

**МПС РОССИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

---

**29/9/10**

Одобрено кафедрой  
«Строительные и дорожные машины  
и оборудование»

# **АВТОТРАКТОРНЫЙ ТРАНСПОРТ**

**Руководство к выполнению  
лабораторных работ  
для студентов V курса**

**специальности**

**170900. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ,  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ  
И ОБОРУДОВАНИЕ (СМ)**



**Москва - 2002**

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2001

Тематика лабораторных работ соответствует программе дисциплины «Автотракторный транспорт» для высших учебных заведений по специальности «Строительные и дорожные машины и оборудование» (СМ).

Лабораторные работы помогают студентам специальности СМ освоить основные методы проведения испытаний машин, изучить конструкции и принципы работы автомобилей и тракторов по наглядным пособиям и действующим моделям, экспериментально определить параметры и тягово-сцепные свойства гусеничных и колесных машин.

Перед проведением работ необходимо ознакомить студентов с техникой безопасности.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

### **ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ**

#### Цель работы

Изучить особенности конструкций автомобиля, гусеничного и колесного трактора по плакатам, книгам и моделям.

Освоить методы определения основных параметров машин.

Составить таблицы параметров моделей колесных и гусеничных машин

#### Материалы и оборудование

- 1) Плакаты по устройству автомобилей и тракторов.
- 2) Справочники по автомобилям и тракторам.
- 3) Макеты и модели машин и двигателей.

#### 4) Измерительная аппаратура, приборы и инструменты.

##### Последовательность выполнения работы

1. По плакатам, книгам, моделям и макетам изучить особенности конструкции автомобиля, гусеничного и колесного трактора, карбюраторного и дизельного двигателей.

2. С помощью измерительных приборов измерить ход поршня  $S_{\text{п}}$ , глубину камеры сгорания  $S_{\text{с}}$ , диаметр цилиндра  $d$  моделей карбюраторного и дизельного двигателей.

По формулам и результатам измерения определить:  
рабочий объем цилиндра:

$$V_{\text{ц}} = \pi r^2 S_{\text{п}}, \text{ см}^3;$$

объем камеры сгорания:

$$V_{\text{с}} = \pi r^2 S_{\text{с}}, \text{ см}^3;$$

степень сжатия:

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{ц}}}{V_{\text{с}}} + 1;$$

литраж двигателя:

$$V_{\text{д}} = \frac{i \pi r^2 S_{\text{п}}}{1000}, \text{ л.}$$

Результаты расчетов занести в табл. 1.1.

Таблица 1.1

##### Основные параметры двигателей

Тип двигателя	$S_{\text{п}}$ , см	$S_{\text{с}}$ , см	$d$ , см	$V_{\text{с}}$ , см <sup>3</sup>	$V_{\text{ц}}$ , см <sup>3</sup>	$\varepsilon$	$V_{\text{л}}$ , л
Карбюраторный							
Дизельный							

3. Произвести измерения и заполнить табл. 2 параметров моделей колесной и гусеничной машины. Схемы моделей представлены на рис. 1 и 2.

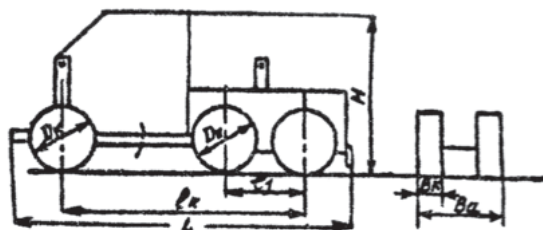


Рис. 1. Схема модели колесной машины

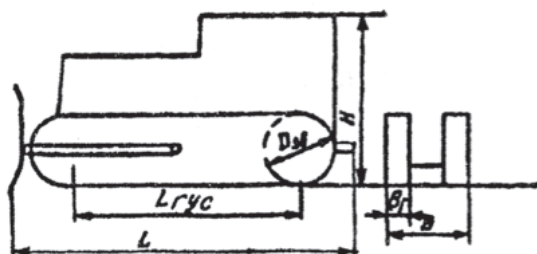


Рис. 2. Схема модели гусеничной машины

Таблица 1.2

### Основные параметры моделей машин

№ п/п	Параметры моделей машин	Колесная	Гусеничная
1	Габаритные размеры (LxВxH), мм		
2	Масса моделей, кг		
3	Длина опорной поверхности гусеницы $L_{гус}$ или расстояние между осями $l_k$ , мм Колея, мм		
4	Ширина гусеницы $b_г$ (колеса $b_k$ ), мм		
5	Диаметр ведущей звездочки $D_{зв}$ , ведущего колеса $D_k$ , мм		
6	Площадь опорной поверхности, $мм^2$		
7	Среднее удельное давление		
8	Координаты центра опорной поверхности, мм: продольная $X_{цоп}$ поперечная $У_{цоп}$		
9	Высота подвески тягового крюка, $h_{кр}$ , мм		

4. Кратко сформулировать преимущества и недостатки дизельных и карбюраторных двигателей, колесных и гусеничных машин.
5. Чем вызвано требование более широкого применения дизелей?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ И КООРДИНАТ ЦЕНТРА МАСС МАШИН

#### Цель работы

Определение массы машины.

Определение положения центра масс машины:  
по длине, ширине и высоте

#### Материалы и оборудование

- 1) Стенд для замера параметров.
- 2) Модель гусеничной машины.
- 3) Модель колесной машины.
- 4) Динамометр.
- 5) Мерная лента.
- 6) Угломер.

#### Указания к выполнению работы

1. Определение массы гусеничной машины

Массу гусеничной машины определяют из выражения (1) двукратным подвешиванием с изменением положения точки опоры (рис. 3).

$$G = \frac{P_1 l_1 - P_2 l_2}{l_1 - l_2} \quad (1)$$

2. Определение положения центра масс машины  
а) по длине

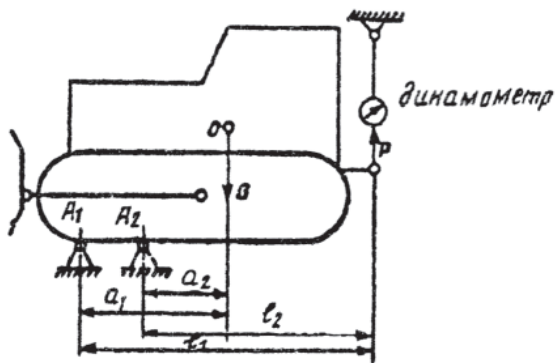


Рис. 3. Координаты точек опоры

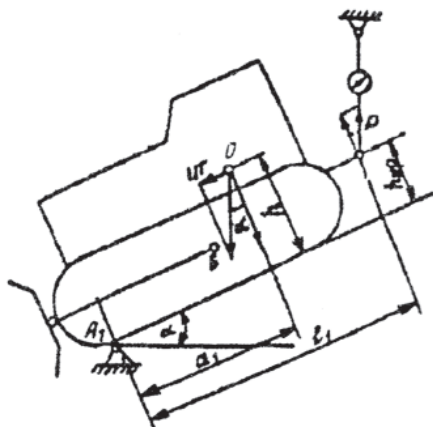


Рис. 4. Схема определения положения центра масс машины по высоте

$$a_1 = \frac{Pl_1}{G}; \quad (2)$$

б) по ширине (при симметричном размещении узлов)

$$a_1 = \frac{B}{2}; \quad (3)$$

в) по высоте машины (рис. 4) из уравнения моментов относительно точки \$A\_1\$ определяют

$$h = a_1 \operatorname{ctg} \alpha - \frac{P}{G} (l_1 \operatorname{ctg} \alpha - h_{кр}). \quad (4)$$

Величину  $h$  определяют по нескольким значениям угла  $\alpha$  и показаниям динамометра  $P$ .

Результаты замеров и расчетов заносим в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Угол $\alpha$ \ Замеряемые величины	$\operatorname{ctg} \alpha$	$P$	$h$	$h_{\text{CP}}$
$\alpha_1$				
$\alpha_2$				
$\alpha_3$				

3. Сделать вывод о влиянии положения центра масс машины на ее проходимость и устойчивость.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВО-СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ГУСЕНИЧНОЙ И КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ

#### Цель работы

Составить таблицу с параметрами машин.

Определить коэффициенты сопротивления перемещению машин.

Определить коэффициенты сцепления движителей.

#### Материалы и оборудование

- 1) Модель колесной машины.
- 2) Модель гусеничной машины.
- 3) Динамометр.
- 4) Мерная лента.



### Указания к выполнению работы

Массу и другие параметры моделей машин берут из отчетов лабораторных работ № 1 и 2.

1. Определение коэффициентов сопротивления перемещению.

Двигатели моделей машин выключены, колеса расторможены. Динамометром измеряют сопротивление перемещению машин в различных условиях (усилие  $P_f$ ). Коэффициент сопротивления перемещению

$$f = \frac{P_f}{G},$$

где  $G$  – масса машины, кг.

2. Определение коэффициентов сцепления.

Двигатель выключен, ведущие колеса (звездочки) заторможены от прокручивания. Динамометром производят перемещение машин и измеряют усилие  $P_\phi$  скольжения колес и гусениц.

По измеренным величинам  $P_\phi$  определяют коэффициенты  $\phi$

$$\phi = \frac{P_\phi}{G}.$$

Результаты замеров и вычислений занести в табл. 3.1.

Таблица 3.1

№ п/п	Величины	Гусеничная	Колесная
1	Усилие $P_f$		
2	Усилие $P_\phi$		
3	Коэффициент сопротивления перемещению $f$		
4	Коэффициент сцепления $\phi$		

3. Кратко сформулировать преимущества и недостатки колесных и гусеничных машин.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БАЛАНСА МОЩНОСТИ МАШИН

#### Цель работы

Составить уравнение баланса мощности и определить входящие в него элементы.

Определить опытным путем коэффициент буксования, теоретическую и действительную скорости движения машины (автомобиля или трактора) и тяговую мощность.

#### Материалы и оборудование

- 1) Модель трактора или автомобиля.
- 2) Динамометр.
- 3) Мерная линейка.
- 4) Прицеп с грузами.
- 5) Секундомер.

#### Указания к выполнению работы

1. Уравнение баланса мощности.

Для условий равномерного движения по горизонтальной поверхности уравнение баланса мощности можно представить в виде

$$N = N_f + N_{\text{кр}} + N_g,$$

где  $N_f$  – мощность, расходуемая на сопротивление перемещению, кВт;

$N_{\text{кр}}$  – тяговая мощность на крюке, кВт;

$N_g$  – мощность на преодоление буксования, кВт.

Входящие в уравнение баланса мощности элементы определяют по формулам:

$$N_f = \frac{P_f \cdot v_g}{102},$$

где  $P_f = f G$  (значение коэффициента  $f$  принимаем из работы №3);

$v_g$  – действительная скорость перемещения машины, м/с;

$$N_{KP} = \frac{P_{RP} \vartheta_g}{102},$$

где  $P_{KP}$  – тяговое усилие на крюке трактора;

$$N_g = \frac{P_{KP} \cdot \vartheta_T K_g}{102},$$

где  $\vartheta_T$  – теоретическая скорость движения машин, м/с;

$$K_g – \text{коэффициент буксования, } K_g = \frac{\vartheta_T - \vartheta_g}{\vartheta_T}.$$

За теоретическую скорость движения машины принимаем скорость ее движения без нагрузки на крюке  $P_{KP} = 0$ .

2. Экспериментальные замеры коэффициента буксования, действительных скоростей при различных тяговых усилиях производят по следующей схеме (рис. 5). Модель автомобиля или трактора (1) устанавливают вдоль мерной ленты (2). Движение автомобиля (трактора) осуществляют вначале без прицепа, а затем с прицепом (3), на котором размещают различные грузы. Силы тяги на крюке измеряют динамометром (4). Секундомером измеряют время движения.

Результаты измерений и расчетов заносят в табл. 4.1 и строят график (рис. 6) зависимости коэффициента буксования  $K_g$  от силы тяги на крюке  $P_{KP}$ .

Таблица 4.1

Результаты измерений и расчетов

Нагрузка на прицепе, G	Сила тяги на крюке, $P_{KP}$	Путь машины, S, м	Время движения, t, с	Скорость движения, $\vartheta_g$ , м/с	$\vartheta_T - \vartheta_g$ , м/с	$K_g = \frac{\vartheta_T - \vartheta_g}{\vartheta_T}$
0	0	1,0			0	0
		1,0				
		1,0				
		1,0				
		1,0				
		1,0				

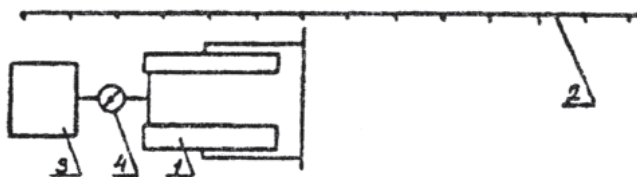


Рис. 5. Схема экспериментального определения коэффициента буксования: 1 – модель машины; 2 – мерная лента; 3 – прицеп с грузом; 4 – динамометр.

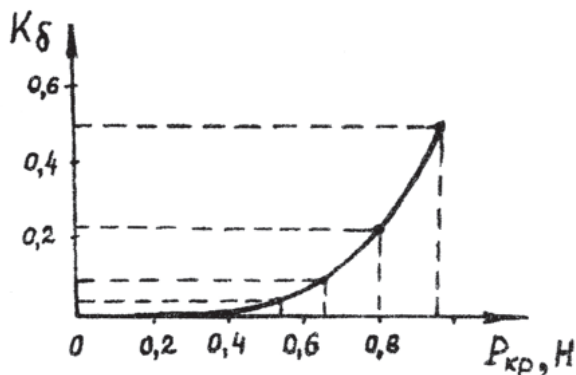


Рис. 6. График зависимости коэффициента буксования  $K_{\delta}$  от силы тяги на крюке  $P_{кр}$ .

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МАШИН

#### Цель работы

Изучение параметров машин, влияющих на продольную устойчивость.

Экспериментальное определение параметров устойчивости модели бульдозера на гусеничном ходу.

### Материалы и оборудование

- 1) Модель бульдозера на базе гусеничного трактора.
- 2) Динамометр.
- 3) Мерная лента.
- 4) Угломер.

### Указания к выполнению работы

Статическую устойчивость (рис. 7) и угол стабилизации машины определяют из выражения

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{a}{h},$$

где  $a$  – положение центра тяжести машины по длине (работа №2);  
 $h$  – положение центра тяжести по высоте (работа №2).

Начальное положение центра давления  $D_0$  совпадает с величиной  $a$ , при движении на подъем или уклон положение центра давления  $D$  смещается на величину  $X$ . Машина сохраняет устойчивость при условии  $X < a$ . Запасом смещения центра давления называют величину

$$X' = a - X,$$

а запасом устойчивости величину

$$\alpha' = \frac{X'}{a} = 1 - \frac{X}{a}.$$

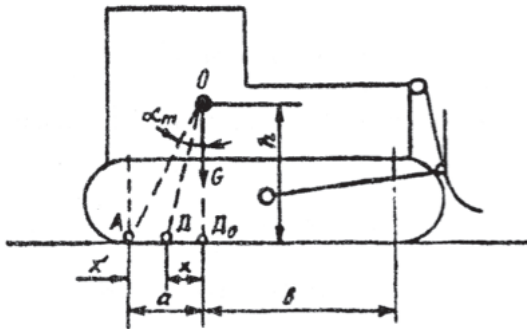


Рис. 7. Схема определения статической устойчивости машины

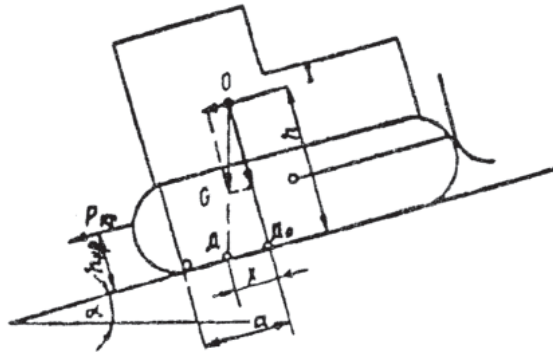


Рис.8. Схема смещения центра давления машины при движении на подъем

Смещение центра давления при движении на подъем определяют из уравнения моментов относительно центра давления Д (рис. 8).

$$X = h \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{P_{\text{кр}} \cdot h_{\text{кр}}}{G \cdot \cos \alpha}.$$

#### Порядок выполнения работы

1. Для модели бульдозера по работам № 1 и 2 необходимо определить угол стабилизации  $\alpha_m$ .

$$\operatorname{tg} \alpha_m = \frac{a}{h}; \quad \alpha_m = \operatorname{arctg} \frac{a}{h}.$$

2. Определить запас устойчивости  $\alpha' = 1 - \frac{X}{a}$ .

3. При движении бульдозера на подъем определить величину смещения центра давления X:

$$X = h \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{P_{\text{кр}} h_{\text{кр}}}{G \cdot \cos \alpha}.$$

Результаты замеров и расчетов свести в табл. 5.

Таблица 5

№ п/п	Наименование параметра	Размерность	Величина
1	Высота центра тяжести $h$	см	
2	Положение центра тяжести по длине $a$	см	
3	Угол стабилизации $a_m$	град	
4	Угол наклона участка движения $\alpha$	град	
5	Смещение центра давления $X$	см	
6	Запас устойчивости при движении по участку с подъемом под углом $\alpha$ ; $\alpha'$	град	

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МАШИН

#### Цель работы

Изучение параметров машин, влияющих на их поперечную устойчивость (сползание, опрокидывание).

Экспериментальное определение этих параметров на модели гусеничного тягача.

#### Материалы и оборудование

- 1) Модель гусеничного тягача.
- 2) Мерная лента.
- 3) Угломер.
- 4) Динамометр.

#### Указания к выполнению работы

При движении машины по косоугору (с боковым креном) возможно опрокидывание или сползание в боковом направлении (рис. 9).

Величину угла поперечной стабилизации определяют уравнением:

$$\operatorname{tg} \beta_m = \frac{B}{2h},$$

где  $B$  – колея машины по центрам гусениц;

$h$  – высота центра тяжести машины.

Устойчивость движения по косоугору определяют условием:

$$\mu > \frac{G \cdot \sin \beta + C}{G \cdot \cos \beta} < \operatorname{tg} \beta_m,$$

где  $\mu$  – коэффициент сопротивления боковому сползанию;  
 $C$  – центробежная сила.

Поперечное смещение центра давления определяют из уравнения моментов относительно точки  $D$ :

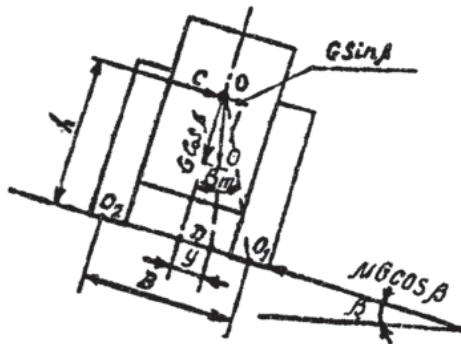


Рис. 9. Схема определения поперечной устойчивости машины

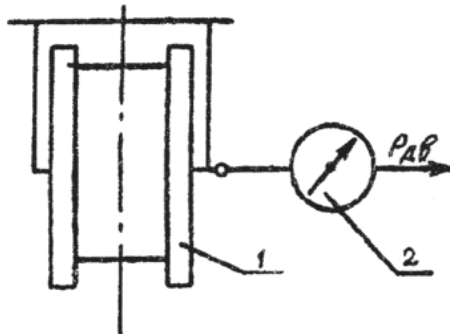


Рис. 10. Схема определения коэффициента сопротивления боковому сползанию машины  
 1 – модель машины; 2 – динамометр



$$y = htg\beta + \frac{C \cdot h}{G \cdot \cos\beta}.$$

Поперечная устойчивость от опрокидывания у гусеничных машин меньше, чем продольная, потому что размер колеи меньше размера базы и угол стабилизации

$$\beta_m < \alpha_m.$$

### Порядок выполнения работы

1. Для модели бульдозера с использованием данных работ № 1 и 2 определить угол поперечной стабилизации  $\beta_m$  :

$$tg\beta_m = \frac{B}{2h}; \quad \beta_m = arctg \frac{B}{2h}.$$

2. Для поверхности испытательной площадки определить коэффициент сопротивления боковому сползанию  $\mu$  в соответствии со схемой эксперимента (рис. 10).

Трактор с бульдозером оборудованием (1) размещены на горизонтальной поверхности площадки. Динамометром (2) прикладывают силу сбоку до возникновения движения.

По формуле определяют величину  $\mu$ :

$$G\mu = P_{\text{дв}}; \quad \mu = \frac{P_{\text{дв}}}{G}.$$

3. При определении угла крена площадки  $\beta$  определить поперечное смещение центра давления

$$y = htg\beta + \frac{C \cdot h}{G \cdot \cos\beta}.$$

4. Результаты замеров и вычислений свести в табл. 6.

5. Сделать выводы.

Таблица 6

№ п/п	Наименование параметра	Размерность	Величина
1	Колея машины (по центрам гусениц) В	см	
2	Высота центра тяжести h	см	
3	Угол поперечной стабилизации $\beta_n$	град	
4	Коэффициент сопротивления боковому сползанию $\mu$		
5	Поперечное смещение центра давления у при угле крена $\beta$	см	

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Сергеев В. П. Автотракторный транспорт. - М.: Высшая школа, 1984.

Д-р техн. наук, проф. А.В. Ольшанский,  
канд. техн. наук, доц. В. П. Еремин

## АВТОТРАКТОРНЫЙ ТРАНСПОРТ

*Руководство к выполнению лабораторных работ*

### П Е Р Е И З Д А Н И Е

Редактор Г. В. Тимченко  
Компьютерная верстка В. В. Бебко

---

Тип. зак. <b>250.</b>	Изд. зак. 243	Тираж 300 экз.
Подписано в печать 22.04.02	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 1,25	Допечатка тиража	Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Издательский центр РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПСа, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2