

**Министерство образования и науки
Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**



Кафедра автомобильного транспорта

Р.Х. Хасанов, П.П. Иванов

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

**Оренбург
2018**

УДК 629.08(07)
ББК 39.33-08я7
Х 24

Рецензент - кандидат технических наук, доцент А.Н. Мельников

Хасанов, Р.Х.
Х24 Безопасность транспортных средств: методические
указания/Р.Х. Хасанов, П.П. Иванов;
Оренбург. гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2018.

Методические указания включают теоретическое изложение материала и методику расчета показателей автотранспортных средств.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта и курсовой работы по дисциплинам «Безопасность транспортных средств», «Безопасность транспортного процесса», «Биомеханика дорожно-транспортных происшествий», «Экспертиза на транспорте» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

УДК 629.08(07)
ББК 39.33-08я7

© Хасанов Р.Х.,
Иванов П.П.,
© ОГУ, 2018

Содержание

Введение	4
1 Основные положения по работе.....	6
1.1 Цель и задачи выполнения работы	6
1.2 Выбор и обоснование темы работы	6
2 Методические рекомендации к расчету показателей транспортного средства .	7
2.1 Показатели активной безопасности транспортного средства	7
2.2 Тяговая динамичность	10
2.3 Тормозная динамичность	15
2.4 Устойчивость	18
2.5 Управляемость	21
2.6 Информативность	25
2.7 Оборудование рабочего места водителя.....	25
2.8 Пассивная безопасность	26
2.9 Послеаварийная безопасность.....	28
2.10 Экологическая безопасность	30
3 Методические указания к проектированию отдельных устройств, повышающих безопасность транспортного средства	33
3.1 Рулевое управление	33
3.2 Ремни безопасности	35
3.3 Защитные рамки.....	38
Список использованных источников.....	40

Введение

Жизнь и трудовая деятельность людей неразрывно связаны с транспортом, без которого был бы невозможен технический и социальный прогресс. Вторая половина двадцатого века характеризуется неуклонным ростом объема перевозок автомобильным транспортом. Автомобилизация требует решения комплекса сопутствующих ей задач, без которых не могут быть обеспечены эффективное использование транспортных средств и безопасная эксплуатация транспортной техники.

Из системы дорожного движения особо можно выделить транспортную часть, т. е. комплекс взаимосвязанных факторов, которые условно делят на четыре элемента: автомобиль, водитель, дорога и среда. Из четырех элементов комплекса ВАДС наибольшей потенциальной опасностью обладает транспортное средство. Созданный для передвижения с большой скоростью автомобиль в силу своей подвижности, возможности быстро изменять положение на дороге относительно других объектов, как движущихся, так и неподвижных, представляет собой источник повышенной опасности.

Причиной дорожно-транспортного происшествия часто является несоответствие состояния одного из элементов системы водитель–автомобиль–дорога-среда между собой и остальным элементам инфраструктуры пространства. Многие происшествия возникают вследствие того, что требования дорожной обстановки выше возможностей человеческого организма или конструкции транспортного средства. Органы чувств человека надежно работают лишь в сравнительно узких диапазонах нагрузок. Величины нагрузок, действующих на водителя в сложной дорожной обстановке, часто выходят за пределы этих диапазонов, что осложняет работу водителя и создает предпосылки для опасных ситуаций. Воздействие на водителя дополнительных нагрузок, вызванных недостатками конструкции автомобиля или его неудовлетворительным техническим состоянием, может резко ухудшить качество вождения, а в особенно неблагоприятных случаях привести к аварии. Удачная конструкция автомобиля, компенсирующая психофизиологические недостатки человека, может способствовать повышению безопасности

дорожного движения.

Для повышения безопасности движения необходимо одновременное совершенствование и развитие конструкции автомобилей, которое может осуществляться в нескольких направлениях:

- повышение эффективности их действия (прежде всего совершенствование тормозных систем и систем управления);
- улучшение условий управления автомобилем (в том числе – оснащение автомобилей современными средствами информации);
- изменение конструкции травмоопасных элементов кабины и салона автотранспортных средств (т.е. улучшение пассивной безопасности) и др.

Данная работа включает в себя расчет показателей эксплуатации транспортного средства, а также теоретическое обоснование предложения по повышению свойств транспортного средства.

1 Основные положения по работе

1.1 Цель и задачи выполнения работы

Основной целью данной работы является закрепление теоретических знаний и навыков по расчету показателей транспортных средств.

1.2 Выбор и обоснование темы работы

Приступая к выполнению данной работы, обучающийся должен ознакомиться со всеми факторами, влияющими на активную, пассивную, послеаварийную и экологическую безопасность транспортного средства, с общими характеристиками существующих устройств, аналогичных проектируемому, проанализировать их параметры и конструкцию.

Тема курсового проекта (курсовой работы) назначается (или согласовывается) с руководителем данной работы, которая предполагает следующие основные разделы работы:

- а) расчет показателей безопасности транспортного средства по всем ее видам для различных моделей транспортных средств;
- б) разработка предложений по улучшению показателей свойств, обеспечивающих безопасную эксплуатацию транспортного средства.

После получения задания обучающийся знакомится с необходимыми литературными источниками. Обязательно ознакомление с техническими характеристиками транспортного средства. Результаты каждого раздела желательно поэтапно согласовывать с руководителем работы, чтобы избежать ошибок в расчетах и разработке работы. Оформление работы необходимо проводить по СТО 02069024.101–2015. Работы студенческие. Общие требования и правила оформления.

2 Методические рекомендации к расчету показателей транспортного средства

2.1 Показатели активной безопасности транспортного средства

Для количественной характеристики активной безопасности применяют как широко распространенные показатели: минимальный тормозной путь, максимальное замедление, критические скорости по условиям заноса и опрокидывания и т.п.; так и новые показатели, специфические только для данного аспекта безопасности.

На активную безопасность автомобиля влияют следующие свойства транспортного средства:

- компоновочные параметры автомобиля (габаритные и весовые);
- тяговая динамичность;
- тормозная динамичность;
- устойчивость;
- управляемость;
- информативность;
- оборудование рабочего места водителя, его соответствие требованиям эргономики.

2.1.1 Габаритные и весовые параметры автомобиля

К габаритным параметрам автомобиля относятся длина L_a , ширина B_a , высота H_a и база L , т. е. расстояние между передней и задней осями, к весовым – полный вес автомобиля G_a , вес, приходящийся соответственно на передний G_1 и задний G_2 мосты.

При движении автомобиль подвергается воздействию различных случайных возмущений, стремящихся изменить характер движения. Вследствие этого даже на строго прямолинейных участках дороги автомобиль движется не прямолинейно, а по кривым больших радиусов.

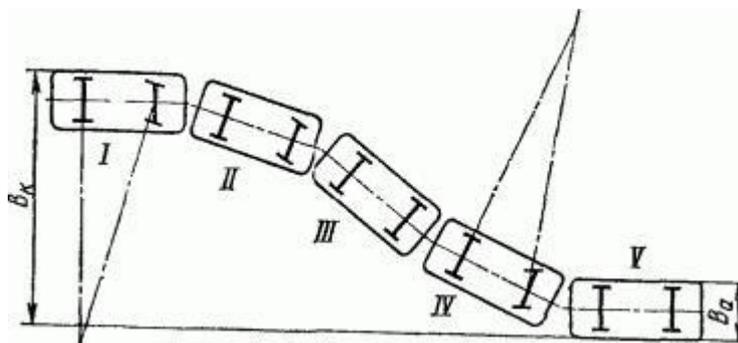


Рисунок 1 – Динамический коридор на прямолинейном участке дороги

При этом значительную часть времени он находится под углом к оси дороги, и размер полосы, потребной для его движения, – динамический коридор, превышает его габаритную ширину. Ширина динамического коридора зависит от размеров автомобиля и его скорости (рисунок 1).

Эмпирическая зависимость между габаритной шириной автомобиля B_a , скоростью его движения v и шириной динамического коридора B_k имеет следующий вид:

$$B_k = 0,054 v + B_a + 0,3, \quad (1)$$

где v – скорость автомобиля, м/с;

B_a – ширина автомобиля, м.

Ширина динамического коридора, необходимая для безопасного движения автомобилей с высокими скоростями, иногда значительно превышает ширину полосы движения, установленную строительными нормами и правилами (СНиП). СНиП предусматривают для дорог с интенсивностью движения свыше 3000 автомобилей в сутки ширину полосы движения 3,75 м, а для дорог с меньшей интенсивностью 3,0 – 3,5 м. Эти размеры не всегда обеспечивают безопасный разезд автомобилей, поэтому водитель, чтобы избежать столкновения, вынужден снижать скорость.

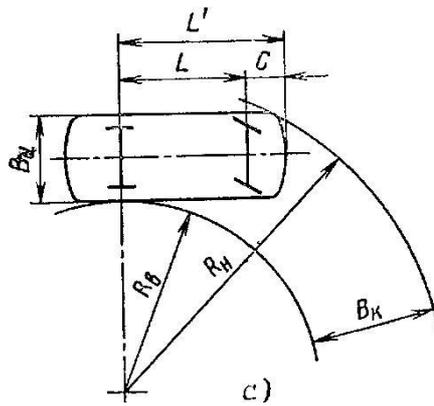


Рисунок 2 – Динамический коридор на криволинейном участке дороги

Более заметно влияние геометрических параметров автомобиля на безопасность при криволинейном движении. Хотя при крутых поворотах скорости автомобиля обычно невелики и случайные возмущения незначительны, ширина динамического коридора может быть достаточно большой. Ее можно определить по формуле (2), (рисунок 2):

$$V_k = R_n - R_b = R_n - \sqrt{R_n^2 - (L')^2} + B_a, \quad (2)$$

$$L' = L + C \quad (3)$$

где R_n и R_b – соответственно наружный и внутренний габаритные радиусы поворота автомобиля, м;

L' – расстояние от заднего моста до передней части автомобиля, м;

L – база автомобиля, м;

C – передний свес, м.

Согласно выражению (2) при $L' \approx R_n$ величина V_k может значительно превышать B_a , что вынуждает строителей расширять полосы движения на криволинейных участках дорог. В таблице 1 приведены геометрические и весовые параметры некоторых отечественных автомобилей.

Таблица 1 – Геометрические и весовые параметры некоторых автомобилей

Автомобиль	Геометрические параметры, м						Весовые параметры, кН		
	L_a	B_a	H_a	L	L'	R_H	G_a	G_1	G_2
КамАЗ-5320	7,43	2,5	3,35	3,2	4,5	8,5	153,0	43,7	109,3
ПАЗ- 32053	6,72	2,5	2,44	3,6	5,9	7,6	51,0	24,0	27,0
ЗИЛ-431410	6,67	2,5	2,4	3,8	4,8	8,3	104,0	25,0	79,0

Габаритная высота H_a имеет значение при проезде автомобилей под путепроводами и проводами контактной сети. Чрезмерно высокие транспортные средства (например, двухэтажные троллейбусы или автобусы, полуприцепы–панелевозы или автомобили–фургоны) с высоко расположенным центром тяжести испытывают значительные угловые колебания в поперечной плоскости. При движении по неровной дороге они могут верхним углом задеть за столб или мачту.

Масса транспортного средства для безопасности движения имеет, в основном, косвенное значение. Чем больше масса автомобиля, тем труднее им управлять. Тяжелый автомобиль медленно разгоняется и останавливается. На нем трудно выполнить сложный маневр. Чем больше масса транспортного средства, тем больше динамические нагрузки на дорогу, тем меньше срок службы покрытия. Поэтому, несмотря на очевидные преимущества применения подвижного состава большой массы, во всех странах строго соблюдают ограничение осевых нагрузок и полных масс транспортных средств.

2.2 Тяговая динамичность

Для безопасности движения имеют значение следующие показатели тяговой динамичности: максимальная скорость v_{max} , и ускорение j_{max} , а также минимальные время t_p и путь S_p разгона на горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества.

Максимальная скорость автомобиля является показателем его предельных возможностей. Для ее расчета воспользуемся известным из теории автомобиля уравнением движения разгоняющегося на подъеме автомобиля:

$$P_m - P_u - P_d - P_B = 0, \quad (4)$$

$$P_d = P_k + P_n \quad (5)$$

где P_T – сила тяги на ведущих колесах автомобиля, Н;

P_n – приведенная сила инерции автомобиля, Н;

P_d – сила сопротивления дороги, Н;

P_k – сила сопротивления качению, Н;

P_n – сила сопротивления подъему, Н;

P_B – сила сопротивления воздуха, Н.

В конечном итоге максимальная скорость *на высшей передаче* определяется по следующей формуле, в м/с:

$$v_{\max} = \left(B_c + \sqrt{B_c^2 + 4A_c C_c} \right) / (2A_c). \quad (6)$$

$$A_c = \frac{N_{e \max} \eta_{\text{тр}}}{v_N^3} c_M + \frac{Gf_0}{a_k} + K_g F_g. \quad (7)$$

$$B_c = \frac{N_{e \max} \eta_{\text{тр}} b_M}{v_N^2}. \quad (9)$$

$$C_c = \frac{N_{e \max} \eta_{\text{тр}}}{v_N} a_M - G(f_0 + \sin \alpha_D). \quad (10)$$

где $N_{e \max}$ – максимальная мощность двигателя;

a_m , b_m и c_m – эмпирические коэффициенты (для четырехтактных бензиновых двигателей $a_m = b_m = c_m = 1$; для двухтактных дизельных двигателей $a_m = 0,87$, $b_m = 1,13$, $c_m = 1$; для четырехтактных дизельных двигателей $a_m = 0,53$, $b_m = 1,56$, $c_m = 1,09$);

v_N – скорость автомобиля, соответствующая максимальной мощности двигателя, м/с, определяемая следующим выражением.

$$v_N = \omega_N r / u_{TP}, \quad (11)$$

где ω_N – угловая скорость коленчатого вала при $N_{e \max}$, рад/с (1 об/мин = 0,1047 рад/с);

r – радиус (динамический) ведущих колес;

u_{TP} – передаточное число трансмиссии;

η_{TP} – КПД трансмиссии;

при работе трансмиссии с полной нагрузкой он имеет следующие значения:

Легковые автомобили 0,90 – 0,92.

Грузовые автомобили и автобусы 0,82 – 0,85.

Грузовые автомобили повышенной проходимости 0,80 – 0,85.

G – вес автомобиля, Н;

f_0 – коэффициент сопротивления качению при малых скоростях движения; на дорогах с асфальта - и цементобетонным покрытием, с гладкой, ровной поверхностью в сухом состоянии f_0 имеет следующие значения для различных типов шин:

диагональная шина с $H/B = 0,95$0,018.

диагональная шина с $H/B = 0,88$0,017.

диагональная шина с $H/B = 0,82$0,016.

радиальная шина с $H/B = 0,82$0,0135 – 0,014.

радиальная шина с $H/B \leq 0,70$0,013.

a_k – эмпирический коэффициент, зависящий от типа шин и равный 4000 – 5000 (большие значения для шин с меньшим H / B);

α_d – угол продольного уклона дороги (принимается равным 0°);

K_e – коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости, зависящий от формы и качества отделки поверхности автомобиля), $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$;

F_b – лобовая площадь автомобиля, м^2 .

Таблица 2 – Средние значения K_e и F_b

Автомобили	$K_e, \text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$	$F_b, \text{м}^2$
Спортивные автомобили с обтекаемой формой кузова	0,13 – 0,17	1,2 – 1,5
Современный легковой автомобиль с закрытым кузовом	0,18 – 0,30	малого класса – 1,5 – 2,0
		среднего и большого класса – 2,0 – 2,8
Легковой автомобиль с необтекаемой формой кузова	0,35 – 0,55	малого класса – 1,5 – 2,0
		среднего и большого класса – 2,0 – 2,8
Автобусы	0,25 – 0,60	3,0 – 7,5
Грузовые автомобили	0,50 – 0,75	3,0 – 6,5

Максимальное ускорение определяется на каждой передаче по формуле:

$$j_{\max} = \left(\frac{B_c^2}{4A_c} + C_c \right) / D_c. \quad (12)$$

$$D_c = M \delta_{вр}.$$

где M – масса автомобиля с данной нагрузкой, кг;

$\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс;

$$\delta_{вр} = 1 + (\delta' + \delta'' u_k^2) M_a / M, \quad (13)$$

где $\delta' \approx \delta'' \approx 0,03-0,05$;

u_k – передаточное число коробки передач;

M_a – масса автомобиля с полной нагрузкой, кг.

Как автомобиль будет разгоняться, преодолевать участки тяжелой дороги или брать подъемы оценивают по величинам максимальных тяговых сил на ведущих колесах (при полном газе) на различных скоростях, если вычесть из них потери на сопротивление воздуха. Если машины разного веса, необходимо поделить «избыточную» тяговую силу на вес автомобиля – получим объективную оценку его динамических возможностей, его тяговооруженность. В автомобильной технике эту величину принято называть динамическим фактором. Это наиболее универсальный инструмент сравнения различных транспортных средств.

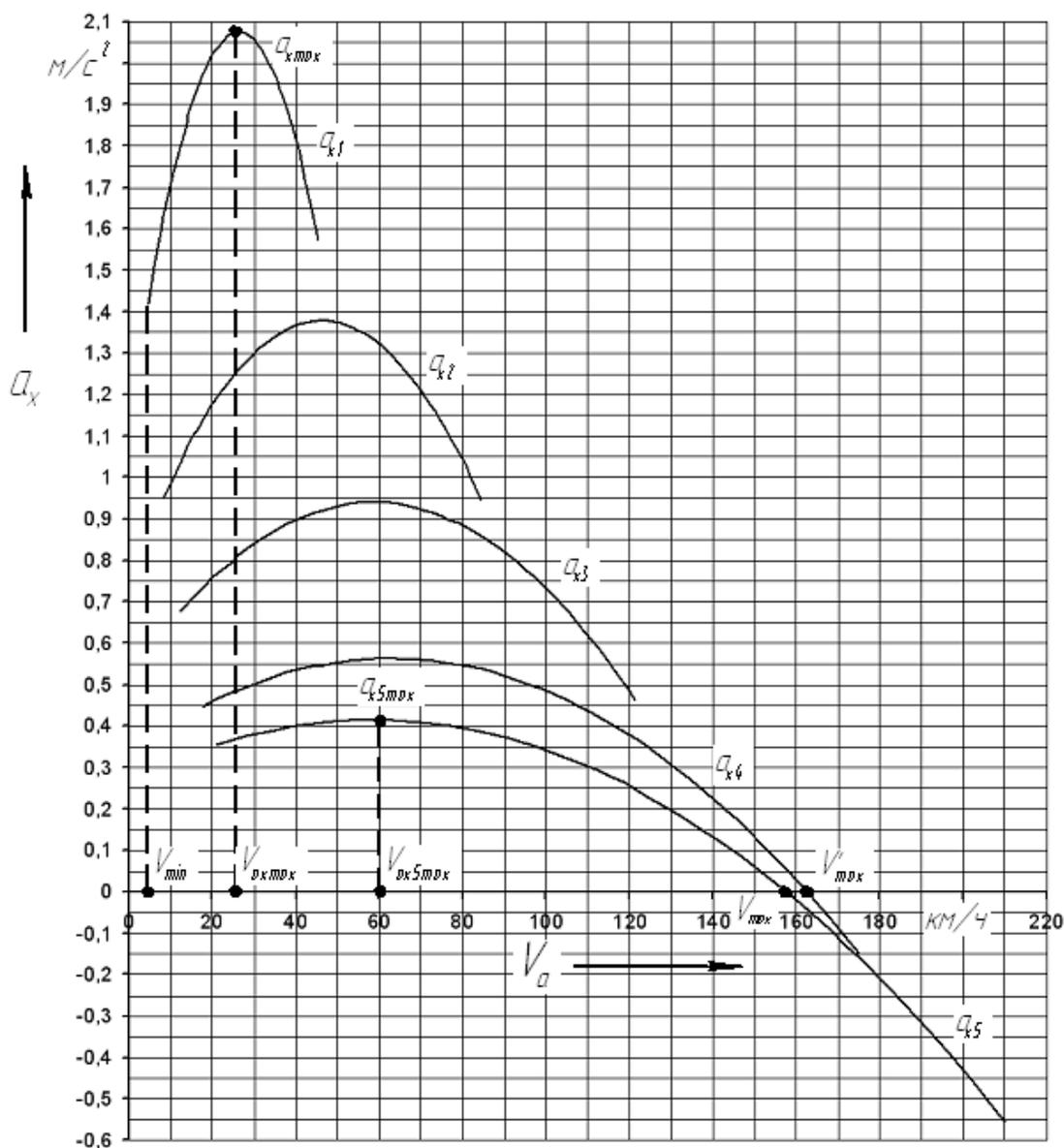


Рисунок 3 – Динамические возможности ВАЗ-21093

Для справки на рисунке 3 показаны динамические возможности ВАЗ-21093.

Динамический фактор определяется по формулам:

$$D = (P_T - P_B) / G \cdot 100\% . \quad (14)$$

$$P_T = \frac{N_{e\max} \eta_{\text{тр}}}{v_N} \left[a_M + b_M \frac{v}{v_N} - c_M \left(\frac{v}{v_N} \right)^2 \right] . \quad (15)$$

$$P_B = K_B F_B v^2 . \quad (16)$$

Определив максимальные скорость и ускорение автомобиля, а также динамический фактор, студенту необходимо указать возможные пути повышения тяговой динамичности автомобиля.

2.3 Тормозная динамичность

Оценочными показателями тормозной динамичности автомобиля служат среднее замедление за период полного торможения и путь автомобиля от начала воздействия водителя на орган управления до остановки, т. е. за время:

$$T = t_c + t_n + t_{\text{уст}} , \quad (17)$$

где t_c – время запаздывания тормозной системы, с;

t_n – время нарастания замедления, с;

$t_{\text{уст}}$ – интервал времени, в котором замедление постоянно, с.

Необходимо рассчитать минимально возможный тормозной путь (на горизонтальной дороге с асфальта- или цементобетонным покрытием, с полностью исправной тормозной системой, при 90%-ной глубине рисунка протектора шин), если начальная скорость автомобиля v_0 составляет 60 км/ч.

Время t_p – время реакции водителя – обычно находится в пределах от 0,3 до 2,5 секунд. Оно зависит от квалификации водителя, его возраста, степени

утомления и других факторов.

Время t_c (время запаздывания тормозной системы) необходимо для устранения зазоров в соединениях тормозного привода и перемещения всех его деталей. Это время, зависящее от конструкции и технического состояния тормозного привода, колеблется в среднем от 0,2 секунд (гидравлический привод) до 0,8 секунд (пневматический привод). У автопоездов с пневматическим приводом тормозных механизмов оно может достигать 3 секунд. В течение времени $(t_p + t_c)$ автомобиль продолжает двигаться равномерно с начальной скоростью v_0 . В конце этого периода возникают тормозные силы, вызывающие замедление движения.

Продолжительность периода t_n находим из выражения:

$$t_n = \frac{G\varphi_x (b + h_u \varphi_x)}{K_1 L}, \quad (18)$$

где b и h_u – расстояния соответственно от центра тяжести автомобиля до заднего моста и до поверхности дороги, м;

G – вес автомобиля, Н;

φ_x – коэффициент сцепления; для сухого асфальто- и цементобетонного покрытия он составляет 0,7–0,8;

L – база автомобиля, м;

K_1 – скорость нарастания тормозных сил; для тормозных систем с гидроприводом она равна 15–30 кН/с, с пневмоприводом 25–100 кН/с.

В заключительном периоде торможения, когда колеса обоих мостов заблокированы, установившееся замедление.

$$j_{уст} = g\varphi_x. \quad (19)$$

где g – ускорение свободного падения.

Если известны t_c , t_n и $j_{уст}$, то тормозной путь можно рассчитать следующим образом. Предположим, что в течение времени t_n автомобиль

движется равнозамедленно с замедлением, равным $0,5j_{уст}$. При полном использовании сцепления всеми колесами автомобиля замедление определяют по формуле (7), тогда полный тормозной путь:

$$S_T = v_0(t_c + 0,5t_H) + v_0^2 / (2j_{уст}). \quad (20)$$

Остановочный путь автомобиля

$$S_o = (t_p + t_c + 0,5t_H)v_0 + v_0^2 / (2j_{уст}). \quad (21)$$

Если у автомобиля блокируются только колеса заднего моста и мощность тормозных механизмов недостаточна для доведения передних колес до юза, то справедливы выражения (7), (8), однако время t_H следует определять по формуле:

$$t_H = R_{x1max} / K_1. \quad (22)$$

где R_{x1max} – максимальная касательная реакция на колесах переднего моста, находится из справочных данных для конкретной модели автотранспортного средства.

Установившееся замедление в этом случае определяется не по формуле (17), а выражением:

$$j_{уст} = \frac{Ga\varphi_x + R_{x1max}h_y}{(L + h_y\varphi_x)M}. \quad (23)$$

где a – расстояние соответственно от центра тяжести автомобиля до переднего моста.

2.4 Устойчивость

Оценочными показателями устойчивости, определяемыми в данной работе, являются: скорость $v_{\text{бук}}$, максимально допустимая при прямолинейном движении автомобиля без пробуксовки ведущих колес; максимально возможная (критическая) скорость $v_{\text{опр}}$, с которой можно вести автомобиль без угрозы опрокидывания; максимально допустимый (критический) угол $\beta_{\text{опр}}$ косогора, по которому автомобиль может двигаться без опрокидывания; максимальный угол подъема $\alpha_{\text{бук}}$, при котором возможно равномерное движение автомобиля без буксования ведущих колес.

Скорость $v_{\text{бук}}$ м/с, максимально допустимая при прямолинейном движении автомобиля по горизонтальной дороге без пробуксовки ведущих колес, определяется на каждой передаче (с учетом найденного ранее по формуле (10) максимального ускорения j_{max}):

$$v_{\text{бук}} = \sqrt{\frac{G}{K_{\epsilon} F_{\epsilon}} \left(\frac{a\varphi_x}{L - \varphi_x h_{\text{ц}}} - f - \frac{\delta_{\text{вр}}}{g} j_{\text{max}} \right)}, \quad (24)$$

где f – коэффициент сопротивления качению, определяемый по рисунку 4

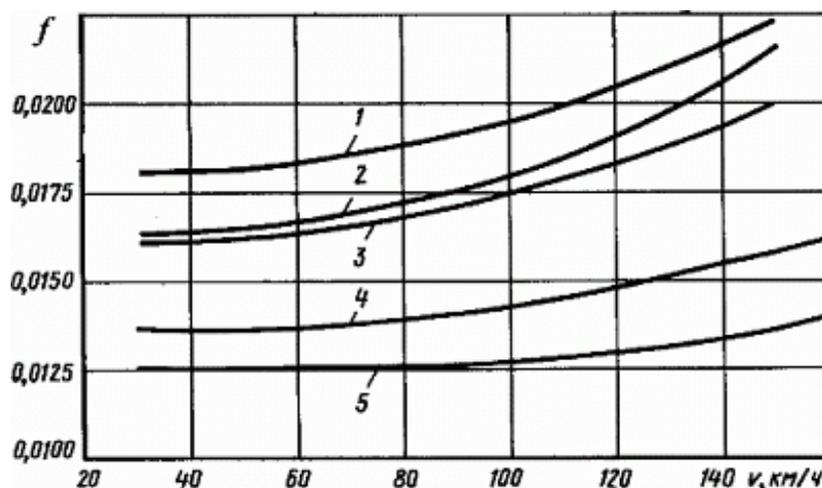


Рисунок 4 - Коэффициент сопротивления качению шин на гладкой ровной дороге при нормальном давлении воздуха: 1 – диагональная шина с $H/V = 0,95$; 2 – диагональная шина с $H/V = 0,88$; 3 – диагональная шина с $H/V = 0,82$; 4 – радиальная шина с $H/V = 0,82$ с поясом из текстильного корда; 5 – радиальная шина с $H/V = 0,82$ с поясом из стального корда

Скорость $v_{\text{бук}}$ уменьшается при уменьшении коэффициента сцепления,

росте сопротивления дороги, а также при увеличении ускорения. Поэтому потеря курсовой устойчивости автомобилем наиболее вероятна на участках дороги со скользким неровным покрытием (укатанный снег, обледенелый асфальтобетон, булыжник) и подъемами. Если при прохождении подъема "с ходу" встретится участок, покрытый снежной или ледяной коркой, то даже небольшая поперечная сила может вызвать боковое скольжение заднего моста.

Поперечную устойчивость при криволинейном движении характеризует максимально возможная (критическая) скорость $v_{опр}$, с которой можно вести автомобиль без угрозы опрокидывания по горизонтальному участку.

Рассмотрим схему движения автомобиля на повороте (рисунок 5). Примем для простоты, что автомобиль является плоской фигурой, а увод и скольжение колес отсутствуют. Мгновенный центр O скоростей (центр поворота) автомобиля располагается в точке пересечения перпендикуляров к векторам скоростей средних точек мостов. При отсутствии увода и скольжения колес вектор скорости середины заднего моста параллелен плоскостям задних колес, поэтому точка O находится на продолжении оси заднего моста.

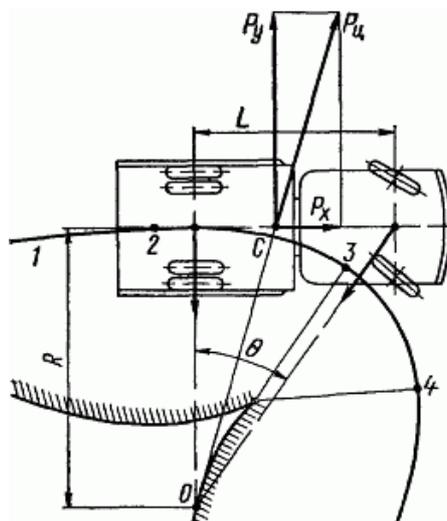


Рисунок 5 - Схема поворота автомобиля

Скорость $v_{опр}$ определяем по формуле:

$$v_{опр} = \sqrt{BgR / (2h_u)}, \quad (25)$$

где θ – угол поворота управляемых колес (в работе принимается менее 0,349 рад);

R – расстояние от точки O до середины заднего моста; при $\theta \leq 0,349$ рад (20°):

$$R = L/\operatorname{tg}\theta \approx L/\theta, \quad (26)$$

Определим величину максимально допустимого (критического) угла косогора, по которому автомобиль может двигаться без опрокидывания по прямолинейному участку ($R = \infty$):

$$\operatorname{tg}\beta_{\text{опр}} = B/(2h_u). \quad (27)$$

Устойчивость автомобиля против опрокидывания возрастает с увеличением колеи B автомобиля и радиуса R , а также при снижении центра тяжести и уменьшении угла косогора. Отношение $B/(2h_u)$ называют коэффициентом поперечной устойчивости $\eta_{\text{поп}}$.

Продольную устойчивость характеризует максимальный угол подъема $\alpha_{\text{бук}}$, по которому автомобиль может двигаться без буксования. Выражение для определения $\alpha_{\text{бук}}$, при котором возможно равномерное движение автопоезда без буксования ведущих колес тягача, имеет вид:

$$\operatorname{tg}\alpha_{\text{бук}} = \frac{G\alpha\varphi_x}{G(L - h_u\varphi_x) + G_{\text{пр}}(L - h_{\text{пр}}\varphi_x)}, \quad (28)$$

где $G_{\text{пр}}$ – вес прицепа, Н;

$h_{\text{пр}}$ – высота сцепного устройства, м.

Чем меньше величина φ_x и чем больше масса прицепа по сравнению с массой тягача, тем меньше $\alpha_{\text{бук}}$. Так, на дорогах с обледенелым покрытием буксование может наступить при $\alpha_{\text{бук}} = 2-3^\circ$, т. е. на относительно пологих подъемах.

Для одиночного автомобиля (типа 2x1) $G_{\text{пр}} = 0$:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{бук}} = \frac{a\varphi_x}{L - h_{\text{ц}}\varphi_x}. \quad (29)$$

Для автомобиля со всеми ведущими мостами:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{бук}} = \varphi_x. \quad (30)$$

Такие автомобили могут преодолевать без потери продольной устойчивости весьма крутые подъемы даже при мокром и скользком покрытии.

2.5 Управляемость

Управляемостью называют способность автомобиля устойчиво сохранять заданное направление движения и вместе с тем быстро изменять его при воздействии водителя на рулевое управление.

В курсовой работе студенты должны по имеющимся данным о конструкции транспортного средства сделать выводы о его поворачиваемости и управляемости.

Поворачиваемостью называют свойство автомобиля изменять направление движения без поворота управляемых колес. Есть две основных причины поворачиваемости: увод колес, вызываемый поперечной эластичностью шин, и поперечный крен кузова, связанный с эластичностью подвески. Соответственно различают шинную и креновую поворачиваемость автомобиля.

При наличии увода автомобиль может двигаться криволинейно, даже если угол поворота управляемых колес равен 0. Кривизна траектории зависит от соотношения δ_1 и δ_2 (углы увода переднего и заднего мостов).

Если $\delta_1 = \delta_2$, то шинную поворачиваемость автомобиля называют нейтральной. Хотя при этом траектория движения автомобиля о жесткими

шинами не совпадает с траекторией движения автомобиля, имеющего нейтральную поворачиваемость, так как центры поворота в этих случаях занимают различные положения.

Если $\delta_1 > \delta_2$, то для движения автомобиля с эластичными шинами по кривой управляемые колеса нужно повернуть на больший угол, чем при жестких шинах. В этом случае шинную поворачиваемость автомобиля называют недостаточной. Автомобиль с недостаточной шинной поворачиваемостью устойчиво сохраняет прямолинейное направление движения.

Если угол $\delta_1 < \delta_2$, то для движения автомобиля с эластичными шинами по кривой управляемые колеса нужно повернуть на меньший угол, чем при жестких шинах. В этом случае шинную поворачиваемость автомобиля называют излишней. Автомобиль с недостаточной поворачиваемостью более устойчив и лучше сохраняет направление движения, чем автомобиль с излишней поворачиваемостью.

Креновая поворачиваемость автомобиля связана с конструкцией его подвески. Рассмотрим задний мост с рессорной подвеской автомобиля, который совершает правый поворот. Передние концы рессор соединены с кузовом простым шарниром, а задние – с помощью серьги. При прогибах рессоры задний мост перемещается по дуге, причем ось его качания расположена около шарнира. Под действием поперечной силы кузов автомобиля наклоняется, вызывая сжатие левых рессор и распрямление правых. Левая рессора, сжимаясь, перемещает задний мост назад, а правая, распрямляясь, перемещает его вперед. В результате задний мост поворачивается в горизонтальной плоскости.

Если углы поворота переднего и заднего мостов не одинаковы по величине или направлению, то автомобиль вследствие крена поворачивается, хотя передние колеса остаются в нейтральном положении. Так, при действии одной и той же возмущающей силы P_y автомобиль A (рис. 6) повернется вправо, а автомобиль B – влево. Возникающая при повороте центробежная сила $P_{ц}$ у автомобиля A направлена в противоположную сторону по сравнению с

возмущающей силой P_y , а у автомобиля B в ту же сторону. Поэтому автомобиль A лучше сохраняет направление движения под действием поперечных возмущающих сил. По аналогии с шинной поворачиваемостью можно сказать, что автомобиль A имеет недостаточную, а автомобиль B излишнюю креновую поворачиваемость.

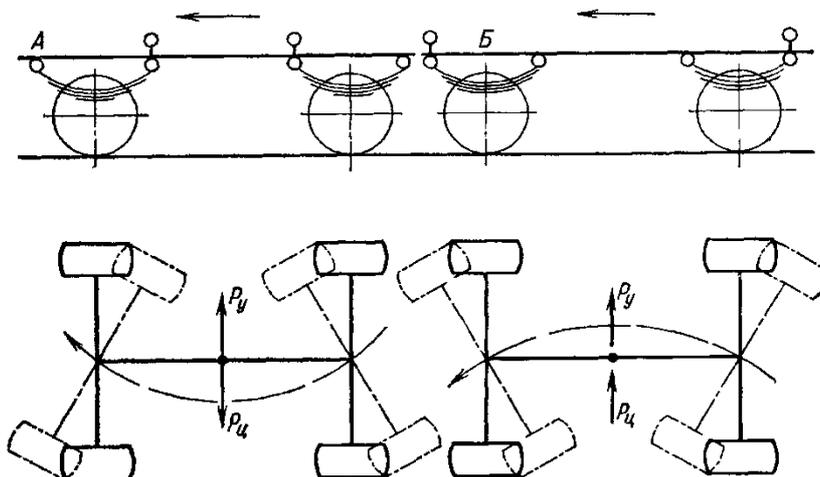


Рисунок 6 - Схемы движения автомобилей с зависимой рессорной подвеской, имеющих различную креновую поворачиваемость

Креновая поворачиваемость автомобиля тесно связана с шинной поворачиваемостью, так как увод колеса возникает не только под действием сил и моментов, но и при наклоне колеса к вертикали (развале). Если направление поперечной силы совпадает с направлением развала колеса, то увод возрастает. Развал колеса, равный 1° , вызывает увод на угол $10-20'$. У автомобилей с независимой подвеской колес на поперечных рычагах крен кузова вызывает изменение развала колеса. При двухрычажной подвеске (рисунок 7, а) колеса наклоняются в сторону крена кузова в направлении действия поперечной силы P_y , что увеличивает угол увода моста. При однорычажной подвеске (рисунок 7, б) колеса наклоняются в сторону, противоположную крену кузова, навстречу поперечной силе. В этом случае угол увода моста уменьшается. Таким образом, в зависимости от конструкции подвески, креновая поворачиваемость может либо усиливать, либо ослаблять влияние шинной поворачиваемости.

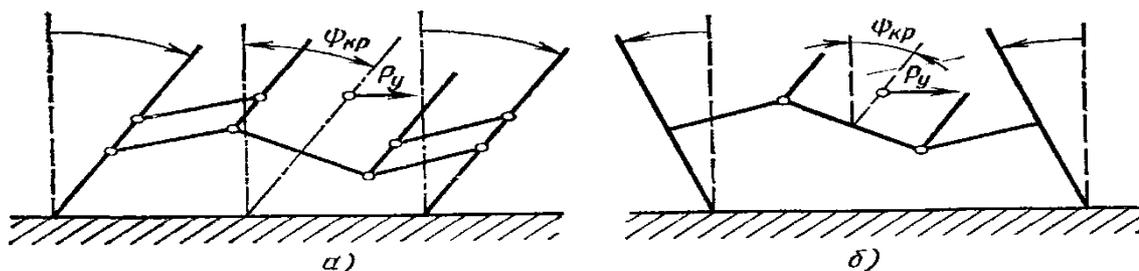


Рисунок 7 - Схемы движения автомобилей с независимой рычажной подвеской, имеющих различную креновую поворачиваемость

Для обеспечения недостаточной поворачиваемости автомобиля необходимо, чтобы угол увода переднего моста был больше угла увода заднего моста. Поэтому у легковых автомобилей наиболее распространена передняя независимая подвеска на двух рычагах. Заднюю подвеску выполняют зависимой или же независимой на одном поперечном рычаге. Никогда не применяют однорычажную подвеску для переднего моста и двухрычажную для заднего, так как это приводит к резкому ухудшению управляемости автомобиля.

Автомобиль может утратить управляемость вследствие поперечного проскальзывания шин по дороге, а также увода шин.

При повышении скорости автомобиля углы увода также возрастают. При этом у автомобиля с излишней шинной поворачиваемостью угол δ_2 увеличивается быстрее угла δ_1 . При критической скорости автомобиль начинает двигаться криволинейно, хотя его управляемые колеса находятся в нейтральном положении. Следовательно, автомобиль с излишней шинной поворачиваемостью теряет управляемость, если его скорость больше критической. У автомобиля с недостаточной или нейтральной шинной поворачиваемостью критическая скорость отсутствует.

Чтобы обеспечить недостаточную шинную поворачиваемость автомобиля, несколько уменьшают давление воздуха в шинах передних колес по сравнению с давлением в шинах задних колес. Кроме того, центр тяжести автомобиля немного смещают в сторону переднего моста, что увеличивает часть центробежной силы, действующую на управляемые колеса.

2.6 Информативность

Информативность – это свойство автомобиля обеспечивать участников движения информацией, необходимой для динамического функционирования системы ВАДС. Информативность является одним из эксплуатационных свойств автомобиля, определяющих его безопасность.

Все участники дорожного движения условно могут быть разбиты на две группы: водители-операторы и другие (внешние) участники движения (пешеходы, водители других транспортных средств, регулировщики). В процессе дорожного движения водитель выступает в двух качествах одновременно: водителя–оператора и внешнего участника движения, и должен реагировать на информацию, исходящую как от управляемого им автомобиля – внутренняя информативность, так и от других транспортных средств – внешняя информативность.

Информативность автомобиля может быть визуальной (форма и размеры автомобиля, цвет кузова, система автономного освещения, светосигнальное оборудование, элементы щитка приборов, параметры обзорности), звуковой (звуковые сигнализаторы, несущая волна, шум двигателя, трансмиссии и т.д.), тактильной (реакция органов управления на действие водителя).

2.7 Оборудование рабочего места водителя

Рабочее место водителя автомобиля характеризуется размерами кабины, удобством доступа к органам управления, положением сиденья, расположением по отношению к нему органов управления и эргономическими параметрами среды в кабине (шум, вибрации, микроклимат, загрязнение воздуха токсическими веществами).

В работе студенты должны сделать выводы о комфортности транспортного средства.

Рациональная организация рабочего места имеет большое значение для безопасности движения, повышения производительности труда и сохранения

здоровья водителя. Она заключается в оснащении, оборудовании и планировке рабочего места в соответствии с психофизиологическими и антропометрическими характеристиками человека. Вследствие этого рабочее место водителя может быть в различной степени удобным для управления автомобилем и по-разному влиять на работоспособность и утомляемость водителя, и точность управления автомобилем.

Эксплуатационное свойство, характеризующее рабочее место водителя (пассажира) автомобиля, называют обитаемостью или комфортностью автомобиля. Под обитаемостью понимают приспособленность рабочего места водителя (пассажира) к психофизиологическим и антропометрическим особенностям человека. Обитаемость относится к одному из свойств, характеризующих эксплуатационное качество автомобиля – его безопасность.

2.8 Пассивная безопасность

Различают внутреннюю пассивную безопасность, снижающую травматизм пассажиров, водителя и обеспечивающую сохранность грузов, перевозимых автомобилем, и внешнюю безопасность, которая уменьшает возможность нанесения повреждений другим участникам движения.

Конструктивные мероприятия, улучшающие внутреннюю пассивную безопасность, предусматривают снижение инерционных перегрузок в процессе удара, ограничение перемещения людей в салоне, устранение травмоопасных деталей, закрепление багажа и инструмента.

При столкновениях и наездах внешнюю пассивную безопасность обеспечивают прежде всего бамперы. Кроме того, применяются защитные рамки.

В работе должны по имеющимся данным о конструкции транспортного средства сделать выводы о его пассивной безопасности.

Процесс удара обычно разделяют на три фазы. В течение первой фазы соударяющиеся тела, сближаясь, деформируются, их кинетическая энергия частично переходит в потенциальную, а частично затрачивается на разрушение,

перемещение и нагрев деталей. Во второй фазе накопленная потенциальная энергия, снова превращается в кинетическую, и тела начинают расходиться. В течение третьего периода тела не контактируют, их энергия расходуется на преодоление внешнего сопротивления. Согласно опытам НАМИ, при наезде автомобиля на неподвижное препятствие длительность первой фазы составляет 0,05–0,1 с, а второй 0,02–0,04 с.

Характер и тяжесть травмы зависят от многих причин: вида ДТП, скорости и конструкции автомобиля, наличия защитных приспособлений, возраста и здоровья человека. В среднем человек может выдержать без вреда кратковременную (в течение 0,01–0,1 с) перегрузку 40–50g. Перегрузки, испытываемые водителем и передним пассажиром при встречных столкновениях автомобилей, достигают 150–200g. Усилия, действующие на отдельные части тела, могут превышать 10 кН, что объясняет высокую смертность при некоторых ДТП.

Большое значение для определения параметров пассивной безопасности имеет среднее замедление j_{cp} . Оно определяется по формуле:

$$j_{cp} = v^2 / (2s_a). \quad (31)$$

где v – скорость автомобиля непосредственно перед ударом, м/с;

s_a – остаточная деформация автомобиля, которая при ударе о поверхность, сравнимую по площади с лобовой площадью автомобиля, составляет:

легковые автомобили с несущим кузовом 0,40 - 0,90 м;

легковые автомобили с рамным основанием 0,20 - 0,40 м;

грузовые автомобили и автобусы 0,15 - 0,30 м.

Например. Автомобиль, врезается в бетонную стенку на скорости 72 км/ч (20 м/с). При деформации его моторного отсека $s_a = 0,8$ м среднее замедление составит:

$$j_{\text{ср}} = v^2 / (2s_a) = 400 / (2 * 0,8) = 250 \text{ м/с}^2 = 25,5 \text{ g.} \quad (32)$$

Перегрузка, действующая на пассажиров, составит 25,5g, то есть незафиксированного ремнем человека, весящего 75 кг, ударит о приборную доску с силой в 1912 кг.

2.9 Послеаварийная безопасность

Послеаварийная безопасность – это свойство автомобиля уменьшать тяжесть последствий ДТП после остановки и предотвращать возникновение новых ДТП. К элементам послеаварийной безопасности автомобиля относятся конструктивные мероприятия и дополнительные приборы, предотвращающие возникновение опасных явлений, возникающих в результате ДТП.

Опасными явлениями, которые могут возникнуть в результате ДТП, следует считать пожар, заклинивание дверей, заполнение водой салона автомобиля, если он затонул.

Требования к пожарной безопасности автомобиля и соответствующим элементам его конструкции регламентируются Правилами № 34–01 ЕЭК ООН. Этот документ регламентирует утечку топлива из топливного бака, заливной горловины и топливопроводов при фронтальном наезде автомобиля на препятствие со скоростью 13,9 м/с или наезде сзади со скоростью 10 м/с; утечка топлива в момент наезда не должна превышать 28 г/мин, а образование каплеобразной смеси также 28 г/мин. В ходе испытаний определяется объем жидкости, заменяющей топливо и вытекшей из бака при нарушении его герметичности, оценивается вероятность возникновения пожара и возможность его тушения имеющимися на автомобиле средствами.

Конструкции автомобилей массового производства должны отвечать следующим требованиям в отношении пожарной безопасности:

- 1) Предусматривается установка огнестойкой перегородки между топливным баком и пассажирским салоном. Элементы системы питания должны быть защищены от коррозии и предохранены от соприкосновения с препятствиями на грунте. Все топливопроводы должны располагаться в

защищенных местах (но не в салоне автомобиля); они не должны подвергаться каким-либо механическим воздействиям. Топливный бак следует изготавливать из огнестойкого материала; он не должен заряжаться статическим электричеством.

2) Заливная горловина не должна располагаться в салоне, багажнике или моторном отсеке и выступать над поверхностью кузова; крышка горловины должна быть огнестойкой.

3) Электропроводку следует размещать в специальных каналах или крепить к корпусу; она должна быть защищена от коррозии.

4) Для предотвращения быстрого распространения пламени и образования в салоне ядовитых газов (продуктов сгорания) регламентируются свойства материалов для внутренней отделки салона.

Кроме того, для повышения пожарной безопасности автомобилей на них устанавливают автоматически включающиеся огнетушители (как правило, пенные); штатные пенные или порошковые огнетушители; устройства, автоматически размыкающие электроцепь автомобиля при возникновении перегрузок определенной величины; устройства для автоматического впрыскивания в топливный бак веществ, превращающих бензин в трудно сгораемое вещество (композиции галогенов, кремниевые соединения, специальные смолы).

В отношении заклинивания дверей автомобилей можно применять Правила № 11-02 ЕЭК ООН “Прочность замков и петель боковых дверей”. Однако следует учитывать, что если применяются дополнительные устройства, повышающие надежность замка в исправном состоянии (блокираторы дверей), то открыть дверь в деформированном виде, скорее всего, будет труднее. В ходе испытаний автомобиля на удар проверяется, чтобы двери (по одной с каждой стороны) открывались без применения инструмента.

Облегчение эвакуации людей из салона автомобиля, особенно автобуса, может быть достигнуто следующими мероприятиями:

– устройством запасных выходных люков в крыше автобуса (автомобиля);

- устройством запасных выходных люков в боковых стенках автобуса;
- снабжением дверей и люков дополнительными наружными замками и рукоятками;
- оборудовани­ем салона молотками для разбивания стекол, пилами, молотами, ножницами и другими инструментами для прорезывания отверстий в стенках автобуса.

Предотвращение попадания воды в салон автомобиля при его затоплении пока не регламентируется международными стандартами. В какой-то мере может быть применен Российский ОСТ 37.001.248 на пыле водонепроницаемость. Единственный путь борьбы с этим явлением – повышение общей герметичности салона автомобиля. В этом направлении имеется много нерешенных вопросов. Следует отметить, что возможность спасения людей из затопленного автомобиля зависит не столько от его конструкции (водонепроницаемости), сколько от состояния окон автомобиля (открыты или закрыты), умения людей плавать, от присутствия духа у водителя и пассажиров.

В работе студенты должны по имеющимся данным о конструкции транспортного средства сделать выводы о его послеаварийной безопасности.

2.10 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность – это свойство автомобиля, позволяющее уменьшать вред, наносимый участникам движения и окружающей среде в процессе его нормальной эксплуатации. Мероприятиями по уменьшению вредного воздействия автомобилей на окружающую среду следует считать снижение токсичности отработавших газов и уровня шума.

Основными загрязняющими веществами при эксплуатации автотранспорта являются:

- выхлопные газы;
- нефтепродукты при их испарении;
- пыль;

– продукты истирания шин, тормозных колодок и дисков сцепления, асфальтовых и бетонных покрытий.

Наибольший загрязняющий эффект из всего перечисленного оказывают отработавшие газы. К основным вредным компонентам отработавших газов автомобилей относятся окись углерода CO (сильное токсичное вещество), углеводороды C_nH_x , окислы азота NO_x (токсичны, вместе с углеводородами C_nH_x образует фотохимический смог), альдегиды (вредно действуют на нервную систему и органы дыхания), твердые частицы (сажа), окислы серы SO_x , бензапирен, соли свинца (сильно действующие токсичные вещества).

Евро - 4 в странах Европы начал использоваться в Российской Федерации этот стандарт действует с 2010 года. Стандарт еще больше ужесточает требования к выбросам в атмосферу отработанных газов. По сравнению с предыдущим стандартом, содержание вредных компонентов в выхлопных газах транспортных средств уменьшается на 40%.

Евро - 5 – наиболее современный на данный момент экологический стандарт, регулирующий содержание вредных веществ в выхлопных газах. Стандарт Евро-5 с октября 2008 года стал обязательным для всех новых грузовых автомобилей, продаваемых в странах Евросоюза. На легковые автомобили он распространился несколько позже – с 1 сентября 2009 года. В Российской Федерации Евро-5 действует на все ввозимые автомобили, начиная с 1 января 2014 года.

При движении автомобиля шум создается двигателем внутреннего сгорания, шасси автомобиля (в основном механизмами трансмиссии и кузовом) и в результате взаимодействия шин с дорожным покрытием.

У технически исправного легкового автомобиля, имеющего небольшой пробег, основной источник шума – взаимодействие шин с дорожным покрытием, у грузового автомобиля шум шин составляет меньшую долю. В результате взаимодействия колеса с дорожным покрытием возникает шум, уровень и характеристики которого зависят от типа автомобиля, конструкции подвески, рисунка протектора, нагрузки на шину, ее жесткости и давления в ней.

Шум от работы двигателя внутреннего сгорания возникает во впускном тракте карбюратора и трубопроводе; в газораспределительном клапанном механизме в результате взаимодействия толкателей с клапанами; в зубчатых, а также в цепных и ременных передачах между коленчатым и распределительным валами; в системе охлаждения двигателя вследствие работы вентилятора, ременной передачи и водяного насоса; в выпускной системе. Шум возникает также в зубчатых зацеплениях коробки передач и ряде других второстепенных (по шуму) механизмов.

В элементах шасси технически исправного (нового) автомобиля и его кузове шум создается при работе механизмов трансмиссии элементах подвески и в результате обтекания кузова воздушным потоком при движении.

Шум, создаваемый отдельным автомобилем (автопоездом), регламентируется рядом нормативных документов, основными из которых являются Правила № 9 ЕЭК ООН. Шум выпускаемых отечественной автомобильной промышленностью транспортных средств в основном соответствует этим нормам.

В работе студенты должны сделать выводы об экологической безопасности транспортного средства.

3 Методические указания к проектированию отдельных устройств, повышающих безопасность транспортного средства

3.1 Рулевое управление

В передней деформируемой зоне транспортного средства находится рулевой механизм, а у большинства автомобилей – еще и двигатель (вместе с коробкой передач), которые при аварии первыми встретят и упрутся в препятствие. А значит, непременно окажутся внутри “наезжающего” на них салона. И от этой серьезнейшей опасности, увы, не спасет и жесткий каркас. Кстати, именно рулевой вал и “баранка” были основными виновниками тяжелейших травм и гибели водителей в “добезопасные” времена.

С двигателем и трансмиссией справиться проще – здесь все решает система крепления, обеспечивающая “уход” силового агрегата под днище при фронтальном ударе (рисунок 8).

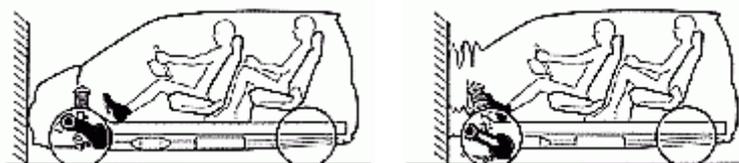


Рисунок 8 - Безопасное расположение силового агрегата Mercedes-Benz А-класса

С рулевым механизмом несколько сложнее: рулевая колонка и рулевое колесо, что называется, по определению, занимают место в салоне.

Способов ограничить перемещение рулевой колонки в салон перепробовали много. Начнем с того, что практически у всех современных легковых автомобилей рулевой механизм располагают как можно дальше от передка, в большинстве случаев – внутри колесной базы, за воображаемой осью передних колес.

Конструкции безопасных рулевых управлений весьма разнообразны. Для поглощения кинетической энергии тела водителя в рулевой вал, рулевую колонку или в обе эти детали встраивают специальные защитные элементы, разрушающиеся или деформирующиеся под действием больших нагрузок. У

некоторых автомобилей защитный элемент имеет форму перфорированной трубы с ромбовидными отверстиями, расположенную в средней части вала. Часто деформируемый элемент делают в виде пластин, приваренных к внутренним концам частей рулевого вала.

Чтобы уменьшить возможность проникновения рулевого колеса внутрь салона, применяют рулевые валы с карданными шарнирами; как правило, теперь рулевой вал состоит из двух- трех несоосных частей, соединенных карданными шарнирами (рисунок 9, г). В кронштейне, крепящем рулевую колонку к кузову, сделаны прорезы, допускающие перемещение верхней части колонки вперед и препятствующие проникновению ее внутрь салона. Схема очень надежная в своей простоте, да к тому же обеспечивающая возможность регулировки рулевого колеса “выше-ниже”.

Энергопоглощающие элементы, соединяющие две части рулевой колонки, изображены на рисунке 9 а, б, в. Эти элементы могут быть выполнены или в виде упругих пластин (рисунок 9, а), или в виде гофрированной сетки (рисунок 9, б). Рулевые валы в обоих случаях состоят из двух частей, соединенных между собой с помощью прессовой посадки и пластмассовых заклепок, срезаемых при ударах.

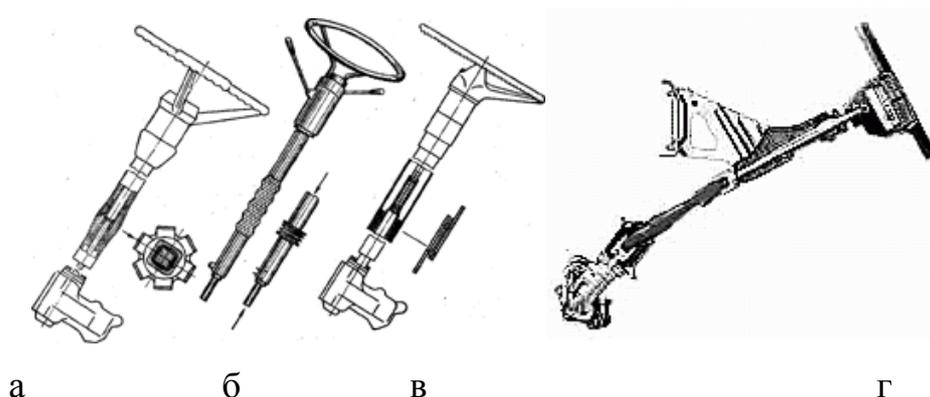


Рисунок 9 - Безопасные рулевые колонки: а – с упругими пластинами; б – с перфорированным защитным элементом; в – со стальными шариками; г – SAAB-9000 с двумя карданными шарнирами и деформируемой нижней частью и кронштейном

Иногда рулевую колонку, делают телескопической (рисунок 9, в). Между внутренней и наружной трубами располагают несколько кольцевых поясов

закаленных стальных шариков. При продольном перемещении труб шарики вдавливаются в их стенки.

Но и ограничив перемещение руля внутри салона, трудно гарантировать, что водитель сам не “дотянется” до него лицом или грудью, даже будучи пристегнутым. Сначала спицы делали из пружинной проволоки, чтобы баранка прогибалась при ударе. Случалось, людей калечила разорванная “безопасная” проволока.

Для защиты водителя ступицу рулевого колеса делают большого диаметра и снабжают упругой оболочкой (рисунок 10, а) или утапливают ее так, чтобы спицы составляли с плоскостью обода угол не менее 20° (рисунок 10, б). Обязательно применяют мягкие накладки на ободе. Конструкция современного рулевого колеса стала более безопасной, и его ступица содержит элементы, снижающие ударную нагрузку. Например, гофрированные или перфорированные стаканы, деформирующиеся при ударе (рисунок 10, в).

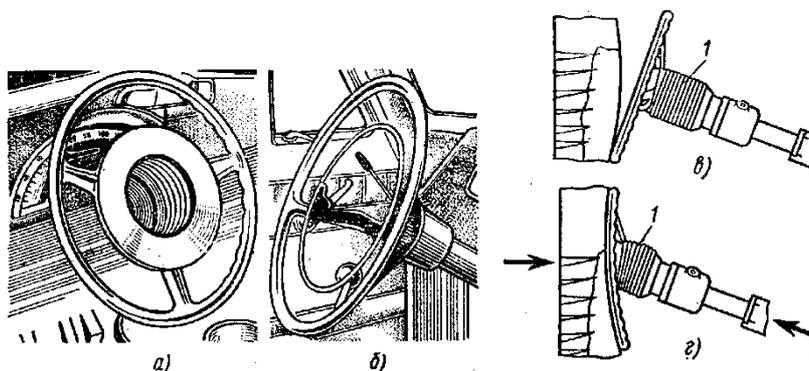


Рисунок 10 - Безопасные рулевые колеса: а – рулевое колесо со ступицей большого диаметра; б – тюльпанное рулевое колесо; в и г – рулевое колесо с гофрированным элементом соответственно до удара и после него; 1 – гофрированный элемент

3.2 Ремни безопасности

Наиболее простым и вместе с тем эффективным средством, ограничивающим перемещение людей внутри автомобиля при авариях, являются ремни безопасности. Причем, система пассивной безопасности современного автомобиля строится “от ремня”: функция каждого из остальных

элементов и устройств предполагает, что все находящиеся в машине будут надежно пристегнуты.

В процессе столкновений и наездов автомобилей человек, не пристегнутый ремнем, продолжает движение по инерции с прежней скоростью и ударяется о детали автомобиля, который к этому моменту успевает остановиться. При наличии ремня скорость человека уменьшается в процессе деформации передней части автомобиля и лямок ремня. Относительная скорость человека в этом случае значительно меньше, и удары его о твердые детали интерьера могут не вызвать серьезных повреждений.

Определим параметры перемещения человека, пристегнутого ремнем безопасности. Вначале автомобиль движется со средним замедлением j_{cp} , определяемым по формуле (19), а человек со средним замедлением $j_ч$. Если жесткость $c_л$ ремня постоянна, то:

$$m_ч j_ч - c_л (S_ч - S) = 0, \quad (33)$$

где $m_ч$ – масса человека, кг;

$S_ч$ и S – перемещения соответственно человека и автомобиля, м.

$$S_ч = \frac{j_{cp} m_ч}{c_л} \left[1 - \cos \left(\sqrt{\frac{c_л}{m_ч}} \cdot t \right) \right] + v_0 t - 0,5 j_{cp} t^2 \quad (34)$$

где v_0 – начальная скорость автомобиля;

t – время движения.

Скорость человека изменяется по закону:

$$v_ч = \dot{S}_ч = \sqrt{\frac{m_ч}{c_л}} j_{cp} \sin \left(\sqrt{\frac{c_л}{m_ч}} \cdot t \right) + v_0 - j_{cp} t, \quad (33)$$

Замедление определяется:

$$j_{\text{ч}} = \ddot{x}_{\text{ч}} = j_{\text{ср}} \left[\cos \left(\sqrt{\frac{c_{\text{л}}}{m_{\text{ч}}}} \cdot t \right) - 1 \right] \quad (34)$$

Время движения автомобиля до остановки:

$$t_1 = v_0 / j_{\text{ср}} \quad (35)$$

Максимальную силу P_{max} приложенную к телу человека, можно найти следующим образом:

$$P_{\text{max}} = m_{\text{ч}} j_{\text{ср}} \sqrt{2 - 2 \cos \left(\sqrt{\frac{c_{\text{л}}}{m_{\text{ч}}}} \frac{v_0}{j_{\text{ср}}} \right)} = m_{\text{ч}} \frac{v_0^2}{2S} \sqrt{2 - 2 \cos \left(\sqrt{\frac{c_{\text{л}}}{m_{\text{ч}}}} \frac{2S}{v_0} \right)} \quad (36)$$

На рисунке 11 приведены результаты подсчета по этой формуле при $m_{\text{ч}} = 70$ кг, $c_{\text{л}} = 70$ кН/м и $v_0 = 10\text{--}20$ м/с. Нагрузка, испытываемая человеком, увеличивается по мере уменьшения деформации Δ_a передней части автомобиля и повышения его начальной скорости. Соответственно возрастает и перемещение тела человека $S_{\text{ч}}$.

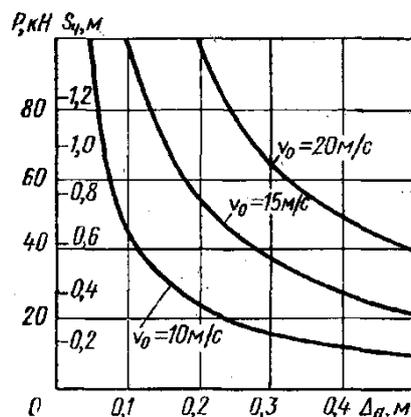


Рисунок 11 - Зависимость нагрузки P , действующей на человека, от деформации Δ_a передней части автомобиля и его скорости v_0 , перед ударом

3.3 Защитные рамки

Во время наезда автобуса или грузового автомобиля пешеход отбрасывается в сторону. При наезде же легкового автомобиля пешеход сначала падает на капот и некоторое время движется вместе с автомобилем, после чего падает на дорогу. Смертельный исход в обоих случаях наступает при скорости автомобиля около 11 м/с.

Для уменьшения травматизма предложены защитные приспособления, удерживающие пешехода после удара и предохраняющие его от падения на дорогу. При ударе бампера, изготовленного из эластичной резины, срабатывает датчик, и в первой стадии наезда (через 0,2–0,3 с) пешеход забрасывается на капот автомобиля. После начала торможения автомобиля пешеход, продолжая двигаться с приобретенной скоростью, сползает вперед по капоту и падает вниз. Защитная рамка (сетка) (рис. 12) начинает автоматически выдвигаться из углубления по периметру капота примерно спустя 0,2 с после удара. Через 1 с выдвижение ее полностью заканчивается, и сетка принимает падающего человека. Рамка во время испытаний удерживала манекен при скоростях автомобиля до 7 м/с.

На рисунке 12 показана защитная рамка, устанавливаемая на некоторых английских автомобилях.

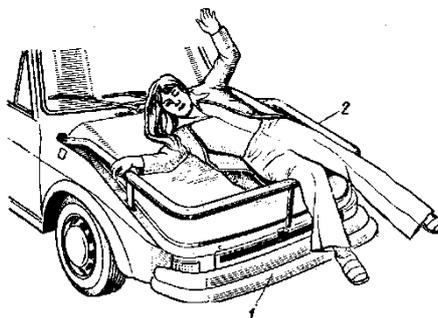


Рисунок 12 - Автоматическая защитная рамка: 1 – бампер; 2 – рамка

Защитная рамка приводится в действие гидравлическим цилиндром 1, расположенным вертикально (рисунок 12, а) или горизонтально (рисунок 12, б). Последняя конструкция более громоздка, поэтому ее рекомендуют применять в автомобилях с задним расположением двигателя. После удара и срабатывания

датчика шток 2 цилиндра выдвигается и непосредственно (рис. 23, а) или через систему рычагов (рисунок 12, б) давит на переднюю часть рамки 4 с облицовкой 5 из мягкого пластика. Рамка освобождается от защелки 3 и, поворачиваясь относительно шарнирной опоры 6, поднимается, подхватывая пешехода и удерживая его на крышке 7 капота.

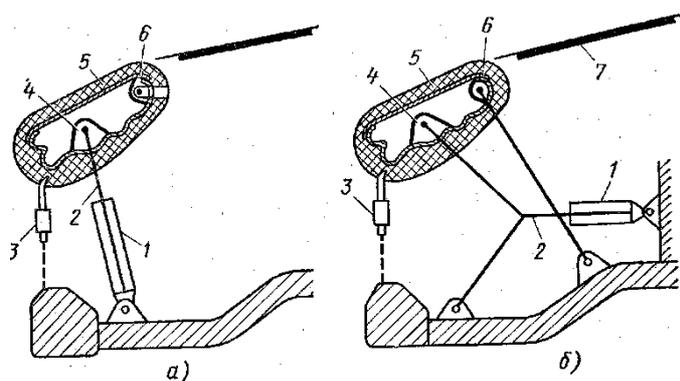


Рисунок 12 - Схема привода защитной рамки: 1 – цилиндр; 2 – шток; 3 – защелка; 4 – рамка; 5 – облицовка рамки; 6 – шарнирная опора; 7 – крышка капота

Список использованных источников

1 Рябчинский А.И., Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств: Учебное пособие: Рекомендовано УМО/ Под ред. А.И. Рябчинского—М.: Академия, 2006.—432с.—Режим доступа: http://artlib.osu.ru/site/index.php?option=com_find&Itemid=163

2 Пугачев, И.Н. Организация и безопасность движения [Текст] : учеб. пособие для вузов / И.Н. Пугачев . - Хабаровск : Изд-во ХГТУ, 2004. - 232с.- Библиогр.: с.231-232.-ISBN5-7389-0292.—Режим доступа: http://artlib.osu.ru/site/index.php?option=com_find&Itemid=164

3 Хасаов, Р. Х. Безопасность транспортных средств [Текст, электронный ресурс]: метод. указания по курсовому проектированию для студентов спец. 190702 "Организация и безопасность движения (автомобильный транспорт)" / Р. Х. Хасанов, И. Х. Хасанов, Е. С. Сидорин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. автомобилей и безопасности движения. - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 45 с. - Библиогр.: с. 45. AdobeAcrobatReader5.0 – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/site/index.php?option=com_find&Itemid=165

4 Требования к техническому состоянию транспортных средств [Текст]: сборник / А. М. Грошев [и др.]- 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Нижний Новгород: [Б. и.], 2005. - 432 с. - (Государственный технический осмотр в нормативных правовых актах; вып. 3). - Авт. указаны на обороте тит. л. – ISBN 5-93272-274-6.

5 Мороз, С.М. Комментарий к ГОСТ Р 51709-200 «Автотранспортные средства». Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» / С.М. Мороз. - М., 2002. - 231 с.

6 Правила проведения государственного технического осмотра транспортных средств государственной инспекцией безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации: Спец. вып. альманах МВД РФ Профессионал / Ред. вып. И.Орлов. - М.: Объед. ред. МВД

России, 2000. - 31с.

7 Зеленин С.Ф., Безопасность дорожного движения/С.Ф. Зеленин – М.: РусьАвтокнига: Машиностроение, 2006.

8 Хасанов Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: учебное пособие/Р.Х. Хасанов – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с

9 Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств. Утвержден постановлением правительства РФ от 10.09.2009, №720. – 511с. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12169520/>

10 Федеральный Закон N 196 от 10 декабря 1995 года «О безопасности дорожного движения»/ Федеральный Закон N 196 от 10 декабря 1995 года с изменениями от 15 ноября 2014 года. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/10105643/>