



Министерство образования  
Республики Беларусь

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

**Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ  
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

**Лабораторные работы (практикум)**

**Минск 2008**

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ  
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Лабораторные работы (практикум)  
для студентов специальностей  
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»  
и 1-37 01 07 «Автосервис»

Минск 2008

**Составители:**

А.Д. Пашин, А.С. Сай, А.М. Расолько

**Рецензенты:**

А.В. Казацкий, Л.Н. Поклад

Проектирование, расчет и эксплуатация технологического оборудования: лабораторные работы (практикум) для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис» / сост.: А.Д. Пашин, А.С. Сай, А.М. Расолько. – Минск: БНТУ, 2008. – 36 с.

В издании изложены методические указания к лабораторным работам по изучению устройства, техническому обслуживанию и контролю стэнда для диагностирования тормозов автомобиля.

## **Введение**

Эксплуатация автомобилей, их техническое обслуживание и ремонт зависят от многих факторов, основные из них – это состояние производственно-технологической базы предприятий и наличие высококвалифицированных кадров. Автотранспортные предприятия страны все больше оснащаются диагностическим оборудованием, в том числе импортным, его надежная эксплуатация может быть обеспечена только при своевременном и качественном обслуживании, метрологическом контроле точности и достоверности показаний приборов.

### **Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ**

Перед выполнением лабораторных работ студенты должны ознакомиться с правилами по технике безопасности (ТБ) и противопожарной безопасности на рабочих местах и расписаться в журнале. Преподаватель, проводящий инструктаж по ТБ и пожарной безопасности, делает в журнале соответствующую запись. На рабочих местах студентов должны быть инструкции по ТБ.

При работе с электрооборудованием студенты обязаны выполнять правила электробезопасности и пользоваться предусмотренными защитными средствами.

Работать с приборами и оборудованием студенты могут только с разрешения и под наблюдением преподавателя.

Студентам без разрешения преподавателя запрещается включать стенды, приборы и механизмы. К лабораторным занятиям допускаются студенты, овладевшие порядком выполнения работ и правилами ТБ.

## Лабораторная работа № 1

### УСТРОЙСТВО, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОВЕРКА ТОРМОЗНОГО СТЕНДА К 486

**Цель работы:** изучить устройство, правила поверки и технического обслуживания (ТО) стенда для диагностирования тормозов автомобилей.

#### Общие положения

Стенды тормозные моделей К 486, К 486А, К 486Б предназначены для контроля эффективности тормозных систем автомобиля массой до 2000 кг в снаряженном состоянии и шириной колеи 1100...1500 мм в условиях автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания (СТО).

*Марки автомобилей, обеспечиваемые поверкой:*

легковые: ЗАЗ-1102, ВАЗ-2108, ВАЗ-2109, ВАЗ-2110, «Москвич - 2141», ГАЗ-2410, ГАЗ-3110, а также автомобили иностранного производства;

полноприводные среднего типа: ГАЗ-3151, ВАЗ-2121;

автобусы: УАЗ-2206.

Для диагностирования тормозных систем автомобилей могут применяться стенды следующих марок: КИ-499В, КИ-8925, КИ-8944, «Voas-7518».

Стенды предназначены для эксплуатации на выделенных для этих целей территориях автотранспортных предприятий, электрические сети которых не связаны с сетями жилых домов. Стенды обычно соответствуют классу защиты I по ГОСТ 12.2007-0-75. Помещения, в которых устанавливаются стенды, оборудуются вентиляцией, первичными средствами пожаротушения в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.021-75 и ГОСТ 12.4.009-75.

#### Техническая характеристика стенда К486

Начальная скорость торможения, имитируемая на стенде, км/ч	2 (не менее)
Диапазон изменения тормозной силы на одном колесе, кН	0 ... 5
Пределы допускаемой погрешности, %	±4

Коэффициент осевой неравномерности стэнда, включения табло «Неравномерность»	0,09 ... 0,13
Диапазон измерения силы, создаваемой на педали тормоза, Н	0 ... 600
Пределы допускаемой приведенной погрешности, не более, %	±5
Производительность стэнда при работе с одним оператором, автомобилей/ч:	
автоматический режим	40
ручное управление	10
Мощность, потребляемая стэндом, кВт	14
Давление в сети сжатого воздуха, мПа	0,5
Общая масса стэнда, кг	580

### **Меры безопасности при работе на стэнде К486**

Работать на неисправном стэнде ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

К работе по обслуживанию и проведению профилактических работ допускаются студенты, изучившие необходимую документацию.

Блоки роликов I и II, стойка приборная должны быть заземлены. Работа на стэнде с неисправным заземлением не допускается.

Профилактический осмотр, ремонт, ТО и другие операции, не связанные с измерениями в электрической схеме стэнда, должны производиться после отключения от общей электрической сети.

При проведении проверочных работ оператор, работающий с приборной стойкой, должен стоять на резиновом коврике.

### **Содержание работы**

При выполнении работы необходимо изучить устройство, принцип действия основных элементов, органы управления стэндом, провести подготовительные операции технического обслуживания и подготовку устройства к работе, освоить методику и осуществить функциональную, а также метрологическую поверку стэнда.

### **Оборудование**

На рабочем месте должны быть стэнд тормозной автоматизированный модели К 486, микрометр МК 200 (ГОСТ 6507–80); штангенглубиномер ШГ-250 ГОСТ 162–80; штангенциркуль ШЦ1-125-0,1 ГОСТ 166–80;

штангенциркуль ШЦ ГП-0,1-250-630 ГОСТ 169-80; нажимное устройство К 486.00.00.800; динамометр ДОСМ-3-2 ГОСТ 9500-84 с погрешностью 0,5 % от измеряемой величины.

Вместо указанных приборов и измерительных инструментов допускается применение других средств, обеспечивающих измерение контролируемых параметров с достаточной степенью точности.

### Порядок выполнения работы

#### Изучение устройства и принципа действия стенда

Тормозной стенд содержит опорное устройство, в которое входят два блока роликов, стойку приборную, силоизмерительное устройство. Кроме того, стенд исполнения К 486Б комплектуется полуэстакадой, состоящей из четырех трапов.

Структурная схема стенда приведена на рис. 1.1.

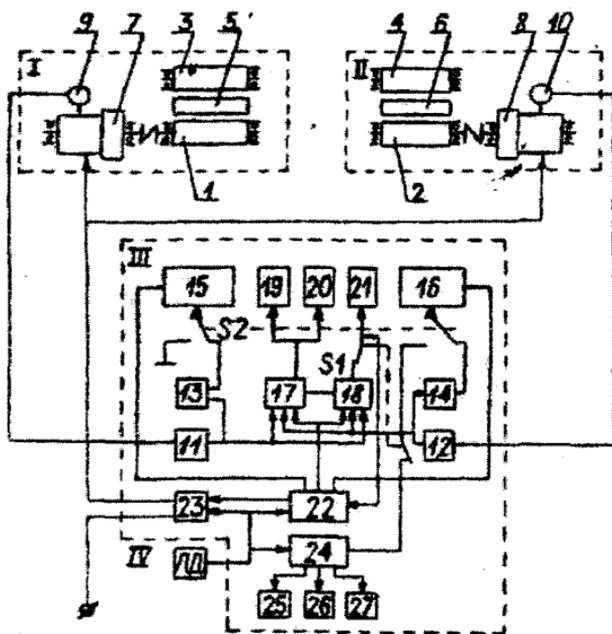


Рис. 1.1. Структурная схема стенда К 486:

S1 – переключатель «Автомат»; S2 – переключатель «Норма»; I, II – блоки роликов; III – стойка приборная; IV – пульт дистанционного управления; 1, 2 – ролики ведущие; 3, 4 – ролики поддерживающие; 5, 6 – подъемники; 7, 8 – мотор-редукторы; 9, 10 – датчики УСПП; 11, 12 – усилители УСПП; 13, 14 – фильтры; 15, 16 – цифровые приборы; 17 – компаратор неравномерности; 18 – компаратор суммы; 19, 20 – табло «Неравномерность»; 21 – табло «Годеж»; 22 – плата управления; 23 – силовой щит; 24 – генератор опорных напряжений; 25, 26, 27 – табло режимов измерения

При проверке тормозов колёса одной из осей автомобиля устанавливаются на ролики 1, 3, 2, 4 блоков роликов I и II.

Ролики 1, 2 приводятся во вращение с заданной скоростью от балансирно подвешенных мотор-редукторов 7 и 8. При торможении колес возникающие реактивные мощности передаются на датчики (ДСТ 1778) 9 и 10 силоизмерительных систем. Датчики вырабатывают электрические сигналы, пропорциональные тормозной силе на каждой паре роликов. Затем сигналы поступают на компаратор неравномерности 17 и компаратор силы 18, а через фильтры 13, 14 – на цифровые приборы 15, 16, которые показывают тормозные силы (в кН) на поверхности колес транспортного средства.

Автоматический выключатель обеспечивает включение-отключение стенда и защиту от короткого замыкания и перегрузок. Пускатель стенда управляется контактами специального реле, которое коммутирует цепь питания мотор-редукторов 7, 8. Силовая цепь стенда имеет переключатели реверса, которыми можно отключать каждый мотор-редуктор или переключать его фазы. Питание стенда производится разделительным трансформатором напряжений 220 В и подается на трансформатор и приборы напряжением 5 В на индикаторную лампу «Сеть» 24 В, на реле, которые включают и выключают делитель опорного напряжения и лампы режимов работы.

Если сумма сигналов, поступающих с компараторов неравномерности 17 и суммы 18, больше опорного напряжения, на табло высвечивается надпись «Годен». Если их разница больше опорного напряжения, высвечивается табло неравномерности левой 19 или правой стороны 20 (в зависимости от знака разницы).

В автоматическом режиме сигнал компаратора суммы включает плату управления 22, которая через 1,0...1,5 с подает сигналы остановки испытания, поступающие на цифровые приборы и силовой щит 23. Таким образом, цифровые приборы и световые табло компараторов зафиксируют свои показания, а мотор-редукторы отключаются.

Если в конце испытания срабатывает компаратор неравномерности, то компаратор суммы возвратится в исходное состояние, табло «Годен» погаснет. Опорные сигналы на компараторы 17, 18 подаются с генератора напряжений 24, который выдает три ступени напряжения, включение каждой из которых индифицируется световым табло режимов измерения 25, 26, 27.

Для контроля и установки опорных напряжений необходимо перевести переключатель S2 в соответствующее положение, при этом

вход цифрового прибора 15 замкнется на общий провод, а на вход платы управления 22 будет подана часть опорного напряжения, соответствующая показаниям цифрового прибора тормозной силы. Опорное напряжение регулируется на каждом режиме работы своим переменным резистором. Последовательный переход от одного режима измерения к другому осуществляется при включении силовой цепи мотор-редукторов с пульта дистанционного управления IV (ПД). При этом схема платы управления автоматически возвращается в исходное состояние.

При неавтоматическом режиме работы ключ S1 размыкается, световое табло, генератор опорных напряжений и плата управления отключаются. Приборы работают непрерывно, а включение и отключение мотор-редукторов производится с пульта дистанционного управления.

Опорные устройства предназначены для вращения колес и восприятия тормозных сил автомобиля. Основным элементом опорных устройств является блок роликов.

Блок роликов включает мотор-редуктор 1 (рис. 1.2), ведущий 2 и поддерживающий 3 ролики, датчик силоизмерительной системы 4, рычаг 5. Ролики и мотор-редуктор установлены с помощью специальных опор 6 на раму 7. В левом блоке роликов размещены клеммная коробка 8 и пневмораспределитель 9. В целях безопасности исполнителей и защиты конструкции от загрязнений блоки роликов закрыты крышкой 10 и трапом 11.

Для обеспечения съезда автомобиля с роликов каждый блок оснащен подъемником 12. Управление ими осуществляется кнопкой «Подъемник», расположенной на пульте дистанционного управления. При нажатии на кнопку напряжение подается на электромагнит пневматического распределителя, который срабатывает и соединяет магистраль сжатого воздуха с пневмокамерами, в результате чего подъемные площадки поднимаются, обеспечивая удобный и безопасный въезд (выезд) автомобиля. При этом ролики затормаживаются специальными тормозными колодками.

При нажатии на кнопку «Стоп» напряжение отключается, золотник распределителя с помощью пружины возвращается в исходное положение, вследствие чего разъединяется магистраль сжатого воздуха, полости высокого давления пневмокамер соединяются с атмосферой, а подъемники под собственным весом опускаются и затормаживают ролики.

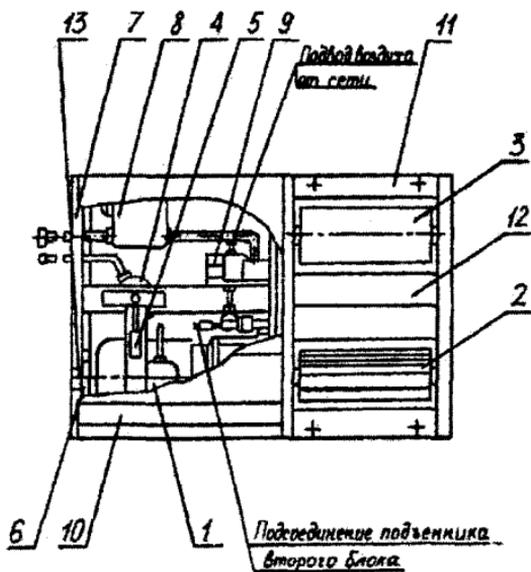


Рис. 1.2. Блок роликов:

- 1 – мотор-редуктор; 2 – ведущий ролик; 3 – поддерживающий ролик;  
 4 – датчик силоизмерительной системы; 5 – рычаг; 6 – опоры; 7 – рама;  
 8 – клеммная коробка; 9 – пневмораспределитель; 10 – крышка;  
 11 – трап; 12 – подъемник; 13 – болт заземления

Стойка приборная (рис. 1.3) состоит из силового шкафа 13, блока приборов 8 и пульта дистанционного управления 11.

В силовом шкафу расположены шасси 1 и кассета 4, которые крепятся к каркасу шкафа винтами. На шасси установлены реле, трансформаторы, предохранители, магнитный пускатель, блок зажимов 2 для подключения стойки приборной к сети, разъем 14 для подключения опорного устройства. В кассете расположены печатные платы и преобразователи ПА-1.

На правой боковой стойке установлены крючки для подвешивания пульта дистанционного управления и намотки его кабеля, болт заземления 15. Спереди и сзади силовой шкаф закрывается крышками 3. Сверху крышек устанавливается съемный резиновый коврик 10. В основании силового шкафа имеются отверстия для установки приборной стойки на фундаментные болты.

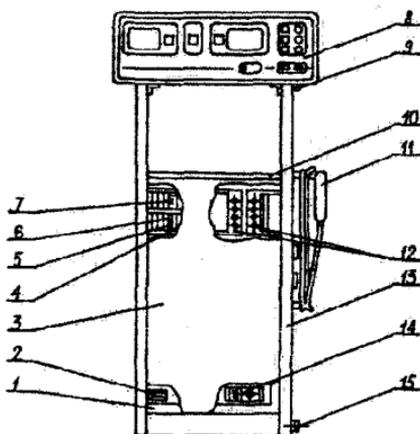


Рис. 1.3. Схема приборной стойки:

1 – шасси; 2 – блок зажимов; 3 – крышка; 4 – кассета; 5 – потенциометр R20; 6 – потенциометр R16; 7 – потенциометр R15; 8 – блок приборов; 9 – разъем выхода на ВУ; 10 – коврик; 11 – пульт дистанционного управления; 12 – преобразователь ПА-1; 13 – силовой шкаф; 14 – разъем подключения опорного устройства; 15 – болт заземления

Блок приборов состоит из каркаса, лицевой, задней панелей и верхней крышки. На каркасе установлен разъем 9 выхода на внешние устройства (ВУ). К разъему 9 можно подключить регистрирующую аппаратуру с длиной передающего кабеля не более 2 м и с входным сопротивлением не менее 100 кОм.

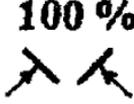
Доступ к приборам осуществляется через съемную заднюю панель. Расположение органов управления, средств индикации и сигнализации на приборной стойке приведено на рис. 1.4, а их символы и функциональное назначение – в табл. 1.1.

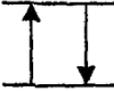
Таблица 1.1

Наименование, назначение и символы органов управления приборной стойки и пульта дистанционного управления

Наименование	Назначение	Символы
1	2	3
Выключатель «Сеть»	Автоматический выключатель в положениях: «Выключено» «Включено»	О I

1	2	3
Переключатель режима «АВТОМАТ»	Включение и отключение автоматизированного режима	
Лампа «Сеть»	Световой индикатор включения сети	380 V
Правое табло «Неравномерность»	Световые индикаторы превышения допустимого значения коэффициента осевой неравномерности для проверяемой оси из-за меньшей тормозной силы на правой стороне	X
Табло «Годен»	Световой индикатор нормативной тормозной силы, развиваемой проверяемым автомобилем	
Левое табло «Неравномерность»	Из-за меньшей тормозной силы на левой стороне	X
Цифровые приборы		
Ручка «Передняя ось»	Ручка для установки нормативного значения тормозной силы передней оси автомобиля	
Табло режима измерения «Передняя ось»	Световой индикатор белого цвета включения нормативного значения тормозной силы передней оси	

1	2	3
Ручка «Задняя ось»	Ручка для установки нормативного значения тормозной силы задней оси автомобиля	
Ручка «Ручной тормоз»	Ручка для установки нормативного значения тормозной силы стояночного тормоза	
Табло режима измерения «Задняя ось»	Световой индикатор синего цвета включения нормативного значения тормозной силы задней оси автомобиля	
Табло режима измерения «Ручной тормоз»	Световой индикатор зеленого цвета включения нормативного значения тормозной силы стояночного тормоза	
Кнопка «Норма»	Включение и отключение приборов для измерения устанавливаемого (установленного) нормативного значения тормозной силы	
Переключатель реверса «Блока I». Переключатель реверса «Блока II»	Включение прямого или обратного направления вращения роликов «Блока I» и «Блока II», отключение привода «Блока I» и «Блока II»	

1	2	3
Кнопка «Пуск»	Включение приводов роликов и последовательное переключение режимов измерения	(○)
Кнопка «Стоп»	Включение приводов блоков роликов или пневмораспределителя подъемников	○
Кнопка «Подъемник»	Включение пневмораспределителя подъемников	

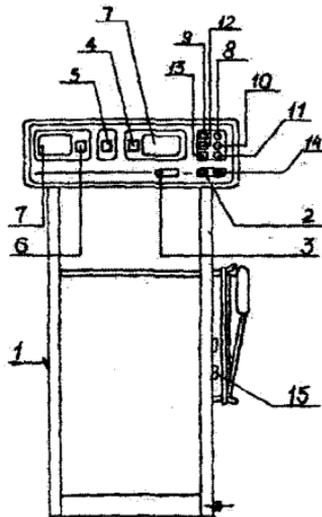


Рис. 1.4. Органы управления и индикации:

1 – автоматический выключатель «Сеть»; 2 – переключатель «Автомат»; 3 – лампа «Сеть»; 4 – правое табло «Неравномерность»; 5 – табло «Годеи»; 6 – левое табло «Неравномерность»; 7 – цифровые приборы; 8 – ручка «Передняя ось»; 9 – табло режима измерения «Передняя ось»; 10 – ручка «Задняя ось»; 11 – ручка «Ручной тормоз»; 12 – табло режима измерения «Задняя ось»; 13 – табло режима измерения «Ручной тормоз»; 14 – кнопка «Норма»; 15 – переключатель реверса блоков

Устройство силоизмерительное – педаметр (рис. 1.5) состоит из корпуса 1, крышки 6, мембраны 7, штока 5 и манометра 3, который служит указателем силы. Внутренние полости корпуса и манометра соединены между собой трубкой 2 и заполнены тормозной жидкостью. Корпус 1 с помощью пружинного захвата 4 фиксируют на педали тормоза, а манометр подвешивают на рулевое колесо.

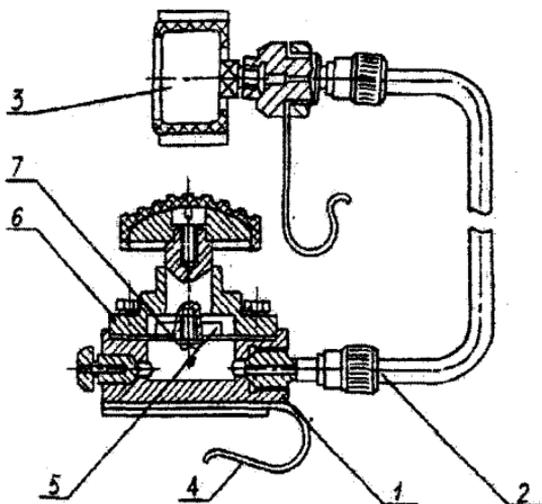


Рис. 1.5. Устройство силоизмерительное:

1 – корпус; 2 – трубка; 3 – манометр; 4 – захват пружинный; 5 – шток; 6 – крышка;  
7 – мембрана

При нажатии на педаль тормоза через силоизмерительное устройство в полости корпуса 1 создается давление, пропорциональное приложенной силе, которое контролируется по манометру 3.

### Подготовка тормозного стенда к поверке

Методика поверки тормозных стендов предполагает наличие технических средств и стандартных условий, таких как температура окружающей среды ( $20 \pm 5$  °С), относительная влажность воздуха ( $65 \pm 15$  °С) стабильное питание электрической сети 380 В  $\begin{smallmatrix} +10 \\ -15 \end{smallmatrix}$  %, частота переменного тока  $50 \pm 1$  Гц.

Перед началом выполнения работы по поверке стенда необходимо выполнить операции технического обслуживания тормозного стенда и проверить функционирование его основных элементов.

Операции технического обслуживания предполагают выполнение следующих работ по ежедневному обслуживанию (ЕО). Перед началом работы необходимо проверить исходное положение и четкость фиксации органов управления и установку нуля (показания на регистрирующих приборах при включенном стенде без нагрузки на роликах не должны превышать 0,10 кН).

По окончании работы производится удаление грязи, следов масла и влаги со стенда.

Один раз в квартал:

выполняются все работы, связанные с ЕО, а также проверяется уровень масла ТАП-15В в мотор-редукторах;

производится смазка подшипников всех опор стенда консистентной смазкой;

в обязательном порядке проверяются крепление опор роликов и заземляющие провода;

проверяется надежность крепления узлов стенда, при необходимости подтягиваются крепежные элементы;

зачищаются и подкрашиваются места повреждений покрасочных покрытий.

Необходимо провести осмотр монтажа электрической схемы и произвести следующие работы:

проверку надежности крепления элементов, состояния паек, контактных соединений, изоляционных деталей;

удаление пыли.

Техническое обслуживание измерительных цифровых приборов производят в соответствии с требованиями паспорта на тормозной стенд.

### **Проверка стенда**

После выполнения операций по техническому обслуживанию необходимо проверить реализацию функций стенда в следующей последовательности:

- отключить напряжение питания стенда;
- снять крышки над мотор-редукторами блоков роликов, если они не были сняты ранее;
- установить устройство нажимное на один из блоков роликов, руководствуясь схемой (рис. 1.6);
- кнопкой «Сеть» включить напряжение питания и стенд.

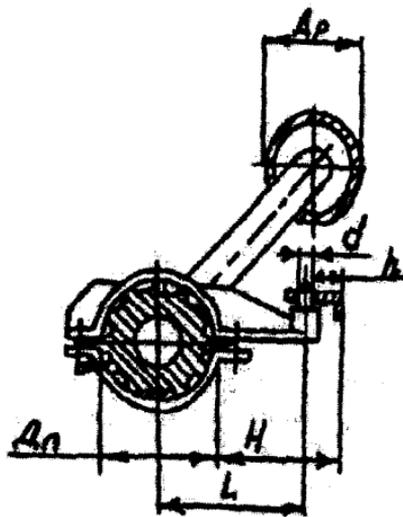


Рис. 1.6. Принципиальная схема измерения элементов стенда при расчетах коэффициента пропорциональности:

$D_p$  – действующий диаметр ведущего ролика;  $L$  – длина рычага;  $D_n$  – диаметр проточки на электродвигателе мотор-редуктора;  $d$  – действительный диаметр упора;  $h$  – действительное расстояние до упора;  $H$  – действительное расстояние от уголка до проточки на электродвигателе

Время готовности после подключения напряжения питания кнопкой «Сеть» – не менее 30 мин. Блоки роликов при этом должны быть отключены переключателями реверса;

- включить автоматизированный режим и для каждого режима измерения установить нормативное значение  $3 \pm 0,05$  кН;

- подключить блоки роликов переключателями реверса;

- включить приводы роликов кнопкой «Пуск». Ролики должны вращаться по часовой стрелке, если смотреть на опорное устройство со стороны стойки приборной. В случае несоответствия направления вращения роликов, изменить их вращение переключателями реверса;

- показания на цифровых приборах при работе стенда на холостом ходу не должны превышать 0,1 кН;

- приложением силы к рычагам привода убедиться в работоспособности УСТП по изменениям показаний приборов.

Рассчитать коэффициент пропорциональности для каждого блока роликов по формуле

$$K = \frac{2L}{D_p},$$

где  $D_p$  – действующий диаметр ведущего ролика, измеренный в месте наибольшего износа с точностью 0,1 мм;

$L$  – длина рычага, рассчитанная по формуле

$$L = \frac{D_n - d}{2} + H - h,$$

где  $D_n$  – диаметр проточки на электродвигателе мотор-редуктора, равный 211,75 мм;

$d$  – действительный диаметр упора, мм;

$h$  – действительное расстояние до упора, мм;

$H$  – действительное расстояние от уголка до проточки на электродвигателе (рис. 1.6).

Коэффициент пропорциональности должен быть равным  $25 \pm 0,025$ .

Коэффициент неравномерности, при котором высвечивается световое табло, определить в следующей последовательности:

- включить автоматизированный режим;
  - установить шток К 486.00.00.001 в нажимное устройство на каком-либо из роликов (рис. 1.7);
  - к датчику приложить силу, равную значению, при котором высветится надпись «Неравномерность»;
  - то же самое повторить для другого датчика блока роликов.
- Определить коэффициент осевой неравномерности

$$K_n = \frac{P_{т\ лев} - P_{т\ прав}}{N_t},$$

где  $P_{т\ лев}$  – показания левого прибора высвечивания левого (правого) табло;

$P_{т\ прав}$  – показания правого прибора высвечивания правого (левого) табло;

$N_t$  – нормальное значение силы.

Коэффициент осевой неравномерности срабатывания табло «Неравномерность»  $K_n$  должен быть в пределах 0,09 ... 0,13.

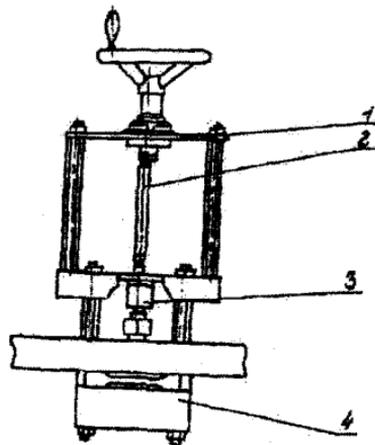


Рис. 1.7. Схема устройства для проверки табло «Неравномерность»:  
 1 – нажимное устройство К 486.00.00.800; 2 – шток К 486.00.00.01; 3 – рычаг привода; 4 – датчик силоизмерительной системы

Проверить точность индикации светового табло «Годен» в следующей последовательности: к датчикам приложить силу, равную моменту срабатывания табло «Годен», и суммировать показания приборов. Срабатывание табло «Годен» должно быть в пределах  $N_T \pm 0,1$  кН.

Определить приведенную погрешность измерений тормозной силы в следующей последовательности:

- установить динамометр на проверенный блок роликов (рис. 1.8);
- включить неавтоматизированный режим работы стенда;
- вращением рукоятки маховика по часовой стрелке последовательно приложить к датчику силу 400, 800, 1200, 1600, 2000 Н;
- записать показатели с цифрового прибора в каждой точке;
- значение приведенной погрешности определить по формуле

$$D = \frac{P_2 - KP_1}{5,0} 100 \%,$$

где  $D$  – приведенная погрешность;

$P_1$  – значение силы, прикладываемой к датчику, кН;

$P_2$  – показания цифрового прибора, кН;

$K$  – коэффициент пропорциональности;

5,00 – верхний предел измерения тормозной силы.

Максимальная приведенная погрешность должна быть не более  $\pm 4$  %.

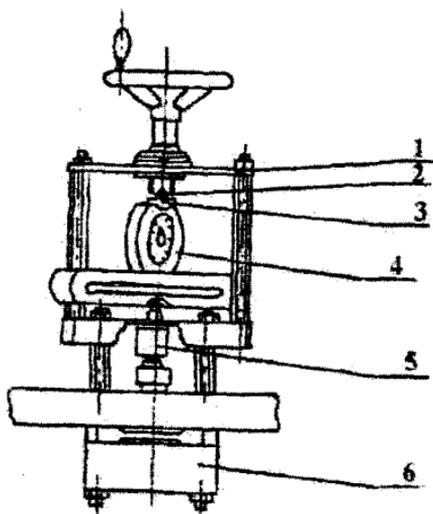


Рис. 1.8. Схема устройства и установки динамометра на блок роликов:  
 1 – нажимное устройство К486.00.00.800; 2 – шариковая опора образцового динамометра; 3 – шайба образцового динамометра; 4 – динамометр образцовый ДОСМ-5-0,2; 5 – рычаг привода; 6 – датчик силоизмерительной системы

Определение приведенной погрешности измерения силы, создаваемой на педали тормоза автомобиля, производится с помощью специального устройства, основным элементом которого является образцовый динамометр ДОСМ-3-1 (ГОСТ 8500–84) с пределами измерения от 0 до 1,0 Н и погрешностью не более 0,5 % от измеряемой величины.

Порядок проведения поверки следующий:

- установить силоизмерительное устройство, как указано на рис. 1.9;
- вращением рукоятки маховика по часовой стрелке последовательно к силоизмерительному устройству приложить силы, равные 0,2; 0,4; 0,6 МПа по показаниям манометра;
- считать и записать соответствующие показания силы на образцовом динамометре.

Значение допускаемой приведенной погрешности определить по формуле

$$D_1 = \frac{P_1 - P_2}{0,6} 100 \%,$$

где  $D_1$  – допускаемая приведенная погрешность;

$P_1$  – показания манометра, МПа;

$P_2$  – значение силы, Н, прикладываемой к датчику, и измеренное динамометром, пропорционально приведенное к показаниям манометра, МПа;

0,6 – верхний предел измерения, МПа.

Максимально приведенная погрешность должна быть не более  $\pm 5\%$ .

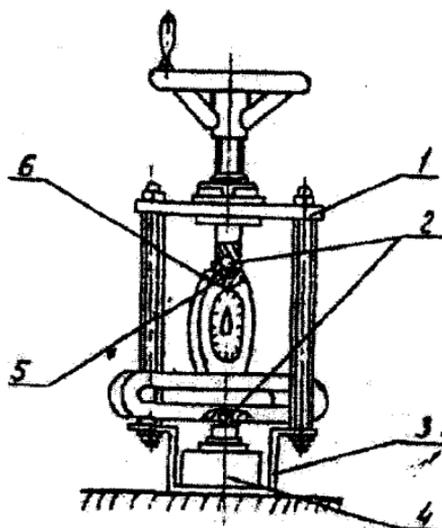


Рис. 1.9. Схема приспособления и монтажа силоизмерительного устройства:

- 1 – устройство нажимное; 2 – шариковые опоры образцового динамометра; 3 – подставка К 486.00.00.005; 4 – устройство силоизмерительное; 5 – шайба образцового динамометра; 6 – динамометр образцовый ДОСМ-3-0,1

## Содержание отчета

1. Результаты определения метрологических характеристик тормозного стенда.
2. Заключение о техническом состоянии стенда с перечнем выявленных неисправностей и предложениями по их устранению.

## Литература

Крещук, В.В. Метрологическое обеспечение эксплуатации сложных изделий / В.В. Крещук. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 200 с.

## Лабораторная работа № 2

### УСТРОЙСТВО, ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОВЕРКА ТЯГОВОГО СТЕНДА К 485 БМ

**Цель работы:** изучение конструкции, принципа действия, правил эксплуатации, профилактического ремонта и поверки стенда.

#### Общие положения

Диагностирование мощностных характеристик двигателей, трансмиссий автомобилей осуществляется как в дорожных, так и в стационарных условиях.

Тяговое усилие, развиваемое автомобилем в эксплуатации, определяется с помощью специальных динамометрических устройств и тележек, оснащенных механическими, гидравлическими, электродинамическими и другими тормозными нагрузителями.

Для измерения тягового усилия, развиваемого автомобилем в дорожных условиях, применяют механические, гидравлические и другие динамометры, устанавливаемые между прицепным устройством автомобиля и нагрузителем.

Любой способ диагностирования в дороге при нормальных, стандартных условиях обладает высокой степенью точности и достоверности полученной информации. Однако этот способ редко применяется из-за сложности содержания дорожного покрытия, особенно в зимних условиях, и других факторов.

При диагностировании автомобилей в стационарных условиях используется физический принцип обратимости, заключающийся в том, что испытываемый автомобиль устанавливается неподвижно, «дорога» движется. В качестве «дороги» используются резиновые, металлические ленты, ролики (барабаны) большого диаметра, которые соединяются с тормозными устройствами.

Величину тягового усилия на ведущих колесах автомобиля определяют в основном тремя методами:

по величине тормозного или крутящего момента на валах барабанов;

величине силы, удерживающей автомобиль на стенде;

величине крутящего момента на колесах автомобиля.

Последний метод в условиях автотранспортных предприятий применяется очень редко.

Наибольшее распространение получили стенды, имеющие один, два и более роликов. Однороликовые стенды проще в изготовлении, однако по сравнению с многороликовыми стендами обладают рядом недостатков, а именно: при малом диаметре роликов не обеспечивают точное измерение тяговой силы, а также устойчивое положение автомобиля на стенде.

В некоторой степени устранить эти недостатки позволяют стенды с числом роликов два и более. Ролики изготавливают в виде отдельных блоков, которые входят в состав опорно-воспринимающих устройств. Кроме блока роликов в опорно-воспринимающие устройства обычно монтируют средства для обеспечения съезда и выезда автомобиля, а также различные тормозные и другие устройства.

В настоящее время применяются гидравлические, механические, электромагнитные, электростатические, электродинамические, с использованием магнитотвердеющих жидкостей и другие тормозные устройства. Наиболее стабильное тормозное воздействие создают электродинамические тормозные устройства и устройства на магнитотвердеющих жидкостях. Тормозные устройства на магнитотвердеющих жидкостях имеют малые габариты, позволяют получить практически любой режим нагружения, обладают высокой надежностью в работе.

Несмотря на это, наибольшее распространение получили стенды с электродинамическим торможением, такие как КИ 4586 для грузовых и К 409 М – для легковых автомобилей, а также стенды зарубежных фирм «Бош», «Лейкок», «Мюллер-Бем» и др.

Стенд модели 485 БМ предназначен для определения в условиях АТП и СТО технического состояния автомобиля и трансмиссии легковых автомобилей, микроавтобусов и грузовых автомобилей, имеющих в снаряженном состоянии массу до 4000 кг, с колеями ведущих колес от 700 до 1650 мм.

Он представляет собой стационарный роликовый силовой стенд с автоматическим регулированием нагрузки ведущих колес автомобилей и электрическим индукторным тормозом при заданной постоянной скорости движения. Измерение тяговой силы ведущих колес и скорости осуществляется стрелочными измерительными приборами.

Измерение пути разгона автомобиля и пути выбега осуществляется автоматически включаемым цифровым прибором.

## **Технические данные стенда 485 БМ**

<b>Диапазон измерений:</b>	
- тяговой силы, Н (кН)	0...2500 (0...2,5)
- скорости автомобиля, км/ч	0...160
- пути разгона и выбега, м	0...999
- Среднее время проверки одного автомобиля, мин	5
- Потребляемая мощность, кВт	3
- Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /с	1
- Масса, кг	1330

### **Меры безопасности при работе на стенде 485 БМ**

К работе на стенде допускаются студенты, прошедшие инструктаж и изучившие правила безопасной работы на стенде.

Все работы по обслуживанию, ремонту, проверке и осмотру осуществляются только при отключении стенда от электрической сети питания.

Перед выполнением лабораторной работы необходимо убедиться в том, что опорное устройство, приборная стойка, вентилятор надежно заземлены, а опорные ролики легко вращаются в опорах.

На передние колеса автомобиля для предотвращения его произвольного съезда со стенда должны быть установлены упоры.

#### **ЗАПРЕЩАЕТСЯ!**

Работать на неисправном стенде.

При работе стенда находиться впереди автомобиля, возле автомобиля, в зоне опорных роликов и осмотровой канаве.

Студент, исполняющий роль оператора, должен стоять у приборной стойки на резиновом коврике, быть предельно внимательным и готовым к остановке и отключению стенда от электрической сети.

### **Содержание работы**

В процессе выполнения работы необходимо изучить устройство, принцип работы, ознакомиться с органами управления стенда, освоить методику, выполнить предварительные операции подготовки стенда к проверке, произвести функциональную поверку и оценить техническое состояние стенда.

## Оборудование

Стенд К 485 БМ, нажимное устройство, образцовый динамометр ДОСМ-3-2, генератор импульсов Г5-60. При поверке допускается использование другого оборудования и средств поверки, имеющих аналогичные параметры и прошедших метрологическую аттестацию.

### Порядок выполнения работы

#### 1. Изучение устройства, принципа работы и ознакомление с органами управления стенда.

Стенд состоит (рис. 2.1) из опорного устройства 5, приборной стойки 23, вентилятора, упоров, соединительной арматуры и пневмораспределителя 21, а также платформы.

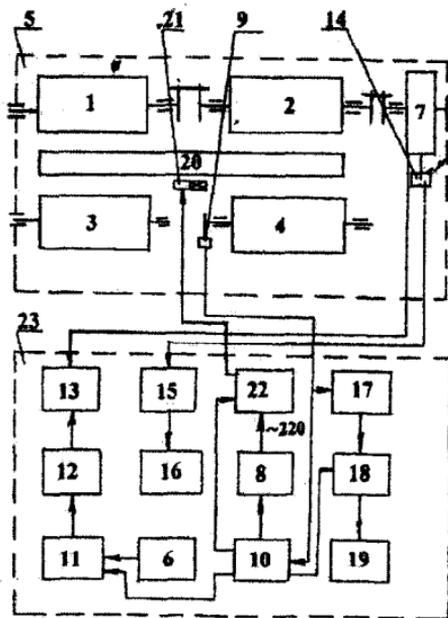


Рис. 2.1. Структурная схема стенда 485 БМ:

- 1, 2, 3, 4 – ролики; 5 – опорное устройство; 6 – задачник скорости; 7 – тормоз;  
8 – измеритель скорости; 9 – датчик скорости; 10 – анализатор; 11 – сумматор;  
12 – регулятор; 13 – выпрямитель; 14 – силоизмерительный датчик; 15 – усилитель;  
16 – измеритель тяговой силы; 17 – пороговое устройство; 18 – блок управления;  
19 – измеритель пути; 20 – подъемное устройство; 21 – воздухораспределитель;  
22 – реле; 23 – приборная стойка

Опорное устройство содержит тормоз и четыре ролика, соединенных между собой.

Стойка приборная состоит из блока приборов, шкафа и пульта дистанционного управления (ПДУ). В шкафу за передней стойкой расположены блок управления, преобразователь ПА-1, блок питания с панелями разъемов Xf; XS для подключения вентилятора и опорного устройства, а также панель зажимов подключения стенда к электрической сети питания.

За задней стенкой стойки располагается кабель, подсоединяемый к силоизмерительному датчику, установленному под рычагами тормоза опорного устройства.

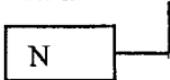
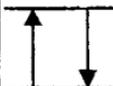
На левой боковой стенке приборной стойки расположен выключатель сети, а на правой стенке закреплены болт подсоединения заземляющего провода и крючок для подвешивания ПДУ.

На блоке приборов размещены измерительные приборы и частично органы управления.

Органы управления стенда обозначены символами, функциональное назначение которых приведено в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Обозначение органов управления и их функциональное назначение

Наименование органов управления	Графическое обозначение символа
1	2
Включатель «Сеть»	
Включение сети в положение «Включено»	O
Включение сети в положение «Выключено»	
Выключатель вентилятора	∞
Выключатель «Подъемник»	

1	2
Ручка установки скорости	Km/h
Тумблер переключения пути разгона и тяговой силы: в положении «Разгон», выбег в положении измерения силы	S N
Предохранители	F
Разъем для подключения вентилятора	X5
Разъем для подключения опорного устройства	X2
Разъем для подключения измерительных приборов	X3
Переменные резисторы для регулировки измерения силы	«Уст. 0»
Потенциометр имитации скорости	R6
Тумблер включения потенциометра R6 в измерительную цепь стенда	S6
Тумблер включения потенциометра R6 в положение «Выключено»	
Заземление	I

Вентилятор предназначен для поддержания нормального теплового режима двигателя проверяемого автомобиля. Он состоит из основания, стоек, на которых шарнирно закреплен осевой вентилятор с приводящим его двигателем.

Платформа предназначена для перемещения вентилятора и состоит из площадки с колесами и тормоза, который удерживает вентилятор от самопроизвольного перемещения.

Блок пневматический служит для очистки воздуха от влаги, масла и других примесей, а также понижения давления воздуха, подаваемого в пневмоподъемник, до  $6 \text{ кг/см}^2$  (0,6 мПа).

Кроме того, с целью повышения безопасности стенд комплектуется шлангом для отвода выхлопных газов и упорами под передние колеса автомобиля.

Стенд работает следующим образом. Проверяемый автомобиль ведущими колесами устанавливается на ролики 1, 2, 3, 4 опорного

устройства 5. Датчиком скорости 6 устанавливается заданное для проверяемого типа автомобиля значение скорости, при которой должна включаться нагрузка тормоза на ведущие колеса.

Автомобиль с работающим двигателем и включенной передачей приводит ролики опорного устройства во вращение. Ролики 1 и 2 соединены между собой муфтой и вращаются синхронно с присоединенным к валу ролика 2 ротором тормоза 7, в полюсных катушках статора которого отсутствует электрический ток.

Нагрузка на колеса отсутствует. Педалью скорости автомобиля скорость плавно увеличивается и контролируется оператором по измерителю скорости 8, сигнал на который от датчика скорости 9 поступает через анализатор 10. В анализаторе сигнал от датчика 9 формируется и усиливается.

С анализатора 10 сигнал также поступает на второй вход сумматора 11. Одновременно на первый вход сумматора подается опорный сигнал с датчика скорости 6, противоположный по знаку сигналу от анализатора.

Если скорость автомобиля меньше заданной на датчике, то на выходе сумматора 11 управляющий сигнал отсутствует. При разгоне автомобиля до скорости, несколько большей, чем задана на датчике скорости, на выходе сумматора появится положительный сигнал, значение которого пропорционально разности скоростей.

Этот сигнал поступит на вход регулятора 12, который формирует импульсы, управляющие тиристорным выпрямителем 13. С выхода тиристорного выпрямителя 13 через регулятор 12 в полюсные катушки статора тормоза 7 поступает постоянный ток, который создает магнитное поле, тормозящее ротор тормоза.

Так как ротор тормоза установлен в опорах балансирно, то противодействующий момент тормоза и ведущих колес автомобиля заставит поворачиваться статор вокруг оси. Через рычаг на корпусе статора этот момент передается на тензорезисторный силоизмерительный датчик 14. Сигнал с датчика подается на усилитель 15 и далее на измеритель тяговой силы 16. Для создания и измерения наибольшей тяговой силы колес автомобиля следует полностью выжать педаль скорости.

С увеличением разности сигналов, поступающих на вход сумматора 11 с датчика скорости 6 и анализатора 10, увеличивается сдвиг фаз тиристорного выпрямителя 13. В полюсных катушках

статора тормоза увеличивается ток, что вызывает увеличение противодействующего момента тормоза тяговой силы колес автомобиля, при этом скорость будет соответствовать заданной задатчиком скорости и оставаться постоянной.

Путь разгона и выбега определяется следующим образом.

При разгоне автомобиля сигнал скорости с анализатора 10 поступает на пороговое устройство 17. При достижении скорости 30 км/ч через блок управления 18 выдается сигнал на запуск измерителя пути 19, который начинает счет импульсов, поступающих через каждый метр пути с анализатора 10. При достижении скорости 90 км/ч с того же анализатора 10 выдается сигнал на прекращение счета импульсов.

Показание измерителя пути 19 соответствует пути разгона в метрах. При определении пути выбега измеритель пути аналогично включается при скорости 90 км/ч и выключается при скорости 30 км/ч. Показания измерителя пути также соответствуют пути выбега в метрах.

Въезд и выезд автомобиля со стенда обеспечивает пневматическое подъемное устройство 20, срабатывание которого блокируется при скорости вращения роликов 5 км/ч и более за счет разрыва цепи питания воздухораспределителя 21 контактами реле 22 по сигналу, поступающему из анализатора 10.

## **2. Техническое обслуживание стенда.**

При проведении работ по техническому обслуживанию (ТО) необходимо руководствоваться всеми указаниями соответствующих пунктов раздела по технике безопасности.

При проверке надежности крепления элементов стенда пользоваться стандартным инструментом соответствующего размера.

Ежедневно перед началом работы проверить надежность крепления роликов опорного устройства, четкость фиксации органов управления, легкость вращения роликов; по окончании рабочей смены произвести уборку, удаление грязи, следов масла и влаги со стенда, поврежденные места лакокрасочных покрытий зачистить и подкрасить.

*Техническое обслуживание, проводимое один раз в три месяца (ТО-1):*

проверить надежность крепления элементов стенда;

осмотреть монтаж электрической схемы и произвести следующие работы:

- промыть контакты пускателя техническим гидролизным этиловым спиртом марки А,
- проверить надежность паек контактных соединений, состояние изоляции проводов и деталей.

При работе по ТО один раз в шесть месяцев необходимо произвести все работы по ЕО и ТО-1, а также смазку трущихся деталей и поверхностей, руководствуясь табл. 2.2.

Таблица 2.2

Карта смазки станда

Наименование смазываемых частей механизмов	Марка смазочного материала и номер стандарта	Количество мест смазки	Способ нанесения смазочного материала	Периодичность проверки и замена смазки
Ролик: полости подшипниковых опор	Смазка ЦИАТИМ 201. ГОСТ 6267-74	8	Шприцем, вручную	Один раз в 6 месяцев
Индукторный тормоз: полости подшипниковых опор	То же	2	Шприцем	Один раз в 6 месяцев
Вентилятор: полости подшипников электродвигателя	То же	2	Вручную	Один раз в год

### 3. Поверка станда.

Межповерочный интервал зависит от интенсивности и условий эксплуатации станда, но не может превышать один год. Кроме этого, поверка станда производится также после ремонта и настройки.

При проведении поверки необходимо выполнить внешний осмотр, опробование стенда, определить погрешности измерения тяговой силы, скорости и пути.

Внешним осмотром устанавливается соответствие стенда следующим требованиям:

- а) отсутствие механических повреждений, влияющих на точность показания измерителей;
- б) наличие и прочность крепления органов управления и коммуникаций;
- в) отсутствие посторонних предметов, отсоединившихся или слабозакрепленных элементов электрической схемы;
- г) плавное вращение ручек и четкое переключение тумблеров;
- д) наличие предохранителей, чистота гнезд и разъемов;
- е) отсутствие повреждений лакокрасочных покрытий на приборной панели и четкость маркировки.

До включения стенда убедиться в том, что стрелки приборов стоят на нулевой отметке, затем осуществить опробование стенда. Для этого включить тумблер «Сеть», при этом должна загореться индикаторная лампа измерителя пути. Включить подъемник, после чего загорается его сигнальная лампа и срабатывает подъемное устройство. Установить автомобиль на опорные ролики ведущими колесами, к выхлопной трубе подсоединить вытяжную вентиляцию, поставить упоры под передние колеса. Выключить подъемник, при этом должна опуститься его площадка и погаснуть сигнальная лампа. Установить вентилятор перед радиатором автомобиля. Далее следует закрыть жалюзи радиатора, запустить двигатель и проверить давление масла на холостом ходу (по указателю на приборной панели автомобиля), разогнать автомобиль до скорости 40...50 км/ч и, поддерживая данный режим, разогреть двигатель до температуры 80...90 °С.

Определить тяговую силу на ведущих колесах автомобиля; для этого оператор устанавливает ручку скорости на отметку 70 для автомобилей «Волга», 85 – для автомобилей ВАЗ, а тумблер переключения пути разгона и тяговой силы – в положение «N».

Последовательным переключением передач осуществить разгон автомобиля и после выхода на высшую передачу плавным нажатием довести педаль дроссельной заслонки до упора.

Записать показатели тяговой силы в рабочую тетрадь. Снизить скорость автомобиля до 25 км/ч, установить тумблер переключения пути разгона и тяговой силы в положение «S». Произвести разгон автомобиля до тех пор, пока не закончится процесс измерения пути. Записать показания измерителя пути. Не снижая скорости, сбросить показания измерителя пути переключением тумблера в положение «N» и снова установить тумблер в положение «S», после чего пустить автомобиль в накат. При падении скорости до 30...25 км/ч измеритель пути остановится. Записать показания измерителя пути.

После полной остановки автомобиля включить подъемник и произвести съезд автомобиля. Съезд и заезд автомобиля осуществляет обслуживающий персонал лаборатории.

#### **4. Регулирование и настройка.**

Регулирование и настройка стенда осуществляются, если параметры стенда не укладываются в пределы требуемых норм.

На стенде производятся регулирование и настройка следующих элементов: измерителя тяговой силы; порогов срабатывания измерителя пути и скорости.

##### *а) Настройка и регулировка измерителя тяговой силы*

По истечении 30 мин после выключения стенда необходимо проверить показания измерителя тяговой силы. Если стрелка его не установилась на «нуль», то вращением движка резистора «Уст.0» преобразователя ПА-1 установить стрелку на «0». Ручка движка резистора выведена на переднюю панель преобразователя.

##### *б) Регулировка порогов срабатывания измерителя пути*

Произвести пробный разгон автомобиля в интервале скоростей 25...95 км/ч. При этом необходимо наблюдать за работой измерителя пути. При правильной настройке измеритель пути должен включиться при скорости 30 км/ч и выключиться при 90 км/ч. Если включение и выключение измерителя пути происходит при других скоростях, резистором R56 регулируется максимальный (90 км/ч), а резистором R57 минимальный (30 км/ч) моменты срабатывания измерителя пути. Резисторы R56 и R57 расположены на плате измерителя пути. Доступ к ним открывается после снятия задней крышки блока приборов.

**Примечание:** При необходимости значения порогов срабатывания измерителя пути могут быть установлены другими в пределах от 20 до 130 км/ч. После перестройки необходимо провести проверку измерителя с помощью генератора импульсов Г5-60.

### в) Регулировка измерителя скорости

К разъему станда X3 подключить генератор импульсов Г5-60 (рис. 2.2).

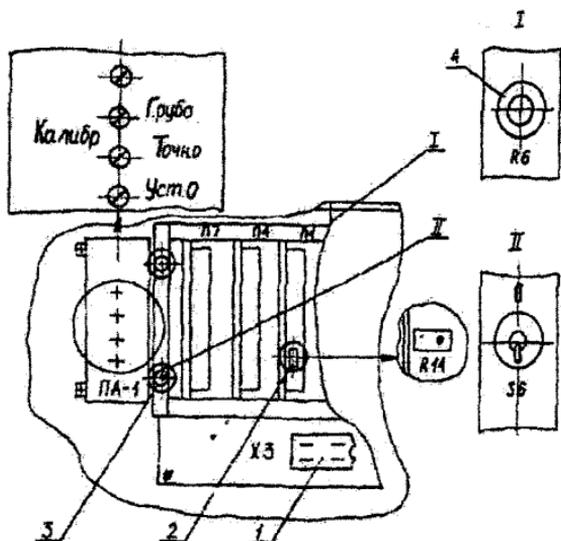


Рис. 2.2. Органы настройки и регулировки измерителей скорости и тяговой силы при проверке:

- 1 – разъем X3 для подключения цифрового вольтметра и других контрольных измерительных приборов;
- 2 – резистор R14 настройки измерителя скорости;
- 3 – тумблер S6 включения потенциометра R6 в измерительную цепь станда;
- 4 – потенциометр R6 имитации скорости движения автомобиля на роликах опорного устройства станда

Включить станд. Включить генератор и подготовить его к работе согласно соответствующей эксплуатационной документации. Установить выходное напряжение 3 В.

Установить период 489,1 мкс, а длительность генерируемых импульсов 240 мкс. Через 10 мин после включения станда и генератора вращением движка резистора R14 платы Ш установить стрелку указателя скорости на отметку 80 км/ч. Выключить генератор и станд. Отсоединить генератор от станда.

Определение основной приведенной погрешности измерителя тяговой силы производится при помощи нажимного устройства и образцового динамометра. Установить их на станд согласно схеме (рис. 2.3).

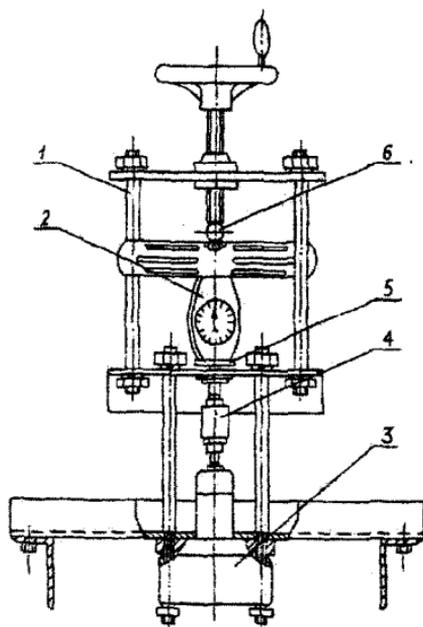


Рис. 2.3. Установка нажимного устройства:

- 1 – нажимное устройство; 2 – образцовый динамометр ДОС 02; 3 – датчик стэнда;  
4 – рычаг тормоза; 5 – опорная шайба динамометра; 6 – шарик

Включить стэнд и спустя 30 мин вращением рукоятки нажимного устройства по часовой стрелке довести силу на динамометре до отметок 200, 400, 600, 800, 1000 Н, снимая при этом показания измерителя силы в каждой точке. Снять нагрузочное приспособление.

Основная приведенная погрешность измерений вычисляется по формуле

$$\Delta = \frac{P_2 - 2,5P_1}{2500},$$

где  $P_1$  – сила, приложенная на датчике, Н;

$P_2$  – показания измерителя силы, Н;

2500 – верхний предел измерений, Н.

Определение основной приведенной погрешности измерителя скорости производится с помощью генератора импульсов Г5-60.

Присоединить генератор к стэнду в соответствии со схемой (рис. 2.4).

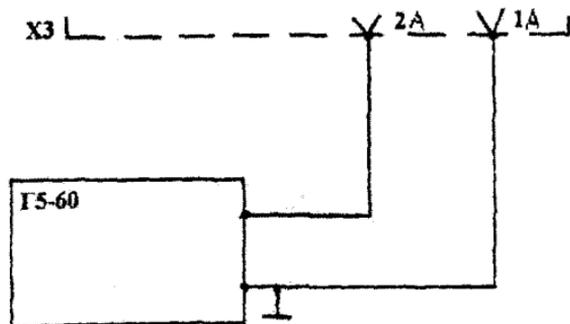


Рис. 2.4. Схема подключения генератора импульсов

Включить генератор и подготовить его к работе. Спустя 10 мин от момента включения генератора произвести измерения в следующей последовательности:

- а) установить величину выходного напряжения генератора 3 В;
- б) для каждой числовой отметки шкалы измерителя скорости установить период следования импульсов генератора согласно данным табл. 2.3;
- в) одновременно с установкой периода на генераторе необходимо установить длительность импульса, в 2 раза меньшую периода;
- г) измерять величину установленного периода таким образом, чтобы стрелка указателя скорости установилась на числовую отметку шкалы;
- д) снять показания периода импульсов и полученную величину сравнить с данными табл. 2.3.

Таблица 2.3

### Значения контролируемых параметров

Числовые отметки шкалы, км/ч	Частота, Гц	Период, мкс	Допустимые отклонения скорости, км/ч	Допустимые отклонения периодов, мкс
40	1022	978,2	35,2...44,8	1111,6...873,4
80	2045	489,1	75,2...84,8	520,3...461,4
120	3067	326,1	115,2...124,8	339,7...313,5
160	4080	244,5	155,2...164,8	252,1...237,4
30	767	1304,3	29...31	1330,9...1278,7

Проверка погрешности срабатывания измерителя пути выбега определить также с помощью генератора Г5-60 в следующей последовательности:

а) установить тумблер в ПДУ в положение S;

б) установить период на генераторе примерно 420 мкс таким образом, чтобы стрелка измерителя скорости установилась примерно на 93 км/ч. Длительность импульса установить 100 мкс, плавно увеличивая период до тех пор, пока счетчик пути начнет отсчет импульсов. Записать величину периода, при котором запускается счетчик пути;

в) установить период примерно 1200 мкс, длительность импульса 600 мкс.

Плавно увеличить период до тех пор, пока счетчик пути не прекратит счет импульсов. Снять и записать величину периода, при котором останавливается счетчик пути.

Если величины периодов, при которых запускается и останавливается счетчик пути, лежат в допустимых пределах (см. табл. 2.3), то результаты считаются положительными.

Погрешность счета импульсов счетчика пути не проверяется и принимается равной  $\pm 1$  м.

Величины предельных отклонений приведенных погрешностей стенда при измерении тяговой силы, скорости, пути выбега должны находиться в пределах  $\pm 3$  %.

### Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Результаты измерений и вычислений погрешностей стенда при определении тяговой силы, скорости, пути выбега автомобиля при диагностировании.
3. Заключение о техническом состоянии стенда.

### Литература

Харазов, А.М. Диагностирование легковых автомобилей на станциях технического обслуживания / А.М. Харазов, Е.И. Кривенко. — М.: Высш. школа, 1987. — 272 с.

Учебное издание

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ  
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Лабораторные работы (практикум)  
для студентов специальностей  
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей»  
и 1-37 01 07 «Автосервис»

Составители:  
ПАШИН Александр Дмитриевич  
САЙ Александр Сергеевич  
РАСОЛЬКО Александр Михайлович

Редактор Т.Н. Микулик  
Компьютерная верстка Д.К. Измайлович

---

Подписано в печать 11.11.2008.  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,64. Тираж 100. Заказ 291.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский национальный технический университет.  
ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.  
Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.