sqrt{\varphi^2 Z^2 - X^2} \quad (I.22)$$

Таким образом, поперечная сила, которую можно приложить к колесу, не вызывая его скольжения, тем больше, чем больше сила сцепления и чем

меньше касательная реакция дороги. Наиболее устойчива в поперечном направлении ведомое колесо, у которого касательная реакция, представляющая собой силу сопротивления качению, невелика сравнительно с силой F_Z . Колесо, нагруженное тяговой или тормозной силой, хуже противостоит заносу, чем ведомое колесо. Если касательная реакция достигла значения силы сцепления, то для того, чтобы произошло боковое скольжение, достаточно приложить к колесу небольшую поперечную силу.

I.3. Управляемость, проходимость, маневренность и информативность автомобиля

Управляемость системы «автомобиль - водитель» - это способность автомобиля, управляемого водителем, сохранять заданное направление движения или изменять его по желанию водителя воздействием на рулевое управление в определенных дорожных условиях /12/.

Для обеспечения хорошей управляемости необходимо, чтобы автомобиль удовлетворял следующим требованиям:

1. управляемые колеса при повороте автомобиля катились без бокового скольжения;
2. поперечная эластичность шин была подобрана таким образом, чтобы на повороте автомобиль двигался по дуге большего радиуса, чем автомобиль с жесткими в поперечном направлении шинами;
3. рулевой привод обеспечивал правильное соотношение углов поворота управляемых колес;
4. управляемые колеса во время прямолинейного движения сохранили нейтральное положение и автоматически возвращались к нему при выходе автомобиля из поворота;
5. исключались произвольные угловые колебания управляемых колес.

Критической скоростью $V_{\text{упр}}$ по условиям управляемости называют скорость, с которой автомобиль может двигаться на повороте без бокового скольжения управляемых колес.

$$V_{\text{упр}} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{\varphi^2 - f^2}}{\tan \theta} - f\right) gL \cos \theta}, \quad (\text{I.23})$$

Если скорость автомобиля больше скорости $V_{\text{упр}}$, то управляемые колеса при повороте проскальзывают в поперечном направлении, так как поворот колес не изменяет направление его движения. Критическая скорость $V_{\text{упр}}$ уменьшается при увеличении угла θ . Чем меньше радиус поворота автомобиля, тем меньше должна быть его скорость, так как иначе начнется боковое скольжение управляемых колес.

На дорогах с твердым покрытием коэффициент f обычно во много раз меньше коэффициента φ , и поэтому автомобиль сохраняет управляемость даже на кривых малых радиусов.

При движении по дорогам с неровным обледенелым покрытием, а также по песку или снегу значения коэффициентов φ и f сближаются, причем разность

$\varphi^2 - f^2$ уменьшается, что приводит к снижению критической скорости.

Если $\varphi = f/\cos\theta$, то подкоренное выражение равно нулю. И автомобиль может поворачиваться лишь с весьма малой скоростью.

Если $\varphi < \frac{f}{\cos\theta}$, то автомобиль становится неуправляемым, так как скорость $V_{\text{упр}}$ является мнимой величиной.

Критическая скорость по условиям управляемости может быть меньше, чем критические скорости по условиям заноса и опрокидывания. Это означает, что потеря автомобилем управляемости является не менее вероятной и опасной, чем потеря устойчивости.

В случае полного скольжения передних колес, например, в результате их блокировки при торможении, поперечная реакция дороги возникнуть не

может. В этом случае поворот передних колес не изменяет направления их движения, и автомобиль теряет управляемость.

Автомобиль с эластичными шинами может под действием поперечной силы двигаться криволинейно, даже если управляемые колеса находятся в нейтральном положении и угол θ равен нулю.

Под поворачиваемостью подразумевают свойство автомобиля с эластичными шинами отклоняться вследствие увода от направления движения, определяемого положением управляемых колес.

При движении автомобиля с излишней поворачиваемостью возможна потеря управляемости.

Критическая скорость $V_{ув}$ с излишней поворачиваемостью:

$$V_{ув} = \sqrt{\frac{L}{\frac{M_2}{k_{ув2}} + \frac{M_1}{k_{ув1}}}} \quad (I.24)$$

Управляемость автомобиля тесно связано с устойчивостью, так как чем выше устойчивость, тем больше приближается фактическая траектория движения автомобиля к траектории, задаваемой водителем. Поэтому при испытаниях определяют показатели, характеризующие устойчивость по опрокидыванию, курсовую устойчивость, т.е. способность сохранять заданное направление движения, и боковую устойчивость, которая характеризует боковые смещения автомобиля при движении /12,14,15/.

Показатели управляемости и устойчивости определяют при движении автомобиля в нормальных эксплуатационных условиях и по размеченным траекториям на специальных площадках и участках дорог.

Испытаниям подвергают автомобили, параметры которых соответствуют техническим условиям, при полной их массе. Предварительно обязательно проверяют углы установки управляемых колес, зазоры в рулевом управлении, давление воздуха в шинах, износ протектора шин, который не должен превышать 30% его первоначальной высоты. Длина участков

должна составлять 500 м при движении со скоростями 10 – 30 км/ч и 1000 м при больших скоростях.

Испытания на дорогах общего пользования проводят двое водителей, прошедших специальную подготовку, для получения субъективной оценки управляемости автомобиля. Во время испытаний определяют комплекс показателей, характеризующих управляемость и устойчивость автомобиля: боковые отклонения автомобиля, колебания курсового угла, крены автомобиля, чувствительность автомобиля к управлению, стабилизацию положения управляемых колес, величины усилий на рулевом колесе и др [4,13].

Испытания на управляемость по специально размеченным траекториям включают движение по прямой (курсовая устойчивость), перевод автомобиля с одной полосы движения на другую (переставка), поворот с переходом на круговую траекторию (вход в поворот).

Курсовую устойчивость проверяют на прямолинейных участках дорог шириной не менее 3,5 м, с продольным уклоном до 1% и поперечным – не более 0,5%. Испытания проводят на дорогах с асфальтобетонным или цементобетонным покрытием в сухом и мокром состояниях с ограниченной величиной неровностей и с установленными на дорогах искусственными препятствиями определенной формы и размеров, а также с булыжным сухим покрытием хорошего качества и на укатанных заснеженных дорогах.

На каждом участке проводят не менее восьми заездов в одном направлении с различными скоростями. При испытаниях на сухой асфальтобетонной или цементобетонной дороге скорости должны быть меньше максимальной на 10 и 30 км/ч для легковых автомобилей и на 5 и 15 км/ч для грузовых автомобилей и автобусов. Испытания на всех остальных типах дорог производят при максимально возможной по условиям безопасности скорости движения и меньшей на 20 – 25%.

Оценочным параметром курсовой устойчивости является средняя скорость бокового смещения автомобиля:

$$V_{cp} = V \gamma_0, \quad (I.25)$$

где V – скорость автомобиля; γ_0 – средний интегральный угол отклонения автомобиля от прямолинейного движения.

Проходимостью называется эксплуатационное свойство, определяющее возможность движения автомобиля в ухудшенных дорожных условиях, по бездорожью и при преодолении различных препятствий.

При движении по бездорожью происходит взаимодействие автомобиля с различными грунтовыми поверхностями, их классификация приведена в табл. I.1.

Классификация грунтовых условий.

Табл. I.1

| Вид | Состояние | Основные показатели |
|---|---|---|
| Связные грунты | | |
| Легкосуглинистые | Твердые | Степень ровности, фрикционные свойства |
| Суглинистые | Пластичные | Деформируемость, сцепные свойства |
| Тяжелосуглинистые | Текучие | Толщина переувлажненного слоя, сцепные свойства |
| Песчаные грунты | | |
| Пылеватые, мелкозернистые, среднезернистые, крупнозернистые | Неуплотненное, малоуплотненное, уплотненное | Деформируемость, сцепные свойства |
| Заболоченные грунты | | |
| Сплошные, сапропелевые, сплавинные | Неосушенные, осушенные | Прочность и толщина дернового слоя, несущая способность |
| Снег | | |
| Пушистый, метелевый, зернистый | Оседающий, осевший и уплотненный ветром | Плотность и толщина снежного покрова, температура |

Возможность движения по проходимости выражается неравенством

$$P_T \geq \sum Pi \quad (I.26)$$

где, P_T – тяговая сила на ведущих колесах, Pi – силы сопротивления движению.

Частичная потеря проходимости связана со снижением скорости движения (производительности), а также с ростом расхода топлива в рассматриваемых условиях движения. Поэтому это свойство может быть охарактеризовано соответствующими показателями.

Проходимость делится на профильную и опорную. Профильная проходимость характеризует возможность преодолевать неровности пути, препятствия и вписываться в требуемую полосу движения. Опорная проходимость определяет возможность движения в ухудшенных дорожных условиях и по деформируемым грунтам [8,11,15].

На рис. 1.6, приведена схема сил взаимодействия ведущего колеса полноприводного автомобиля с вертикальной стенкой в момент потери колесом контакта с грунтом. Опорная реакция при этом будет полностью перенесена с углом порога.

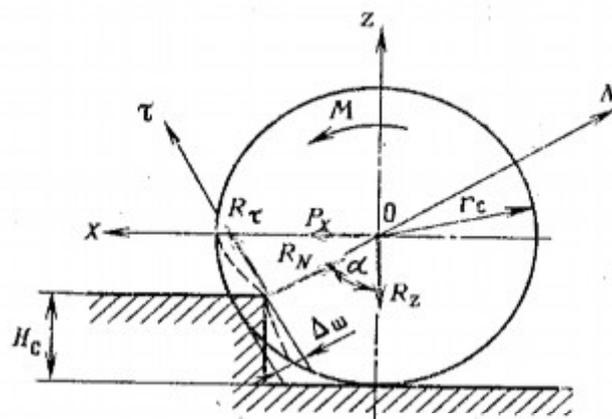


Рис. 1.6. Схема сил, действующих на колесо при преодолении препятствия

Формула для определения высоты стенки, преодолеваемой ведущим колесом

$$H_c \leq r_c \left[1 - \frac{1 - \Delta_{ш}/r_c}{\sqrt{1 + \left(\frac{P_x + \varphi_r P_z}{P_z - \varphi_r P_x} \right)^2}} \right] \quad (I.27)$$

Можно установить, что высота преодолеваемой стенки возрастает при увеличении: радиуса колеса r_c , толкающей силы P_x , коэффициента сцепления φ_x , радиального (нормального) прогиба шины $\Delta_{ш}$ и снижается при увеличе-

нии нормальной нагрузки на колесо P_z . Наиболее существенное влияние на высоту преодолеваемой стенки оказывает радиус колеса и толкающая сила.

Максимальная высота преодолеваемой стенки для полноприводного автомобиля 4x4 не превышает половины радиуса колеса. Для автомобиля 8x8.

$$H_c \leq r_c .$$

Если колесо ведомое ($\varphi_x = 0$), то формула (I.27) упрощается:

$$H_c \leq r_c \left[1 - \frac{1 - \Delta_{ш} / r_c}{\sqrt{1 + (P_x / P_z)^2}} \right] \quad (I.28)$$

Высота стенки существенно зависит от радиуса колеса и толкающей силы – для обычных грузовых автомобилей $H_c \leq 0,15r_c$.

Преодоление рва автомобильным колесом аналогично преодолению порога. Зависимость ширины рва от его глубины $h_{п}$ выражается длиной хорды.

$$B_p = 2 \sqrt{D_c h_{п} - h_{п}^2} , \quad (I.29)$$

для одиночного колеса $B_p \leq 0,7 D_c$

Маневренность автомобиля. Автомобиль должен иметь возможность существенно изменять направление движения на ограниченном пути. Это необходимо при маневрировании в местах погрузки и разгрузки на небольшой площади, на городских маршрутах, характеризующихся большим количеством (около 70%) поворотов на 90° . Иногда появляется необходимость в движении задним ходом или полном развороте, причем почти всегда имеющаяся для этого площадь ограничена.

Для количественной характеристики цикла поворота предложен А.С. Литвиновым режимный коэффициент $k_{п} = \theta_{ср} / v$, представляющий собой отношение средней угловой скорости поворота управляемых колес к скорости движения. Пределы изменения режимного коэффициента $k_{п}$ в зависимости от условий, радиуса поворота и скорости движения при маневрировании приведены в табл. I.2.

Пределы изменения режимного коэффициента $k_{п}$ в зависимости от условий

Пределы изменения режимного коэффициента $k_{п}$.

Табл. I.2.

| Условия | V, км/ч. Скорость, км/ч | R, м Радиус поворота, | $k_{п}10^3$ рад/м, режимный коэффициент |
|--|----------------------------|-----------------------|---|
| Закрытие помещения и узкие проезды | 3 – 8 | 8 – 15 | 50 - 100 |
| Свободные площадки, широкие проезды | 8 – 24 | 7 – 20 | 35 – 45 |
| Городские перекрестки и дороги с тяжелыми условиями движения | 8 -25 | 8 – 20 | 10 - 30 |

Маневренность называется группа свойств, характеризующих возможность автомобиля изменять заданным образом свое положение на ограниченной площади в условиях, требующих движения по траекториям большой кривизны с резким изменением направлений, в том числе и задним ходом.

Маневренность может быть охарактеризована следующими оценочными показателями: 1) минимальным радиусом поворота; 2) внешним габаритным радиусом поворота; 3) внутренним габаритным радиусом поворота; 4) поворотной шириной автомобиля по следу колес; 5) габаритной полосой движения; 6) удельной тяговой силой, необходимой для совершения поворота; 7) коэффициентом использования сцепной силы колес при повороте; 8) усилием на рулевом колесе при повороте управляемых колес на месте; 9) сложность осуществления управляемого движения задним ходом.

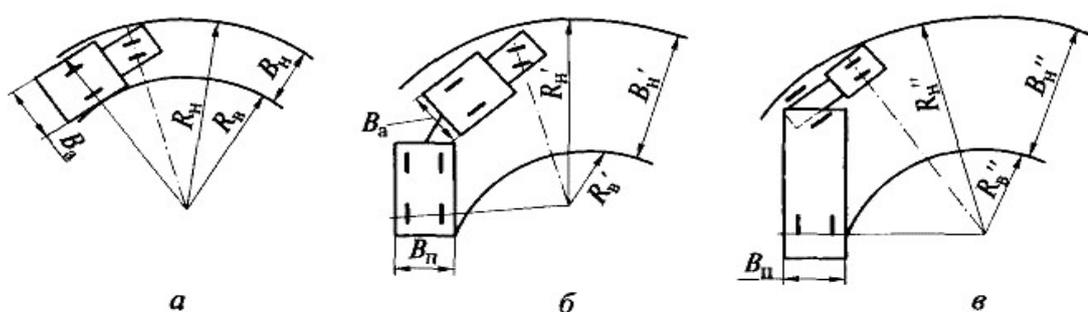


Рис. I.7. Показатели маневренности одиночного автомобиля (а), тягача с прицепом (б), тягача с полуприцепом (в): R_b - радиус поворота внутреннего колеса; R_n - радиус поворота наружного колеса; B_a - ширина

одиночного автомобиля; B_n - ширина коридора движения; $B_{п}$ - ширина прицепа; параметры без штриха относятся к одиночному автомобилю, со штрихом - к тягачу с прицепом, с двойным штрихом - к тягачу с полуприцепом /15,16/.

Показателями маневренности (рис. I.7) являются ширина коридора движения на повороте B_n и минимальный радиус поворота наружного управляемого колеса R_n . Увеличение длины транспортного средства приводит к снижению его маневренности и ухудшению характеристик транспортного потока.

Ширина транспортного средства определяет коридор движения, т.е. ширину полосы проезжей части, необходимой транспортному средству при движении по условиям безопасности (рис. I.8 и I.9). Увеличение занимаемого коридора движения объясняется отклонением транспортных средств от прямолинейного движения с увеличением скорости.



Рис. I.8. Коридор движения на однополосной (а) и двухполосной (б) дороге: B_a - статическая ширина автомобиля; B_d - динамическая ширина автомобиля; B_k - коридор движения; C - зазоры безопасности; \vec{v} - направление движения автомобиля.

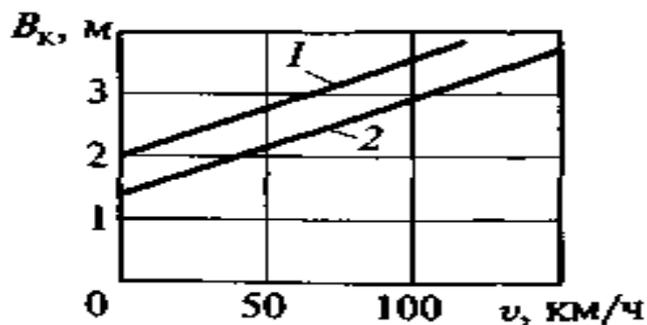


Рис. 1.9. Зависимость ширины коридора B_k движения от скорости движения транспортных средств: 1 - грузовые автомобили; 2 - легковые автомобили; ширина автомобиля $B_a = 2,5$ м; ширина полосы движения $B_{п.д} = 3,75$ м.

Чем выше скорость, тем больше занимаемый коридор B_k движения (рис.1.9) и тем, следовательно, шире требуется полоса движения транспортному средству по условиям безопасности движения:

$$B_k = B_a + 3,6Kv^n + C, \quad (I.30)$$

где B_a - ширина автомобиля (транспортного средства); K - эмпирический коэффициент, $K = 0,01...0,05$;

n - показатель степени, принимаемый равным или меньше единицы в зависимости от типа транспортного средства;

C - зазор безопасности, принимаемый $0,3...1$ м в зависимости от типа транспортного средства.

Информативность это свойство автомобиля обеспечивать участников дорожного движения необходимой информацией /29/.

Вся информация поступает к человеку с помощью сигналов рис. 1.10. Такими сигналами является возможные физические процессы, двигающиеся объекты, разнообразные звуковые сигналы, напряжение мышц и т.д., т.е. сигналы возникающие при нормальном протекании какого-либо процесса или сигналы специально предназначенные для сообщения человеку информации.



Рис. 1.10. Схема информативности транспортного средства

Основным показателем эффективности системы освещения транспортного средства является безопасная скорость движения, которая определяется по формуле, получаемой из условия равенства необходимой дальности видимости и остановочного пути:

$$v_0 = j \left(\sqrt{T^2 + 2S_e / j} - T \right) \quad (I.31)$$

где v_0 - безопасная скорость движения по условиям видимости, м/с;
 $T = t_p + t_{cp} + t_d$ - суммарное время реакции водителя и срабатывания тормозов, с; t_p - время реакции водителя, с; t_{cp} - время срабатывания тормозного привода, с; t_d - дополнительное время реакции, необходимое для восприятия препятствия в темное время суток, с; S_e - дальность видимости препятствий, м; j - установившееся замедление, м/с².

Дальность видимости S_e зависит от расстояния освещения $S_{осв}$:

$$S_e = S_{осв} - \mu v_a, \quad (I.32)$$

где μ - эмпирический коэффициент, зависящий от динамики восприятия освещаемых объектов в поле зрения; v_a - скорость движения транспортного средства, м/с.

Критерием безопасности может служить коэффициент видимости $k_{вид}$, представляющий собой отношение величин дальности видимости S_e и ос-

тановочного пути S_o , или коэффициент опасности движения $k_{o,д}$ -величина, обратная коэффициенту видимости:

$$k_{\text{вид}} = S_e/S_o; k_{o,д} = 1/k_{\text{вид}} = S_o/S_e. \quad (I.33)$$

Большое значение в безопасности дорожного движения имеет обзорность с места водителя. Обзорность определяется размерами окон, расположением водителя (т.е. высотой положения глаз водителя относительно поверхности дороги), расположением стоек кабины, формой и высотой капота, расположением и размерами стеклоочистителей, устройств обдува и обогрева лобового стекла, числом и размерами зеркал заднего вида.

С 1 января 2000 г. введен в действие ГОСТ Р51266-99 «Автомобильные транспортные средства. Обзорность с места водителя. Технические требования. Методы испытаний», гармонизированный с соответствующими директивами Европейского союза.

I.4. Весовые и геометрические параметры автомобиля

Параметры массы автомобиля. Полная масса – масса снаряженного транспортного средства с грузом, водителем и пассажирами, установленная предприятием-изготовителем в качестве максимально допустимой. За полную массу состава транспортных средств, т.е. специальных транспортных средств, движущихся как одно целое, принимается сумма полных масс транспортных средств, входящих в состав /15, 16,./

Собственная масса – масса транспортного средства в снаряженном состоянии без груза. Слагается из сухой массы, массы топлива, охлаждающей жидкости, инструмента, принадлежностей и обязательного оборудования.

Сухая масса – масса незаправленного и неснаряженного транспортного средства.

Коэффициент использования массы – отношение грузоподъемности транспортного средства к его собственной массе.

Сцепная масса $m_{\text{вк}}$. Часть массы, создающую нормальные нагрузки на ведущих колесах, для дорожных автомобилей и автопоездов, работающих в основном на дорогах с твердым покрытием, считают одним из основных показателей, определяющих уровень проходимости /17/.

Коэффициент сцепной массы $k\varphi$. Этот показатель определяется отношением сцепной массы к полной массе. Условием возможности движения по сцеплению служит неравенство:

$$G_{\text{вк}}\varphi \geq G_a\psi, \quad (\text{I.34})$$

$$\text{откуда} \quad G_{\text{вк}} / G_a = k\varphi \geq (f + i) / \varphi_x \quad (\text{I.35})$$

Чем больше $G_{\text{вк}}$ и. соответственно $k\varphi$ тем меньше вероятность потери проходимости в трудных дорожных условиях. Для грузовых автопоездов общего назначения стран – членов СЭВ на перспективу рекомендуется иметь верхний предел отношения полной массы к сцепной массе не более 3,8, что соответствует допустимому $k\varphi \geq 0,263$. Для магистральных автопоездов рекомендуется $k\varphi = 0,31$, что соответствует наихудшим возможным дорожным условиям их эксплуатации ($\varphi_x = 0,2$, $f = 0,012$, $i = 0,06$). В странах ЕЭС для автопоездов с автомобилем-тягачом 4x2 предлагается иметь следующие $k\varphi$: в Бельгии – 0,33, Италии и Люксембурге – 0,27, Великобритании – 0,263.

Среднестатистическое значение коэффициента сцепной массы для магистральных автомобилей-тягачей зарубежного производства составляет 0,693, экстремальное 0,773, для автопоезда соответственно 0,364 и 0,421.

Наиболее распространенным для оценки проходимости дополнительным показателем является давление колес на дорогу. По ГОСТ 17697 – 72 различается среднее давление колеса в контакте, равное отношению нормальной реакции опорной поверхности к контурной площади контакта $p_{\text{конт}} = R_z / F_k$ и среднее давление колеса по выступам рисунка протектора, равное отношению нормальной реакции опорной поверхности контакта к

площади контакта по выступам рисунка протектора $p_{пр} = R_z / F_{пр}$. Чем меньше давление, тем меньше почти для всех случаев движения сопротивление движению и меньше вероятность застревания, в особенности при движении по деформируемому грунту, снегу.

Для дорожных автомобилей рекомендуются верхние ограничения пределов этих давлений на дорогах с твердым покрытием $p_{конт} \leq 0,6 \text{ Мпа}$,

$p_{пр} \leq 0,85 \text{ Мпа}$. Для полноприводных автомобилей рекомендуемые значения давлений значительно ниже.

Остальные показатели опорной проходимости по содержанию совпадают с показателями и параметрами тягово-скоростных свойств.

Выводы по I главе

На основе описанных в параграфах первой главы можно сделать следующие выводы:

1. Тягово-скоростными свойствами автомобилей называют совокупность свойств, определяющих возможные по характеристикам двигателя или сцепления ведущих колес с дорогой диапазоны изменения скоростей движения и предельные интенсивности разгона автомобиля при его работе на тяговом режиме в различных дорожных условиях.

2. Безопасность автомобилей в значительной степени определяется их тормозными свойствами. В результате ранее проведенных многочисленных исследований регламентирующие методику проведения испытаний тормозов в дорожных условиях, и требования, предъявляемые к тормозным свойствам автомобиля.

Испытания тормозов проводят на режимах типа «0», «I», «II». Для автомобилей, тормозная система которых имеет ограничитель давления или антиблокировочную систему (АБС), дополнительно проводят испытания в режиме торможения на повороте и в режиме изменения ряда

(переставка). Рабочую тормозную систему испытывают на всех режимах, а запасную только на режиме типа «0».

3. За важным свойством автомобилей является обеспечение его устойчивости при движении в различных режимах движения.

Устойчивость – совокупность свойств, определяющих критические параметры по устойчивости движения и положения транспортного средства или его звеньев.

Оценочными показателями устойчивости являются критические параметры движения и положения.

Основные оценочные показатели устойчивости:

1) критические скорости $V_{кр.сц.}$ по боковому скольжению и $V_{кр.опр}$ по боковому опрокидыванию;

2) критические углы косоугора $\beta_{кр.сц}$ по боковому скольжению и $\beta_{кр.опр}$ – по боковому опрокидыванию;

3) коэффициент поперечной устойчивости $\eta_{поп.уст.} = B/2h$;

4) критические скорости $V_{кр.ω}$ по курсовой устойчивости и $V_{кр.авт.поезд}$ автопоезда по влиянию прицепа.

4. Исключительное внимание уделяется обеспечению лучшей управляемости автомобиля что очень важно для улучшения безопасности движения и облегчения работы водителя.

Для обеспечения хорошей управляемости необходимо, чтобы автомобиль удовлетворял следующим требованиям:

1) управляемые колеса при повороте автомобиля катились без бокового скольжения;

2) поперечная эластичность шин была подобрана таким образом, чтобы на повороте автомобиль двигался по дуге большего радиуса, чем автомобиль с жесткими в поперечном направлении шинами;

3) рулевой привод обеспечивал правильное соотношение углов поворота управляемых колес;

4) управляемые колеса во время прямолинейного движения сохранили нейтральное положение и автоматически возвращались к нему при выходе автомобиля из поворота;

5) исключались произвольные угловые колебания управляемых колес.

5. Немаловажным эксплуатационным свойством автомобиля является его проходимость, особенно на участках автомобильных дорог с низкими качествами.

Проходимостью называется эксплуатационное свойство, определяющее возможность движения автомобиля в ухудшенных дорожных условиях, по бездорожью и при преодолении различных препятствий.

Проходимость делится на профильную и опорную. Профильная проходимость характеризует возможность преодолевать неровности пути, препятствия и вписываться в требуемую полосу движения. Опорная проходимость определяет возможность движения в ухудшенных дорожных условиях и по деформируемым грунтам.

6. Автомобиль должен легко маневрироваться на участках дорог с различными геометрическими параметрами и иметь возможность существенно изменять направление движения на ограниченном пути.

Маневренность называется группа свойств, характеризующих возможность автомобиля изменять заданным образом свое положение на ограниченной площади в условиях, требующих движения по траекториям большой кривизны с резким изменением направлений, в том числе и задним ходом.

Маневренность может быть охарактеризована следующими оценочными показателями: 1) минимальным радиусом поворота; 2) внешним габаритным радиусом поворота; 3) внутренним габаритным радиусом поворота; 4) поворотной шириной автомобиля по следу колес; 5) габаритной полосой движения; 6) удельной тяговой силой, необходимой для совершения поворота; 7) коэффициентом использования сцепной силы колес при

повороте; 8) усилием на рулевом колесе при повороте управляемых колес на месте; 9) сложность осуществления управляемого движения задним ходом.

7. Большинство единичных показателей профильной проходимости представляет собой геометрические параметры автомобилей и прицепного состава.

Профильную проходимость автомобилей в соответствии с ГОСТ 22653 – 77 оценивают по следующим единичным показателям:

1) дорожному просвету; 2) переднему (заднему) свесу; 3) углу переднего (заднего) свеса; 4) продольному радиусу проходимости; 5) наибольшему углу преодолеваемого подъема; 6) наибольшему углу преодолеваемого косогора.

Выше описанные эксплуатационные свойства транспортных средств сформулированы в результате многолетних теоретических работ большого количества исследователей в разных странах мира.

На практике эти свойства оцениваются экспериментальными измерениями, особенностям которых посвящены материалы II-й главы.

Глава II. Экспериментальные измерения при испытаниях эксплуатационных свойств транспортных средств.

Измерения при испытаниях

Испытания автомобилей связаны с большим количеством разнообразных измерений. Преобладающими над механическими измерительными системами являются электрические, при которых обеспечивается высокая точность, чувствительность, широкий диапазон измеряемых величин и возможность автоматической обработки полученной информации /18,19,./

Типовая схема измерений неэлектрических величин электрическими методами включает первичный и промежуточный преобразователи и устройство для регистрации. Первичный преобразователь в зависимости от измеряемой величины создает электрический сигнал. Характерным примером такого преобразователя является тензорезистор, применяемый для измерения механических напряжений.

Самописцы, осциллографы, магнитографы и другие устройства предназначены для записи и хранения полученной информации в той или иной форме. Промежуточные преобразователи обеспечивают совместность работы первичных преобразователей и регистрирующих устройств. Примерами промежуточных преобразователей являются усилители, фильтры, переключающие устройства и т.п.

II.1. Общие требования, предъявляемые к измерительной аппаратуре

Аппаратура, применяемая при испытаниях автомобилей, должна отвечать целому ряду требований: прежде всего, быть компактной, не бояться динамических перегрузок, вибрации, большой запыленности воздуха и в то же время обладать достаточной чувствительностью и разрешающей способностью. Требование компактности вызвано отсутствием достаточного места для размещения аппаратуры на сиденье в салоне легкового или кабине грузового автомобилей. Необходимость установки приборов в салоне или кабине диктуется недостаточной вибробезопасностью аппара-

туры и высоким уровнем колебаний рамы и кузова. При выборе приборов для дорожных испытаний также необходимо учитывать возможность питания их от низковольтных источников тока.

Разместив аппаратуру на автомобиле, следует надежно закрепить приборы, исключая их произвольное перемещение. Особое внимание необходимо обратить на закрепление аккумуляторных батарей, используемых в качестве автономных источников питания от бортовой сети автомобиля создает различные помехи, вызванные работой электрооборудования. В некоторых случаях помехи могут быть вызваны измерительными приборами, работающими от общего источника тока. Поэтому целесообразно применять специальные меры защиты или для каждого прибора использовать отдельный источник питания. Перед началом испытаний требуется рассчитать или предварительными экспериментами определить уровень измеряемых величин и их частоты, по которым выбирают коэффициент усиления, частотный диапазон, скорость записи и другие характеристики аппаратуры.

До начала и после проведения испытаний следует определить и проверить характеристики всего измерительного комплекса: коэффициент калибровки, амплитудно-частотную характеристику, величину погрешности.

Коэффициент калибровки является своего рода ценой деления всего измерительного комплекса и определяется отношением сигнала на входе σ_c (измеряемая величина) к выходному S :

$$K = \sigma_c / S. \quad (\text{II.1})$$

Входной сигнал σ_c рассчитывают или измеряют другим прибором с известной ценой деления. Перед калибровкой все органы настройки аппаратуры устанавливают в рабочее положение и они остаются неизменными до окончания испытаний. В процессе калибровки величину σ_c изменяют от нуля до таких значений, при которых линейная зависимость между сигналами входа и выхода нарушается. По результатам калибровки строят график (рис II.1). Задаваясь допустимым отклонением ΔK коэффициента K от

постоянного значения (например, $\Delta K = \pm 2\%$), можно определить пределы допустимых измерений как по выходному сигналу S_K , так и по измеряемой величине $\sigma_{с\text{ max}}$:

$$\sigma_{с\text{ max}} = K S_K. \quad (\text{II.2})$$

$\sigma_{с\text{ max}}$, возникает погрешность, связанная с нелинейностью

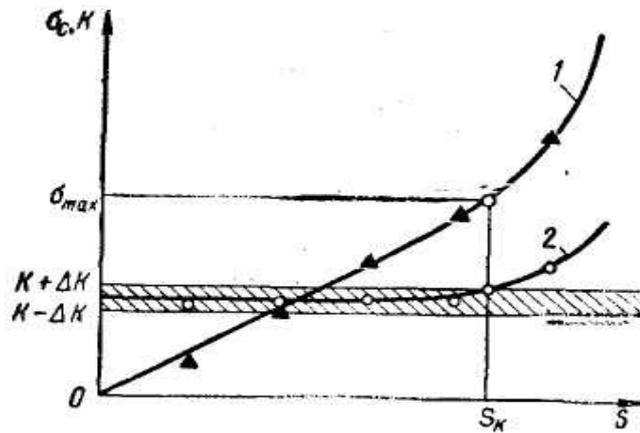


Рис. II.1. Зависимости, получаемые при калибровке аппаратуры: 1-выходного сигнала σ_c и выходного S ; 2 – коэффициента калибровки K и выходного сигнала S .

Случайную погрешность исключают многократными измерениями одной и той же величины. Результаты этих измерений статистически обрабатывают и получают среднеарифметическую величину \bar{K} и ее средне-квадратичное отклонение $\delta_{\bar{K}}$:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{K}_i}{n}; \quad (\text{II.3})$$

$$\delta_{\bar{K}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - \bar{K})^2}{n(n-1)}} \quad (\text{II.4})$$

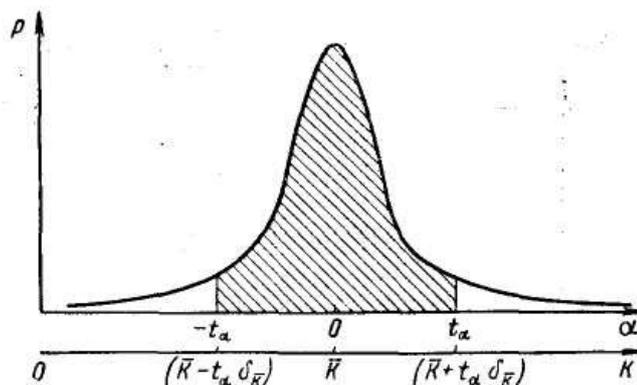


Рис. II.2. Плотность распределения вероятностей

где n – число измерений;

K_i – значение измеряемой величины в i -м измерении.

Зная зависимость плотности вероятностей отдельных измерений, можно определить действительное значение измеряемой величины с заданной точностью (рис. II.2). Это значит, что фактическое значение коэффициента K_Φ с вероятностью Φ находится в доверительном интервале $\pm t_\alpha \delta_{\bar{K}}$ относительно средней величины \bar{K} (заштрихованная зона,):

$$K_\Phi = \bar{K} \pm t_\alpha \delta_{\bar{K}} \quad (\text{II.5})$$

где t_α – коэффициент, определяемый по таблицам Стьюдента в зависимости от числа измерений и заданной вероятностью. Вероятность Φ зависит от плотности вероятностей $\rho(\alpha)$ на участке доверительного интервала и от вида распределения случайной величины:

$$\Phi = \int_{-t_\alpha}^{t_\alpha} \rho(\alpha) d\alpha, \quad (\text{II.6})$$

где $\alpha = (K_i - \bar{K}) / \delta_{\bar{K}}$ аргумент нормированного распределения.

II.2. Тензометрирование

Измерение механических напряжений и связанных с ними величин сил, моментов и давлений распространено при испытаниях автомобилей /6,18,33/. Использование преобразователей резисторного типа или тензорезисторов обеспечивает широкое внедрение метода тензометрирования при различных видах испытаний автомобиля и его узлов. Наклеенный на деталь тензорезистор изменяет свое сопротивление в соответствии с деформацией поверхностных слоев детали, что позволяет получить необходимый электрический сигнал /18,19/.

В случае применения тензоусилителя часто используют так называемую полумостовую схему, в которой тензорезисторы образуют один полумост с плечами $R1$ и $R2$, а другой полумост состоит из выходных обмоток трансформатора питания моста. Плечо моста с тензорезистором, воспринимающим деформацию детали, называют активным.

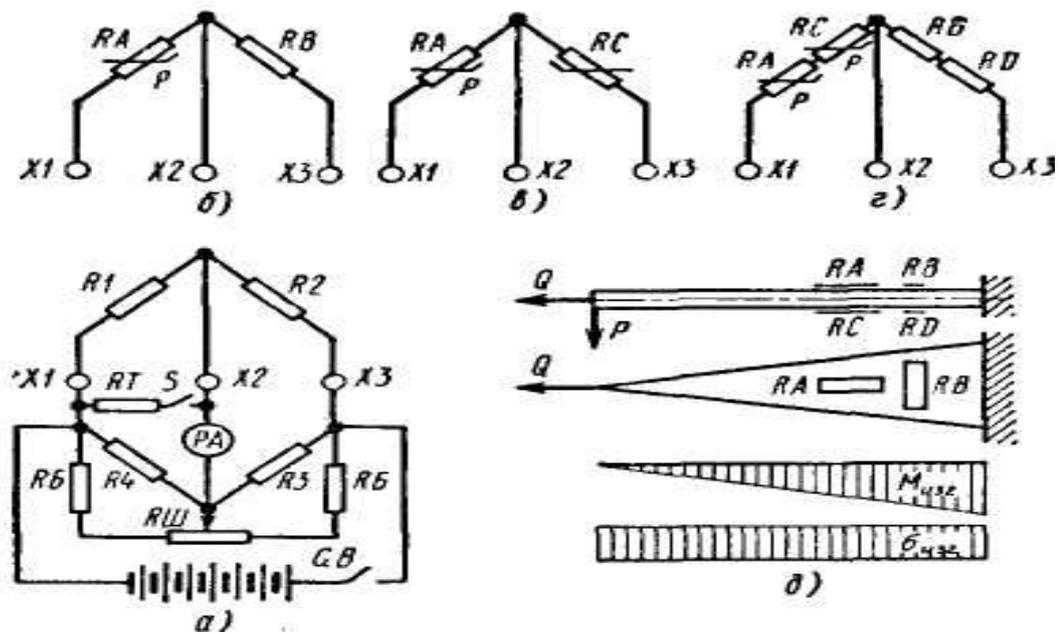


Рис. П.3. Схемы включения тензорезисторов:

a — мостовая; *б* — полумостовая для измерения полного напряжения; *в* — полумостовая для измерения напряжений изгиба; *г* — полумостовая для измерения напряжений растяжения; *д* — на калибровочной балке консольного типа.

На рис. П.3, *б* показана полумостовая схема включения активного тензорезистора *RA*. Эта схема чувствительна к действию изгибающей нагрузки *P* и осевой силы *Q* (рис. П.3, *д*). Для определения одной изгибающей нагрузки необходимо соединить два активных тензорезистора *RA* и *RC* по схеме, приведенной на рис. П.3, *в*. Осевую нагрузку можно выделить включением двух активных тензорезисторов *RA* и *RC* в одно плечо полумоста, а двух пассивных *RB* и *RD* — в другое (рис. П.3, *г*). В этом случае действие изгибающей нагрузки будет скомпенсировано/14,19/.

Оптический датчик скорости

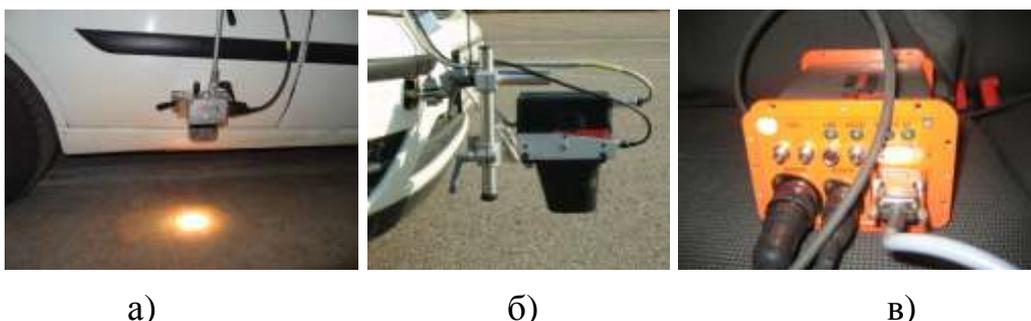


Рис. П.4. Оптический датчик скорости CORREVIT® L-350: оптическая система (а, б) и процессорный модуль (в)

Оптический датчик CORREVIT L-350 (рис. П.4, а, б) используется для бесконтактного измерения скорости автомобиля и представляет собой закрепляемую на кузове автомобиля оптическую систему в алюминиевом корпусе (рис. П.4, а, б) и процессорный модуль (рис. П.4, в).

Оптическая система датчика крепится либо на боковой поверхности кузова автомобиля с помощью магнитного кронштейна (см. рис. П.4, а), либо на проушине в передней или задней части (см. рис. П.4, б).

Измерительная система MSW/S Measurement Steering Wheel

Установка измерительного рулевого колеса MSW/S Measurement Steering Wheel позволяет получить следующие параметры:

угол поворота рулевого колеса;

усилие на рулевом колесе;

угловую скорость поворота рулевого колеса.

Измерительная система MSW/S Measurement Steering Wheel включает в себя процессорный модуль (рис. П.5, а) и накладное рулевое колесо с измерительным модулем (рис. П.5, б).

Измерительная система MSW/S Measurement Steering Wheel включает в себя процессорный модуль (рис. П.5, а) и накладное рулевое колесо с измерительным модулем (рис. П.5, б).



а)



б)

Рис. П.5. Измерительное рулевое колесо MSW/S Measurement Steering Wheel:

а – процессорный модуль; б – накладное рулевое колесо с измерительным модулем.

Технические характеристики измерительного рулевого колеса MSW/S Measurement Steering Wheel:

Параметр: Значение:

Диапазон температур 0°...+70°С

Диапазон рабочих температур 20...+80°С

Напряжение питания измерительного модуля 10...36 В

Потребляемый ток ~380 мА

«Пятое колесо» фирмы Peiseler

Для определения пути, времени и скорости разгона автомобиля применяются различные приборы, среди которых традиционным является прибор «пятое колесо», который шарнирно крепится сзади (реже сбоку) к автомобилю и позволяет записывать эти параметры (рис. II.6).

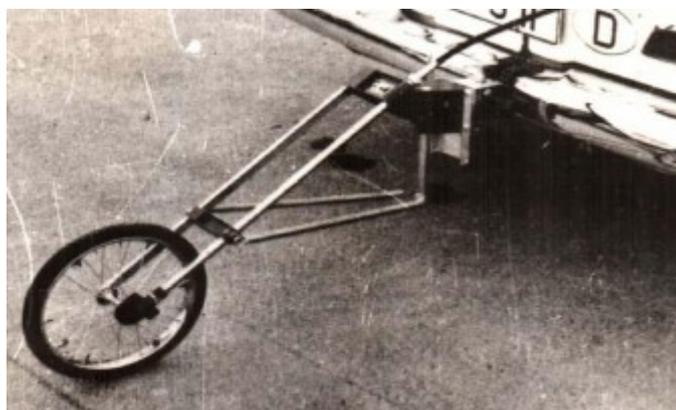


Рис. II.6. «Пятое колесо» фирмы Peiseler

Записывающий прибор (старой модели – механический с часовым механизмом), который ещё называется «путь – время – скорость», приводится в действие от «пятого колеса» через гибкий вал. За пройденный 1 км «пятым колесом» гибкий вал делает 1000 оборотов. Самопишущий прибор с записью измеряемых процессов на бумажную графлённую ленту с помощью карандашей или других средств в каждый момент фиксирует пройденный путь, время и среднюю скорость за пройденный путь /20,21/.

Последние модели приборов «путь – время – скорость» измерения выдают в цифровой форме с индикацией на световом табло. Современные записывающие приборы электронного типа обладают несравненно

большими возможностями по фиксации записываемых параметров, по быстродействию и точности. «Пятое колесо» во время движения передаёт вращение фотоэлектрическому датчику, формирующему электрические импульсы, пропорциональные скорости и отмечающие пройденный путь.

Электронная система фиксирует величины скорости в заданные моменты разгона, а также формирует импульсы времени и пути.

При определении динамических качеств автомобиля иногда требуется контролировать величину ускорений в любой момент времени. Для этого используются приборы, показывающие текущее значение ускорений – акселерометры (рис. П.7.), датчик скорости и увода (рис. П.8), датчик колебаний колеса (рис. П.9), измерительный руль (рис. П.10), датчик положения колеса (рис. П.11).



а)



б)

Рис. П.7. Акселерометры: а) – жидкостный, б) – электронный



Рис. П.8. Датчик скорости и увода



Рис. П.9. Датчик колебаний колеса



Рис. П.10. Измерительный руль колеса



Рис. П.11. Датчик положения

П.3. Регистрирующая аппаратура и устройства обработки данных измерений

Регистрирующая аппаратура. Информация, поступающая от различных преобразователей, должна быть переработана, классифицирована и представлена в виде удобном для оперирования. В некоторых случаях при измерении постоянных величин установившихся процессов достаточно показаний стрелочных приборов. При переменных процессах результаты исследований можно подать на устройства обработки или записать на самописцы, осциллографы, магнитографы и т. д. Устройства для непосредственной обработки позволяют получить необходимые результаты сразу же после окончания измерений, но они не дают полного представления об исследуемом процессе. Устройства записи хранят информацию в полном объеме /20,21,22/.

Рассмотрим некоторые виды записывающих устройств, применяемых для регистрации процессов.

Самописцы записывают параметры процесса специальными чернилами или мастикой на бумажную ленту, в некоторых случаях на термочувствительную бумагу, верхний слой которой плавится от нагретого пера самописца. Иногда применяют копировальную ленту, которая движется вместе с рабочей лентой и копирует перемещение пера.

Осциллографы светолучевые, самопишущие, магнитоэлектрической системы по сравнению с самописцами могут записывать большее число измеряемых величин. Число каналов в них может превышать 14—20, набор сменных чувствительных элементов (гальванометров) позволяет проводить регистрацию в весьма широком диапазоне частот и уровней сигнала. Движение светового луча по светочувствительной фотоленте происходит за счет поворота зеркала, укрепленного на подвижной системе миниатюрного гальванометра, на который передается электрический сигнал измеряемого процесса. Угол поворота зеркала прямо пропорционален чувствительности гальванометра и величине сигнала, (табл. II.1).

Характеристика гальванометров.

Таблица II.1

| Тип | Рабочий диапазон частот, Гц | Чувствительность, мм/Ма | Внутреннее сопротивление, Ом | Внешнее сопротивление, Ом | Осциллограф |
|----------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------|
| М001.1А | 0—48 | 1400 | 35 | 180 | Н-700 |
| М001.5 | 0—1700 | 1 | 18 | — | Н-700 |
| НУ-84.УП | 0-30 | 1045 | 50 | — | К-12-22 |
| НУ-84.1 | 0—500 | 0,21 | 16 | — | К-12-22 |

Осциллограф имеет ряд дополнительных устройств: пульт дистанционного управления; отметчик времени; контрольно-измерительные приборы. Пульт дистанционного управления позволяет размещать осциллограф в любом заданном месте, а также проводить испытания как с оператором, так и без него, с передачей части его функций водителю-испытателю /22/.

Осциллографы наиболее удобны в случае регистрации единичного процесса при условии, что длина осциллограммы не превышает нескольких метров. Обработка осциллограмм большей длины представляет значительные трудности, а в некоторых случаях практически невозможна.

Магнитографы, применяемые при испытаниях автомобилей, позволяют широко использовать различные устройства (включая ЭЦВМ) автоматической обработки результатов исследуемого процесса.

Кроме того, при записи на магнитограф выше точность регистрации параметров процесса и больше плотность записи и ее длительность, чем при записи на осциллограф /20, 24/.

Сигналы на магнитную ленту заносятся в режимах частотной (ЧМ) и частотно-импульсной (ЧИМ) модуляции, а также в режиме непосредственной или прямой записи (ПЗ). Режимы ЧМ и ЧИМ используют при записи параметров низкочастотных, а также постоянных процессов. При более высокочастотных процессах применяют режим ПЗ.

При обработке магнитограмм можно изменить масштаб времени, задаваясь разной скоростью записи и воспроизведения. Кроме того, запись на участке магнитной ленты, склеенной в кольцо, можно обрабатывать как для периодического процесса.

Цифропечатающие устройства используют в том случае, когда получаемые данные носят дискретный характер и могут быть восприняты без дополнительной обработки. При многоточечных измерениях напряжений с помощью тензомоста ЦТМ-3 с большой скоростью фиксируют данные до 100 измеряемых точек. Значения относительных деформаций и номера измеряемых точек печатаются на бумажной ленте. Скорость печати устройством МП 16-2 достигает 25 строк в секунду, а число разрядов равно 16. Аналогичные устройства применяют при работе с другими цифровыми измерительными устройствами (частотомер ЧЗ-32, система ЧЕК-1, «пятое колесо» с цифровой печатью и т. д.).

Счетчики импульсные применяют для подсчета числа однотипных импульсов, например, при измерении частоты вращения колес и валов, пройденного пути, времени. Широко используют электромеханические импульсные счетчики и счетные устройства на цифровых индикаторных лампах. Электромеханические счетчики имеют сравнительно невысокую скорость счета (25 Гц у счетчика типа БЕ-1Р-6 и до 100 Гц у СБ-1М/100). Значительно большими возможностями располагают устройства на индика-

торных лампах типа ИН-1 и МН. Так, например, цифровой частотомер ЧЗ-32 позволяет измерить угловую скорость вращения вала до 600 1/с.

Скоростную кинокамеру применяют в тех случаях, когда заранее неизвестен характер деформации или перемещения какого-либо объекта, причем частоту этих перемещений не воспринимает глаз человека. Масштаб времени можно в значительной степени изменить, увеличив разность скоростей съемки и проекции полученного изображения. Так, например, производя съемку со скоростью 4800 кадров в секунду при просмотре пленки со скоростью 24 кадра в секунду, реальный процесс замедляется в 200 раз /24/.

Метод скоростной киносъемки используют при исследовании работы клапанных пружин, приводных ремней двигателя, деформации кузова легкового автомобиля и кабины грузового автомобиля, процесса столкновения автомобиля с неподвижным препятствием и т. д. Скоростной кинокамерой СКС-1м можно снимать со скоростью до 4000 кадров в секунду. Питание камеры осуществляется от источника постоянного тока напряжением 24—27 В.

Перед работой с кинокамерой ее следует правильно разместить и закрепить на автомобиле; Если не удастся полностью исключить перемещения камеры, то в кадр следует дать отметку (систему координат), от которой можно вести отсчет перемещений. Иногда применяют метод двойной экспозиции, когда предварительно на всю пленку снимают изображение неподвижного объекта, а затем рабочий процесс. В результате на каждом кадре получается изображение объекта в рабочем положении и неподвижном, что позволяет наглядно оценить характер и величину перемещений.

Устройства обработки данных измерений. Для сбора и обработки данных испытаний применяют режимомеры. С помощью режимомеров можно регистрировать число выполненных операций (произведенных переключений передач, включений сцепления, торможений и т. д.),

определять некоторые параметры узлов (работу буксования сцепления, торможения, углы поворота рулевого колеса и т. д.), регистрировать напряжения, силы и моменты в деталях автомобиля. Результаты обработки выводятся на счетчики или на Цифровую печать. По их показаниям можно получить гистограммы распределений или корреляционные таблицы.

При работе режимомера вся информация, не представляющая интереса для данного метода обработки, отбрасывается. Поэтому иногда параллельно с режимомером включают устройство записи, которое осуществляет контроль только в определенные моменты/21,22,23/.

На рис.П.12. показана принципиальная схема режимомера типа РМ-3А, который измеряет число импульсов на определенных уровнях напряжений. Сигналы от тензорезисторов 1, наклеенных на исследуемую деталь, через выпрямитель 2 поступают к модулятору 3, который преобразует изменяющееся напряжение в прямоугольные импульсы. Через полупроводниковые диоды 5, сортирующие импульсы по знаку, и усилители 6 сигнал поступает к амплитудным анализаторам 7, пересчетным схемам 8, которые снижают частоту импульсов от 500 до 4 Гц, к двухкаскадным усилителям постоянного тока 9 и к импульсным счетчикам 10. Нулевой счетчик подсчитывает суммарное число импульсов за время работы прибора. Питание прибора осуществляется от аккумулятора 12 через преобразователь 11 и фильтр 4.

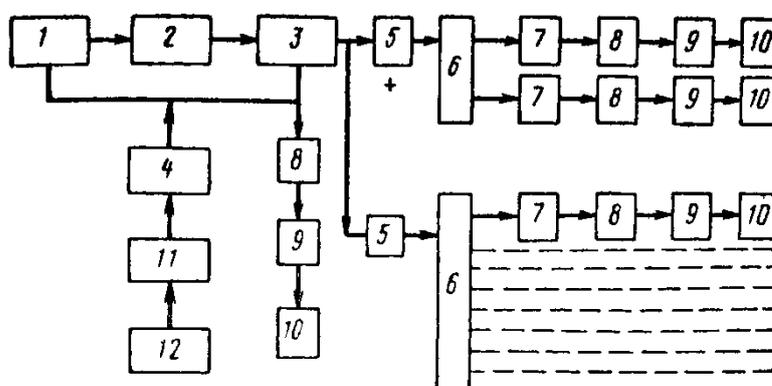


Рис. П.12. Принципиальная схема режимомера типа РМ-3А

По схеме описанного режимомера работает классификатор фирмы «Шенк» KS-16/Т, который производит систематизацию случайных процессов методом счета пересечений заданных уровней. Классификатор KS-16/RT приспособлен для совместной работы с различными приставками, дающими возможность или расширять частотный диапазон исследуемых процессов, или изменять способ систематизации случайных процессов.

К режимомерам следует отнести и автометры, которые регистрируют скорость движения, пройденный путь, время движения и время остановок, а иногда и загрузку автомобиля. Запись в виде диаграммы производится на бумаге, которая движется от часового механизма в течение длительного времени (несколько суток). Для расшифровки записей применяют специальные приспособления настольного типа, которые упрощают процесс обработки.

Для статистической обработки записей наблюдений типа осциллограмм используют различные полуавтоматические устройства, имеющие одинаковую методику обработки, по которой оператор обводит кривую специальным указателем (стрелкой) во время протягивания ленты на приборе.

Для получения распределения процесса по уровням может быть использован прибор, схема которого показана на рис. II.13. Осциллограмма протягивается механизмом 1. Оператор обводит кривую острием рычага 5, который связан со скользящим контактом 2 и тумблером 4, постоянно включенным при данном методе обработки. При движении рычага 5 скользящий контакт 2 перемещается по коммутационному устройству 3 и последовательно замыкает цепи импульсных счетчиков 6, каждый из которых фиксирует момент достижения определенного уровня в данный момент времени. Этот прибор можно использовать и для обработки по методу максимумов. Для этого необходимо тумблер 4 включать только в моменты достижения экстремальных значений.

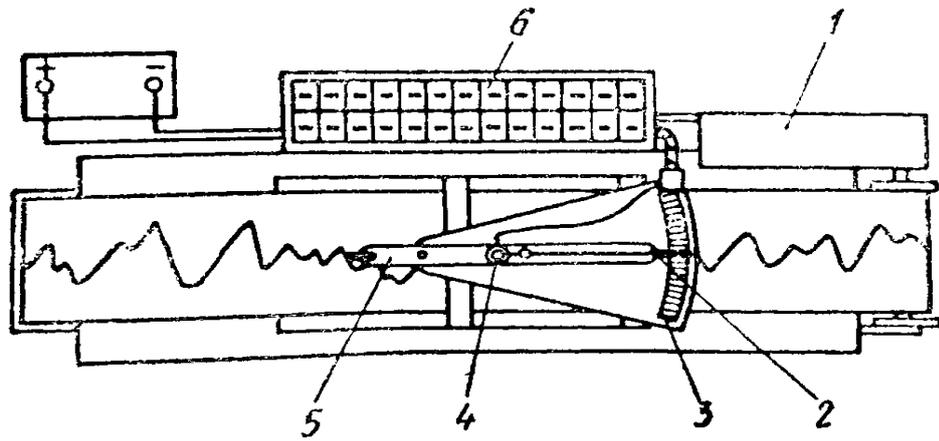


Рис. II.13. Схема устройства, предназначенного для обработки осциллограмм

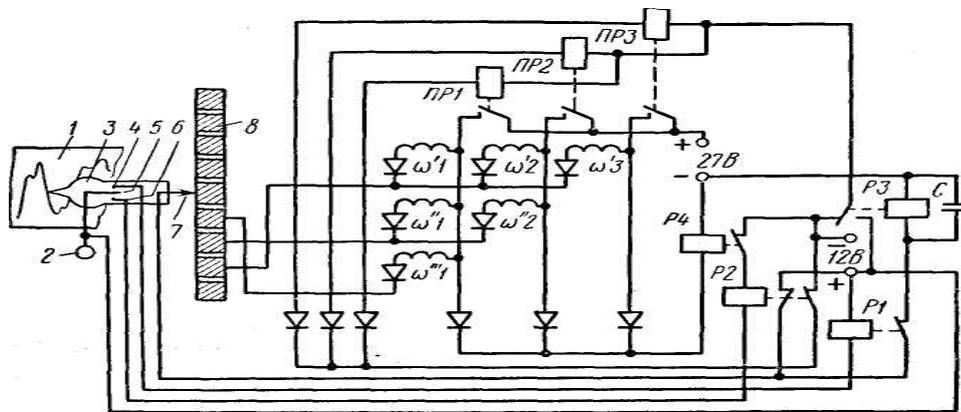


Рис. II.14. Схема устройства корреляционного счета экстремальных значений.

Прибор ПОБД-12 позволяет получить распределение амплитуд процесса по уровням с учетом времени нахождения на достигнутом уровне. Помимо контактного устройства для классификации по уровням в нем имеется прерыватель цепи, установленный на барабане лентопротяжного механизма. При движении ленты цепь замыкается через каждые 0,8 мм длины осциллограммы и включает коммутационное устройство классификации по уровням.

На рис. II.14 показана схема устройства для обработки осциллограмм по методу корреляционного счета. При обработке осциллограммы 1 оператор с помощью рукоятки 2 перемещает двухплечий рычаг 3. При этом скользящий контакт 7 перемещается по контактным пластинам 8 коммутаторного устройства и одновременно замыкает контакты 5-4 или 5-6 переключателя в зависимости от направления движения стрелки-указателя.

С переменной направления движения при достижении минимума замыкаются контакты 5—6 и включается реле $P2$, которое подает на контакт 7 напряжение 12 В. Это напряжение через пластину 8, на которой в данный момент находится контакт 7, включает одно из поляризованных реле $ПП1—ПП3$ через замкнутые контакты реле $P3$. При этом фиксируется значение минимума на кривой. Реле $P4_{\gamma}$ получая питание от контактов реле $ПП1—ПП3_{III}$ включает реле $P2$ и обесточивает контакт 7.

При достижении максимума замыкаются контакты 5—4 переключателя, что приводит к включению реле $P1$, которое соединяет контакт 7 с отрицательным полюсом источника тока напряжением 27 В. Через контактную пластину 8, на которой оказался контакт 7, проходит ток и срабатывает счетчик, подключенный к положительному полюсу источника питания напряжением 27 В с помощью контактов включенного реле $ПП1—ПП3$. При этом происходит фиксирование события, параметры минимума и максимума которого определены положением счетчика в корреляционной таблице. Ток срабатывания счетчика включает реле $P3$, которое выключает поляризованное реле $ПП1—ПП3$ и обмотку W счетчика. При достижении очередного минимума цикл повторяется /20,22/.

Преобразователь графиков ФООБ используют для автоматической обработки осциллограмм с помощью ЭЦВМ. Этот прибор позволяет считывать с осциллограммы сразу две кривые, измеряя (с определенным шагом) их амплитуды и преобразовывая их значения в цифровой код. В таком виде информация может быть введена в ЭЦВМ или выведена на перфоратор ПЛ-20, устройство цифровой печати или цифровое табло.

При записи процесса на магнитограф информация может быть вновь переведена в электрические сигналы, для обработки которых можно применять автоматические приборы. Так, например, для получения распределения амплитуд процесса по 128 уровням используют автоматический анализатор импульсов АИ-128-1.. 1. Для работы этого устройства необ-

ходимо параметр непрерывного процесса задать последовательными импульсами, поэтому между магнитографом и анализатором включают специальное устройство.

Для статистической обработки магнитограмм может быть использован автоматический коррелограф НК-200, который вычисляет корреляционную функцию, функции распределения и коэффициенты Фурье случайных процессов с частотами 0-200 Гц.

Более универсальным является электронный анализатор случайных процессов ЭАСП-С, с помощью которого получают статистические характеристики (корреляционную функцию, спектральную плотность и коэффициенты Фурье) одного или двух процессов в диапазоне 0—50 Гц. Информация может быть записана как на магнитограммы, так и на осциллограммы. В состав прибора входят устройство считывания графиков, накопитель информации на магнитной ленте, вычислительное устройство и устройство вывода результатов. При обработке одного процесса его параметры записываются одновременно на двух дорожках магнитного накопителя, но при воспроизведении между ними задается сдвиг по времени на шаг τ . Вычислительное устройство определяет функцию корреляции $R_{x(\tau)}$ и функцию спектральной плотности $S_{x(\omega)}$.

При обработке двух процессов на каждую дорожку магнитного накопителя записываются параметры одного процесса, а вычислительное устройство определяет значение функции взаимной корреляции $R_{xy(\tau)}$ и спектральной плотности $S_{xy(\omega)}$. Устройство вывода печатает результаты вычислений, соответствующие данному шагу сдвига τ , после чего шаг изменяется, и весь процесс повторяется. Графики функций получаются по отдельным точкам.

В тех случаях, когда исследуют только частотную характеристику процесса, его обработку производят на частотных анализаторах. Примером отечественных анализаторов являются приборы АСЗЧ или АСИЧ.

Различают так называемые фильтровые анализаторы, которые используют принцип параллельного анализа спектра с помощью набора резонансных фильтров, и гетеродинные, в которых частота анализируемого сигнала преобразуется в частоту биений. Преобразованный сигнал поступает на фильтр, настроенный на заданную разность частот, и по частоте генератора в момент появления биений судят о составляющих гармониках исследуемого процесса. С помощью этих приборов можно определить, какие частоты в данном процессе являются преобладающими, например, при исследовании усталостной прочности деталей /21,22/.

Для обработки информации используют ЭЦВМ. Параметры процесса аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и рядом дополнительных устройств задают в цифровом виде, пригодном для ввода в ЭЦВМ. Информация в течение времени между получением данных и их обработкой хранится различными устройствами. Например, если в качестве регистрирующего прибора использован магнитограф, то информация хранится на магнитной ленте, которая перед вводом в ЭЦВМ кодируется с помощью АЦП. Широко используют для хранения информации перфокарты или перфоленты.

В случае магнитной записи информацию можно вывести с АЦП на перфоратор, где она накапливается для массовой обработки на ЭЦВМ. Некоторые измерительные приборы связаны непосредственно с перфоратором, например, цифровой тензомост ЦТМ-3, кузовоизмерительная машина *ALPHA-3D*, цифровой частотомер 43-32 и др. Некоторые специальные установки и приборы такие, как преобразователь графиков ФООБ, выдают перфоленты визуальных записей типа осциллограмм. Цифровую информацию можно хранить и на магнитных накопителях, например, на какой либо магнитной ленте, которые являются одним из устройств внешней памяти ЭЦВМ.

Выводы по II главе

Проведенные исследования известных и применяемых для научных целей измерительных аппаратур позволили сделать следующие выводы:

1. Аппаратура, применяемая при испытаниях автомобилей, должна отвечать целому ряду требований: прежде всего, быть компактной, не бояться динамических перегрузок, вибрации, большой запыленности воздуха и в то же время обладать достаточной чувствительностью и разрешающей способностью.

2. Измерение механических напряжений и связанных с ними величин сил, моментов и давлений распространено при испытаниях автомобилей. Использование преобразователей резисторного типа или тензорезисторов обеспечивает широкое внедрение метода тензометрирования при различных видах испытаний автомобиля и его узлов.

3. Установка выбранного для экспериментальных исследований измерительного рулевого колеса MSW/S Measurement Steering Wheel позволяет получить следующие параметры:

угол поворота рулевого колеса; усилие на рулевом колесе; угловую скорость поворота рулевого колеса.

Для определения пути, времени и скорости разгона автомобиля применяются различные приборы, среди которых традиционным является прибор «пятое колесо», который шарнирно крепится сзади (реже сбоку) к автомобилю и позволяет записывать эти параметры.

4. Осциллографы светолучевые, самопишущие, магнитоэлектрической системы по сравнению с самописцами могут записывать большее число измеряемых величин. Число каналов в них может превышать 14—20, набор сменных чувствительных элементов (гальванометров) позволяет проводить регистрацию в весьма широком диапазоне частот и уровней сигнала.

5. Цифропечатающие устройства используют в том случае, когда получаемые данные носят дискретный характер и могут быть восприняты без дополнительной обработки. При многоточечных измерениях напряжений с помощью тензомоста ЦТМ-3 с большой скоростью фиксируют данные до 100 измеряемых точек. Значения относительных деформаций и номера измеряемых точек печатаются на бумажной ленте.

6. Счетчики импульсные применяют для подсчета числа однотипных импульсов, например, при измерении частоты вращения колес и валов, пройденного пути, времени. Широко используют электромеханические импульсные счетчики и счетные устройства на цифровых индикаторных лампах.

7. Скоростную кинокамеру применяют в тех случаях, когда заранее неизвестен характер деформации или перемещения какого-либо объекта, причем частоту этих перемещений не воспринимает глаз человека.

Глава III. Рекомендации для определения активной безопасности транспортных средств

III.1. Методика определения коэффициента сцепления

Коэффициент сцепления замеряют на месте ДТП с помощью «пятого колеса» или переносных приборов /25,26/. При отсутствии экспериментальных данных значение φ выбирают в зависимости от состояния опорной поверхности, табл. III.1.:

Коэффициент сцепления.

Таблица III.1

| | Сухое | Мокрое |
|---|-----------|-------------|
| Асфальтобетонное или цементобетонное покрытие | 0,7 – 0,8 | 0,35 – 0,45 |
| Щебеночное покрытие | 0,6 – 0,7 | 0,3 – 0,4 |
| Грунтовая дорога | 0,5 – 0,6 | 0,2 – 0,4 |
| Дорога, покрытая укатанным снегом | 0,2 – 0,3 | 0,2 – 0,3 |
| Обледенелая дорога | 0,1 – 0,2 | 0,1 – 0,2 |

Полное и одновременное использование сцепления всеми шинами встречается редко, в особенности на сухих и твердых покрытиях, поэтому формула (III.1), экспериментально обычно не подтверждается. Теоретически установившееся замедление автомобилей при полном использовании сцепления всеми шинами автомобиля

$$j = \varphi g, \quad (\text{III.1})$$

Фактические значения замедлений, как правило, меньше расчетных. Чтобы учесть снижение замедления, в формулу (III.1) иногда вводят поправочный коэффициент (коэффициент эффективности торможения)

$$K_3 \geq 1. \text{ Тогда } j = \varphi g / K_3.$$

Недостаток последнего выражения состоит в том, что в него входят два произвольно выбираемых коэффициента – φ и K_3 . Каждый из них колеблется в широких пределах, и значения замедления, рассчитанные двумя различными экспертами, могут отличаться на 30 – 40%, что недопустимо. Наиболее достоверные значения j получают при испытаниях автомобиля на месте ДТП с применением регистрирующей аппаратуры.

Коэффициент сцепления, характеризующий собой трение скольжения и зависящий от типа и состояния дорожного покрытия, формы протектора, давления воздуха в шине, а также в некоторой мере – от скорости движения и величины действующих на колесо нагрузок, может рассматриваться в следующих трех случаях:

- 1) При качении колеса без буксования или скольжения (трения покоя);
- 2) При движении колеса в плоскости его качения, сопровождающимся его продольным скольжением (буксование, юз);
- 3) При боковом скольжении колеса.

Первый случай может быть лишь при качении абсолютно жесткого колеса. В действительности шина автомобильного колеса. В действительности шина автомобильного колеса обладает значительной эластичностью, в результате чего неизбежно некоторое проскальзывание ее отдельных элементов по опорной поверхности. Таким образом, практическое значение имеет сцепление шины с дорогой во втором и третьем случаях; при этом нужно отметить, что возможно одновременное скольжение колеса в продольном и поперечном направлениях /26/.

Соответствующие этим случаям коэффициенты сцепления могут быть определены следующими методами:

- а) буксированием;
- б) буксирование тележки;
- в) испытаниям на тормозных стендах.

Первый метод заключается в буксировании автомобиля (или специальной тормозной тележки), все или некоторые колеса которого затормаживаются настолько, что они начинают скользить по дороге в плоскости своего вращения.

Замеряя при установившейся скорости движения с помощью динамометра усилие, необходимое для буксирования, и деля его на вес, при-

ходящийся на заторможенные колеса, можно найти коэффициент сцепления для данных шин и дороги, рис. III.1.

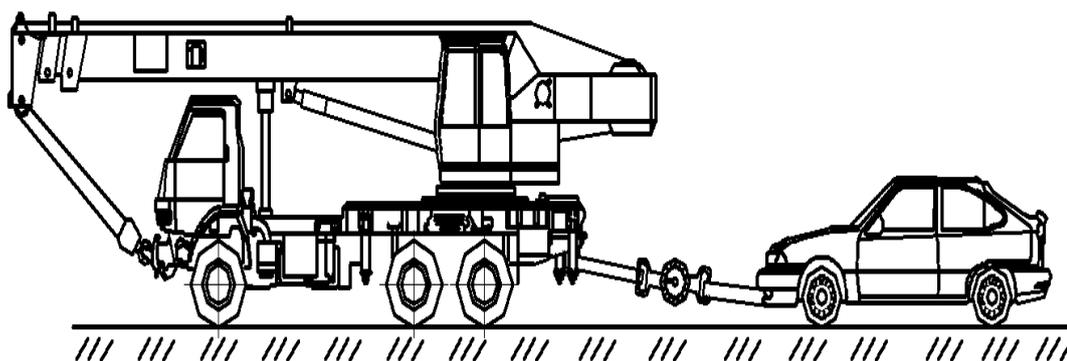


Рис. III.1. Способ определения коэффициента сцепления

Коэффициент сцепления шин автомобиля с дорогой представляет собой отношение горизонтальной силы, действующей на колесо в плоскости дороги к вертикальной нагрузке на это колесо при его буксовании или скольжении, т.е.

$$\varphi = P / Z \quad (\text{III.2})$$

где φ – коэффициент сцепления;

P - горизонтальная сила, вызывающая потерю сцепления;

Z – вертикальная нагрузка на колесо.

При определении коэффициента сцепления испытываемый автомобиль буксируется тягачом. Прицепной тягач должно иметь записывающий динамометр, регистрирующий силу, необходимую для буксирования. Вес автомобиля, приходящийся на колеса автомобиля, можно определить взвешиванием автомобиля, рис. III.2.

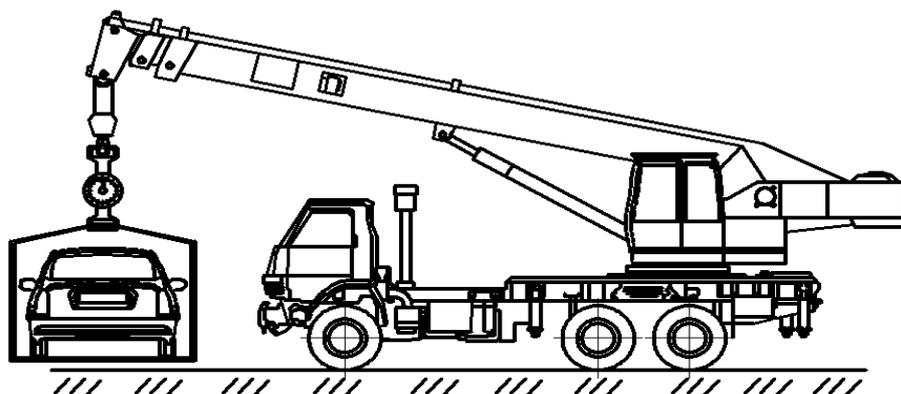


Рис. III.2. Способ определения веса автомобиля

Проведение испытаний с различными скоростями позволяет установить их влияние на величину коэффициента сцепления. Для получения правильных результатов вес автомобиля, приходящийся на заторможенное колеса, необходимо перераспределения, вызванного действием пары сил (тяга и торможение). При затормаживании не всех колес из показаний динамометра следует исключить усилие, затраченное на качение свободных колес, а на больших скоростях – и сопротивление воздуха движению буксируемого автомобиля.

Такие испытания могут быть проведены и для исследования влияния на коэффициент сцепления нагрузок, давления в шинах, формы и рисунка протектора, а также различных дорожных покрытий.

На рис. III.3. приведены результаты таких испытаний легкового автомобиля с различными скоростями и на различных дорогах.

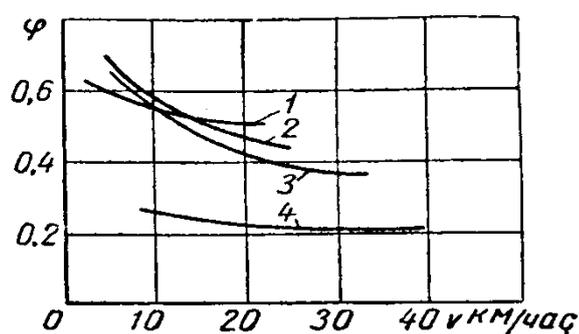


Рис. III.3. Зависимость коэффициента сцепления от скорости движения и качества дороги, полученная методом буксирования:

Давление в шинах – 2,2 кг/см²; кривая 1 – соответствует влажному грунту; 2 – асфальту мерзлому; 3 – асфальту мокрому; 4 – накатанному снегу.

Видоизменением этого метода является определение тягового усилия буксирующего автомобиля (рис. III.4.) в момент начала пробуксовки его ведущих колес при торможении прицепа (рис. III.2).



Рис. III.4. Автокран CST – 16 на шасси MAN (4*2)

Технические характеристики Автокрана КС-4574(4*2)

| Наименование | параметры |
|--|---|
| Базовое шасси | MAN CLA 18.200 |
| Колесная формула | 4*2 |
| Тип двигателя | 4-тактный дизельный двигатель с турбо наддувом |
| Модель двигателя | D0836 LFL13-EURO3 |
| Рабочий объём цилиндром | 6,9л |
| Макс. Скорость с ограничителем | 89км/ч |
| Допустимая полная масса автомобиля | 18 000 кг |
| Нагрузка на переднюю ось | 6 500 кг |
| Нагрузка на заднюю ось | 11 500 кг |
| Грузоподъёмность | 16 т |
| Грузоподъёмность при макс. вылете | 4,8 т |
| Габаритные размеры в транспортном положении: | |
| Длина, не более | 10 500 мм |
| Ширина, не более | 2 500 мм |
| Высота, не более | 3 700 мм |

III.2. Испытательная дорожная лаборатория

Существуют конструкции тележек с активным приводом, на которых можно испытывать шины, как в тормозном, так и в тяговом режиме. Наиболее точно коэффициент сцепления может быть определен на тележках, схемы которых обеспечивают независимость вертикальной нагрузки на колесе от приложенного к нему момента. Наиболее просто это решается применением параллельных горизонтально расположенных шарнирных штанг, связывающих тележку с тягачом, как это сделано на тележке ПКРС-2У (рис.29) /24,25,27/.

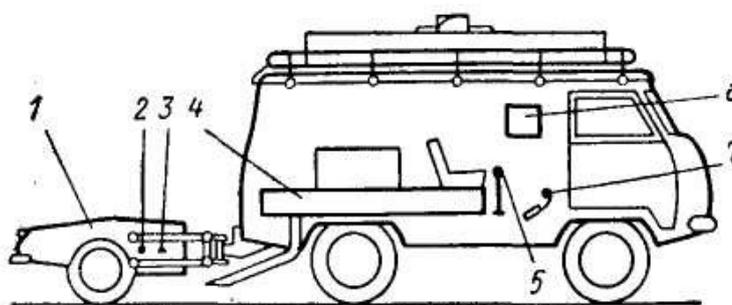


Рис. III.5. Тележка для определения коэффициента сцепления дорожного полотна

Прицеп 1 снабжен датчиком 3 коэффициента сцепления, а также датчиком 2 ровности профиля. На тягаче размещены рабочее место оператора, бак 4 для воды, рукоятка управления 5 подачей воды для увлажнения дороги, регистрирующие приборы 6 и педаль 7 для торможения колеса тележки при замерах.

При разработке любой новой модели шины проводят комплекс лабораторно-дорожных испытаний по определению влияния шин на основные эксплуатационные качества автомобиля. Обязательными являются испытания на топливную экономичность, устойчивость и управляемость, скоростные, тормозные и сцепные качества, плавность хода. Для автомобилей высокой проходимости, кроме того, обязательны испытания по определению влияния шин данной модели на проходимость автомобиля, а для легковых автомобилей испытания на шум при работе шин.

При испытаниях используются в основном общепринятые методы. Однако испытания шин имеют особенность, которая заключается в том,

что метод замера параметров должен обеспечивать не только качественное, но и количественное сопоставление моделей шин, так как без этого невозможно выбрать лучшую модель, если испытывается несколько моделей. Кроме того, эксперимент должен ставиться с высокой точностью и в одинаковых условиях, чтобы можно было получить достоверные данные и установить различие во влиянии каждой из испытываемых моделей на изучаемое эксплуатационное качество автомобиля. Так, например, в случае определения влияния шин на устойчивость и управляемость автомобиля используется метод, в котором оценочным критерием достоинства шин является кубическое значение средней скорости прохождения специальной слаломной трассы, состоящей из отрезков прямых и поворотов. При этом заезды должны совершаться с максимальной скоростью, а их число при испытаниях каждой шины должно быть не меньше 10. Заезд зачитывается, если при прохождении трассы не будет сбита ни одна вешка. Шины считаются приемлемыми, если кубическое значение скорости прохождения трассы на опытных шинах меньше такого же значения для эталонных шин не более чем на 10% /25,27/.

Автомобиль тестер. Для решения задач по определению характеристик сцепления шины с дорожной поверхностью вместо шинного тестера можно использовать легковой автомобиль, прошедший определённую доработку рис. III.6. Это позволит отказаться от буксируемой автомобилем тягачом колёсной тележки, повысить мобильность испытаний и расширить номенклатуру испытываемых шин. Для преобразования серийного автомобиля в шинный тестер необходимо:

- обеспечить возможность затормаживания только одной осью (то есть должна быть предусмотрена возможность отключения тормозных механизмов других осей при сохранении работоспособности тормозных механизмов одной оси);

- установить измерительную и регистрирующую аппаратуру для определения скорости автомобиля, продольного ускорения (замедления), окружной скорости колёс, усилия на педали тормозного механизма;

- загрузить автомобиль балластом таким образом, чтобы было обеспечено равное распределение нагрузки на колёса правого и левого борта. Изменение скольжения колёс будет обеспечиваться рабочей тормозной системой автомобиля, действующей на затормаживаемую ось. С помощью установленного оборудования можно будет определить величину скольжения S затормаживаемых колёс по отношению их окружной скорости к скорости автомобиля [2]:

$$S = (V - \omega r Д) / V, \quad (III.3)$$

где V — линейная скорость автомобиля, м/с; ω — угловая скорость тормозящих колёс, рад/с; $r Д$ — динамический радиус колеса, м.



Рис. III.6. Автомобиль — шинный тестер: 1 — система DB-PRINT типа «пятое колесо»; 2 — выносной датчик угловой скорости колеса; 3 — контрольная метка.

Электропитание измерительной и регистрирующей аппаратуры обеспечивается от бортовой сети автомобиля. Для распределения и стабилизации электропитания на автомобиль устанавливается блок распределения питания Small 12V Power Distributor Box фирмы CORRSYS-DATRON, Германия.

Устанавливаемое оборудование позволяет во время проведения испытательных заездов измерять и регистрировать информацию о следующих параметрах движения автомобиля:

- времени движения;

- скорости движения;
- частоте вращения каждого колеса;
- пройденном пути;
- усилия воздействия на орган управления рабочей тормозной системой;
- угле поворота рулевого колеса;
- усилия на рулевом колесе;
- угловой скорости поворота рулевого колеса;
- продольном, поперечном и вертикальном ускорениях автомобиля;
- угловой скорости автомобиля относительно трех декартовых координатных осей;
- географических координатах расположения автомобиля по данным GPS.

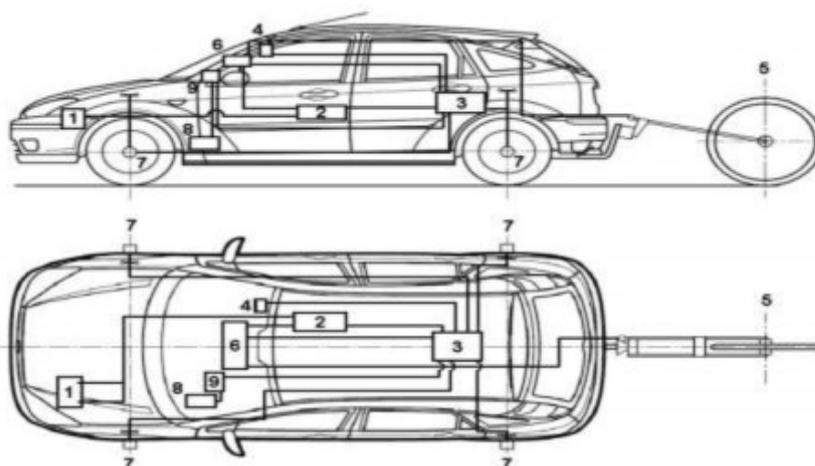


Рис. III.7. Размещение измерительной и регистрирующей аппаратуры на автомобиле ФОРД ФОКУС: 1 – аккумуляторная батарея; 2 – блок распределения питания Small 12V Power Distributor Box; 3 – компактная мобильная система сбора и обработки данных DAS-3; 4 – блок управления и отображения системы DAS-3; 5 – датчик скорости и пройденного пути системы типа «пятое колесо» DB-PRINT; 6 – блок обработки и отображения информации системы типа «пятое колесо» DB-PRINT; 7 – выносной датчик угловой скорости колеса; 8 – датчик усилия воздействия на орган управления рабочей тормозной системой; 9 – блок индикации величины усилия воздействия на орган управления рабочей тормозной системой

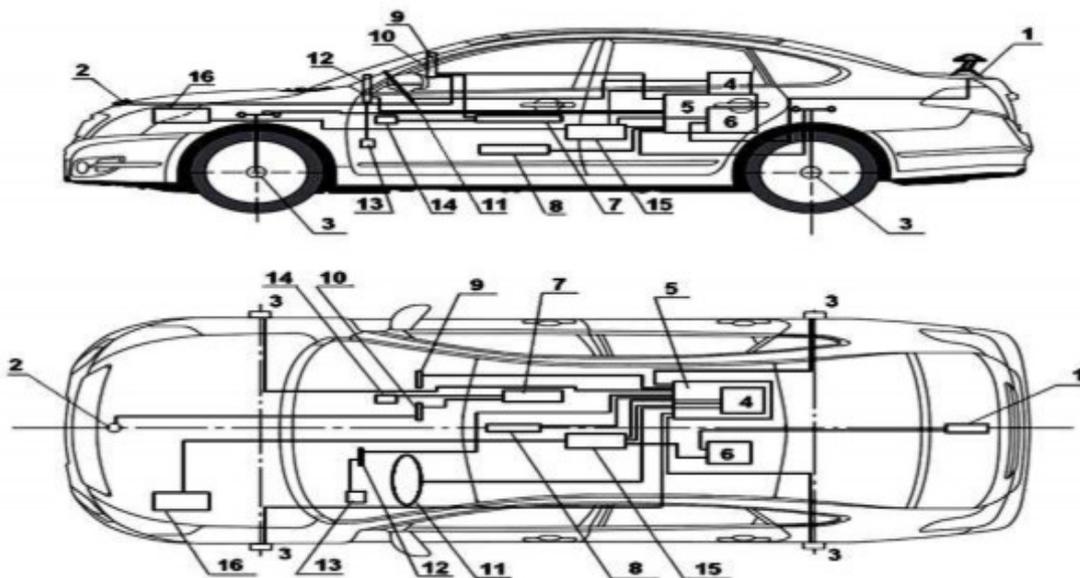


Рис. III.8. Размещение измерительной и регистрирующей аппаратуры на автомобиле НИССАН ТЕАНА: 1 – GPS-антенна CDS-GPS CLOGMA; 2 – GPS-антенна VBOX3i Single Antenna; 3 – выносной датчик угловой скорости колеса BALLUFF BDG 6360; 4 – процессорный модуль измерительной системы MSW/S; 5 – компактная мобильная система сбора и обработки данных DAS-3; 6 – регистратор данных CDS-GPS CLOGMA; 7 – GPS-модуль VBOX3i Single Antenna; 8 – датчик ускорений и угловых скоростей TANS; 9 – блок управления и отображения системы DAS-3; 10 – GPS-модуль VBOX3i Single Antenna; 11 – измерительный модуль и рулевое колесо MSW; 12 – блок управления и отображения датчика CPFTA; 13 – датчик усилия нажатия на педаль тормоза CPFTA; 14 – разъём электрического питания; 15 – блок распределения питания Small 12V Power Distributor Box; 16 – аккумуляторная батарея.

III.3. Испытательные полигоны

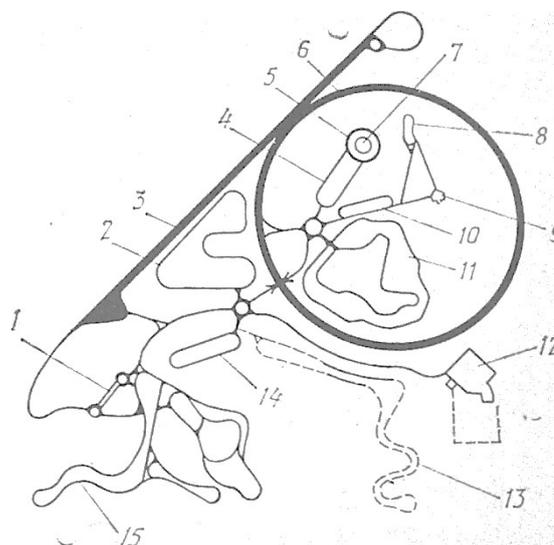
Для улучшения организации испытаний, сокращения сроков их проведения, повышения точности и стабильности результатов ведущие автомобильные фирмы имеют испытательные автомобильные полигоны /28/.

Испытательный автомобильный полигон — комплекс дорог и сооружений, предназначенных для испытания автомобильной техники и ее агрегатов.

Обязательными элементами полигонов (рис.III.9.) являются кольцевые скоростные дороги, предназначенные для оценки свойств автомобилей при движении с высокими скоростями, прямолинейные дороги (динамометрические) и специальные площадки для определения параметров, характеризующих функциональные свойства автомобилей,

труднопроходимые участки, а также дороги со специальными покрытиями, где можно повышать нагрузки на определенные узлы или системы автомобилей /28/.

Рис. III.9. Схема автомобильного полигона фирмы Vauxhall (Англия)
1-крутой подъем; 2-дорога с брусчатым покрытием; 3-прямолинейная дорога; 4-участок дороги с низким коэффициентом сцепления; 5-кольцевая дорога; 6-скоростное кольцо; 7-круговая площадка; 8-пылевой тоннель; 9-ударный барьер; 10-водный бассейн; 11-участок для определения управляемости автомобилей; 12-здание управления, лабораторий; 13-участок бездорожья; 14-трек с неровностями; 15-холмистое кольцо



Пскентский полигон был нужен для возможности круглогодичных испытаний автомобилей на твёрдых покрытиях хорошего качества, в том числе в условиях высоких температур. Сейчас на Пскентском полигоне регулярно проходят кольцевые гонки.



Рис. III.10. Пскентский полигон.

Летом 2013 года Bosch открыл испытательный полигон в г. Дунхай (провинция Цзянсу, Китай). Здесь будут проводиться круглогодичные испытания антиблокировочных систем ABS, электронных систем курсовой устойчивости ESP, а также передовых систем помощи водителю для легковых автомобилей, мотоциклов и грузовиков весом до 45 тонн.



Рис. III.11. Испытательный полигон в Китае

BMW в Мирама, Франция: 473 га площадь между Марселем и Авиньон на юге Франции предлагает 52 км тестовых треков, в том числе высокоскоростных овальной и реплики карусели Нюрбургринг.



Рис. III.12. BMW в Мирама, Франция

Schwaig bei Neuburg/Donau : 280-акров предлагает среди прочего овальную трассу с тремя треками и профильными поворотами.



Рис. III.13. Schwaig bei Neuburg/Dona

LUK Driving Center в Baden Airpark: Испытательный полигон 10 акров для динамичного и внедорожного испытания.



Рис. III.14. LUK Driving Center в Baden Airpark

Fiat в Balocco: Испытательный полигон 350 г в Пьемонте предлагает высокоскоростной трек и многочисленные конфигурации поворотов.



Рис. III.15. Fiat в Balocco, Италия

Chrysler, Юкка, штат Аризона: Тестовая территория предлагает высокоскоростной овал и многочисленные динамические участки дорог.



Рис. III.16. Chrysler, Юкка, штат Аризона

Выводы по III главе

На основе описанных в параграфах третьей главы можно сделать следующие выводы:

1. На объект испытаний может быть установлена следующая измерительная и регистрирующая аппаратура:

- измерительная система скорости и пройденного пути DB-PRINT типа «пятое колесо» фирмы PeiselerGmbH, Германия;

- выносные датчики частоты вращения колёс BDG 6360 фирмы BALLUFF, Германия;

- датчик усилия нажатия на педаль тормоза CPFTA фирмы CORRSYS-DATRON, Германия;

- датчик ускорений и угловых скоростей Tri-AxialNavigationalSensor (TANS) фирмы CORRSYS-DATRON (KISTLER), Германия;

- измерительное рулевое колесо MSW/SMeasurementSteeringWheel фирмы CORRSYS-DATRON (KISTLER), Германия;

- оптический датчик скорости CORREVIT® L-350 фирмы CORRSYS-DATRON, Германия; регистратор данных CDS-GPS CLOGMA фирмы CORRSYSDATRON (KISTLER), Германия;

- регистратор данных VBOX3i SingleAntenna фирмы 01 Tm 0 Racelogic, Великобритания;

- компактная мобильная система сбора и обработки данных DAS-3 фирмы CORRSYS-DATRON, Германия;

- универсальная измерительная система сбора и обработки данных CS 1016 FAMOS Online фирмы Imc, Германия;

- аналого-цифровой преобразователь CSM AD-ScanMiniModul фирмы CORRSYS-DATRON, Германия.

2. Для проведения экспериментальных исследований необходимо использовать конструкции тележек с активным приводом, на которых можно испытывать шины, как в тормозном, так и в тяговом режиме. Наиболее точно коэффициент сцепления может быть определен на тележках, схемы которых обеспечивают независимость вертикальной нагрузки на колесе от приложенного к нему момента. Наиболее просто это решается применением параллельных горизонтально расположенных шарнирных штанг, связывающих тележку с тягачом, как это сделано на тележке ПКРС-2У

3. Для улучшения организации испытаний, сокращения сроков их проведения, повышения точности и стабильности результатов необходимо создать испытательный автомобильный полигон в республике Узбекистан.

Заключение

Результаты проведенных исследований позволили сделать следующие выводы:

1. Транспортные средства характеризуются важными эксплуатационными свойствами. К ним относятся: тягово-скоростные и тормозные свойства, устойчивость, управляемость, проходимость, маневренность, информативность, весовые и геометрические параметры транспортных средств. На основании анализа и в соответствии с целью работы выбрали оценочных параметров активной безопасности транспортных средств.

2. Для проведения экспериментальных исследований активной безопасности транспортных средств разработали методику проведения исследований.

3. Согласно методики проведения исследований выбрали измерительную и регистрирующую аппаратуру.

4. Рекомендовала перечень устройств для обработки экспериментальных измерений.

5. Современные дорожные лаборатории позволяют одновременно проводить эксперименты практически всего комплекса параметров эксплуатационных свойств транспортных средств.

6. Материалы и рекомендации могут быть использованы для проведения дальнейших научных поисков и испытаний активной безопасности транспортных средств в автополигонах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-законодательные документы

1. Каримов И. А. Достижения и успехи Узбекистана - подтверждение правильности выбранного нами пути реформ. Том 22 / И.А. Каримов. - Т.: «Узбекистан», 2014. - с. 248

2. Каримов И. А.. Наш путь — углубление демократических реформ и последовательное продолжение модернизации страны: Том 20/ И.А. Каримов. — Т.: «Узбекистан», 2012. - 208 с.

3. Доклад на расширенном заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2016 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2017 год, 104с.

Учебники и учебные пособия

4. Беляев, В.П. Испытания автомобилей: учебное пособие. / В.П. Беляев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 293 с.

5. Выносной датчик угловой скорости колеса BALLUFF BDG 6360: руководство пользователя. — 2001.

6. Гудцов, В.Н. Современный легковой автомобиль. Экология, экономичность, электроника, эргономика (тенденции и перспективы развития) / В.Н. Гудцов. – М: ООО КноРус, 2012. – 447 с.

7. Центр испытаний «НАМИ». – Режим доступа: <http://autorc.ru>.

8. Вахламов, В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов. – 4-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 240 с.

9. Тургунбаев Б, Джумаев Э.Н. Методика проведения экспериментальных исследований по активной безопасности транспортных средств. Республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых. Ташкент. 18-19 май 2016г. – 113с.

10. ГОСТ Р 8.736-2001 Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2013.–20 с.
11. Кушвид, Р.П. Испытания автомобиля. Учебник /Р.П. Кушвид – М: МГИУ, 2011. – 351 с.
12. ГОСТ Р 52302-2004 Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 2005. – 28 с.
13. Иванов А.М. [и др.]Автомобили: Теория эксплуатационных свойств: учебник для студ. учреждений высш. проф. Образования. – М.: Изд. центр «Академия», 2013. – 176 с.
14. ГОСТ Р 8.736-2001. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. — М.: Стандартинформ, 2013. — 20 с.
15. Бармашова Л. В., Матисов А. А. Испытание автомобилей. Учебное пособие, том 1. – Вязьма: филиал ФГБОУ ВПО «МГИУ» в г. Вязьме, 2012. – 316 с.
16. Беляев, В.П. Конструкция автомобилей и тракторов: Учебное пособие для самостоятельной работы студентов. / В.П. Беляев, Р.В. Быков – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 76 с.
17. РД 37.052.207-89 Методика определения координат центра масс легкового автомобиля – Дмитров: 1989. – 18 с.
18. ГОСТ 16504-81 Испытания и контроль качества продукции. – М.: Стандартинформ, 2011. – 23 с.
19. Инструкция по установке датчика усилия на педали CPFTA CORRSYS-DATRON. – S.1., 2004.
20. Компактная мобильная система сбора и обработки данных CORRSYS-DATRON DAS-3: руководство пользователя. — 2008.

21. ПО для сбора данных CORRSYS-DATRON CeCalWin Pro: руководство пользователя. — 2008.
22. Руководство пользователя «Компактная мобильная система сбора и обработки данных CORRSYS-DATRON DAS-3». – S.l., 2008.
23. Руководство пользователя «ПО для сбора данных CORRSYS-DATRON CeCalWin Pro». – S.l., 2008.
24. Руководство пользователя «Выносной датчик угловой скорости колеса BALLUFF BDG 6360». – S.l., 2001.
25. Система измерительная DB-PRINT: руководство пользователя. – 2009.
26. Хусаинов, А.Ш. Эксплуатационные свойства автомобиля / А.Ш. Хусаинов. – Ульяновск: УЛГТУ, 2011. – 115 с.
27. Руководство пользователя «Система измерительная DBPRINT». – 2009.
28. Безверхий, С.Ф. Основы технологии полигонных испытаний и сертификация автомобилей / С.Ф. Безверхий, Н.Н. Яценко. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 1996. – 600 с.
29. Азизов Қ.Х.. “Ҳаракат хавфсизлигини ташкил этиш асослари” Т.: Фан ва технология – 2009 – 244 б.
30. Азизов Қ.Х, Ж. Р. Кульмухамедов, К.М. Назаров, Т.Ш. Умурзаков
31. «Правила дорожного движения и его безопасность» Т.: Чулпон 2009, 260с.
32. Выносной датчик угловой скорости колеса BALLUFF BDG 6360: руководство пользователя. — 2001.
33. Закин Я.Х. Маневренность Автомобиля и Автопоезда. Учебник.- М.:Транспорт, 1986. – 136 с.
34. Петрушов, В.А. Автомобили и автопоезда. Новые технологии исследования сопротивления качения и воздуха / В.А. Петрушов. – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2008. – 352 с.

35. Правила ЕЭК ООН № 13-09. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения. – Введены 1996-06-28. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 112 с.

36. Тургунбаев Б, Джумаев Э.Н. Ҳаракат хавфсизлигини таъминлашдаги муаммолар таҳлили. “Транспорт логистикаси, мультимодал ташишлар” мавзусидаги хорижий олимлар иштирокидаги Республика – техник анжуманининг илмий мақолалари. 2016й. 18-19 май. 2017 – 130б.

Сайты интернета:

37. Руководство пользователя «Small 12V Power Distribution Box». – Электрон. дан. – М., 2008. – Режим доступа: http://www.corrsysdatron.com/Support/Data_Sheets/Datasheets-Access/cds-d_DISTBOX_e.pdf, свободный. – Загл. с экрана.

38. Applus IDIADA Proving Ground. – Режим доступа: www.applusidiada.com.

39. www.press-service.uz (сайт –службы Президента РУз)

40. <http://avtoolam.uz/novosti/>, 2013. Узбекистан.

41. <http://avtomotorchik.ru/>, 2012. Россия.