

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ



ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

**Методические указания
по выполнению практических работ
по разделу «Теория трактора и автомобиля»**

Новосибирск 2020

УДК 629.113/ 115 (38)

ББК 39.33-08

Составители: ст. преподаватель *С.П. Матяш*,

к.т.н., доцент *А.П. Сырбаков*

Рецензент: к.т.н., доцент *М.Л. Вертей*

Тракторы и автомобили: метод. указания по выполнению практических работ по разделу «Теория трактора и автомобиля» / Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т; сост.: С.П. Матяш. А.П. Сырбаков. – Новосибирск, 2020. – 23 с.

Методические указания предназначены для студентов Инженерного института ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ очной и заочной форм обучения, изучающих дисциплину «Тракторы и автомобили», по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Инженерного института (протокол № 6 от 15 декабря 2020 г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2020

© Инженерный институт, 2020

Введение

Методические указания по выполнению практических работ бакалавров рассматривается как одна из форм обучения, которая предусмотрена ФГОС и рабочим учебным планом по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

Практические работы выполняются с целью усвоения и углубления теоретических знаний, полученных при изучении курса «Тракторы и автомобили».

Основными задачами практических работ являются приобретение навыков практического использования теоретических знаний для оценки эксплуатационных свойств автомобилей, а также навыков расчета режимов движения, влияющих на безопасность эксплуатации автомобиля, в частности тормозных свойств, устойчивости, управляемости и т.д.

Компетенции, освоенные студентами в ходе изучения дисциплины, могут быть использованы ими для защиты своих разработок проводимых в рамках подготовки по направлению через освоение ее составляющих – профессионально-методических действий, интегрирующих в себе соответствующие знания, умения и навыки.

В результате изучения дисциплины студент:

ИОПК-1.1. Знает: основы математических расчетов для решения задач. Умеет: выполнять основные расчеты, в том числе с использованием компьютерного моделирования, и анализировать работу отдельных механизмов и систем тракторов и автомобилей. Владеет: терминологией, методикой испытания тракторных и автомобильных двигателей, а также методикой расчета тяговых качеств трактора и автомобиля.

ИОПК-4.2. Знает: основные тенденции развития автомобильного транспорта; основные принципы конструкции и работы механизмов и систем автомобилей; основы теории трактора и автомобиля, определяющие их эксплуатационные свойства. Умеет: самостоятельно осваивать новые конструкции автомобилей и их механизмы и системы; оценить влияние характеристик и рабочих процессов механизмов и систем на формирования эксплуатационных свойств автомобиля. Владеет: терминологией, методикой испытания тракторных и автомобильных двигателей, а также методикой расчета тяговых качеств трактора и автомобиля.

ИПКО-3.3, ИПКО-3.4. Знает: основные принципы конструкции и работы механизмов и систем автомобилей; основы теории трактора и автомобиля, определяющие их эксплуатационные свойства; методику и оборудование для испытания тракторов, автомобилей, двигателей и их систем; требования к эксплуатационным свойствам тракторов и автомобилей. Умеет: проводить испытания двигателей, тракторов, автомобилей, оценивать эксплуатационные показатели, проводить их анализ; выполнять основные расчеты, в том числе с использованием компьютерного

моделирования, и анализировать работу отдельных механизмов и систем тракторов и автомобилей; оценить влияние характеристик и рабочих процессов механизмов и систем на формирования эксплуатационных свойств автомобиля. Владеет: терминологией, методикой испытания тракторных и автомобильных двигателей, а также методикой расчета тяговых качеств трактора и автомобиля.

Планируемые результаты освоения образовательной программы следующие.

Дисциплина Тракторы и автомобили в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

ОПК-4. Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности

ПКО-3. Способен организовать эксплуатацию сельскохозяйственной техники.

Основные требования техники безопасности

Перед началом проведения практических работ студенты должны ознакомиться с настоящими правилами. Студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности, должны расписаться в кафедральном журнале. Студенты, не прошедшие инструктаж и не расписавшиеся в журнале, к работе не допускаются.

В каждой подгруппе назначают дежурного, который обязан:

- а) подготовить мел, тряпку, протереть доску;
- б) за 5 минут до начала занятий получить у лаборанта учебные и методические пособия, техническую литературу, распределить их по рабочим местам;
- в) в течение занятий поддерживать порядок, чистоту, сохранность учебных и методических пособий, приборов и оборудования лабораторий;
- г) после окончания занятий сдать лаборанту полученное оборудование, привести в порядок рабочие места.

Студентам запрещается:

- а) посещать занятия в верхней одежде;
- б) выносить из лаборатории детали, приборы или вносить посторонние предметы, курить, шуметь;
- в) ходить во время занятий без надобности по лаборатории, трогать руками включенные приборы и аппаратуру, самовольно разбирать или приводить в действие агрегаты, макеты или другое оборудование, если это не предусмотрено работой;
- г) производить приборами и другим оборудованием действия,

противоречащие технике безопасности.

Тематический план практических занятий

Лабораторная работа	Тема	Кол-во часов
1	Торможение автомобиля. Тягово-сцепные свойства автомобиля при преодолении подъема	2
2	Устойчивость автомобиля при движении на повороте. Устойчивость и управляемость автомобиля в случае заноса	4
3	Топливная экономичность автомобиля Колебательный процесс при движении автомобиля.	2

1. Общие положения лабораторно-практических занятий

1.1. Виды контроля знаний студентов и их отчетности

Практические работы проводятся в лабораториях кафедры «Автомобили и тракторы» в соответствии с графиком.

К очередному занятию студент должен подготовиться, проработать соответствующий материал учебника, методических пособий, лекций. Если необходимо, использовать наглядные пособия и разрезы.

О степени своей подготовленности студент может судить по устным ответам на контрольные вопросы для общего закрепления пройденного материала.

Во время занятий преподаватель выясняет усвоение материала каждым студентом. Для закрепления материала студент выполняет домашнее задание, отвечая на вопросы письменно.

Отчет по домашнему заданию представляет на очередном занятии. На основании всех отчетов и контроля знаний на занятиях преподаватель в конце семестра делает заключение (зачет) о допуске студента к экзамену.

Домашнее задание необходимо выполнять ручкой, схемы и графики следует строить простым карандашом с применением чертежных инструментов.

Текущая аттестация по дисциплине «Тракторы и автомобили» проводится в форме контрольных мероприятий (через представление, проверку и оценку письменных работ и презентаций) по оцениванию

фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Активность студента на занятиях оценивается на основе выполненных студентом работ и заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Кроме того, оценивание студента проводится на контрольной неделе. Оценивание студента на контрольной неделе проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения студента по основным компонентам учебного процесса за текущий период. Оценивание осуществляется с выставлением оценок в ведомости и указанием количества пропущенных занятий.

Изучение курса проводится в следующем порядке:

1. Перед каждым циклом практических работ преподаватель проводит теоретическое занятие, излагая студентам основные вопросы данного цикла и настраивая их на порядок выполнения каждой практической работы. Занятия проводятся в лаборатории с использованием различных наглядных пособий, и технических средств обучения.

2. Все студенты выполняют практические занятия в соответствии с методическими рекомендациями для практических работ.

Выполнение и оформление практических работ.

Для выполнения практических работ каждому студенту задают основные параметры абстрактного автомобиля (приложение 1):

- массу автомобиля (m_a);

- колесную базу (L);

- координаты центра тяжести (a, b, h_g);

- начальную скорость движения (V_0)

- и другие.

Практические работы содержат расчеты основных параметров движения автомобиля, содержанием которых является оценка основных конструктивных факторов и их влияния на эксплуатационные показатели автомобиля.

Отчеты по практическим работам выполняются в рабочей тетради.

1.2. Критерии оценки знаний студентов

Критерии оценки применяются следующие:

– Если студент без ошибок и в срок выполнял все практические работы, то ему ставится отметка «зачтено» в журнал преподавателя напротив соответствующего задания.

– Если студент с ошибками выполнил практические работы или не выполнил их вовсе, то ему ставится отметка «не зачтено».

– Если студент без ошибок и в срок выполнял расчетно-графическую работу по заданию преподавателя, то ему ставится отметка «зачтено» в журнал преподавателя напротив соответствующего задания.

– Если студент с ошибками выполнил расчетно-графическую работу работу или не выполнил её вовсе, то ему ставится отметка «не зачтено».

До экзамена студент, получивший отметку «не зачтено», должен внести правки, отмеченные преподавателем и отчитаться ещё раз по выполнению задания.

При завершении изучения дисциплины " Тракторы и автомобили " в семестре (5-м) предусмотрен экзамен, при этом для аттестации студентов по дисциплине используется следующая шкала оценивания результатов их ответов.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

2. Практические работы

2.1 Практическая работа № 1.

Торможение автомобиля

Тягово-сцепные свойства автомобиля при преодолении подъема

Торможение автомобиля

По исходным данным начертить в масштабе 1:25...50 схему автомобиля с расположением центра тяжести.

Определить реакции горизонтальной поверхности переднего R_1 и заднего R_2 мостов.

Найти максимальную (теоретическую) величину замедления $j_3 \max$ автомобиля при торможении на сухой асфальтированной дороге при коэффициенте сцепления $\varphi_x = 0,75$ и $\varphi_{x1} = \varphi_{x2}$.

Определить вертикальные реакции дороги (R_{z1} и R_{z2}) при различных величинах замедления j_3 в диапазоне $0 < j_3 \leq j_3 \max$.

Построить графики изменения вертикальных реакций переднего и заднего мостов замедления (4...5 точек) в диапазоне изменения замедления: $0 < j_3 \leq j_3 \max$.

Рассчитать величину пути проходимого автомобилем при торможении с начальной скоростью V_0 и установившемся замедлением

$j_3 \text{ уст} = 0,5j_{3\max}$ и построить графики изменения скорости движения автомобиля V и его замедления j_3 от величины пройденного при торможении пути (рис.1).

Пояснения к выполнению работы.

Исходные данные:

a – расстояние от центра тяжести до оси переднего моста, м;

b – расстояние от центра тяжести до оси заднего моста, м;

h_g – высота расположения центра тяжести автомобиля от поверхности дороги, м;

m_a – масса автомобиля, т;

V_0 – начальная скорость движения автомобиля, км/ч.

База автомобиля – расстояние между осями переднего и заднего мостов

$$L = a + b, \text{ м} \quad (1)$$

Вертикальные реакции мостов неподвижного автомобиля можно найти из уравнения моментов, т.е. $\Sigma M = 0$

или для переднего моста

$$R_{z1} \cdot L - m_a \cdot g \cdot b = 0, \quad (2)$$

для заднего моста

$$R_{z2} \cdot L - m_a \cdot g \cdot b = 0,$$

где g – ускорение свободного падения;

R_{z1} – реакция дороги от переднего моста;

R_{z2} – реакция дороги от заднего моста.

Максимальное замедление автомобиля определяют по формуле

$$J_{3,\max} = \varphi_x \cdot g \quad (3)$$

При торможении автомобиля за счет действия силы инерции нагрузка на передний мост увеличивается, а на задний снижается.

При этом реакции дороги

$$R_{z1} = \frac{m_a \cdot g}{L} \left(b + \frac{h_g \cdot j_3}{g} \right) \quad (4)$$

$$R_{z2} = \frac{m_a \cdot g}{L} \left(a - \frac{h_g \cdot j_3}{g} \right)$$

Подставляя в выражения (4) и (5) численные значения m_a , L , h_g из исходных данных рассчитывают R_{z1} и R_{z2} при различных значениях j_3 в диапазоне $0 < j_3 \leq j_{3\max}$ и строят графики изменения $R_z(j_3)$

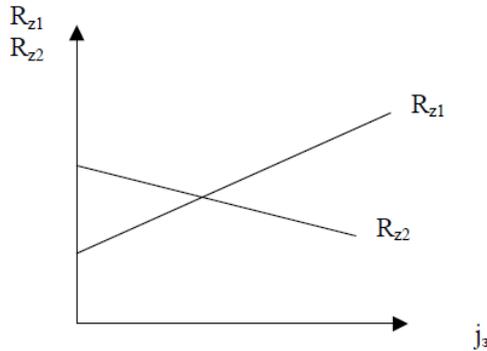


Рис.1– Графики изменения реакций мостов.

При расчетах следует обратить внимание, что при любых значениях j_3

$$R_{z1} + R_{z2} = m_a \cdot g, \quad (5)$$

Тормозной путь автомобиля (без учета реакции водителя) определяют

$$S_T = S_{Tc} + S_H + S_{T,\text{уст.}}, \quad (6)$$

где S_{Tc} – путь, проходимый за время срабатывания тормозов;

S_H – путь, проходимый за время нарастания замедления;

$S_{T,\text{уст.}}$ – путь, проходимый за время установившегося торможения.

Составляющие тормозного пути

$$S_{Tc} = V_0 \cdot t_c, \quad (7)$$

где t_c – время срабатывания тормозов

$$S_{Tн} = V_0 \cdot t_{н} - \frac{j_3 \cdot t_{н}^2}{6}, \quad (8)$$

где $t_{н}$ – время нарастания замедления

$$S_{уст} = \frac{V_{уст}^2}{2j_3} \quad (9)$$

где $V_{уст}$ – начальная скорость установившегося режима торможения.

$$V_{уст} = V_0 - 0,5 j_3 \cdot t_{н}, \quad (10)$$

По результатам расчетов построить график торможения автомобиля (рис.2).

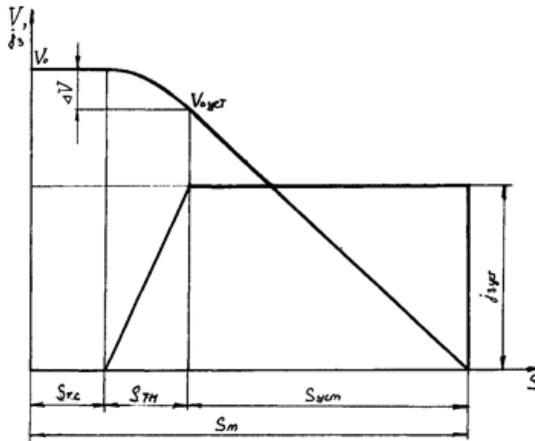


Рис.2 – Диаграмма торможения автомобиля

Контрольные вопросы:

1. Как из данной работы определить максимальную тормозную силу, при которой наступает блокировка колеса?
2. Блокировка каких колес наступает раньше, почему?
3. Как влияет вес автомобиля на величину замедления?
4. Как влияет конструкция тормозов на величину замедления и тормозной путь?
5. Как влияет коэффициент ϕ_x сцепления с дорогой и угол α уклона дороги на величину j_3 , S_T и на распределение R_z .

Тягово-сцепные свойства автомобиля при преодолении подъема

Задание

По исходным данным работы №1 начертить в масштабе схему автомобиля, движущегося на подъем.

Определить изменение реакций дороги от переднего R_{z1} и заднего R_{z2} мостов при увеличении угла α преодолеваемого объема от 0 до 40°.

Построить графики изменения $R_{z1}(\alpha)$ и $R_{z2}(\alpha)$.

На рисунке с графиками $R_z(\alpha)$ нанести зависимости максимальной силы тяги автомобиля $P_t \max$, приложенной к ведущим колесам и силы P_c сопротивления дороги, приложенной к ведомым колесам в переднеприводном и заднеприводном вариантах для значений

$$\varphi_x = 0,75$$

$$\varphi_x = 0,4$$

$$f_0 = 0,012$$

Определить максимальный угол подъема, преодолеваемый автомобилем в переднеприводном и заднеприводном вариантах по условиям сцепления.

Порядок выполнения.

Реакции горизонтальной дороги от переднего R_{z1} и заднего R_{z2} мостов можно принять из работы № 1.

С увеличением угла преодолеваемого подъема нагрузка на задний мост увеличивается, а на передний уменьшается.

Реакция дороги:

$$R_{z1} = \frac{m_a \cdot g}{L} (b \cdot \cos \alpha - h_g \cdot \sin \alpha)$$

$$R_{z2} = \frac{m_a \cdot g}{L} (a \cdot \cos \alpha + h_g \cdot \sin \alpha)$$

(11)

Подставляя из исходных данных значения m_a , b , a , h_g определяем величины R_{z1} и R_{z2} при изменении α от 0 до 40° по 5 точкам (таблица 1.).

Таблицу 1–Результаты расчета

α ,град	0	10	20	30	40
Sin α					
Cos α					
R_{z1}					
R_{z2}					

На основании полученных расчетных данных (рис.3) строим график зависимости реакций R_{z1} и R_{z2} от α и действующих сил $P_{сч}$, P_T от α .

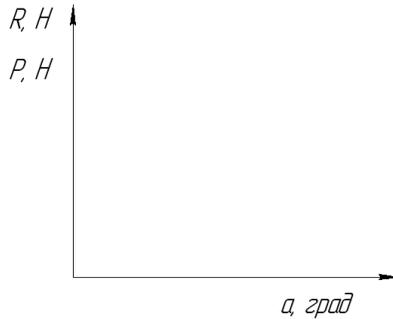


Рис. 3– График сил, действующих на автомобиль при преодолении подъема.

Обратить внимание, что при любых значениях α $R_{z1} + R_{z2} = m_a \cdot g$. На графиках $R_z(\alpha)$ нанести зависимости максимальной силы тяги автомобиля по условиям сцепления колес с дорогой.

Сила сцепления колес с дорогой

$$P_{\text{сц}} = R_z \cdot \varphi_x \quad (12)$$

Движение автомобиля без буксования возможно, если

$$P_T \leq P_{\text{сц}} \quad (13)$$

Для заднеприводного автомобиля

$$P_{T2} \leq R_{z2} \cdot \varphi_x \quad (14)$$

Для переднеприводного

$$P_{T1} \leq R_{z1} \cdot \varphi_x \quad (15)$$

Сила сопротивления движению автомобиля

$$P_c = G_a \cdot \psi, \quad (16)$$

где ψ - коэффициент сопротивления дороги, равен:

$$\psi = tg\alpha + f_0 \quad (17)$$

Условие движения автомобиля

$$P_c \leq P_T \leq P_{\text{сц}}. \quad (18)$$

Контрольные вопросы:

1. Чем отличаются коэффициенты f и f_0 ?
2. Почему в настоящей работе используют коэффициент f_0 вместо ψ ?
3. Как изменяется максимально возможный угол подъема с увеличением скорости движения?
4. Как определить силу тяги на колесах автомобиля, зная мощность двигателя, крутящий момент, передаточное число трансмиссии?
5. Что такое динамический фактор?

Лабораторная работа № 2.

Устойчивость автомобиля при движении на повороте. Устойчивость и управляемость автомобиля в случае заноса.

Устойчивость автомобиля при движении на повороте.

Задание.

1. Построить в масштабе схему движения автомобиля при прохождении поворота (рис.5). На схеме показать размеры a , b , L , B , считая, что центр тяжести расположен на оси автомобиля, углы γ , θ , силы $P_{ц}$ и P_y .
2. Определить минимальный радиус поворота по условиям опрокидывания и по условиям скатывания при $\varphi_x = \varphi_y = 0,75$ и $\varphi_x = \varphi_y = 0,4$.
3. Рассчитать величину центробежной силы $P_{ц}$ и величину суммарной поперечной реакции P_y .

Рассчитать колею автомобиля B по формуле:

$$B = 1 + \frac{h}{2} \quad (19)$$

где h_g – высота центра тяжести автомобиля (м) берется из исходных данных.

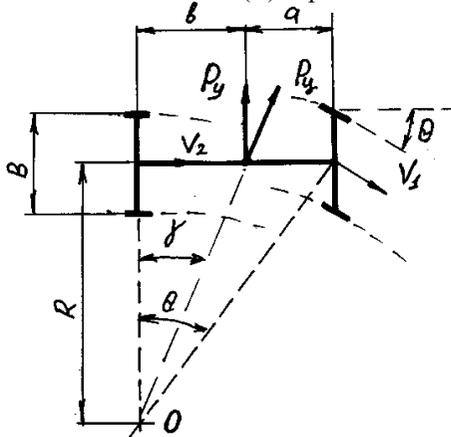


Рис.4 – Схема движения автомобиля на повороте

где $a + b = L$ – база автомобиля;

θ – угол поворота управляемых колес (буква «этта»);

γ – угол между вектором центробежной силы и осью заднего моста;

O – центр поворота;

R – радиус поворота;

Критическая скорость $V_{опр}$ опрокидывания автомобиля может быть рассчитана по формуле:

$$V_{\text{опр}} = \sqrt{\frac{B \cdot L \cdot g}{2h_g \cdot \theta}} \quad (20)$$

учитывая, что

$$\text{tg } \theta = \frac{L}{R} \quad (21)$$

для $V_{\text{опр}} = V_0$ (принимают из исходных данных) получим минимальный радиус поворота, который может пройти автомобиль по условиям опрокидывания с заданной скоростью:

$$R = \frac{2 \cdot h_g \cdot V_{\text{опр}}^2}{B \cdot g} \quad (22)$$

Потеря устойчивости автомобиля при движении на повороте может произойти также по условиям скатывания.

Критическая скорость по условиям скатывания

$$V_{\text{ск}} = \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi_{\text{ц}}} \quad (м/с) \quad (23)$$

откуда

$$R = \frac{V_{\text{ск}}^2}{g \cdot \varphi_{\text{ц}}} \quad (м) \quad (24)$$

Поперечную P_y силу действующую на автомобиль определяют как

$$P_y = P_{\text{ц}} \cdot \cos \gamma = \frac{m \cdot V^2}{R} \quad (Н) \quad (25)$$

Центробежную $P_{\text{ц}}$ из выражения

$$P_{\text{ц}} = \frac{m \cdot V^2}{R \cdot \cos \gamma} \quad (Н) \quad (26)$$

Где $\gamma = \arctg b/L$

Контрольные вопросы.

1. Возмущенное и невозмущенное движения.
2. Что такое асимптотически устойчивое движение.
3. Виды устойчивости движения.
4. Что такое критическая скорость.
5. Как влияет $\varphi_{\text{ц}}$ на условия опрокидывания и скольжения автомобиля.
6. Как определить критический угол бокового уклона.

7. Что такое коэффициент поперечной устойчивости.

8. Как, зная радиус поворота и коэффициент сцепления колес с дорогой, определить максимально возможную скорость движения на повороте.

Устойчивость и управляемость автомобиля в случае заноса.

Задание.

Определить боковую реакцию, при которой произойдет занос моста (переднего или заднего) при движении автомобиля с заданной скоростью в переднеприводном и заднеприводном вариантах.

Определить величину критической скорости по управляемости при движении автомобиля на повороте, построить график изменения критической скорости для $\theta=5; 10; 15; 20$ град, при $\phi_x = 0,7$ и $f_0 = 0,01$.

Пояснение к выполнению работы.

Боковое скольжение мостов автомобиля не происходит одновременно. Начало скольжения зависит от вертикальной нагрузки на мост, коэффициента сцепления шин с дорогой, давления воздуха в шинах, рисунка протектора, касательной реакции на колесе и т.д.

$$R_y = \sqrt{R_z^2 \cdot \phi_x^2 - R_x^2}, \quad (27)$$

где R_z – вертикальная реакция моста (нагрузка на мост);

R_x – касательное усилие на колесе;

ϕ_x – коэффициент сцепления шин с дорогой

При расчете величины R_z вертикальные реакции автомобиля, движущегося равномерно по горизонтальной дороге, можно принять из лабораторных работ № 1,2.

Величину R_x можно рассчитать по формуле:

$$R_x = G_a f_0 \left(1 + \frac{V^2}{20000} \right) + K_e B H V^2, \quad (28)$$

где G_a – вес автомобиля;

f_0 – коэффициент сопротивления качению колеса ($f_0 \approx 0,001 \dots 0,015$); V – скорость движения автомобиля (м/с);

K_e – коэффициент лобового сопротивления $K_e = 0,2 \dots 0,5$;

B – колея автомобиля, м

H – высота автомобиля, м.

Для ведомого моста $R_x = 0$ т.е. сопротивлением подшипников можно пренебречь. Критическая скорость по условиям управляемости определяет предел, при котором начинается боковое скольжение управляемых колес, т.е. автомобиль не вписывается в поворот.

Её определяют по формуле:

$$U_{\text{упр}} = \frac{\sqrt{\varphi_x^2 - f^2}}{\sqrt{\text{tg}\theta - f}} g \cdot L \cdot \cos\theta, \text{ м/с} \quad (29)$$

где φ_x – коэффициент сцепления шин с дорогой;
 f_0 – коэффициент сопротивления качению колеса;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 L – база автомобиля, м;
 θ – средний угол поворота управляемых колес.

По исходным данным работ № 1, 2 рассчитать $U_{\text{упр}}(\theta)$

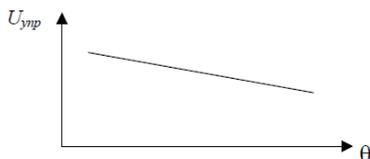


Рис.5 – График зависимости среднего угла поворота управляемых колес от критической скорости по условиям управляемости

Результат расчета сравнить с величиной критической скорости по опрокидыванию и заносу. Сделать выводы.

Контрольные вопросы:

1. Критерии оценки управляемости автомобиля.
2. Условия качения передних колес без поперечного скольжения.
3. Что такое увод колеса?
4. От каких факторов зависит величина увода и как влияет на управляемость.
5. Что такое поворачиваемость?
6. В каких случаях автомобиль обладает недостаточной, избыточной и нейтральной поворачиваемостью?

Лабораторная работа № 3.

Топливная экономичность автомобиля. Колебательный процесс при движении автомобиля.

Топливная экономичность автомобиля.

Задание.

По исходным данным определить путевой расход топлива автомобилем.

Построить графики (рис.6) изменения расхода топлива в зависимости от:

- скорости движения;
- коэффициента сопротивления дороги;
- массы автомобиля;

–лобовой площади автомобиля.

Пояснения к выполнению работы.

Путевой расход топлива автомобиля определяют по формуле:

$$Q_s = g_e \frac{(P_d + P_e)}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_T}, \quad (30)$$

где g_e – удельный расход топлива, кг/кВтч

P_d – сила дорожного сопротивления (Н);

P_B – сила воздушного сопротивления (Н);

ρ_T – плотность топлива, для бензина 0,725 кг/л, для дизеля 0,85 кг/л

η_m – коэффициент полезного действия трансмиссии.

Сила дорожного сопротивления:

$$P_d = G_a \cdot \varphi = G_a (i + f), \quad (31)$$

где i – уклон дороги;

f – коэффициент сопротивления качению.

Величина f зависит от скорости движения автомобиля.

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{20000} \right), \quad (32)$$

где f_0 – коэффициент сопротивления качению дорожного покрытия;

V – скорость движения.

(5.1)

При расчетах принять значения: $f_0 = 0,01; 0,015; 0,02; 0,04$.

Сила воздушного сопротивления:

$$P_B = K_B \cdot B \cdot H \cdot V^2, \text{ Н} \quad (33)$$

Зависимость путевого расхода топлива от скорости движения автомобиля:

$$Q_s = \frac{(P_d + P_e) \cdot g_e}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_T} = \frac{\left[G_a (i + f_0) + \left(G_a f_0 \frac{1}{20000} + K_e \cdot B \cdot H \right) \cdot V^2 \right] \cdot g_e}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_T}. \quad (34)$$

где K_w – коэффициент лобового сопротивления, Нс²/м⁴

B – коlea автомобиля из лабораторной работы № 4;

H – высота автомобиля.

$H = 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2$ м.

F_B – площадь лобовой поверхности, м²

$F_B = HB$, м²

Коэффициент полезного действия трансмиссии η_T задавать в пределах:

$\eta_T = 0,85 \dots 0,95$

Выполнить расчеты и построить графики (рис.6):

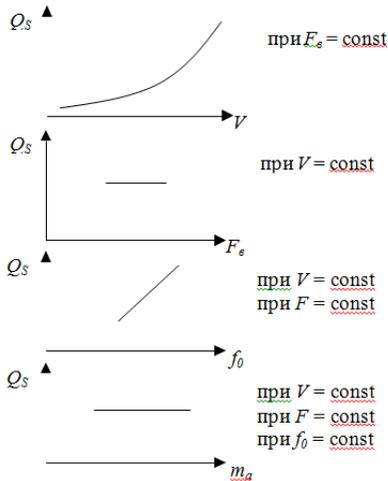


Рис. 6– Общий вид графиков

Контрольные вопросы.

1. Что такое фактор обтекаемости?
2. От чего зависит коэффициент лобового сопротивления?
3. Как изменится расход топлива, если скорость автомобиля увеличить в 2 раза?
4. Как изменится расход топлива, если массу автомобиля увеличить в 2 раза?

Колебательный процесс при движении автомобиля.

Задание

1. По исходным данным начертить в масштабе схему поддрессоренного автомобиля с нанесенным центром тяжести, указанием размеров и реакций мостов.
2. Приняв жесткость пружин передней подвески $c_{п1} = 3 \dots 12$ МН/м и жесткость шины $c_{ш} = 25 \dots 50$ МН/м определить:
 - приведенную жесткость передней подвески;
 - приведенную жесткость задней подвески.
3. Определить статический прогиб упругих элементов передней и задней подвесок.
4. Определить положение центра упругости.
5. Определить частоту собственных колебаний передней и задней подвесок.
6. Определить массу передней m_1 и задней m_2 подвесок автомобиля.

Пояснения к выполнению работы.

1. Схема поддрессоренного автомобиля показана на рисунке 7.

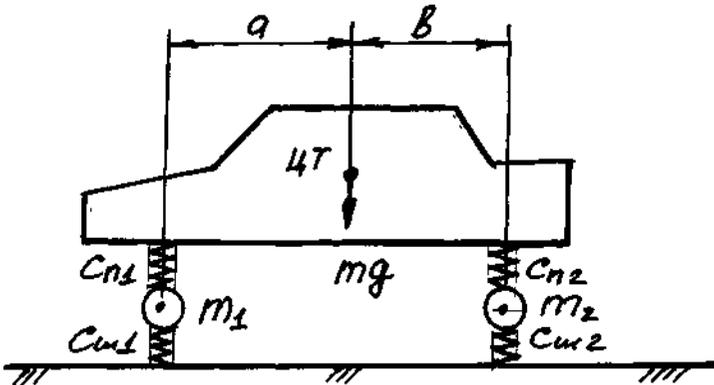


Рис.7– Схема подвески автомобиля

2. Приведенную жесткость подвески определяют по формуле:

$$c_{np} = \frac{c_n \cdot c_{ш}}{c_n + c_{ш}} \left(\frac{MH}{M} \right), \quad (35)$$

где c_n – жесткость упругих элементов (пружины или рессоры);
 $c_{ш}$ – жесткость шины.

Жесткость передней и задней подвесок связаны пропорцией

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{b}{a} \quad (36)$$

Тогда

$$c_2 = c_1 \frac{a}{b} \left(\frac{MH}{M} \right) \quad (37)$$

где a – расстояние от центра тяжести до оси переднего моста;

b – расстояние от центра тяжести до оси заднего моста.

3. Статический прогиб подвески определяют как

$$f_{ст} = \frac{G}{c_{np}} (M), \quad (38)$$

где G – часть веса автомобиля, приходящаяся на подвеску; c_{np} – приведенная жесткость подвески.

4. Центром упругости системы, установленной на упругие опоры, называется точка, в которой приложение любых нагрузок обеспечивает только линейные перемещения системы, т.е. параллельное самой себе. Положение центра упругости относительно центра тяжести можно определить как

$$x = \frac{c_2 f_2 b - c_1 f_1 a}{c_1 f_1 + c_2 f_2} (M), \quad (39)$$

где c_1 и c_2 – приведенные жесткости передней и задней подвесок; f_1 и f_2 – статические прогибы подвесок.

5. Частоту собственных колебаний подвески определяют по формуле

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{f_{cm}}}, \quad (c^{-1}) \quad (40)$$

где g – ускорение свободного падения (m/c^2);

f_{ct} – статический прогиб подвески.

6. Максимальную массу подвески определяют из условия

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{f_{cm}}} = \sqrt{\frac{c_i}{m_i}} \quad (41)$$

или после преобразования

$$m_i = \frac{c_i \cdot f_{cm}}{g} \quad (42)$$

Результаты расчета параметров подвески автомобиля сводим в таблицу

2.

Таблица 2– Результаты расчета параметров подвески автомобиля

Передняя подвеска	a	Rz1	Спр1	fct1	ωс1	m1	X
Задняя подвеска	b	Rz2	Спр2	fct2	ωс2	m2	

Контрольные вопросы:

1. Чем измеряют плавность хода автомобиля.
2. Виды колебаний кузова автомобиля.
3. Как определить приведенную жесткость подвески.
4. Что такое центр упругости системы.
5. Как влияют шины на плавность хода автомобиля.
6. Как найти частоту собственных колебаний неподрессоренной массы.
7. Что такое поддрессоренные и неподрессоренные массы.
8. Что такое радиус инерции поддрессоренной массы.

Приложение 1 Задание для выполнения лабораторных работ

Вариант	a, м	b, м	hg, м	ma, г	V0, км/ч
1	0,8	1,9	0,95	0,80	60
2	0,9	2	0,90	0,85	50
3	1,0	1,9	0,85	0,9	70
4	1,1	1,8	0,8	1,0	80
5	1,2	1,7	0,75	1,1	90
6	1,3	1,6	0,70	1,2	100
7	1,4	0,8	0,65	1,3	110
8	1,5	0,9	0,60	1,4	120
9	1,6	1,0	0,30	1,5	50
10	1,7	1,1	0,35	1,6	60
11	1,8	1,2	0,40	1,7	70
12	1,9	1,3	0,45	1,8	80
13	2,0	1,4	0,50	1,9	90
14	1,9	1,5	0,55	2,0	100
15	1,8	1,6	0,60	2,1	110
16	1,7	1,7	0,65	2,2	120
17	1,6	1,8	0,70	2,3	50
18	1,5	1,9	0,75	2,4	60
19	1,4	2,0	0,80	2,5	70
20	1,3	0,8	0,85	2,6	80
21	1,2	0,9	0,9	2,7	90
22	1,1	1,0	0,95	2,8	100
23	1,0	1,1	1,0	2,9	110
24	0,9	1,2	0,98	3,0	120
25	0,8	1,3	1,10	3,1	50
26	0,9	1,4	1,15	3,2	60
27	1,0	1,5	1,20	3,3	70
28	1,1	1,6	1,25	3,4	80
29	1,2	1,7	1,30	3,5	90
30	1,3	1,8	1,35	3,6	100

$\tau_c=0,03c$, $\tau_H=0,4c$,

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Список основной литературы

1. Суркин В. И. Основы теории и расчёта автотракторных двигателей : учебное пособие / В. И. Суркин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1486-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>.

2. Поливаев О. И. Теория трактора и автомобиля : учебник / О. И. Поливаев, В. П. Гребнев, А. В. Ворохобин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-2033-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212306>.

Список дополнительной литературы

1. Огороднов С.М. Конструкция автомобилей и тракторов: учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1048737>

2. Бобровник А. И. Автомобили и тракторы: учебное пособие / А. И. Бобровник, Т. А. Варфоломеева. — Минск : БНТУ, 2020. — 408 с. — ISBN 978-985-583-568-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/247760>

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Образовательные порталы, сайты и библиотеки:

1	Министерство образования и науки РФ	http://минобрнауки.рф/
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	www.rusneb.ru
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
4	ЭБС издательства «ИНФРА-М»	znanium.com
5	ЭБС издательства «Лань»	e.lanbook.com
6	Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ)	http://www.gpntb.ru/
7	Федеральный портал Российское образование	http://www.edu.ru\

Составители: *Матяш Сергей Петрович*
Сырбаков Андрей Павлович

ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

Методические указания
по выполнению практических работ
по разделу «Теория трактора и автомобиля»

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка С.П. Матяш

Подписано к печати 25 июня 2019 г. Формат 60×84^{1/16}
Объем 1,0 уч.изд. л. Заказ №11 Тираж 30 экз.

Отпечатано в минитипографии Инженерного института НГАУ
630039, г. Новосибирск, ул. Никитина, 147, ауд. 209