

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам

по дисциплине «Безопасность автотранспортных средств»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(Направленность (профиль) «Автомобили и автомобильное хозяйство»)

Методические указания к лабораторным работам составлены в соответствии рабочим учебным планом и рабочей программой дисциплины «Безопасность автотранспортных средств» и предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (Направленность (профиль) подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство»).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.....	9
Исследование тягово-скоростных свойств автомобиля	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.....	17
Исследование влияния технического состояния пневматического привода на эффективность тормозной системы	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3.....	29
Испытания транспортных средств на тормозную динамичность	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4.....	38
Исследование влияния технического состояния рулевого управления на управляемость автомобиля	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5.....	44
Исследование влияния технического состояния автомобильных шин на безопасность движения	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6.....	52
Исследование характеристик светораспределения осветительных приборов	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7.....	62
Изучение характеристик экологической безопасности автомобиля с карбюраторным двигателем	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8.....	70
Изучение характеристик экологической безопасности автомобиля с дизельным двигателем	
ЛИТЕРАТУРА	5

ВВЕДЕНИЕ

Современные принципы организации дорожного движения все больше внимания уделяют конструкции автомобиля с позиции безопасности. В связи с этим необходимо проводить анализ конструкции автомобиля и его тягово-динамических свойств для установления возможности предотвращения дорожно-транспортного происшествия как за счет хороших тормозных качеств, так и за счет запаса мощности двигателя автомобиля.

При этом необходимо учитывать маневренность автомобиля, его габариты и устойчивость при движении в различных дорожных условиях.

Большую роль так же играют информативность автомобиля, уровень его пассивной безопасности, поскольку важность обеспечения комфорта и безопасных условий труда водителя крайне велика, т.к. непосредственно влияет на безопасность дорожного движения.

Автомобильный транспорт – одна из важнейших и крупнейших отраслей общественного производства, огромная сфера приложения человеческого труда и потребления материальных ресурсов.

Однако наряду с неотъемлемой ролью автомобильного транспорта в сфере народного хозяйства, рост автомобильного парка сопровождается значительными социальными, экономическими и экологическими негативными последствиями. В дорожно-транспортных происшествиях погибают ежегодно сотни тысяч человек, десятки миллионов получают ранения. Уровень загазованности в городах превышает допустимый в десятки раз. Шум на магистралях больших городов достигает 100 дБ., что превышает допустимый уровень шума в домах на 40-50 дБ.

Одним из направлений уменьшения негативных последствий автомобилизации является повышение конструктивной безопасности автомобиля.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Исследование тягово-скоростных свойств автомобиля

1 Цель и содержание

Цель работы – приобрести навыки исследования тягово-скоростных свойств автомобиля на различных режимах и условиях движения.

В результате выполнения работы студенты должны:

1. Определить аналитически и графоаналитически максимальную скорость автомобиля.
2. Определить аналитически и графоаналитически максимальное ускорение автомобиля.
3. Определить запас силы.

2 Теоретическое обоснование

Силы, действующие на автомобиль, который разгоняется на подъеме, показаны на рисунке 2.1. Из теории автомобиля известно уравнение движения автомобиля, связывающее эти силы:

$$P_T - P_D - P_B - P_{II} = 0 \quad (2.1)$$

где P_T – сила тяги на ведущих колесах автомобиля;

P_{II} – приведенная сила инерции автомобиля;

$P_D = P_K - P_{II}$ – сила сопротивления дороги (P_K – сила сопротивления качению; P_{II} – сила сопротивления подъему);

P_B – сила сопротивления воздуха.

Рассмотрим последовательно эти силы.

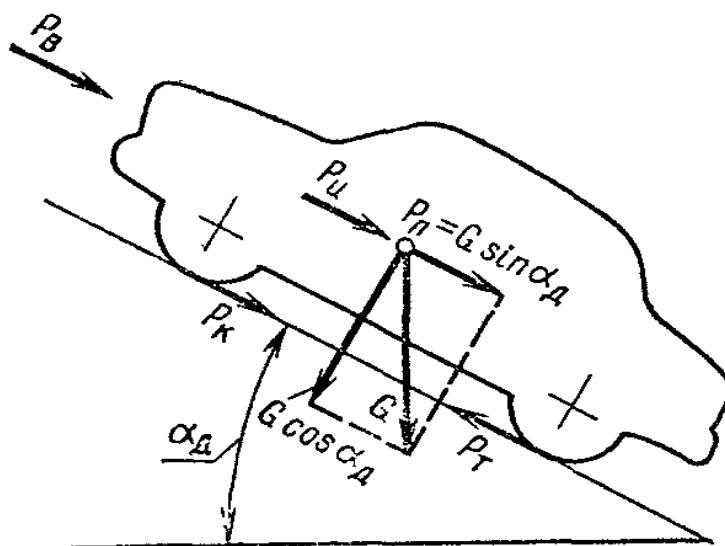


Рисунок 2.1 – Силы, действующие на автомобиль при движении на подъем

Сила тяги P_T представляет собой отношение момента M_T на полуосях к радиусу r ведущих колес при равномерном движении автомобиля:

$$P_T = \frac{N_{e\max} \eta_{TP}}{V_N} \left[a_M + b_M \frac{V}{V_N} - c_M \left(\frac{V}{V_N} \right)^2 \right], \quad (2.2)$$

η_{TP} – КПД трансмиссии.

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

a_M, b_M, c_M – эмпирические коэффициенты; для четырехтактных карбюраторных двигателей $a_M = b_M = c_M = 1$ для двухтактных дизелей $a_m = 0,87$; $b_m = 1,13$; $c_m = 1$; для четырехтактных дизелей $a_m = 0,53$; $b_m = 1,56$; $c_m = 1,09$

V_N – скорость автомобиля, соответствующая максимальной мощности двигателя, м/с.

КПД трансмиссии приведен в таблице 2.1

Таблица 2.1 – КПД трансмиссии различных типов автомобилей

Тип транспортного средства	Значение
Легковые автомобили	0,90 - 0,92
Грузовые автомобили и автобусы	0,82 - 0,85
Грузовые автомобили повышенной проходимости	0,80 - 0,85

Силу сопротивления дороги определяют по формуле:

$$P_D = G(f_0(1 + 0,0006V^2) \cos \alpha_D + \sin \alpha_D), \quad (2.3)$$

где G – вес автомобиля, Н;

α_D – угол продольного уклона дороги. На подъемах угол α_D считают положительным, на спусках — отрицательным.

f_0 – коэффициент сопротивления качению при малых скоростях движения. На дорогах с асфальто- и цементобетонным покрытием, находящимся в отличном состоянии, $f_0 = 0,012 - 0,018$, а в удовлетворительном состоянии $f_0 = 0,018 - 0,020$.

Силой сопротивления воздуха P_B называют равнодействующую элементарных сил, распределенных по всей поверхности автомобиля:

$$P_B = k_B F_B V^2 \quad (2.4)$$

где k_B – коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости), зависящий от формы и качества отделки поверхности автомобиля, Нс²/м⁴,

F_B – лобовая площадь автомобиля, м²

В табл. 2.3 приведены средние значения коэффициента обтекаемости и лобовой площади.

Таблица 2.3 – Средние значения K_B и F_B

Автомобили	K_B , Н с/м	F_B , м ²
Легковые	0,2 - 0,5	1,5 - 2,8
Грузовые	0,6 - 0,7	3,0 - 5,0
Автобусы	0,24 - 0,40	4,5 - 6
Гоночные и спортивные	0,13 - 0,15	1,3 - 1,5

Приведенная сила инерции P_{II} автомобиля пропорциональна его массе и ускорению j :

$$P_{II} = Mj\delta_{BP}, \quad (2.5)$$

где M – масса автомобиля, кг;

δ_{BP} – коэффициент учета вращающихся масс, определяемый по формуле:

$$\delta_{BP} = 1 + \frac{(\delta' + \delta'' U_K^2) M_a}{M}, \quad (2.6)$$

где $\delta' \approx \delta'' \approx 0,03 \div 0,05$; U_K — передаточное число коробки передач;

M_a – масса автомобиля с полной нагрузкой, кг;

M – масса автомобиля с данной нагрузкой, кг.

Максимальную скорость автомобиля можно определить аналитически или графоаналитически. Для аналитического расчета подставим в формулу (2.1) значения сил:

$$\begin{aligned} & \frac{N_{e_{\max}} \eta_{TP}}{V_N} \left[a_M + b_M \frac{V}{V_N} - c_M \left(\frac{V}{V_N} \right)^2 \right] - \\ & - G \left[f_0 \left(1 + \frac{V^2}{a_K} \right) + \sin \alpha_D \right] - M \delta_{BP} j - W_B V^2 = 0 \end{aligned} \quad (2.7)$$

Сгруппируем члены с одинаковыми степенями V :

$$A_c V^2 - B_c V - C_c + D_c j = 0, \quad (2.8)$$

где:

$$\begin{aligned} A_c &= \frac{N_{e_{\max}} \eta_{mp}}{V_N^3} C_M + \frac{G f_0}{a_K} + W_B \\ B_c &= \frac{N_{e_{\max}} \eta_{mp}}{V_N^2} \\ C_c &= \frac{N_{e_{\max}} \eta_{mp}}{V_N^2} a_M - G (f_0 + \sin \alpha_D) \quad D_c = M \delta_{BP} \end{aligned} \quad (2.9)$$

При максимальной скорости $j = 0$ и

$$A_c V_{\max}^2 - B_c V_{\max} - C_c = 0 \quad (2.10)$$

Решая это уравнение, находим

$$V_{\max} = (B_c + \sqrt{B_c^2 + 4 A_c C_c}) / (2 A_c). \quad (2.11)$$

При графоаналитических расчетах обычно применяют метод силового баланса автомобиля. Определяют величину силы тяги для нескольких значений скорости и по точкам строят кривую P_T (рисунок 2.2). В нижней части графика наносят кривую P_D для одного значения угла α_D . Вверх от этой кривой откладывают величины сопротивления воздуха. Ограничиваются небольшим числом точек (три-четыре), задаваясь значениями V , близкими к V_N . Кривая суммарного сопротивления $P_D + P_B$ определяет силу тяги, необходимую для движения автомобиля по данной дороге с $V = const$. Если кривая силы тяги P_T проходит выше кривой $P_D + P_B$, то отрезки P_3 , заключенные между этими кривыми, представляют собой нереализованную часть – **запас силы тяги**. Максимальную скорость V_{max} находят по абсциссе точки пересечения кривых P_T и $P_D + P_B$, так как при этом запас силы тяги, а следовательно, и ускорение равны нулю.

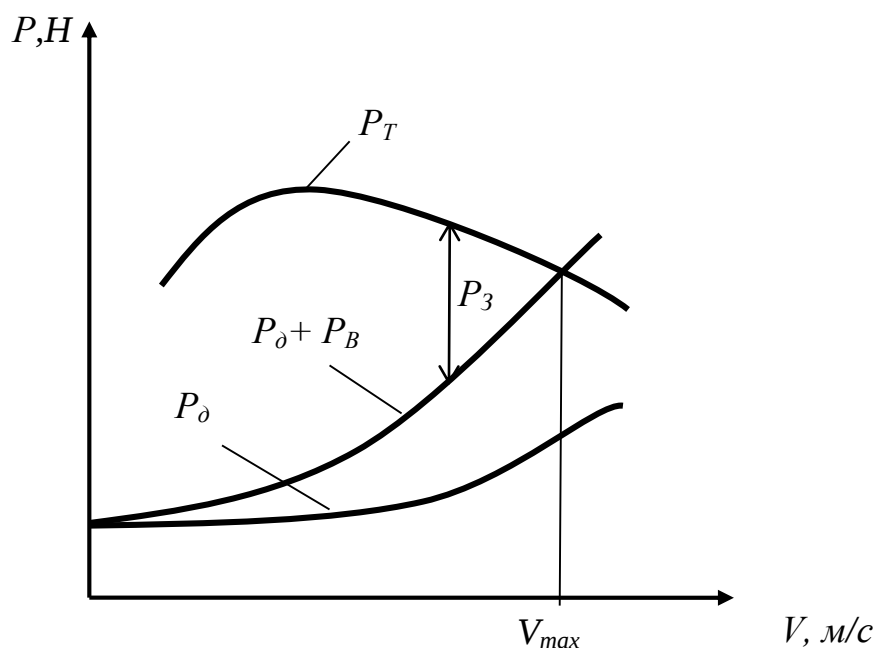


Рисунок 2.2 – график определения V_{max} методом силового баланса

Максимальное ускорение автомобиля также можно определить двумя способами аналитическим и графоаналитическим

Для аналитического определения ускорения воспользуемся формулой (2.8), решив ее относительно j :

$$j = \frac{-A_c V^2 + B_c V + C_c}{D_c} \quad (2.12)$$

Продифференцировав выражение (2.8) по V и приравняв производную нулю, найдем значение скорости, при которой ускорение автомобиля достигает максимального значения:

$$V = \frac{B_c}{2A_c} \quad (2.13)$$

Подставив это значение в формулу (2.12), определим максимальное ускорение на данной передаче:

$$j_{\max} = \left(\frac{B_c^2}{4A_c} + C_c \right) / D_c \quad (2.14)$$

При графоаналитическом определении $j_{\max}$ задаются несколькими значениями скорости и рассчитывают по формуле (2.12) величины ускорения при работе двигателя с полной нагрузкой. Построив кривую ускорений, проводят касательную к ней, параллельную оси абсцисс, как показано на рисунке 2.3. Ордината точки касания определяет максимальное ускорение.

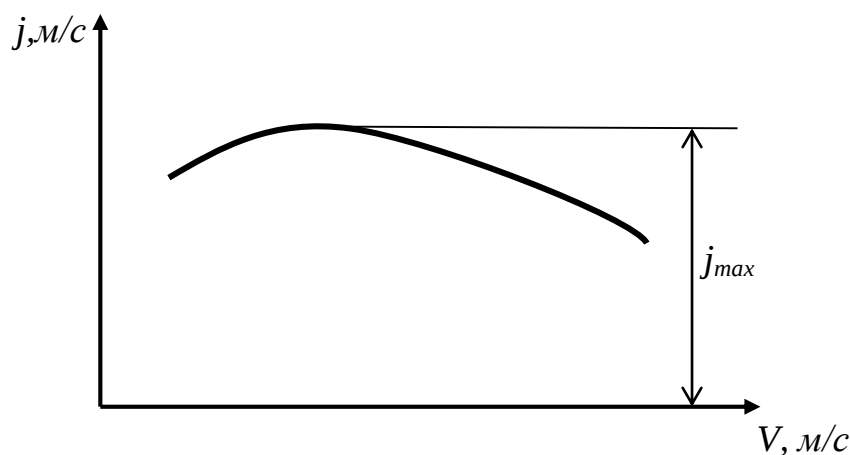


Рисунок 2.3 – изменение ускорения при движении с включенной высшей передачей

3 Аппаратура и материалы

микрокалькулятор, программное обеспечение MS Excel.

4 Указания по технике безопасности

При выполнении работы студенты должны руководствоваться общими для учебных аудиторий правилами техники безопасности.

5 Методика и порядок выполнения работы

5.1 Согласно индивидуальному заданию (таблица 5.1) рассчитать по формулам 2.11, 2.14 значения максимального ускорения и скорости.

Таблица 5.1 – Исходные данные к работе

№ вар-та	Автомобиль	N_{max} , КВт	ω_N , рад/с	I_{TP}	r , м	W_B , Н с ² /м ²	G , кН	α_d , град.
1	ЗАЗ-968А “Запорожец”	29,4	440	4,0	0,28	0,56	11,6	+6
2	ВАЗ-2103 “Жигули”	56,7	560	4,1	0,28	0,59	14,3	-3
3	“Москвич-2140”	55,2	580	4,2	0,29	0,59	14,8	-8
4	ГАЗ-24 “Волга”	70,7	450	4,1	0,31	0,69	18,2	+2
5	ГАЗ-15 ”Чайка”	162,0	420	3,4	0,35	0,86	31,5	+11
6	ЗИЛ-117	221,0	440	3,5	0,35	0,80	32,6	-6
7	РАФ-2203 “Латвия”	70,0	450	4,1	0,33	1,10	26,3	-3
8	ПАЗ-672	84,6	320	6,0	0,46	2,03	78,3	+4
9	ЛАЗ-695Н	110,4	320	7,5	0,49	2,52	114,2	0
10	ЛиАЗ-677	132,5	320	8,6	0,49	2,36	140,5	+3
11	УАЗ-451ДМ	51,5	400	5,12	0,38	2,08	26,6	+8
12	ГАЗ-53А	84,6	320	6,8	0,46	2,53	74,0	-5
13	ЗИЛ-130	110,4	320	6,3	0,48	3,02	95,2	-7
14	КамАЗ-5320	154,6	260	5,9	0,49	4,74	153,0	+14
15	МАЗ-550А	132,5	210	7,2	0,50	3,64	148,2	-13

5.2 Рассчитать значения силы тяги (2.2), силы сопротивления дороги (2.3) и силы сопротивления ветра (2.4) при изменении скорости автомобиля результаты представить в виде таблицы 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты расчета

№	$V, \text{ м/с}$	$P_T, \text{ Н}$	$P_T + P_{\text{с}}, \text{ Н}$	$P_3, \text{ Н}$
1	10			
2	15			
3	20			
4	25			
5	30			

5.2 По данным таблицы 5.1 построить зависимость сил действующих на автомобиль и определить максимальную скорость и запас силы (рисунок 2.2).

5.3 Согласно уравнению 2.12 построить зависимость ускорения автомобиля от скорости (рисунок 2.3) и определить максимальное ускорение.

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать:

6.1 Расчет максимального ускорения и скорости (формулы 2.11, 2.14).

6.2 Расчет значений силы тяги (2.2), силы сопротивления дороги (2.3) и силы сопротивления ветра (2.4) представленных таблицей 5.2.

6.3 Зависимость действующих сил от скорости (рисунок 2.2).

6.4 Зависимость ускорения автомобиля от скорости (рисунок 2.3).

6.5 Выводы

7 Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

7.1 Измерители и показатели тяговой динамичности.

7.3 Сила тяги.

7.4 Сила сопротивления дороги.

7.5 Сила сопротивления воздуха.

7.6 Приведенная сила инерции.

7.7 Уравнение движения автомобиля.

Защита работы проводится в устной форме, состоит в предоставлении студентом правильно выполненного отчета по работе, коротком докладе и в ответах на вопросы представленных выше.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Исследование влияния технического состояния пневматического привода на эффективность тормозной системы

1 Цель и содержание

Цель работы – закрепить знания о влиянии некоторых факторов на тормозную динамичность.

В результате выполнения работы студенты должны:

1. Ознакомиться с прибором для проверки пневмопривода тормозной системы автомобилей – K235M.
2. Определить неисправности привода (если имеются).
3. Определить давление в приводе.
4. Определить неравномерность давления между колесами оси.
5. Изучить взаимосвязь давления в системе и тормозных сил.

2 Теоретическое обоснование

2.1 Зависимость тормозных сил от давления в приводе

Условия равновесия колодок и вала разжимного кулака (рисунок 2.1) имеют вид:

$$\begin{cases} P_1 h = N_1 a k_0 - \mu N_1 r_o, \\ P_2 h = N_2 a k_0 - \mu N_2 r_o, \\ (P_1 + P_2) r_b = p F l_p, \end{cases} \quad (2.1)$$

где P_1, P_2 – приводные силы колодок;

N_1, N_2 – равнодействующие нормальных сил, действующих со стороны барабана на колодки, Н;

μ – коэффициент трения;

r_b – радиус основной окружности профиля разжимного кулака (профиль кулака эвольвентный), м;

l_p – плечо регулировочного рычага, м;

k_0 – коэффициент, учитывающий угол охвата;

a, h – геометрические размеры, м.

а) Из равенства перемещений колодок следует равенство создаваемых ими тормозных моментов, поэтому

$$\begin{cases} N_1 r_{\delta} \mu = \frac{M_T}{2}, \\ N_2 r_{\delta} \mu = \frac{M_T}{2}, \end{cases} \quad (2.2)$$

где M_T – момент колесного тормоза, Н/м.

Из (2.1) и (2.2) получаем

$$M_T = \frac{p F l_p \mu h r_{\delta}}{a k_0 r_b}. \quad (2.3)$$

При полном использовании сцепных свойств

$$2M_T = Z_1 r_{\delta} \varphi, \quad (2.4)$$

где Z_1 – вертикальная реакция дороги на переднюю ось,

$$Z_1 = \frac{G}{L} (B + \varphi H). \quad (2.5)$$

Тогда тормозной момент

$$M_T = \frac{G r_{\delta} \varphi}{2L} (B + \varphi H) \quad (2.6)$$

Давление в приводе

$$p = \frac{M_T a k_0 r_b}{\mu h r_{\delta} F l_p} \quad (2.7)$$

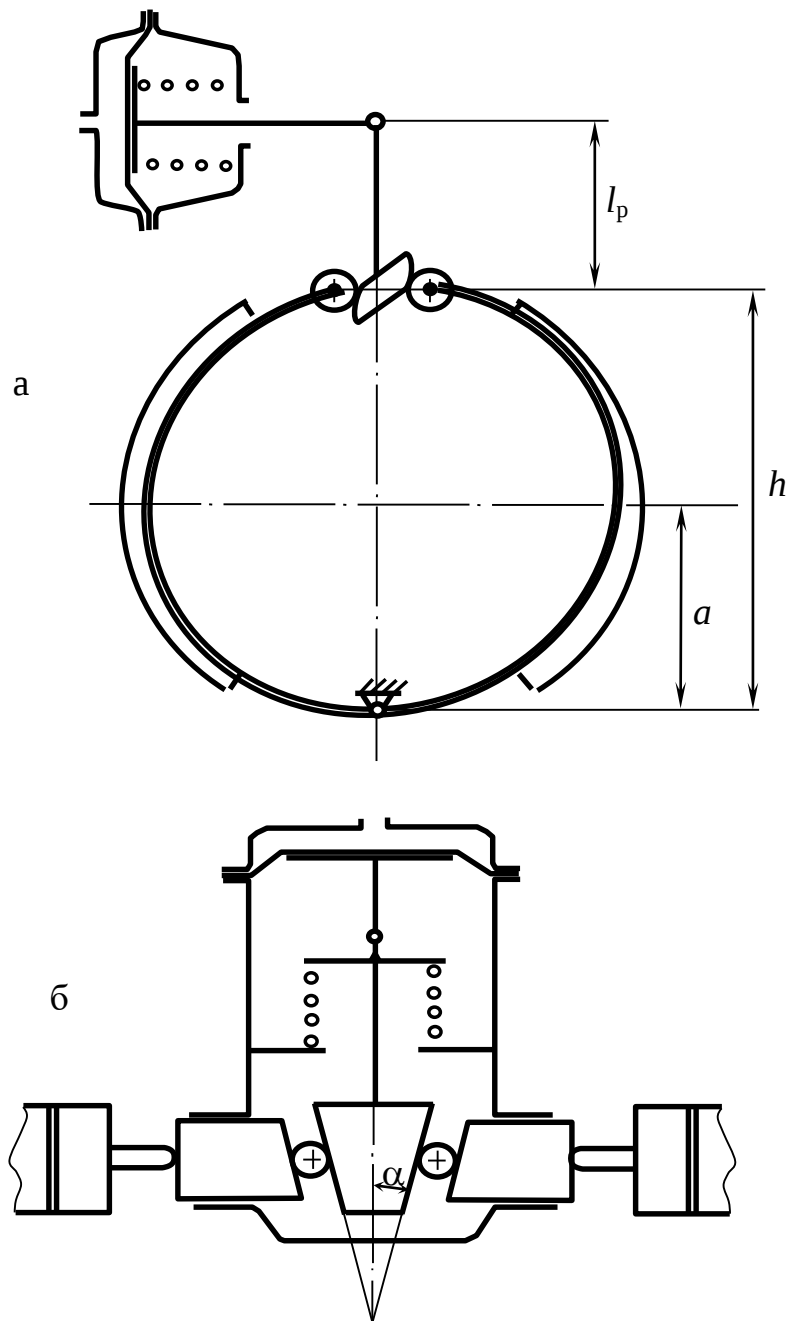


Рисунок 2.1 – Схемы тормозных механизмов: а – кулачковый; б – клиновый

б) Из равенства приводных сил колодок следует, что

$$M_T = \mu r_o P h \left(\frac{1}{a k_{01} - \mu r_o} + \frac{1}{a k_{02} + \mu r_o} \right)$$

(2.8)

где P – суммарная приводная сила колодок,

$$P = \frac{pF}{2\operatorname{tg}\alpha} \quad (2.9)$$

Тормозной момент тот же, что и в предыдущем случае, поэтому:

$$p = \frac{2M_T \operatorname{tg}\alpha}{\mu r_0 F h \left(\frac{1}{ak_{01} - \mu r_0} + \frac{1}{ak_{02} + \mu r_0} \right)} \quad (2.10)$$

2.2 Неравномерность тормозных сил колес одной оси

Неравномерность тормозных сил колес одной оси увеличивает суммарное время нарастания тормозных сил и может вызвать занос автомобиля при торможении.

Согласно ГОСТ Р 51709 – 2001 «Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» неравномерность тормозных сил колес одной оси не должна превышать 15%.

Относительную разность F тормозных сил колес оси рассчитывают по результатам проверок тормозных сил на колесах автомобиля по формуле:

$$F = \left| \frac{R_x^{np} - R_x^{лев}}{R_x^{\max}} \right| \cdot 100, \% \quad (2.11)$$

где $R_x^{np}, R_x^{лев}, R_x^{\max}$ – соответственно тормозная сила на правом колесе, на левом, максимальная из двух, Н.

Учитывая зависимости (п.п. 2.1), тормозная сила находится в прямой зависимости от давления, поэтому логично будет предположить, что относительная разность тормозных сил, определяемая в процентах, может быть охарактеризована относительной разностью давлений так же в процентах:

$$p = \left| \frac{p^{np} - p^{лев}}{p^{\max}} \right| \cdot 100, \% \quad (2.12)$$

где $p^{np}, p^{лев}, p^{\max}$ – соответственно давление в приводе правого колеса, на левом, максимальное из двух, МПа.

2.3 Назначение, устройство и принцип работы прибора для проверки пневмопривода тормозной системы автомобилей – К235М

Прибор предназначен для проверки технического состояния пневматического привода тормозной системы автомобилей, автопоездов и автобусов, а также для нахождения неисправных аппаратов привода.

Прибор состоит из следующих основных узлов (рисунок 2.2) каркаса 1 сварной конструкции, передней съемной крышки 2, панели 3.

На панели приборов установлены два манометра 5 предел измерения 0-1,0 МПа класс точности 2,5 и три манометра 6 предел измерения 0-1,0 МПа, класс точности 2,5. Манометры имеют маркировку 1, 2, 3, 4, 5 и подсоединены к штуцерам 7, соединенным в свою очередь со шлангами. Для установки прибора на открытой двери кабины автомобиля имеются две скобы 8. На задней крышке прибора и днище прикреплены резиновые накладки 9 и опоры 10.

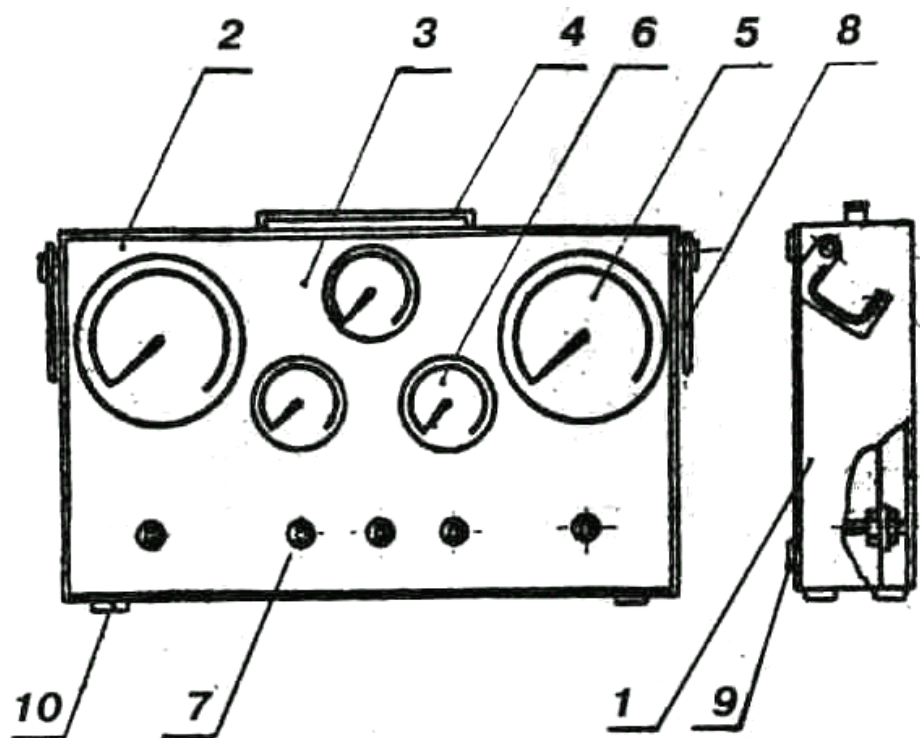


Рисунок 2.2 – Прибор мод. К-235М

Для подключения к испытываемой тормозной системе прибор снабжен комплектом сменных частей: шлангами для подачи воздуха от штатных

клапанов и дополнительных контрольных выводов к магистралям манометров прибора. Они подсоединяются при помощи гаек.

Шланги имеют маркировку 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7;

Шланг служит для быстрого соединения манометров прибора с контрольными клапанами и дополнительными выводами испытываемой пневматической тормозной системы автомобиля, автобуса, автопоезда.

Проверка технического состояния пневматического привода тормозов, а также исправности отдельных тормозных механизмов привода производится с помощью прибора К235М путем замера величин давлений в характерных точках тормозного привода (при различных положениях органов управления) и сравнения этих величин с их заданными значениями.

Проверка технического состояния пневмопривода тормозов производится поэлементно, последовательно по шести независимым контурам:

- 1 – контуру привода тормозных механизмов передней оси автомобиля;
- 2 – контуру привода тормозных механизмов средней и задней осей автомобиля;
- 3 – контуру привода механизмов стояночного тормоза;
- 4 – контуру привода механизмов запасного тормоза;
- 5 – контуру привода вспомогательного тормоза;
- 6 – контуру привода системы аварийного расторможения стояночного тормоза.

Для замера величин давления в пневмоприводе тормозов служат манометры 43 и 44 (рисунок 2.5).

Воздух к манометрам от пневмопривода подается по шлангам 45, подключаемым к контрольным клапанам А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З и дополнительным выводам И, К, Л, О, Н, Р.

Выводы О, Н, Р находятся на соединительных головках 46 и 47, которые устанавливаются между тягачом и прицепом (полуприцепом).

Принципиальные схемы пневмопривода тормозов автомобилей «ИКАРУС», КамАЗ, ЗИЛ, МАЗ, КрАЗ, КАЗ, ЛиАЗ, ЛАЗ. Приведены в

литературе [4] рисунки 4 – 6. Работоспособность тормозного привода проверяется по величинам давлений в характерных точках А, Б, В.

Использование соединительной головки типа Б, контрольного манометра и ниппеля позволяет проверить прицеп или полуприцеп с однопроводным приводом отдельно без тягача.

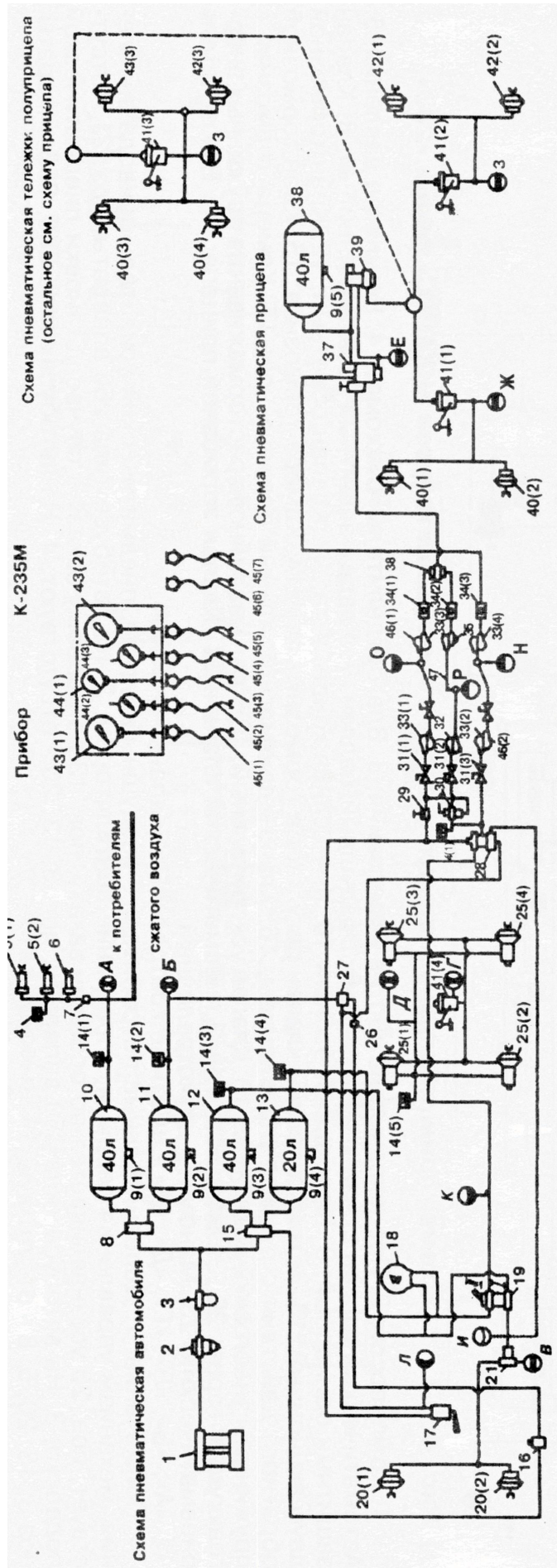


Рисунок 2.3 - Схема принципиальная комбинированная прибора и пневмопривода тормозов автопоезда: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – предохранитель против замерзания; 4 – выключатель пневматический нормально разомкнутый, 5 – цилиндр пневматический привода вспомогательного тормоза; 6 – цилиндр пневматический выключения подачи топлива; 7 – кран пневматический включения вспомогательного тормоза; 8 – клапан защитный двойной; 9 – кран слива конденсата; 10 – воздушный баллон аварийного расторможения; 11 – воздушный баллон аварийного и стояночного тормозов; 12 – воздушный баллон тормозов задних осей; 13 – кран аварийного расторможения пружинных энергоаккумуляторов; 14 – выключатель пневматический нормально замкнутый; 15 – клапан защитный тройной; 16 – кран аварийного расторможения пружинных энергоаккумуляторов; 17 – кран тормозной обратной связи с ручным управлением; 18 – манометр двусторонний; 19 – кран тормозной двусторонней связи с рычагом; 20 – камера тормозная передняя; 21 – клапан ограничения давления; 25 – камера тормозная с пружинным энергоаккумулятором; 26 – клапан двухмагистральный перепускной; 27 – клапан ускорительный; 28 – клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 29 – клапан защитный одинарный; 30 – клапан управления тормозом прицепа с однопроводным приводом; 31 – кран разобщительный; 32 – головка соединительная А; 33 – головка соединительная типа ПАЛМ; 34 – магистральный фильтр; 35 – головка соединительная Б; 36 – двухмагистральный клапан с ограничителем давления; 37 – комбинированный воздухораспределительный клапан; 38 – воздушный баллон прицепа (полуприцепа); 39 – электромагнитный пневматический клапан; 40 – тормозные камеры передней оси прицепа; 41 – автоматический клапан регулятора тормозных сил; 42 – тормозные камеры задней оси прицепа (полуприцепа); 43 – манометр кл. точности 1,5; 44 – манометр кл. точности 2,5; 45 – шланг соединительный; 46 – головка соединительная; 47 – головка соединительная А; Б, В, Г, Д, Е, Ж, З – штатные контрольные клапаны. И, К, Л, Н, О, Р –дополнительные контрольные выводы

3 Аппаратура и материалы

Автомобиль-лаборатория, прибор для проверки пневмопривода тормозной системы автомобилей – К235М, калькулятор.

4 Указания по технике безопасности

При проведении эксперимента необходимо соблюдать следующие условия: эксперимент проводится только в присутствии преподавателя; не допускаются загрязнения концов соединительных шлангов, утечки в шлангах и трубопроводах; при разъединении соединительных головок тягача и прицепа закройте разобщительные краны перед головками тягача.

5 Методика и порядок выполнения работы

5.1 Прибор установить на левой дверце кабины водителя, снять переднюю крышку.

5.2 Шланги уложить вдоль автомобиля с левой стороны.

5.3 Подготовить инструмент (ключ гаечный двусторонний 22х24 ГОСТ 10112-80; ключ гаечный двусторонний 27х30 ГОСТ 10112-80).

5.4 Подготовить соединительные головки и переходные штуцеры.

5.5 При проверке технического состояния пневмопривода тормозов по шести независимым контурам подсоединиться последовательно к выводам А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З.

5.6 Техническое состояние контура привода передней оси проверить по величине давления на выводах В, Г при двух положениях педали (не нажатой, нажатой частично) и верхнем положении рычага регулятора сил.

При не нажатой тормозной педали давление на выводах В, Г должно быть 0 МПа. При частично нажатой педали давление на выводах:

В	Г
0,11 МПа	0,2 МПа
0,2 МПа	0,35 МПа
0,45 МПа	0,5 МПа
0,6 МПа	0,6 МПа

5.7 Техническое состояние контура привода тормозных механизмов средней и задней осей проверить по величинам давления на двустрелочном манометре и на выводе Г; при двух положениях тормозной педали (нажатой и отпущенной) и двух положениях рычага регулятора тормозных сил (нижнем и верхнем). При не нажатой тормозной педали давление на выходе Г должно быть 0 МПа, при полностью нажатой тормозной педали давление на выводе Г: при нижнем положении рычага регулятора тормозных сил – 0,18-0,2 МПа; при верхнем положении – 0,6-0,68 МПа.

5.8 Техническое состояние контура привода стояночного и запасного тормозов проверить на выводах Д, Б автомобиля и выводах Ж, 3, Е прицепа (полуприцепа) при двух положениях рукоятки тормозного крана обратного действия – нижнем и верхнем.

Давление на выводе Б – 0,62-0,75 МПа. При нижнем положении рукоятки тормозного крана давление на выводах Д – 0,62-0,75 МПа; Ж и 3 – 0 МПа. При верхнем положении рукоятки тормозного крана давление на выводах: Д – 0 МПа; Е – 0,45 МПа – 0,48 МПа; Ж и 3 – 0,15-0,155 МПа (при нижнем положении рычага регулятора тормозных сил)

5.9 Техническое состояние контура привода тормозных механизмов колес прицепа (полуприцепа) проверять по величинам давлений на выводах Е, Ж, 3 при двух положениях тормозной педали (отпущенной и полностью нажатой) и двух положениях рычага регулятора тормозных сил осей прицепа (полуприцепа) – нижнем и верхнем: Е – 0,45-0,48 МПа; Ж и 3 – 0,15-0,155 МПа при нижнем положении регулятора; 0,28-0,4 МПа при среднем положении регулятора; 0,45-0,48 МПа при верхнем положении регулятора тормозных сил; при отпущенной тормозной педали давление на выводах Ж и 3 должно быть 0 МПа.

5.10 Техническое состояние тормоза привода вспомогательного тормоза проверьте по величинам давлений на выводах А, Ж, 3 при двух положениях кнопки включения вспомогательного тормоза - нажатой и отпущенной. Давление на выводе А – 0,62-0,75 МПа.

При нажатой кнопке пневматического крана включения вспомогательного тормоза давление затормаживания на выводах Ж и З – 0,06 МПа; при отпущенной кнопке давление на выводах Ж и З – 0 МПа,

5.11 Техническое состояние контура привода системы аварийного расторможения стояночного тормоза проверьте по величинам давлений на выводе Д при двух положениях кнопки включения крана аварийного расторможения в заторможенном (стояночным тормозом) состоянии автомобиля – включенном и выключенном.

При включенной кнопке давление на выводе Д – не менее 0,48 МПа; при выключенной кнопке давление на выводе Д – 0 МПа.

5.12 Результаты эксперимента занести в таблицу 5.1

Таблица 5.1 – Давление в приводе системы

Контур	Давление в контрольной точке, МПа													
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	Н	О	Р
При отпущенной педали														
1. Привода тормозных механизмов передней оси автомобиля														
2. Привода тормозных механизмов средней и задней осей автомобиля														
3. Привода тормозных механизмов стояночного тормоза														
4. Привода механизмов запасного тормоза														
5. Привода вспомогательного тормоза														
6. Привода системы аварийного расторможения стояночного тормоза														
При нажатой педали														
1. Привода тормозных механизмов передней оси автомобиля														
2. Привода тормозных механизмов средней и задней осей автомобиля														
3. Привода тормозных механизмов стояночного тормоза														
4. Привода механизмов запасного тормоза														
5. Привода вспомогательного тормоза														
6. Привода системы аварийного расторможения стояночного тормоза														

5.13 Согласно результатам эксперимента (таблица 5.1), определить зависимости тормозных сил от давления в приводе:

- для кулачкового механизма формулы (2.3) – (2.7);
- для клинового механизма формулы (2.8) – (2.10).

5.14 Определить неравномерность тормозных сил (2.11) через давление в приводе (2.12).

5.15 Сделать выводы.

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать:

6.1 Результаты экспериментов (таблица 5.1);

6.2 Расчет тормозных сил (для кулачкового механизма формулы (2.3) – (2.7), для клинового механизма формулы (2.8) – (2.10));

6.3 Расчет неравномерности тормозных сил (2.11) через давление в приводе (2.12).

6.4 Выводы.

7 Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

7.1 Суммарная тормозная сила.

7.2 Назначение и устройство прибора K235M.

7.3 Виды тормозных систем.

7.4 Устройство тормозных приводов.

7.5 Устройство тормозных механизмов.

Защита работы проводится в устной форме, состоит в предоставлении студентом правильно выполненного отчета по работе, коротком докладе и в ответах на вопросы представленных выше.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Испытания транспортных средств на тормозную динамичность

1 Цель и содержание

Цель работы – усвоить и закрепить методику определения показателей тормозной динамичности.

В результате выполнения работы студенты должны:

1. Изучить методику измерения показателей тормозной системы.
2. Определить показатели тормозной системы автомобиля
3. Построить экспериментальную и теоретическую тормозную диаграмму автомобиля
4. Сделать выводы о соответствии транспортного средства требованиям безопасности

2 Теоретическое обоснование

2.1 Показатели тормозной динамичности

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 $t_c + t_n + t_{yct}$, где t_c – время срабатывания тормозной системы; t_n – время нарастания замедления; t_{yct} – интервал времени, в котором замедление постоянно. Для получения сравнимых результатов эти показатели определяют применительно к экстренному торможению автомобиля на горизонтальной дороге с сухим твердым и ровным покрытием.

Продолжительность периода t_{n1} (см. рисунок 2.1) от начала торможения автомобиля до блокировки задней оси определяется:

$$t_{n1} = \frac{Ga\varphi_x}{K_2L + (K_1 + K_2)h_u\varphi_x} \quad (2.1)$$

где K_1, K_2 – скорости нарастания тормозных сил, Н/с

Замедление в этом периоде изменяется прямо пропорционально времени

$$j_3 = \frac{dv}{dt} = \frac{K_1 + K_2}{M} t \quad (2.2)$$

где M – масса автомобиля, кг

В конце периода при $t = t_{н1}$ замедление

$$j'_3 = \frac{K_1 + K_2}{M} t_{н1} \quad (2.3)$$

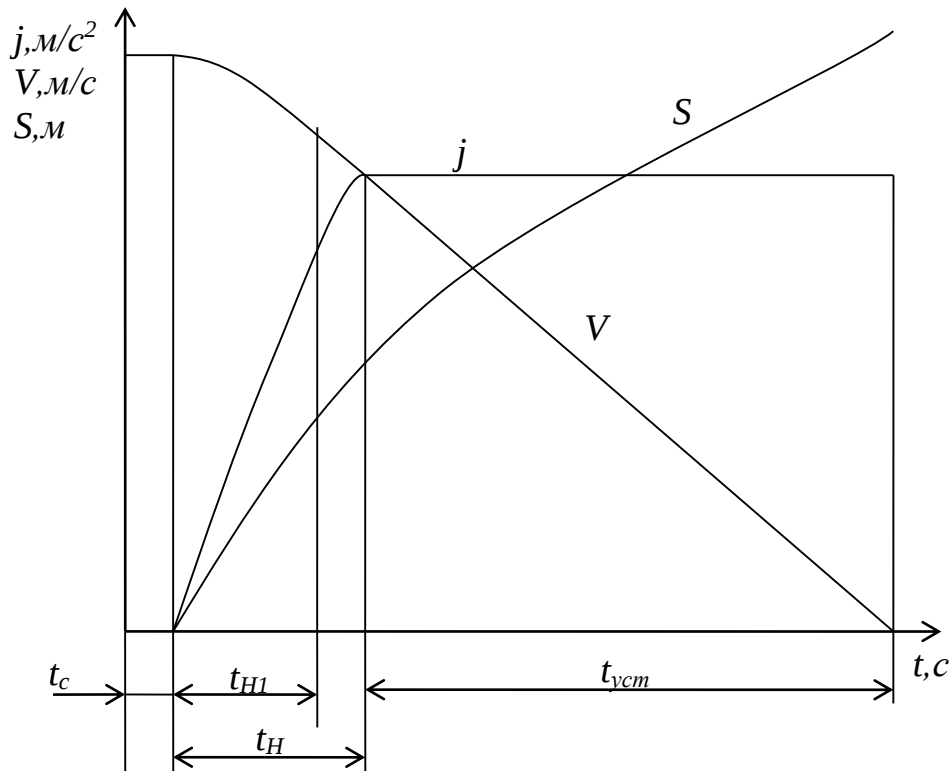


Рисунок 2.1 – Тормозная диаграмма автомобиля

Интегрируя выражение (2.2), получаем значения скорости v_1 и пути S_1

автомобиля в конце первого периода (при $t = t_{н1}$):

$$v_1 = v_0 - \frac{\alpha_T t_{н1}^2}{2} \quad (2.4)$$

$$S_1 = v_0 t_{н1} - \frac{\alpha_T t_{н1}^3}{6} \quad (2.5)$$

где v_0 – начальная скорость автомобиля;

α_T – коэффициент, учитывающий скорость нарастания тормозных сил

$$\alpha_T = (K_1 + K_2) / M \quad (2.6)$$

В большинстве случаев последним членом в формуле (2.5) можно пренебречь, тогда,

$$S_1 \approx v_0 t_{H1} \quad (2.7)$$

Продолжительность периода t_H находим из условия равенства касательной реакции R_{x1} , силе сцепления P_{cy1} :

$$t_H = \frac{G\varphi_x (b = h_y \varphi_x)}{K_1 L} \quad (2.8)$$

Замедление после начала блокировки колес заднего моста изменяется с течением времени:

$$j_3'' = \frac{a\varphi_x g}{L + h_y \varphi_x} + \frac{K_1 L}{M(L + h_y \varphi_x)} = \beta_T + \gamma_T t \quad (2.9)$$

$$\text{где } \beta_T = \frac{a\varphi_x g}{L + h_y \varphi_x}; \quad \gamma_T = \frac{K_1 L}{M(L + h_y \varphi_x)}.$$

Интегрирование этой формулы даёт следующие значения скорости v^2 пути S_2 для момента блокировки колес переднего моста (при $t = t_x$):

$$v_2 = v_1 - \beta_T (t_H - t_{H1}) - \frac{\gamma_T}{2} (t_H^2 - t_{H1}^2); \quad (2.10)$$

$$S_2 = S_1 + v_1 (t_H - t_{H1}) + \beta_T t_H t_{H1} - \frac{\beta_T}{2} (t_H^2 + t_{H1}^2) + \frac{\gamma_T}{2} \left(t_{H1}^2 t_H - \frac{t_H^3 + 2t_{H1}^3}{3} \right) \quad (2.11)$$

Пренебрегая последним членом в формуле (2.11) вследствие его малой величины, получаем выражение для пути

$$S_2 = S_1 + \left(t_{H1}^2 t_H - \frac{t_H^3 + 2t_{H1}^3}{3} \right). \quad (2.12)$$

В заключительном периоде торможения, когда колеса обоих мостов заблокированы, сила инерции

$$P_H = G\varphi_x, \quad (2.13)$$

а замедление

$$j_3'' = g\varphi_x. \quad (2.14)$$

Следовательно, при $\varphi_x = const$, замедление в этом периоде также постоянно. Автомобиль движется равнозамедленно, и его скорость равномерно падает от v_2 , до нуля:

$$v = v_2 - j_3'' t. \quad (2.15)$$

Продолжительность третьего периода (при $v_3 = 0$)

$$t_{yct} = \frac{v_2}{j_3''} = \frac{v_2}{g\varphi_x}. \quad (2.16)$$

Таким образом, время от начала воздействия водителя на орган управления до остановки автомобиля (время торможения)

$$t_{top} = t_c + t_H + t_{yct}. \quad (2.17)$$

Время от начала возникновения опасной обстановки до остановки автомобиля (остановочное время)

$$t_o = t_p + t_c + t_H + t_{yct} \quad (2.18)$$

Перемещение автомобиля за время t_{yct}

$$S_{yct} = \frac{v_2^2}{2j_3''} \approx \frac{v_2^2}{2g\varphi_x} \quad (2.19)$$

Тормозной путь автомобиля

$$S_m = S_c + S_H + S_{yct} \quad (2.20)$$

где S_c – перемещение автомобиля за время t_c ;

S_H – перемещение автомобиля за время t_H .

Остановочный путь автомобиля

$$S_0 = S_p + S_c + S_H + S_{yct} \quad (2.21)$$

где S_p — перемещение автомобиля за время реакции водителя t_p .

Если у автомобиля блокируются только колеса заднего моста и мощность тормозных механизмов недостаточна для доведения передних колес до юза, то справедливы выражения (2.2)–(2.7) и (2.9)–(2.12). Однако время t_H следует определять не по формуле (2.9), а по выражению:

$$t_n = \frac{R_{x1\max}}{K_1} \quad (2.22)$$

Замедление на третьем этапе в этом случае

$$j_3''' = \frac{Ga\varphi_x + R_{x1\max}h_y}{(L + h_y\varphi_x)M}. \quad (2.23)$$

Величина замедления, определенная по последней формуле, меньше вычисленной по выражению (2.14).

Полученные формулы дают возможность определять скорость, замедление и путь автомобиля в любой момент торможения.

Если известны t_c , t_n и j_{ycm} , то тормозной путь можно рассчитать следующим образом.

Предположим, что в течение времени t_n автомобиль движется равнозамедленно с замедлением, равным $0,5 j_{ycm}$, и найдем скорость, соответствующую началу замедления:

$$v_2 = v_0 - 0,5 j_{ycm} t_n \quad (2.24)$$

Перемещение автомобиля за время t_n

$$S_n = v_0 t_n - 0,25 j_{ycm} t_n^2 \approx v_0 t_n \quad (2.25)$$

Перемещение автомобиля за время t_{ycm}

$$S_{ycm} = \frac{v_2^2}{2 j_{ycm}} \approx \frac{v_0^2}{2 j_{ycm}} - 0,5 v_0 t_n \quad (2.26)$$

Следовательно, полный тормозной путь

$$S_T = S_c + S_n + S_{ycm} = v_0 (t_c + 0,5 t_n) + \frac{v_0^2}{2 j_{ycm}} \quad (2.27)$$

Остановочный путь автомобиля

$$S_0 = (t_p + t_c + 0,5 t_n) v_0 + \frac{v_0^2}{2 j_{ycm}} \quad (2.28)$$

При полном использовании сцепления с дорогой всеми колесами автомобиля замедление определяют по формуле (2.14), тогда остановочный путь

$$S_0 = (t_p + t_c + 0,5t_n)v_0 + \frac{v_0^2}{2g\varphi_x} \quad (2.29)$$

Как указывалось выше, у многих автомобилей достичь одновременной блокировки всех колес не удастся как по причинам конструктивного характера, так и вследствие ухудшения эффективности тормозной системы и шин в процессе эксплуатации. Поэтому для приближения результатов расчета к фактическим данным в формулы вводят поправочный коэффициент K_φ эффективности торможения. Примерные значения его для сухого асфальто- или цементобетонного покрытия ($\varphi_x = 0,7$) даны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Коэффициент эффективности торможения

Автомобили	Без нагрузки	С полной нагрузкой
Легковые	1,1 - 1,15	1,15 - 1,2
Грузовые с максимальной массой до 10 т и автобусы длиной до 7,5 м	1,1 - 1,3	1,5 - 1,6
Грузовые с максимальной массой свыше 10 т и автобусы длиной более 7,5 м	1,4 - 1,6	1,6 - 1,8

С учетом коэффициента K_φ формулы для замедления, остановочного времени и остановочного пути приобретают следующий вид:

$$j_{yсм} = \frac{g\varphi_x}{K_\varphi} \quad (2.30)$$

$$t_0 = t_p + t_c + 0,5t_n + \frac{K_\varphi v_0}{g\varphi_x} \quad (2.31)$$

$$S_0 = (t_p + t_c + 0,5t_n)v_0 + \frac{K_\varphi v_0^2}{g\varphi_x} \quad (2.32)$$

При малом коэффициенте сцепления величина тормозных сил у любого автомобиля достаточна для доведения всех колес до скольжения. Поэтому при $\varphi_x \leq 0,4$ следует принимать $K_\varphi = 1$ для автомобилей всех типов.

2.2 Устройство и принцип действия прибора «Эффект 2»

Экспериментально показатели тормозной динамичности определяются с помощью инерционного прибора «Эффект 2». Конструктивно прибор «Эффект» выполнен в виде: электронного блока, датчика усилителя. К прибору прилагается комплект в виде кабелей для электропитания.

Принцип действия прибора основан на том, что сигналы датчиков параметров торможения, датчик усилия и датчик инерции регистрируются в электронном блоке и по окончании эксперимента выводятся на дисплей прибора. В приборе также для более детального изучения параметров торможения предусмотрено: вывод результатов измерений на печатающее устройство; подключение компьютера типа NOTEBOOK и передача информации в процессе торможения (усилие нажатия на педаль, линейное ускорение) по каналу связи RS 323.

Прибор обеспечивает измерение контрольных параметров в диапазонах, приведенных в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Характеристики прибора «Эффект 2»

Характеристика	Диапазон измерений
Установившееся замедление $J_{уст}$, м/с ²	0 – 9,5
Усилие нажатия на педаль $P_{пм}$, кгс	10 – 100
Тормозной путь S_T , м	0 – 50
Начальная скорость торможения V_0 , км/ч	20 – 50
Пересчитанная норма тормозного пути S_T	0 – 50
Время срабатывания тормозной системы $t_{ср}$, с	0 – 3
Линейное отклонение при торможении Δl , м	0 – 5

3 Аппаратура и материалы:

Автомобиль-лаборатория, прибор «Эффект 2», калькулятор, секундомер.

4 Указания по технике безопасности

При проведении эксперимента необходимо соблюдать следующие условия: эксперимент проводится только с водителем, имеющим определенный

опыт; эксперимент проводится на площадке специально выделенной для опыта, без посторонних транспортных средств; продольный уклон дороги не должен превышать 0,05 промилле; не допускать посторонних в зону проведения эксперимента; соблюдать интервал до линии следования экспериментального автомобиля не менее 5 м.

5 Методика и порядок выполнения работы

5.1 Закрепить прибор на ветровом окне, подсоединить питание

5.2 Выбрать участок асфальтобетона со следующими характеристиками: продольный уклон не более 0,05 промилле; коэффициент сцепления – 0,7.

5.3 Разогнать автомобиль до скорости указанной в таблице 5.1 и произвести экстренное торможение

Таблица 5.1 – Нормативы эффективности рабочей тормозной системы

Автомобили	Полная масса	Полная масса, т	Начальная скорость, м/с	Испытания 0		Испытания I		Испытания II	
				Тормозной путь, м	установившееся замедление, м/с ²	Тормозной путь, м	установившееся замедление, м/с ²	Тормозной путь, м	установившееся замедление, м/с ²
Пассажирские с числом мест не более 8	–	500	22,2	43,2	7,0	54,0	5,4	57,5	5,0
То же с числом мест более 8	До 5	700	16,7	25,8	7,0	32,3	5,3	34,3	4,9
»	Св. 5	700	16,7	32,1	6,0	40,1	4,5	42,7	4,1
Грузовые	До 3,5	700	19,4	44,8	5,5	56,0	4,1	59,6	3,8
То же	3,5– 12	700	13,9	25,0	5,5	31,3	4,0	33,3	3,7
»	Св. 12	700	13,9	17,2	5,5	21,5	4,0	22,9	3,6

5.4 Снять показания прибора и занести в таблицу (таблица 5.2)

Таблица 5.2. – Результаты определения параметров торможения

№ п/п	V_0 , км/ч	$J_{уст}$, м/с ²	$P_{пм}$, кГс	$t_{ср}$, с	S_T , м	$S_{т.р.}$, м	Δl , м
1							
2							
3							

Повторить эксперимент три раза.

5.5 Сравнить полученные результаты с таблицей 5.1 сделать выводы.

5.6 По полученным данным эксперимента необходимо построить тормозную диаграмму автомобиля (рисунок 2.1).

5.7 Построить теоретическую диаграмму, предварительно рассчитав значения времени (формулы: 2.1, 2.8, 2.16, 2.22, 2.31), замедления (формулы: 2.2, 2.3, 2.9, 2.14, 2.23), пути (формулы: 2.7, 2.11, 2.12, 2.19, 2.20, 2.25, 2.26, 2.29, 2.32) и скорости (формулы: 2.4, 2.10, 2.15, 2.24).

5.8 Сравнить полученные результаты сделать выводы.

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать:

6.1 Результаты эксперимента (таблица 5.2),

6.2 Экспериментальную тормозную диаграмму (рисунок 2.1),

6.3 Расчет показателей тормозной динамичности: значения времени (формулы: 2.1, 2.8, 2.16, 2.22, 2.31), замедления (формулы: 2.2, 2.3, 2.9, 2.14, 2.23), пути (формулы: 2.7, 2.11, 2.12, 2.19, 2.20, 2.25, 2.26, 2.29, 2.32) и скорости (формулы: 2.4, 2.10, 2.15, 2.24).

6.4 Теоретическую тормозную диаграмму, выводы

7 Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

7.1 Измерители и показатели тормозной динамичности автомобиля.

7.2 Виды тормозных систем.

7.3 Факторы, влияющие на тормозную динамичность.

7.4 Перераспределение силы веса при торможении.

Защита работы проводится в устной форме, состоит в предоставлении студентом правильно выполненного отчета по работе, коротком докладе и в ответах на вопросы представленных выше.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Исследование влияния технического состояния рулевого управления на управляемость автомобиля

1 Цель и содержание

Целью работы является закрепление знаний по управляемости автомобиля, определение влияния технического состояния рулевого управления на управляемость автомобиля.

В результате выполнения работы студенты должны:

1. Изучить методику определения суммарного люфта руля. Определить суммарный люфт руля с помощью прибора К-526.
2. Изучить требования ГОСТ Р 51709-2001 "Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки", сделать выводы о соответствии транспортного средства требованиям безопасности
3. Изучить влияние суммарного люфта рулевого управления на безопасность движения.

2 Теоретическое обоснование

2.1 Влияния люфта рулевого управления на безопасность движения

При выполнении водителем маневра, закон изменения угла поворота управляемых колес θ по времени зависит от водителя и может быть различным. Примем для простоты, что угловая скорость поворота передних колес постоянна ($\dot{\theta} \approx \text{const}$) и в первой фазе поворота угол θ изменяется прямо пропорционально времени:

$$\dot{\theta} = \theta t \tag{2.1}$$

При этом допущении курсовой угол прямо пропорционален квадрату времени:

$$\gamma = v\theta \int \frac{tdt}{L} = \frac{v\theta t^2}{2L} \quad (2.2)$$

В эксплуатационных условиях максимальное значение курсового угла обычно не превышает 10—15°. Для таких значений γ изменение координат x (продольное перемещение автомобиля) и y (поперечное перемещение автомобиля) за время dt определяется формулами

$$\begin{aligned} dx &= dS \cos \gamma; \\ dy &= dS \sin \gamma \approx dS \gamma = vdt\gamma \end{aligned} \quad (2.3)$$

Следовательно, координаты автомобиля в момент времени t имеют следующие значения:

$$x = \int vdt = vt \quad (2.4)$$

$$y = \frac{(v^2 \dot{\theta} \int t^2 dt)}{2L} = \frac{v^2 \dot{\theta} t^3}{6L} \quad (2.5)$$

Формулы (2.2) — (2.5) позволяют найти γ , x и y и определить положение автомобиля на дороге в процессе входа в поворот.

Величина угловой скорости ограничена, с одной стороны, — психофизиологическими возможностями водителя, с другой стороны, скорость не может быть особенно большой по соображениям безопасности.

Из условия равенства центробежной силы и силы сцепления на этом участке имеем

$$\frac{Mv^2}{R} = \frac{Mv^2}{L} \theta = \frac{Gv^2}{gL} \dot{\theta} T = G\varphi_y \quad (2.6)$$

Отсюда максимальная угловая скорость поворота передних колес:

$$\dot{\theta}_{\max} = \frac{Lg\varphi_y}{v^2 T} \quad (2.7)$$

Максимальная скорость поворота рулевого колеса:

$$\dot{\theta}_{p.k.max} = \dot{\theta}_{max} U_{PY} = \frac{Lg\varphi_y U_{PY}}{v^2 T} \quad (2.8)$$

Минимальное время, теряемое водителем на поворот рулевого колеса:

$$t = \frac{\theta}{\dot{\theta}_{p.k.max}} \quad (2.9)$$

Путь пройденный водителем за это время:

$$S = tv \quad (2.10)$$

2.2 Устройство и принцип работы прибора К-526

Прибор К-526 предназначен для измерения суммарного люфта рулевого управления (РУ) легковых и грузовых автомобилей, а также автобусов путем измерения угла поворота рулевого колеса при регламентированном усилии в соответствии с ГОСТ 25478-91.

Работа прибора К-526 основана на измерении суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств посредством счета импульсов оптико-механического датчика угла с отсечкой начала и конца отсчета тензометрическим датчиком, отпарированным на регламентированные усилия в соответствии с ГОСТ 25476-91.

Прибор К-526 (рисунок 2.1) состоит из следующих частей: захвата 1 телескопического, пружинного механизма с зубчатыми рейками, устанавливаемого и фиксируемого на ободе рулевого колеса за счет усилия трения, обеспечиваемого растяжением пружин; датчика усилия 2 – узла с тензометрическим датчиком, контролирующим усилия, прикладываемые к рулевому колесу автотранспортного средства в процессе измерения люфта РУ; блока 3 – электронного блока обработки и отображения информации с органами управления и оптико-механическим датчиком измерения угла; шнура питания 4 со штекером, устанавливаемым в гнездо прикуривателя, для подключения прибора к источнику постоянного тока 12 В ; переходника 5 для соединения шнура питания с клеммами источника питания 12 В при

отсутствии в автомобиле прикуривателя; тяги 6 для обеспечения проведения измерений при наклонах оси рулевой колонки менее 30 град. от оси.

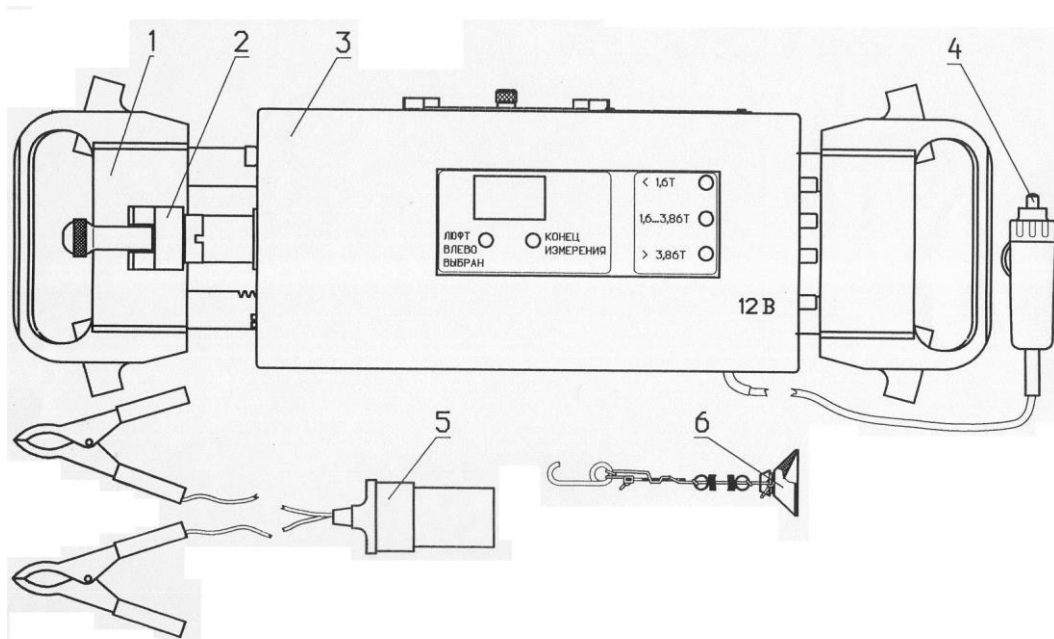


Рисунок 2.1 – Устройство прибора

Прибор К-526 устанавливается и фиксируется захватом за внешнюю сторону обода рулевого колеса проверяемого автотранспортного средства.

3 Аппаратура и материалы

Автомобиль-лаборатория, калькулятор прибор люфтомер К-526

4 Указания по технике безопасности

Применять прибор допускается только в соответствии с назначением, указанным в настоящей инструкции по эксплуатации. Необходимо бережно обращаться с прибором К-526, не подвергать его ударам, перегрузкам, воздействию пыли, грязи, нефтепродуктов. Перед началом работы следует убедиться в полной исправности прибора К-526, для чего необходимо проверить: надежность крепления на рулевом колесе; отсутствие нарушений целостности изоляции токоведущего кабеля; отсутствие внешних повреждений блока отображения информации и органов управления. При подключении к

источнику электропитания необходимо соблюдать полярность, указанную на клеммах шнура питания.

5 Методика и порядок выполнения работы

5.1 Выбрать площадку для эксперимента: сухая, ровная горизонтальная асфальто- или цементобетонной.

5.2 Выровнять управляемые колеса автомобиля положение движения "прямо".

5.3 Установить прибор К-526 на рулевом колесе автотранспортного средства, предварительно растянув за ручки захват и установив упоры захвата на внешнем ободе рулевого колеса.

5.4 Нажать одну из кнопок (" $< 1,6T$ ", " $1.6 \dots 3.8T$ ", " $> 3.86T$ ") в зависимости от собственной массы автотранспортного средства, приходящейся на управляемые колеса.

5.5 Включить кнопку "12 В", что соответствует подаче питающего напряжения на прибор К-526.

5.6 Повернуть рулевое колесо влево (против часовой стрелки) за ручку ДУ до загорания светодиода "ЛЮФТ ВЛЕВО ВЫБРАН", что является сигналом оператору об окончании поворота рулевого колеса влево.

5.7 Повернуть рулевое колесо вправо (по часовой стрелке) плавно, без рывков, за рукоятку ДУ до загорания светодиода "КОНЕЦ ИЗМЕРЕНИЯ". На цифровом табло высвечивается показание суммарного люфта. Прекратить воздействие на ручку ДУ.

5.8 Занести результаты в таблицу (таблица 5.1)

Таблица 5.1 – Суммарный люфт рулевого управления

№ опыта	Суммарный люфт рулевого управления, град		
	ТС - 1	ТС - 2	ТС - 3
1			
2			
3			

5.9 Проверить на соответствие требованиям ГОСТ Р 51709-2001.

5.10 Определить: максимально допустимую угловую скорость поворота передних колес по условиям сцепления (2.7); максимальную угловую скорость поворота рулевого колеса (2.8); минимальное время, теряемое водителем на поворот рулевого колеса (2.9); путь, пройденный автомобилем за это время (2.10).

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен включать:

6.1 Результаты замера люфта рулевого управления (таблица 5.1)

6.2 Расчет: максимально допустимой угловой скорости поворота передних колес по условиям сцепления(2.7); максимальной угловой скорости поворота рулевого колеса (2.8); минимальное время, теряемое водителем на поворот рулевого колеса(2.9); путь, пройденный автомобилем за это время(2.10).

6.3 Выводы о соответствии автомобиля требованиям ГОСТ Р 51709-2001, а также о влиянии суммарного люфта на безопасность движения.

7 Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

7.1 Значение управляемости автомобиля для безопасности движения.

7.2 Максимально допустимая угловая скорость поворота передних колес по условиям сцепления.

7.3 Требования ГОСТ Р 51709-2001"Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки" к рулевому управлению.

7.4 Назначение, принцип действия прибора К-526

7.5 Устройство прибора К-526.

Защита работы проводится в устной форме, состоит в предоставлении студентом правильно выполненного отчета по работе, коротком докладе и в ответах на вопросы представленных выше.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Исследование влияния технического состояния автомобильных шин на безопасность движения

1 Цель и содержание

Цель работы – развить и закрепить знания об управляемости, устойчивости, плавности хода автомобиля.

В результате выполнения работы студенты должны:

1. Изучить некоторые характеристики шин влияющие на безопасность движения.
2. Рассчитать с помощью программного обеспечения характеристики шин.
3. Проанализировать влияние отдельных факторов на безопасность движения, сделать выводы.

2 Теоретическое обоснование

Чем совершеннее дорожное покрытие, подвеска автомобиля и выше скорость движения, тем актуальнее становится вопрос о качестве изготовления автомобильных шин.

Основные эксплуатационные свойства шин влияющих на безопасность движения:

- жесткость шины;
- силовая неоднородность шины
- неодинаковость свойств разных экземпляров однотипных шин.

В результате неоднородности шин могут возникнуть: радиальное и боковое биения, увод колес, поворачивающий момент при торможении.

Силовая неоднородность шины складывается из трех видов неоднородности:

- Неоднородность геометрическая.
- Неоднородное распределение масс.

- Неоднородность жесткостных характеристик.

Суммарное действие всех видов неоднородности проявляется, прежде всего, в появлении дополнительных сил при качении шины. Неоднородность, оцененная по величинам этих сил, называется силовой неоднородностью.

Геометрическая неоднородность – это изменение габаритных размеров и формы профиля шины по ее окружности. Она обычно оценивается радиальным и боковым биением накачанной шины. Биением называется размах изменения соответствующего линейного размера за оборот шины.

Для радиального биения – это радиус экваториального сечения шины, для бокового – расстояние самого широкого места шины от плоскости, параллельной экваториальной плоскости шины. Боковое биение измеряется с обеих сторон шины.

Неоднородность распределения масс любой вращающейся конструкции оценивается ее неуравновешенностью, количественной мерой которой является дисбаланс. Дисбаланс шины в целом определяется взаимным расположением и дисбалансами ее деталей: покрышки, камеры и ободной ленты. Наибольшим является вклад покрышки.

Неравномерность распределения масс шины определяется четырьмя величинами: значениями статического и динамического дисбалансов шины и углами, определяющими направление векторов дисбалансов относительно фиксированного меридионального сечения.

Неоднородность жесткостных характеристик, в отличие от двух предыдущих видов неоднородности, может быть определена лишь при нагружении шины внешней нагрузкой. Например, можно определить статическую жесткость не вращающейся шины – радиальную, боковую или продольную – в нескольких меридиональных сечениях и оценить размах ее изменения. Но значительно проще и точнее проводить непрерывные измерения при вращении шины. Такой комплексный показатель неоднородности шины называется силовой неоднородностью.

Причинами неоднородности колес являются несимметричные элементы конструкции, технологические допуски, неточность изготовления и монтажа отдельных деталей. Каждый из этих факторов – технологические допуски, неточности расположения деталей, несимметричные элементы конструкции и т.п. – вызывает закономерное изменение всех или части показателей неоднородности.

Для определения характеристик шины, рассмотрим двухмассовую систему и выведем связующие силы (рисунок 2.1):

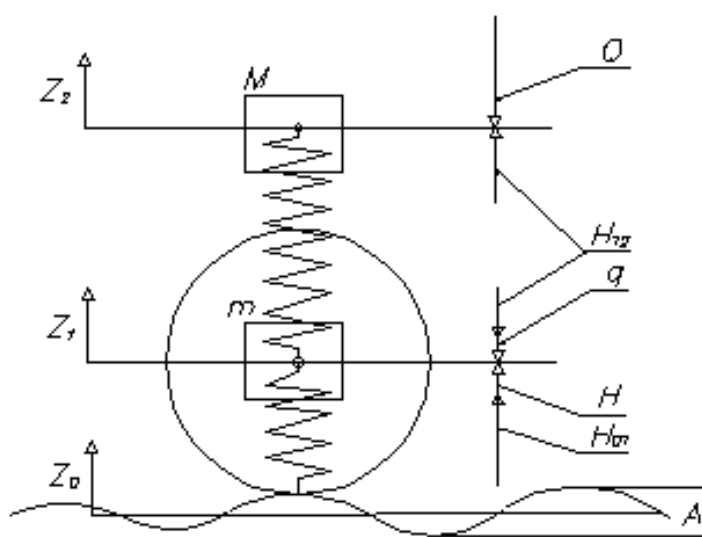


Рисунок 2.1 – Схема сил действующих в системе: A – величина неровностей; Z_0, Z_1, Z_2 – смещения масс, м; M, m – подрессоренная и непрессоренная массы, кг; Q – Вес кузова:

$$Q = Mg \quad (2.1)$$

H_{12} – Усилие, передаваемое от непрессоренной массы подрессоренной:

$$H_{12} = c_n(z_1 - z_2) \quad (2.2)$$

где c_n – жесткость подвески, Н/м

q – Вес непрессоренной части:

$$q = mg \quad (2.3)$$

H_{01} – Усилие, передаваемое непрессоренной массе в результате деформации шины:

$$H_{01} = c_{uu}(z_0 - z_1) \quad (2.4)$$

где c_{uu} – жесткость шины в радиальном направлении, Н/м

H – Сила, вызванная дисбалансом колеса:

$$H = \frac{m_{об} V^2}{r} \quad (2.5)$$

где $m_{об}$ – масса несбалансированной части шины, кг

V – скорость движения автомобиля, м/с

r – радиус колеса, м

Профиль дороги является случайной функцией и колебания автомобиля, вызванные дорожными неровностями, являются случайными колебаниями, но для определения критических значений неоднородности достаточно взять максимально разрешенные неровности.

Период оборота колеса:

$$T_{об} = \frac{2\pi r}{v} \quad (2.6)$$

Ось времен t разделим на интервалы с постоянным шагом $\tau = T_{об} / n$

$$A(t) = c_{uu} A_{\max} \sin\left(\frac{\pi v}{l} \tau n\right) \quad (2.7)$$

где $A_{\max}$ амплитуда неровности, м

l – длина неровности, м

Выполнив некоторые преобразования и подстановки, получим:

$$\begin{aligned} M\ddot{y} + c_n(y - x) &= 0 \\ m\ddot{x} + c_n(x - y) + c_{uu}x &= H + Q + cA \end{aligned} \quad (2.8)$$

Производные заменим шаблонами:

$$\begin{aligned} \ddot{x} &= \frac{x_{n+1} - 2x_n - x_{n-1}}{\tau^2} \\ \ddot{y} &= \frac{y_{n+1} - 2y_n - y_{n-1}}{\tau^2} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Получим,

$$\begin{aligned}
M \frac{y_{n+1} - 2y_n - y_{n-1}}{\tau} + c_n(y_n - x_n) &= 0 \\
m \frac{x_{n+1} - 2x_n - x_{n-1}}{\tau} + c_n(x_n - y_n) + c_{ш}x_n &= \\
= \frac{m_{об}v^2}{r} + Mg + cA_{\max} \sin\left(\frac{\pi v}{l} \tau n\right) &
\end{aligned} \tag{2.10}$$

После решения данных уравнений в Microsoft Excel получим многофакторный график воздействия сил на систему.

Для определения колебаний, вызванных жесткостной неоднородностью, необходимо задаться законом изменения жесткости.

Предполагая, что на динамику автомобиля большее воздействие (если не основное) окажет размах изменения жесткости, то справедливо будет записать:

$$c(t) = c_{cp} + \Delta c \sin(\omega t) \tag{2.11}$$

или,

$$c(t) = \frac{c_{\max} + c_{\min}}{2} + \frac{c_{\max} - c_{\min}}{2} \sin\left(\frac{V \tau n}{r}\right) \tag{2.12}$$

где $c_{\max}, c_{\min}$ – соответственно, максимальное и минимальное значение жесткости шины, Н/м

Изменение деформации можно определить следующим образом:

$$f(t) = f_{cm} - (X(t) - A) \tag{2.13}$$

где f_{cm} – деформация неподвижной шины, м

Изменение силы веса прямопропорционально изменению деформации,

т.е.:

$$Q(t) = Q_{cm} - \Delta Q \tag{2.14}$$

или,

$$Q(t) = f_{cm}c_{ш} - f(t)c_{ш} \tag{2.15}$$

Сила сцепления автомобильной шины с покрытием, прямопропорциональна весу, приходящемуся на колесо:

$$P_{cy} = Q\varphi_x \tag{2.16}$$

где φ_x – коэффициент сцепления

При изменении радиальной нагрузки меняется радиус качения колеса, т.е. соотношение поступательной и угловой скоростями [3]. При постоянстве первой величины, вторая меняется в соответствии с изменением вертикальной нагрузки, возникает продольная сила.

Уравнение движения будет иметь вид:

$$J\dot{\omega} = Pr \quad (2.17)$$

где J – момент инерции кг/м

$\dot{\omega}$ угловое ускорение, с⁻²

P – продольная сила, Н.

где P – продольная сила, вызванная вертикальными колебаниями.

В свою очередь:

$$\dot{\omega} = \frac{V}{r^2} \dot{r} \quad (2.18)$$

Тогда,

$$P = \frac{JV}{Cr^3} \cdot \frac{dQ}{dt} \quad (2.19)$$

3 Аппаратура и материалы

Программное обеспечение MS Excel.

4 Указания по технике безопасности

При выполнении работы студенты должны руководствоваться общими для учебных аудиторий правилами техники безопасности.

5 Методика и порядок выполнения работы

5.1 Изучить свойства шин влияющие безопасность движения

5.2 Ознакомиться с программой MS Excel, для определения характеристик шин

5.3 В соответствии с индивидуальным заданием (таблица 5.1) внести значения в программу

Таблица 5.1 – Исходные данные к работе

№ вар-та	Автомобиль	Величина неровности (длина/высота), м	Размах неоднородности, %
1	ЗАЗ-968А “Запорожец”	3/0,005	2
2	ВАЗ-2103 “Жигули”	3/0,015	4
3	“Москвич-2140”	3/0,02	6
4	ГАЗ-24 “Волга”	3/0,025	8
5	ГАЗ-15 “Чайка”	3/0,03	2
6	ЗИЛ-117	3/0,035	4
7	РАФ-2203 “Латвия”	3/0,04	6
8	ПАЗ-672	3/0,045	8
9	ЛАЗ-695Н	3/0,005	2
10	ЛиАЗ-677	3/0,015	4
11	УАЗ-451ДМ	3/0,02	6
12	ГАЗ-53А	3/0,025	8
13	ЗИЛ-130	3/0,03	2
14	КамАЗ-5320	3/0,035	4
15	МАЗ-550А	3/0,04	6

5.4 После построения программой графиков: колебания оси колеса автомобиля по времени $(X(t))$; Изменение жесткости шины по периметру $C(t)$; Изменение деформации шины $\Delta f_r(t)$; Изменение силы веса $Q(t)$; Изменение силы сцепления $P_{сц}(t)$; Изменение продольной силы, вызванной изменением вертикальной $P(Q,t)$; Соотношение сил сцепления и продольной; сделать выводы.

5.5 Проанализировать, последовательно изменяя: массу, радиус колеса, жесткости шины и подвески как данные факторы влияют на радиальные колебания.

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать:

6.1 Графики: колебания оси колеса автомобиля по времени ($X(t)$); изменения жесткости шины по периметру $C(t)$; изменения деформации шины $\Delta f_r(t)$; изменения силы веса $Q(t)$; изменения силы сцепления $P_{cy}(t)$; изменения продольной силы, вызванной изменением вертикальной $P(Q,t)$; соотношения сил сцепления и продольной.

6.2 Анализ факторов влияющих на радиальные колебания.

6.3 Выводы.

7 Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

7.1 Показатели плавности хода.

7.2 Свойства автомобильных шин влияющих на безопасность движения.

7.3 Сила, вызываемая статическим дисбалансом.

7.4 Модель неровности дороги.

7.5 Причины силовой неоднородности шины.

Защита работы проводится в устной форме, состоит в предоставлении студентом правильно выполненного отчета по работе, коротком докладе и в ответах на вопросы представленных выше.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Исследование характеристик светораспределения осветительных приборов

1 Цель и содержание

Цель работы – усвоить и закрепить знания по внешней активной визуальной информативности автомобиля.

В результате выполнения работы студенты должны:

1. Изучить действие прибора ОП. 00.000РЭ;
2. Определить характеристики светораспределения осветительных приборов;
3. Исследовать влияние характеристик светораспределения осветительных приборов на безопасность движения.

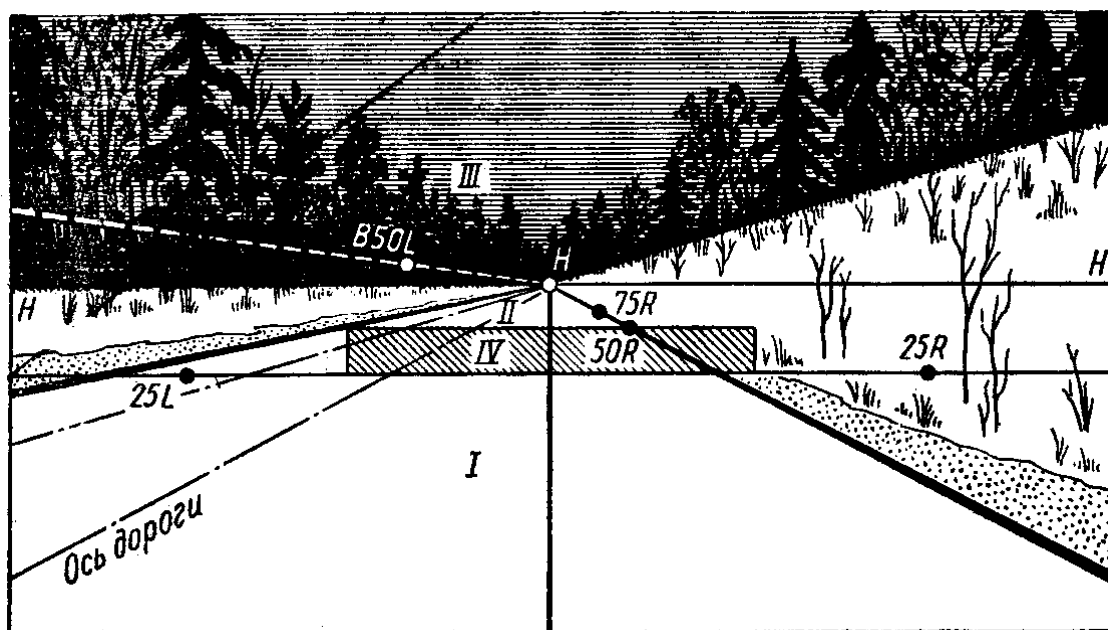
2 Теоретическое обоснование

2.1 Характеристики светораспределения

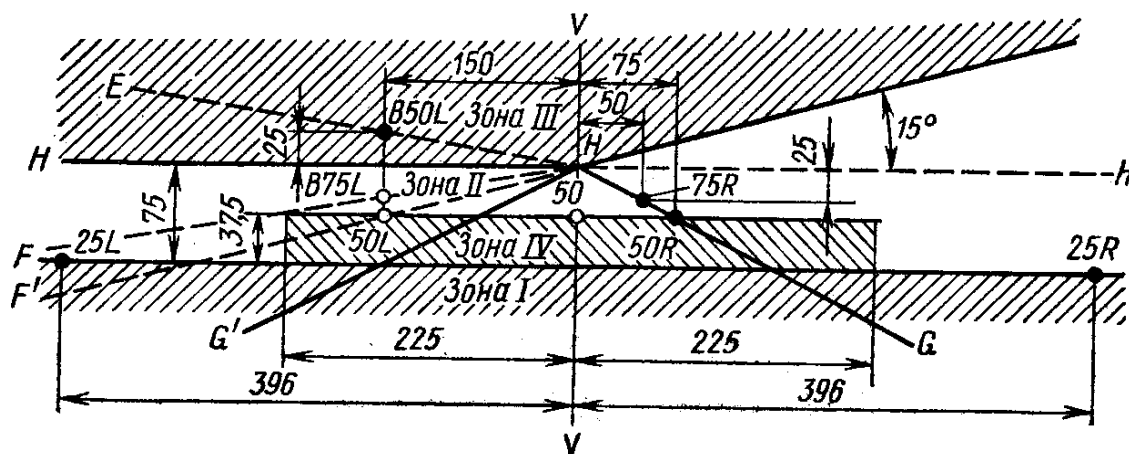
При движении автомобиля, особенно в темное время суток водителю необходима видимость не только в пределах угла острого зрения, но и в пределах так называемых информативных зон.

Для имитации перспективы автомобильной дороги и информативных зон на ней, а также для сопоставления светотехнических характеристик фар с контрольными зонами и точками служат измерительные экраны. Каждый из них предназначен для какого-либо определенного вида освещения, однако все они основаны на системе угловых градусов.

Распределение света фар (рисунок 2.1) регламентируется освещенностью (силой света) в контрольных точках и зонах экрана, согласно Правилам №1 ЕЭК ООН, предусматривающим минимально и максимально допустимые величины освещенности.



а)



б)

Рисунок 2.1 – Информативные зоны: а – перспектива двухполосной автомобильной дороги с контрольными точками и зонами; б – разметка контрольного экрана

В Правилах ЕЭК ООН нормирование светораспределения проводится в единицах освещенности — люксах (лк), хотя целесообразнее нормировать его в единицах силы света — канделах (кд). Пересчет единиц производится по известной формуле квадратов расстояний:

$$E = \frac{I}{S^2} \quad (2.1)$$

где E – вертикальная освещенность, создаваемая фарой на измерительном экране (дороге), лк;

I – сила света фары в заданном направлении, кд;

S – расстояние от фары до измерительного экрана (точки дороги), м.

О видимости дороги и объектов на ней при включенном ближнем свете фар с достаточной степенью точности можно судить по ДВУМ основным параметрам, зависящим от светораспределения: уровню яркости фона и слепящему действию.

Об уровне яркости фона дает представление средняя сила света в направлении преимущественно просматриваемых водителем участков дороги, определяемая по формуле:

$$I_{осв} = \frac{(I_{50R} + I_{75R} + I_{IV})}{3} \quad (2.2)$$

где I_{50R} и I_{75R} – силы света фары в направлении правой кромки проезжей части дороги на расстоянии соответственно 50 и 75 м от автомобиля;

I_{IV} – сила света фары в зоне IV.

О слепящем действии светового пучка фар можно судить по средней силе света, рассчитываемой по выражению

$$I_{осл} = \frac{(I_{B50L} + I_{III})}{2} \quad (2.3)$$

где I_{B50L} – сила света в направлении глаз водителя встречного автомобиля, находящегося в 50 м от фары; I_{III} – сила света фары в направлении зоны III.

С достаточной для практики точностью о видимости дороги и объектов на ней можно судить по величине отношения средней силы света, направленного на дорогу, к средней силе света в направлении глаз водителя встречного автомобиля. Это отношение — показатель видимости, характеризующий условия видимости дороги в свете оцениваемой фары:

$$k = \frac{I_{осв}}{I_{осл}} \quad (2.4)$$

Фары, световой пучок которых отвечает требованиям Правил № 1 ЕЭК ООН, имеют следующее светораспределение:

- силы света, которые могут вызвать ослепление водителя встречного автомобиля, невелики;
- силы света, определяющие уровень фона, также малы;
- показатель видимости k , составляет небольшую величину.

Следовательно, фары, параметры светораспределения которых не превышают величин, рекомендуемых Правилами № I ЕЭК ООН, не могут обеспечить удовлетворительных условий видимости при встречном разъезде автомобилей.

Если проанализировать показатели светораспределения лучших образцов отечественных и зарубежных фар с европейским асимметричным распределением ближнего света, то можно сделать вывод, что при некотором снижении $I_{осл}$ у них значительно увеличена $I_{осв}$, благодаря чему показатель видимости k имеет большую величину. Таким образом, эти фары обеспечивают удовлетворительные условия видимости при встречном разъезде автомобилей.

Показатель видимости k рассчитанный по формуле (2.4), для американских ламп-фар значительно (почти в 2 раза) превышает величину k определенную по правилам ЕЭК ООН, но уступает показателям лучших фар европейского типа.

2.2 Устройство и принцип работы прибора ОП. 00.000РЭ

Прибор предназначен для проверки, регулировки и контроля силы света фар транспортных средств в соответствии с требованиями ГОСТ25478-91 в условиях автотранспортных предприятий, станций технического обслуживания и в составе линий инструментального контроля технического состояния транспортных средств. Прибор позволяет регулировать углы наклона и контролировать силу света фар ближнего и дальнего света, а также противотуманных фар.

Общий вид прибора приведен на рисунке 2.2. Прибор состоит из основания 19 на колесах; стойки 18, установленной на основании вертикально; оптической камеры 7 и ориентирующего устройства 8.

Оптическая камера представляет собой корпус, в котором установлены линза, пузырьковый уровень, смотровое стекло, экран, перемещающийся по вертикали при помощи отсчетного диска 3, и индикатор силы света 6.

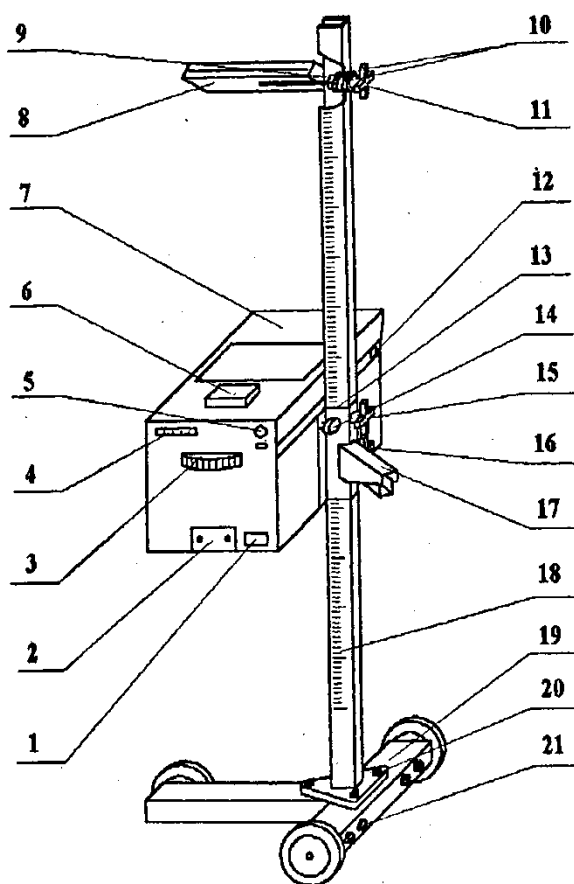


Рисунок 2.2 – Устройство прибора ОП 00.000РЭ

На экране, в соответствии с ГОСТ25478-91, установлены фотоэлементы для измерения силы света.

На задней стенке камеры расположены кнопки 4 включения фотоэлементов для измерения силы света соответствующих фар, ручка 5 потенциометра калибровки напряжения питания и съемная крышка 2, за

которой располагаются калибровочные подстроенные резисторы и элемент питания.

Перемещение оптической камеры по стойке производится при ослабленном упорном винте 15 (против часовой стрелки до упора) и при нажатом рычаге фиксатора 17.. Фиксация оптической камеры на необходимой высоте осуществляется при отпуске рычага фиксатора 17 и закручивании упорного винта 15 по часовой стрелке до упора. Высота установки контролируемой фары определяется по шкале, нанесенной на стойку, в миллиметрах по верхнему краю кронштейна 13 фиксатора.

Установка оптической оси прибора в горизонтальной плоскости производится по пузырьковому уровню поворотом оптической камеры относительно оси винта 14 и фиксируется ручкой 16.

Ориентирующее устройство щелевого типа предназначено для установки оптической оси прибора параллельно оси автомобиля. Ориентирующее устройство 8 устанавливается в одно из трех отверстий стойки через упорную гайку 9 две шайбы 10 и фиксируется ручкой 11.

3 Аппаратура и материалы

Прибор ОП. 00.000РЭ, автомобиль-лаборатория, калькулятор.

4 Указания по технике безопасности

К работе с прибором допускаются лица, изучившие работу, прошедшие местный инструктаж по безопасности труда. В перерывах между работой оптическую камеру необходимо закрывать непрозрачным чехлом во избежание попадания солнечных лучей на линзу и фотоэлементы.

5 Методика и порядок выполнения работы

5.1 Собрать прибор в соответствии с рисунком 2.1, для чего: Собрать стойку 18 и основание 19 при помощи крепежа 20. Затем установить основание на горизонтальную поверхность и отвесом проверить вертикальность установки

стойки и, при необходимости, отрегулировать расположение стойки при помощи болтов 21; Установить фиксатор с оптической камерой на стойку, для чего необходимо ослабить упорный винт 15 (против часовой стрелки до упора), нажать рычаг фиксатора и отверстием фиксатора надеть весь узел сверху на стойку; Установить в одно из отверстий стойки ориентирующее устройство наведения при помощи соответствующего крепежа; Снять крышку 2 и установить элемент питания, соблюдая полярность подключения, после чего установить крышку на место.

5.2 Автомобиль установить на рабочей площадке в положении, соответствующем его прямолинейному движению. Очистить поверхность рассеивателей фар от загрязнений. Довести давление в шинах передних и задних колес автомобиля до номинального. Выбрать люфты подвески, для чего необходимо создать несколько колебаний автомобиля в вертикальном направлении и дождаться успокоения. Обеспечить загрузку легковых автомобилей массой (70 ± 20) кг (человек или груз) на заднем сиденье. Остальные автотранспортные средства проверяются без загрузки. Включить фары и переключением проверить исправность и правильность их работы.

5.3 Прибор установить на рабочей площадке, перед автомобилем напротив проверяемой фары на расстоянии 300-400 мм между линзой камеры и рассеивателем фары таким образом, чтобы передвижение прибора от одной фары к другой могло производиться перпендикулярно продольной оси автомобиля. Установить прибор по высоте так, чтобы центр линзы прибора совпадал ориентировочно с центром фары. Установить оптическую ось прибора в горизонтальной плоскости по пузырьковому уровню. Установить прибор так, чтобы наблюдаемая в ориентирующее устройство горизонтальная линия, проходила через две любые наиболее характерные симметричные точки передка.

5.4 Проверить исправность элемента питания нажатием на кнопку, при этом стрелка индикатора должна отклониться на отметку. При необходимости произвести подстройку ручкой потенциометра.

5.5 Порядок проверки фар европейской системы светораспределения (С, НС, CR, HCR).

Установить отсчетным диском требуемую величину снижения левого участка светотеневой границы пучка ближнего света фары в зависимости от высоты ее установки в соответствии с таблицей 5.1.

Таблица 5.1 – Снижение левой части СТГ в зависимости от высоты установки фары

Высота установки фары для ближнего света, мм	Снижение левой части СТГ на расстоянии 10 м по отметкам на диске, мм (%)
До 600	100 (1)
Св. 600 до 700	130 (1,3)
700 – 800	150 (1,5)
800 – 900	176 (1,76)
900 – 1000	200 (2)
1000 – 1200	220 (2,2)
1200 – 1600	290 (2,9)

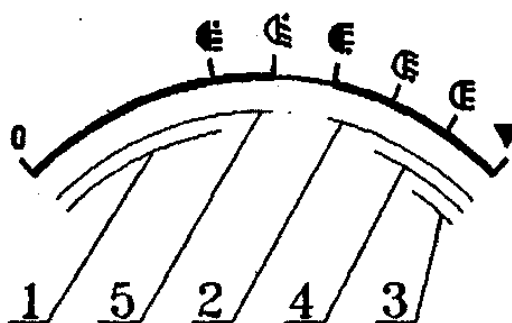


Рисунок 5.1 – Шкала индикатора силы света: 1 – сектор годности оптического элемента противотуманной фары в теневой части пучка; 2 – сектор годности оптического элемента противотуманной фары в световой части пучка; 3 – сектор годности оптического элемента дальнего света; 4 – сектор годности оптического элемента ближнего света в световой части пучка; 5 – сектор годности оптического элемента ближнего света в теневой части пучка.

Включить ближний свет. Фара считается правильно установленной, если граница между светом и тенью светового пятна находится на горизонтальной и наклонной линиях экрана. Нажать на кнопку, при этом стрелка индикатора должна находиться в секторе: (поз.4 рисунок 5.2).

Нажать на кнопку, при этом стрелка индикатора должна находиться в секторе (поз.5 рисунок 5.2). Не изменяя установки фары и положение экрана (для фар типа CR, HCR), произведенных при контроле ближнего света, переключить фару на дальний свет. Нажать на кнопку, при этом стрелка индикатора должна находиться в секторе (поз. 3 рисунок 5.2).

Перекастить прибор за ручку к другой фаре и аналогичным способом повторить ориентацию оптической камеры и проверку фары.

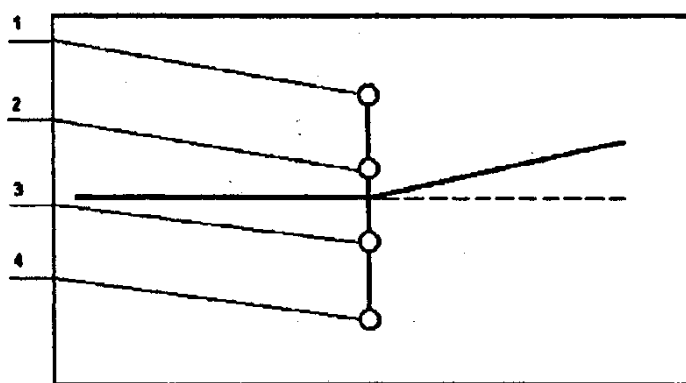


Рисунок 5.2 – Расположение фотоэлементов на подвижном экране оптической камеры прибора: 1 – фотоэлемент для измерения силы света противотуманной фары в теневой области пучка света; 2 – фотоэлемент для измерения силы дальнего света и силы ближнего света в теневой области пучка света; 3 – фотоэлемент для измерения силы ближнего света; 4 – фотоэлемент для измерения силы света противотуманной фары в световой области пучка света.

5.6 Порядок проверки фар типа R, HR и американской системы светораспределения

Установить отсчетный диск на отметку "О".

Включить дальний свет. Фара считается правильно установленной тогда, когда центр светового пятна находится в точке пересечения горизонтальной и вертикальной линий экрана.

Установить при помощи отсчетного диска фотоэлемент для измерения силы дальнего света (см. рисунок 5.2) в наиболее яркую точку светового пятна на

экране прибора. Нажать на кнопку (при этом стрелка индикатора должна находиться в секторе (поз. 3 рисунок 5.1)).

Перекачать прибор за ручку к другой фаре и аналогичным способом повторить ориентацию оптической камеры и проверку фары.

5.7 По формулам (2.2) – (2.3) для европейской и американской систем светораспределения определить среднюю силу света направленного на дорогу и в направлении глаз водителя встречного автомобиля.

5.8 Определить показатель видимости по формуле (2.4).

5.9 Определить соответствие требованиям Правил № 1 ЕЭК ООН предварительно перевести силу света в освещенность по формуле (2.1).

5.10 Сравнить показатели светораспределения фар с европейским асимметричным распределением и американским.

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать:

6.1 Значения силы света в секторах (таблица 6.1)

Таблица 6.1– Сила света в секторах

Система светораспределения	Сила света, Кд				
	I_{50R}	I_{75R}	I_{IV}	I_{B50L}	I_{III}
Европейская система светораспределения					
Американская система светораспределения					

6.2 Расчет средней силы света направленной на дорогу (2.2); силы света в направлении глаз водителя встречного автомобиля (2.3); показатель видимости (2.4).

6.3 Выводы по работе

7 Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

7.1 Видимость дороги и объектов.

7.2 Значение системы освещения для безопасности движения.

7.3 Минимальная комплектация системы автономного освещения.

7.4 Фары европейской системы светораспределения.

7.5 Фары американской системы светораспределения.

Защита работы проводится в устной форме, состоит в предоставлении студентом правильно выполненного отчета по работе, коротком докладе и в ответах на вопросы представленных выше.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Изучение характеристик экологической безопасности автомобиля с карбюраторным двигателем

1 Цель и содержание

Цель работы – закрепить знания о влиянии режима движения автомобиля на количество и состав отработавших газов автомобиля.

В результате выполнения работы студенты должны:

1. Ознакомиться с прибором – газоанализатором концентрации окиси углерода, углеводородов и дымности – «АВТОТЕСТ СО-СН-Д».
2. Экспериментально определить состав отработавших газов автомобиля с карбюраторным двигателем при различных режимах.
3. Определить соответствие установленным нормам выбросов (ГОСТ 17.2.2.03-87).
4. Построить зависимость состава отработавших газов от режима работы двигателя

2 Теоретическое обоснование

Назначение, устройство и принцип работы прибора «АВТОТЕСТ СО-СН-Д»

Газоанализатор концентрации окиси углерода и углеводородов, а также дымности отработавших газов "АВТОТЕСТ СО-СН-Д" предназначен для определения содержания углеводородов, окиси углерода в отработавших газах,

частоты вращения коленчатого вала автомобилей с карбюраторными двигателями, а также дымности отработавших газов автомобилей с дизельными двигателями.

Прибор применяется на соответствие установленным ГОСТ 17.2.2.03-87 нормам выбросов окиси углерода и углеводородов. Измеряемые компоненты, диапазоны измерений, цена единицы наименьшего разряда, пределы допускаемой основной погрешности приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Измеряемые компоненты, диапазоны измерений.

Измеряемый компонент	Диапазон измерения, % об.	Цена деления, % об.	Участок диапазона измерения % об.
Углеводороды	0÷0,5	0,001	0 + 0,1
Окись углерода	0÷10	0,01	0 + 5 5 + 10
Кислород	0÷25	0,1	
Частота оборотов об/мин	50÷10000	40 200	500+2000 2000+10000
Дымность	0÷9,99м-1 (0÷99%)	0,01	-

Принцип действия прибора при измерении содержания окиси углерода и углеводородов основан на измерении величины поглощения инфракрасного излучения углеводородами и окисью углерода в областях 3,4 и 4,7 мкм соответственно.

При определении окиси углерода и углеводородов анализируемый газ поступает в проточную зеркальную кювету, где определяемые компоненты, взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах. Поток излучения характерных областей спектра поочередно выделяется вращающимися интерференционными фильтрами (3,4; 3,9 и 4,7 мкм) и преобразуется в электрические сигналы, пропорциональные концентрации окиси углерода и углеводородов.

На лицевой панели прибора (рисунок 2.1) размещены органы управления: индикатор включения 1, цифровой индикатор отображения концентрации углеводородов 2, цифровой индикатор концентрации окиси углерода и дымности (в зависимости от режима работы) 3, стрелочный показывающий прибор числа оборотов двигателя или оптимальной настройки топливной аппаратуры двигателя 4 (в зависимости от режима работы "Тахометр/Оптимизатор"), тумблер включения побудителя расхода анализируемого газа "Продувка" 5, переключатель режима работы "Тахометр/Оптимизатор" 7, переключатель режима работы газоанализатор/дымомер 8, регуляторы коррекции нуля "0-CO" и "0-CH" "Грубо и точно" 10 и 9 соответственно, кнопка контроля чувствительности прибора "Контроль" 11.

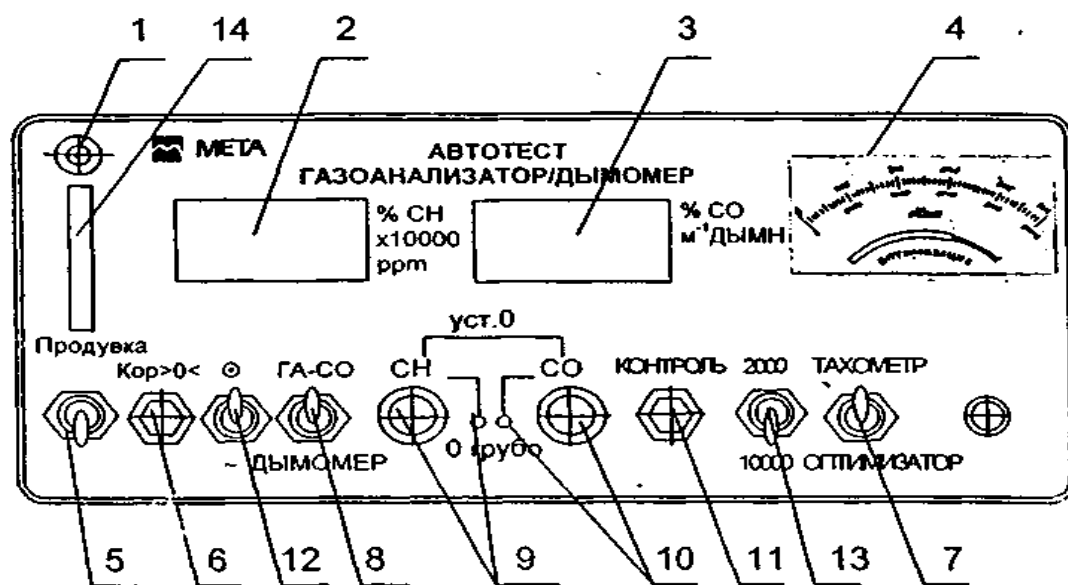


Рис. 2.1 – Внешний вид прибора (передняя панель)

На задней панели прибора размещены: тумблер включения питания 1, штуцер для подачи пробы газа в прибор "Вход" 2, штуцер для сброса газа из прибора "Сброс" 3, фильтр тонкой очистки газа 4 (крепится на направляющих планках, расположенных на задней панели), штуцера фильтра тонкой очистки "Вход" 5 и "Выход" 6, гнездо для подключения кабеля питания 7, гнездо для подключения кабеля тахометра 8, держатель предохранителя 9, гнездо для

подключения датчика дымомера 10.

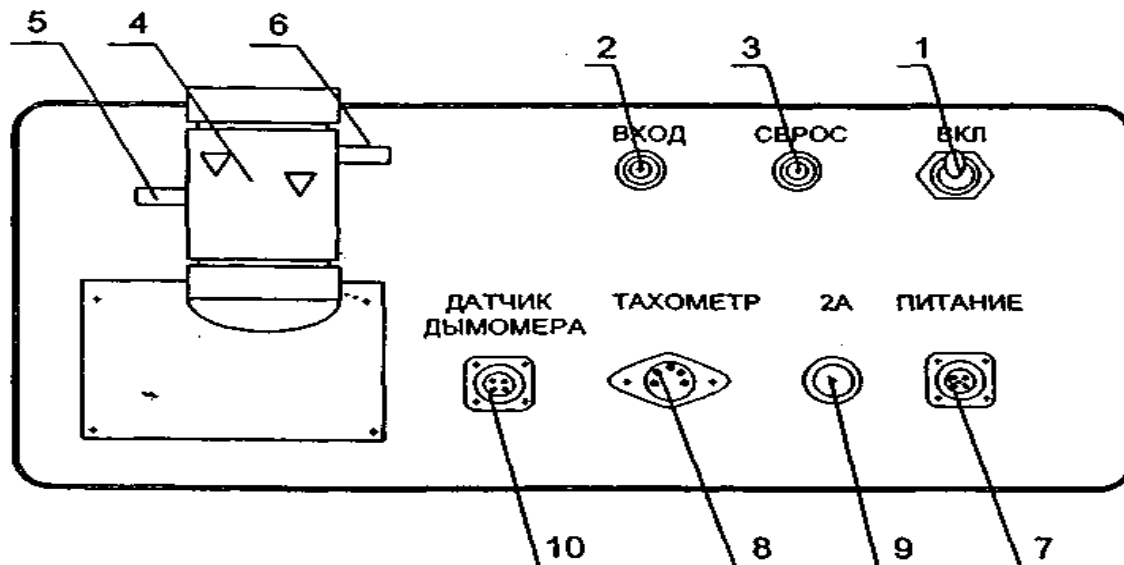


Рисунок 2.2 – Внешний вид прибора (задняя панель)

Прибор состоит из систем пробоотбора для карбюраторных и дизельных двигателей, системы пробоподготовки, блоков преобразования и индикации.

Описание функционирования газоанализатора

Система пробоотбора и пробоподготовки газоанализатора включает пробозаборник, совмещенный с фильтром грубой очистки, пробоотборный шланг, фильтр тонкой очистки.

При проведении измерений содержания окиси углерода и углеводородов анализируемый газ из выхлопной трубы автомобиля поступает в пробозаборник, снабженный зажимом для закрепления последнего. Из пробозаборной трубки проба газа поступает в фильтр грубой очистки, который предназначен для отделения жидких компонентов при охлаждении газа, пыли, сажи и других механических примесей. Далее проба газа доставляется по поливинилхлоридной трубке в прибор через входной штуцер фильтра грубой очистки, где производится дополнительная очистка газа в фильтре тонкой очистки и анализ компонентов газа в кювете оптического блока.

Модуляция инфракрасного излучения, прошедшего кювету, посредством вращающегося диска модулятора, снабженного тремя интерференционными фильтрами, формирует, на выходе фотоприемника последовательность

электрических импульсов. Амплитуда импульсов содержит информацию концентрации анализируемых компонентов газа. Усиленные и преобразованные логарифмирующими устройствами сигналы фотоприемника нормируются и отображаются показывающими индикаторами на лицевой панели прибора.

Импульсный сигнал, снимаемый с клеммы катушки зажигания автомобиля, преобразуется в последовательность прямоугольных импульсов, частота которых пропорциональна частоте вращения коленчатого вала автомобиля. Частота импульсов измеряется в канале тахометра и отображается I стрелочным показывающим прибором в положении «Тахометр» переключателя режима работы прибора. В положении переключателя режима работы «Оптимизатор» стрелочный индикатор отображает сигнал, пропорциональный сумме сигналов каналов измерения концентрации окиси углерода и углеводородов. Минимальное значение этого сигнала, достигаемое регулированием топливной аппаратуры двигателя автомобиля (например винтами "Токсичность" и "Питание"), соответствует оптимальной настройке по минимуму концентрации окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобиля. При этом достигается максимальная экономичность двигателя автомобиля.

3 Аппаратура и материалы

Автомобиль-лаборатория, прибор – газоанализатор концентрации окиси углерода, углеводородов и дымности – «АВТОТЕСТ СО-СН-Д», калькулятор.

4 Указания по технике безопасности

К работе с прибором допускаются лица, ознакомленные с настоящим паспортом и инструкцией по эксплуатации.

Запрещается сброс анализируемой пробы или поверочных газовых смесей в помещении. Перед проведением измерений на штуцер "СБРОС" наденьте резиновую или полиэтиленовую трубку с внутренним диаметром не менее 8 мм, а второй конец трубки выведите за пределы помещения. Длина отводящей

трубки не должна превышать 5 м.

При анализе отработавших газов автомобиля примите меры безопасности, исключающие его самопроизвольное движение.

Необходимо предусматривать общие требования защиты от воздействия отработавших газов автотранспортных средств на органы дыхания оператора.

5 Методика и порядок выполнения работы

5.1 Установить прибор на горизонтальной поверхности, тумблер режима работ переключить в положение "газоанализатор СО". Закрепить на задней панели фильтр тонкой очистки. Соединить коротким шлангом штуцер фильтра "Выход" и штуцер для подачи газа "Вход" прибора.

5.2 К разъему питания на задней панели подключить кабель питания К1 из комплекта принадлежностей. Ответные провода электрического кабеля питания К1 подключаются к автомобилю следующим образом: красный зажим – к клемме аккумулятора +12 В; черный зажим – к клемме аккумулятора – 12 В;

5.3 К гнезду "Тахометр" подключить кабель К2, зажимы которого подключаются к системе зажигания автомобиля в следующей последовательности: красный зажим – к клемме катушки зажигания, соединенной с прерывателем (электронным коммутатором); черный зажим – к корпусу автомобиля. При питании прибора от сети 220В необходимо блок питания соединить с прибором через разъем "ПИТАНИЕ" на задней панели, а затем подключить блок питания БПИ 220/12 к розетке сети 220В, 50Гц.

5.4 К штуцеру "ВХОД" 5 фильтра подключить пробоотборный шланг с пробозаборником.

5.5 Установить рычаг переключения передач (переключатель скорости для автомобилей с автоматической коробкой передач) в нейтральное положение.

5.6 Затормозить автомобиль стояночным тормозом.

5.7 Заглушить двигатель (при его работе).

5.8 Включить тумблер "Питание" 1 на задней панели прибора.

5.9 Включить тумблер "Продувка" 5 на 20 секунд и затем выключить. На цифровых индикаторах прибора должны установиться показания:

- по каналу СО $0,00 \pm 0,02$
- по каналу СН $0,000 \pm 0,002$

Если показания индикаторов отличаются от указанных необходимо выполнить коррекцию показаний регуляторами "О - СО" и "О - СН" грубо-точно, расположенных на лицевой панели.

5.10 Установить пробозаборник газоанализатора в выпускную трубу автомобиля на глубину не менее 300 мм от среза (до упора) и зафиксировать его зажимом.

5.11 Полностью открыть воздушную заслонку карбюратора.

5.12 Запустить двигатель. Увеличить частоту вращения вала двигателя до максимальной и проработать в этом режиме не менее 15с.

5.13 Установить минимальную частоту вращения вала двигателя и проработать в этом режиме не менее 20 с.

5.14 Включить тумблер "ПРОДУВКА" 5 на передней панели прибора, через 20-30 секунд выключить тумблер "ПРОДУВКА".

5.15 Считать показания на цифровых индикаторах передней панели прибора измеренных концентраций измеряемых компонентов: на правом индикаторе – значение концентрации окиси углерода; на левом индикаторе – значение концентрации углеводородов. Заглушить двигатель.

5.16 Вынуть пробозаборник газоанализатора из выпускной трубы автомобиля. Включить тумблер "ПРОДУВКА" и через 20-30 с выключить его. При этом прибор продувается атмосферным воздухом. На цифровых индикаторах должны установиться нулевые показания. При необходимости можно произвести коррекцию показаний индикаторов с помощью ручек регулировки "О-СН" и "О-СО" "точно".

5.17 Установить пробоотборный шланг газоанализатора в выпускную трубу автомобиля. Произвести повторное измерение концентраций анализируемых газов на повышенных оборотах двигателя.

5.18 Оформить результаты в виде таблицы (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Результаты эксперимента

Частота вращения коленчатого вала, об/мин	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Содержание CO, %						
Содержание CH, %						

5.19 Построить экспериментальные кривые состава отработавших газов от частоты вращения CO(n), CH(n).

5.20 Сделать выводы

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать:

6.1 Результаты эксперимента (таблица 5.1).

6.2 Экспериментальные кривые состава отработавших газов от частоты вращения CO(n), CH(n).

6.3 Выводы.

7 Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

7.1 Влияние автомобилизации на окружающую среду.

7.2 Токсичные компоненты отработавших газов.

7.3 Устройство и принцип работы газоанализатора

7.4 Влияние режима движения на состав отработавших газов.

Защита работы проводится в устной форме, состоит в предоставлении студентом правильно выполненного отчета по работе, коротком докладе и в ответах на вопросы представленных выше.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

Изучение характеристик экологической безопасности автомобиля с дизельным двигателем

1 Цель и содержание

Цель работы – закрепить знания о влиянии режима движения автомобиля на количество и состав отработавших газов автомобиля.

В результате выполнения работы студенты должны:

1. Ознакомиться с прибором – газоанализатором концентрации окиси углерода, углеводородов и дымности – «АВТОТЕСТ СО-СН-Д».
2. Экспериментально определить состав отработавших газов автомобиля с дизельным двигателем при различных режимах.
3. Построить экспериментальные кривые состава отработавших газов от нагрузки двигателя.
4. Определить соответствие установленным нормам выбросов (ГОСТ 17.2.2.03-87).

2 Теоретическое обоснование

Устройство и принцип работы прибора «АВТОТЕСТ СО-СН-Д»

Принцип действия дымомера.

Принцип действия прибора при измерении дымности отработавших газов основан на измерении степени ослабления светового потока непрозрачными частицами определенного слоя отработавших газов и преобразовании аналитического сигнала в единицы коэффициента поглощения, приведенного к длине фотометрической базы, с учетом теплового расширения газов по измеряемой температуре согласно выражения

$$K = -\frac{273+t}{273 \cdot L} \cdot \ln T \quad (2.1)$$

где: K – коэффициент поглощения;

L – физическая фотометрическая база (длина поглощающего слоя газа);

T – оптическое пропускание поглощающего слоя газа;

t – температура газа, °С.

На лицевой панели прибора (рисунок 2.1 лабораторная работа №8) размещены органы управления:

Органы управления дымомера: индикатор включения прибора 1, цифровой индикатор отображения концентрации дымности 3, кнопка коррекции нуля 6, переключатель режима работ (газоанализатор/дымомер) 8, переключатель режима измерений дымомера (текущее значение~/ пиковое значение 0) 12.

Описание функционирования дымомера.

Канал измерения дымности включает оптический датчик 2 и пробозаборник, выполненный в виде корпуса 3 и изогнутого патрубка 1 (рисунок 2.1).

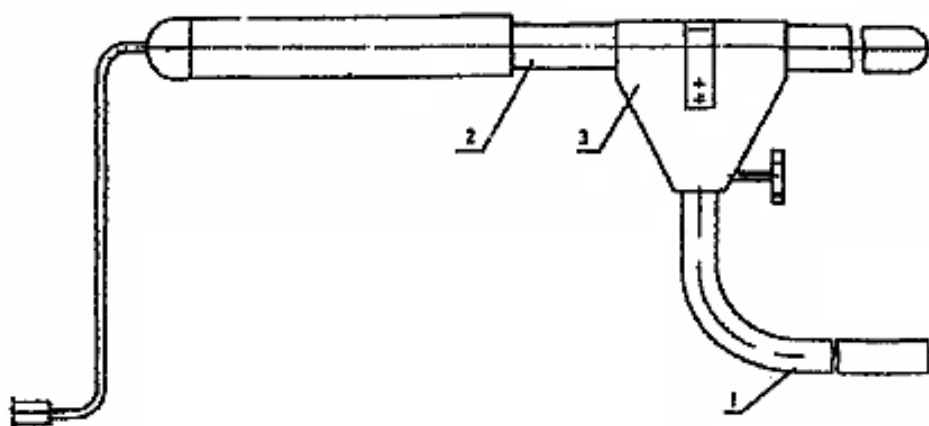


Рисунок 2.1 – Пробозаборная система дымомера

Пробозаборник устанавливается на оптическом датчике и служит для доставки отработавших газов от выпускной системы автомобиля до измерительного канала датчика

Оптический датчик (рисунок 2.2) содержит соосно расположенные излучатель 1 и фотоприемник 2 по обе стороны от измерительной камеры 3, выполненной в виде перфорированной отверстиями трубки, ограниченной диафрагмами 4 с центральными отверстиями. В измерительной камере расположен термодатчик 5, который служит для измерения температуры отработавших газов. Диафрагмы 4, патрубки 6,7, буферная камера 8 и дополнительные отверстия 9 буферных камер и воздушные каналы в патрубках 6,7 образуют систему защиты оптических элементов от загрязнений

компонентами отработавших газов, при этом обеспечивая стабильность эффективной фотометрической базы и однородность поглощающего слоя анализируемого газа. По воздушным каналам, расположенным в патрубках излучателя и фотоприемника через трубку доставки 10 подается воздух от компрессора прибора, который обеспечивает защитный поток, устраняющий воздействие анализируемого слоя газа на оптические элементы и защищает их от загрязнения в процессе эксплуатации. Защитный поток воздуха и компоненты анализируемого газа, поступающие через отверстия диафрагм, эвакуируются через отверстия буферных камер.

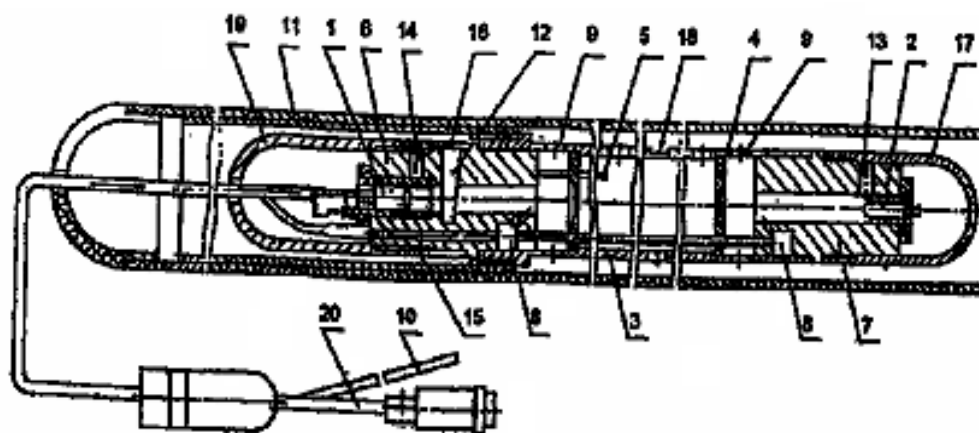


Рисунок 2.2 – Оптический датчик

Оптический датчик снабжен телескопической рукояткой 11. В патрубках излучателя 6 и фотоприемника 7 располагаются отверстия 12, 13, 14 для очистки оптических элементов. Одновременно отверстие 12 является пазом для установки контрольного светофильтра. В рабочем положении отверстия в трубке фотоприемника закрыты защитным кольцом 15 и шторкой 16, находящимися под первым звеном телескопической рукоятки 11, отверстия в трубке излучателя защитным колпачком 17. Перфорированная отверстиями трубка измерительного канала снабжена направляющим пазом 18 для установки пробозаборника. Электромонтаж оптического датчика закрыт защитным колпачком 19.

Алгоритм функционирования прибора при измерении дымности предусматривает измерение исходного светового потока Φ_0 , измерение светового потока Φ_x , ослабленного слоем газа, заключенного в измерительном

канале с концентрацией непрозрачных частиц x , вычисление оптического пропускания $T = \Phi_x / \Phi_o$, измерение температуры газа, вычисление коэффициента поглощения K_x путем логарифмирования исходных сигналов $K_x = 1/n \ln \Phi_x / \Phi_o$ с учетом коэффициента теплового расширения газа $f = (273 + t) / 373$.

Импульсное излучение излучателя, питаемого генератором прямоугольных импульсов, преобразуется в электрический сигнал фотоприемником и усиливается усилителем. Усиленный сигнал преобразуется логарифмирующим устройством в последовательность импульсов, длительность которых пропорциональна логарифму амплитуды исходных сигналов. Выходной сигнал логарифмирующего устройства умножается на усиленный сигнал термоэлектрического преобразователя перемножителем. Корректор базового отсчета производит установку начальных условий при замыкании контактов кнопки коррекции нуля SA1. Измерительный сигнал регистрируется пиковым детектором и отображается цифровым индикатором "СО/дымность". В режиме измерения текущих значений дымности пиковый детектор блокируется переключателем режима работы SA2.

3 Аппаратура и материалы:

Автомобиль-лаборатория, прибор – газоанализатор концентрации окиси углерода, углеводородов и дымности – «АВТОТЕСТ СО-СН-Д», калькулятор.

4 Указания по технике безопасности

К работе с прибором допускаются лица, ознакомленные с данной работой.

Запрещается сброс анализируемой пробы или поверочных газовых смесей в помещении. Перед проведением измерений на штуцер "СБРОС" наденьте резиновую или полиэтиленовую трубку с внутренним диаметром не менее 8 мм, а второй конец трубки выведите за пределы помещения. Длина отводящей трубки не должна превышать 5 м.

При анализе отработавших газов автомобиля примите меры безопасности,

исключающие его самопроизвольное движение.

Необходимо предусматривать общие требования защиты от воздействия отработавших газов автотранспортных средств на органы дыхания оператора.

5 Методика и порядок выполнения работы

5.1 Установить прибор на горизонтальной поверхности и переключить тумблер режима работ в положение "дымомер".

5.2 Собрать пробозаборную систему дымомера. Привести оптический датчик в рабочее положение, раздвинув телескопическую рукоятку до максимальной длины. Собрать пробозаборник. Установить изогнутую трубку в отверстие корпуса пробозаборника в положение перпендикулярном плоскости корпуса и зафиксировать это положение винтом.

5.3 Подключить оптический датчик к приборному блоку через разъем "Датчик дымомера" 8, расположенный на задней панели прибора, трубку доставки защитного потока воздуха к штуцеру "СБРОС".

5.4 Тумблер режима работ 8 переключить в положение "дымомер".

5.5 Включить тумблер питания 1 на задней панели прибора.

5.6 Установить переключатель режима измерений 12 в положение "текущее значение дымности" "~".

5.7 Нажать кнопку коррекции нуля "О", при этом на цифровом индикаторе прибора должно отобразиться значение $0,00 \pm 0,02$, затем кнопку отпустить.

5.8 Для измерения дымности отработавших газов в режиме свободного ускорения двигателя установить переключатель "~ / О" в положение "О" режима регистрации пиковых значений".

5.9 Включить тумблер продувки 5 на передней панели прибора.

5.10 Установить минимальную частоту вращения вала двигателя.

5.11 Ввести трубку пробозаборника в выпускную систему автомобиля на глубину прямолинейного участка, при этом оптический датчик дымомера должен быть расположен перпендикулярно потоку отработавших газов (ОГ). Быстро, но не резко нажать до упора педаль подачи топлива, увеличив тем

самым обороты до максимального значения. Считать установившееся показание прибора. Сбросить показания пиковых значений, переключив тумблер режима работ в положение-"~" (режим регистрации текущих значений) и обратно.

После каждой серии измерений дымности выдержать паузу 30-60 секунд для естественной вентиляции измерительного канала от остатков отработавших газов и произвести коррекцию нуля. Нажатие кнопки коррекции нуля в присутствии отработавших газов в оптическом датчике не допускается. За результат измерений принимаются показания прибора при последних ускорениях двигателя, как среднее арифметическое единичных измерений.

5.12 Для измерения дымности отработавших газов в режиме максимальной частоты вращения вала двигателя установить переключатель режима измерений 12 в положение – измерение текущих значений "~".

5.13 Нажать педаль подачи топлива до упора и через 15 секунд ввести в поток отработавших газов оптический датчик.

5.14 Результаты эксперимента представить в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Дымность двигателя в зависимости от частоты вращения.

Частота вращения коленчатого вала, об/мин	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Дымность К, %						

5.15 Построить экспериментальную кривую состава отработавших газов от нагрузки двигателя.

5.16 Сделать выводы.

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен содержать:

6.1 Результаты экспериментов (таблица 5.1);

6.2 Экспериментальную кривую состава отработавших газов от нагрузки двигателя.

6.3 Выводы о влиянии нагрузки на состав отработавших газов.

6.4 Выводы о соответствии установленным нормам выбросов (ГОСТ 17.2.2.03-87).

7 Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

7.1 Влияние удельного эффективного давления на состав отработавших газов.

7.2 Токсичные компоненты отработавших газов дизельных двигателей.

7.3 Устройство и принцип работы дымомера.

7.4 Методы снижения токсичности отработавших газов.

Защита работы проводится в устной форме, состоит в предоставлении студентом правильно выполненного отчета по работе, коротком докладе и в ответах на вопросы представленных выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. 1. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств: учеб. пособие для студ. высш. Учеб. завелений / А.И. Рябчинский, Б.В. Кисуленко, Т.Э. Морозова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006 – 432 с.
2. 2. Инструментальный контроль и государственный технический осмотр автотранспортных средств / Савич Е.А., Кручек А.С., Москва, 2008. — 409с.
3. 3. Вахламов В.К. Автомобили: эксплуатационные свойства : учебник для студ. вузов / В.К. Вахламов – М.: Академия, 2009. – 238 с.
4. 4. Вахламов В.К. Автомобили: конструкция и элементы расчёта : учебник / В.К. Вахламов – М.: Академия, 2008. – 480 с.
5. 5. Вахламов В.К. Конструкция, расчёт и эксплуатационные свойства автомобилей : учебн. пособие / В.К. Вахламов – М.: Академия, 2009. – 560 с.
- 6.
7. **Дополнительная литература**
8. 6. Афанасьев, Л. Л. Конструктивная безопасность автомобиля : учебник для вузов / Л. Л. Афанасьев, А. Б. Дьяков, В. А. Иларионов. – М. : Машиностроение, 1983. – 212 с. : ил. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 210
9. 7. Иванов, В. Н. Пассивная безопасность автомобиля / В. Н. Иванов, В. А. Лялин. – М. : Транспорт, 1979. – 304 с. – Библиогр.: с. 299-301
- 10.8. Ройтман, Б. А. Безопасность автомобиля в эксплуатации / Б. А. Ройтман, Ю. Б. Суворов, В. И. Суковичин. – М. : Транспорт, 1987. – 207 с. – Библиогр.: с. 204-205
- 11.9. Дьяков, А. Б. Экологическая безопасность автомобиля : учеб. пособие для вузов / А. Б. Дьяков, В. Н. Вздыхалкин, А. В. Рузский ; МО РФ, МАДИ. – М. : МАДИ, 1984. – 218 с. : ил.,табл. – Библиогр.: с. 216