

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ВОРОБЬЕВ С.А.

КОНСТРУКЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ

**Учебно-методическое пособие
по курсовому проектированию**



Санкт-Петербург
Наукоемкие технологии
2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВОРОБЬЕВ С.А.

КОНСТРУКЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ

Учебно-методическое пособие
по курсовому проектированию

Санкт-Петербург
Наукоемкие технологии
2019

УДК 629.113
ББК 39.33
В 75

Рецензенты:

Капустин Александр Александрович – доктор технических наук, профессор;
Язев Анатолий Владимирович – генеральный директор АО «Автопарк № 1. Спецтранс».

В 75 Воробьев С. А. Конструкция и эксплуатационные свойства автомобиля:
учебно-методическое пособие по курсовому проектированию. – СПб.:
Наукоемкие технологии, 2019. – 35 с.

ISBN 978-5-6043663-8-7

В учебно-методическом пособии приведены основные требования по объему и содержанию курсового проекта. В основной части пособия указаны последовательность выполнения и порядок оформления разделов проекта. Для расчета узлов, механизмов и агрегатов автомобиля на каждом этапе работы предложена вспомогательная литература. Задания с исходными данными для выполнения проекта размещены в приложении 2.

Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию предназначено для студентов по направлению подготовки 230303 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, направленность образовательной программы: автомобили и автомобильное хозяйство.

УДК 629.113
ББК 39.33

ISBN 978-5-6043663-8-7

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2019 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
1. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА.....	5
2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	7
3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА.....	7
3.1. Титульный лист.....	7
3.2. Содержание проекта (оглавление).....	8
3.3. Введение.....	8
3.4. Анализ особенностей существующих конструкций.....	8
3.5. Выбор варианта конструкции.....	9
3.6. Определение исходных параметров для расчета.....	10
3.6.1. Определение полной массы автомобиля.....	10
3.6.2. Подбор пневматических шин.....	12
3.6.3. Определение мощности двигателя и построение его внешней скоростной характеристики.....	14
3.6.4. Определение необходимых передаточных чисел трансмиссии.....	16
3.6.5. Выводы.....	18
3.7. Последовательность этапов расчета для различных узлов, механизмов и агрегатов автомобиля.....	18
3.7.1. Сцепление.....	19
3.7.2. Коробка передач ступенчатого типа.....	20
3.7.3. Карданная передача.....	23
3.7.4. Главная передача.....	24
3.7.5. Мосты автомобиля.....	25
3.7.6. Тормозные механизмы и тормозные приводы.....	26
3.7.7. Подвеска колес.....	27
3.7.8. Рулевое управление.....	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	34

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основной задачей самостоятельной работы студента над курсовым проектом является углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и в ходе лабораторно-практических занятий, привитие навыков по решению инженерных задач, связанных с выбором конструктивных форм и размеров, а также расчетом деталей, узлов и механизмов автомобиля на прочность, долговечность, износ и нагрев.

Хорошее знание устройства автомобиля, методов его проектирования, верная оценка возникающих нагрузок, действующих внешних и внутренних сил и моментов позволяют разрабатывать и обосновывать методики диагностирования автомобиля и его элементов, прогнозировать его поведение в эксплуатации, обосновывать технологические процессы обслуживания и ремонта.

Выполнение курсового проекта по конструкции автомобиля базируется на общетехнических и специальных дисциплинах, связанных с конструированием и расчетом механических систем, и способствует систематизации полученных ранее знаний, а также их практическому использованию. В ходе подготовки курсового проекта студент овладевает методикой и навыками самостоятельного использования справочной литературы, стандартов, табличных материалов, периодической и другой литературы.

В данном учебном пособии приведены основные требования к курсовому проекту, систематизированы и показаны последовательность выполнения проекта, проведения расчетов, определен объем пояснительной записки графической части, а также предложен список литературы, которая поможет выполнить курсовой проект.

При проведении расчетов по конкретным узлам и механизмам автомобиля (таким, как сцепление, коробка передач и др.) в качестве дополнительной литературы студент может воспользоваться учебными пособиями «Конструкция автомобиля» и «Эксплуатационные свойства автомобиля» (СПб., СПбГАСУ, 2019). В этих пособиях учащийся найдет необходимую справочную информацию для

работы, что позволит сократить до нормы объем курсового проекта при решении заданного варианта расчета узла или механизма автомобиля.

1. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка объемом 20–25 страниц машинописного текста включает:

- 1) титульный лист;
- 2) лист с изложением содержания проекта (оглавление);
- 3) введение;

4) основной текст курсового проекта, в состав которого должны входить примерно следующие разделы:

- анализ особенностей существующих конструкций, требований к ним и их применения;
- принципиальные и структурные схемы существующих конструкций, тенденции их развития и т. п.;
- обоснование принятого для разработки типа (варианта), его расчетная схема, анализ нагрузок, воспринимаемых основными деталями;
- определение необходимых исходных параметров для выполнения основных расчетов. При этом должны указываться задачи и цели проводимых расчетов;
- разделы и подразделы по выполнению расчетов, связанных с определением размеров и прочности основных деталей, кинематические расчеты, расчеты по нагруженности деталей и т. п.;
- выводы, которые могут быть сделаны по разделу или по группе разделов. В них должна быть представлена качественная оценка эффективности предлагаемого конструктивного решения или обобщение полученных результатов расчетов в удобной для анализа и дальнейшего использования форме;

- возможные неисправности, виды и способы технического обслуживания;
- список использованной литературы в формате библиографического описания;
- приложение, где размещаются листы спецификаций для графической части и другие документы, которые автор считает необходимым предоставить.

Основной текст документа должен сопровождаться по необходимости рисунками, таблицами, схемами, графиками, эскизами анализируемых и разрабатываемых деталей, узлов, механизмов.

Графическая часть проекта объемом 1-2 листа формата А1 должна включать:

- 1) сборочный чертеж общего вида (0,5-1 лист);
- 2) узел или деталь (наиболее сложная и интересная) или детали (0,5-1 лист).

Сборочный чертеж выполняется в соответствии с ГОСТ 2.109-73. Он должен содержать необходимое количество проекций с разрезами, сечениями и дополнительными видами, дающими полное представление об объекте и принципе его работы.

На сборочном чертеже должны быть проставлены габаритные размеры, установочные и присоединительные размеры, сопряженные размеры с обозначением посадок и размеров зазоров, которые необходимо контролировать при сборке или регулировать в процессе эксплуатации.

Все чертежи должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.107-68, ГОСТ 2.109-73 и ГОСТ 2.315-68, основные надписи – ГОСТ 2.104-68, текстовые документы – ГОСТ 2.105-68 и ГОСТ 2.106-68.

На всех чертежах по необходимости должны быть представлены технические требования на изготовление детали, узла, механизма. На основном сборочном чертеже необходимо разместить техническую характеристику механизма, например в виде таблицы с указанием основных параметров механизма. Все это должно быть выполнено в соответствии с ГОСТ 2.316-68.

Спецификацию составляют на каждую сборочную единицу в соответствии с ГОСТ 2.104-68 и 2.108-68 на отдельных листах формата А4. Спецификация в общем случае состоит из разделов, располагаемых в такой последовательности:

1. Документация (общие виды, схемы, пояснительная записка).
2. Сборочные единицы.
3. Детали.
4. Стандартные изделия (подшипники, крепежные изделия и т. п.).
5. Материалы (смазочное масло, прокладки и т. п.).

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходными данными для расчетов служат выдаваемые преподавателем индивидуально каждому студенту следующие параметры:

- 1) максимальная скорость движения автомобиля по горизонтальному участку дороги с твердым покрытием ($V_{\max}$, м/с или км/ч);
- 2) грузоподъемность или пассажироместимость автомобиля ($G_{\text{гр}}$, кН);
- 3) тип автомобиля;
- 4) вид разрабатываемого узла, механизма или агрегата (сцепление, коробка передач, главная передача и т. д.).

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

3.1. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Титульный лист пояснительной записки выполняется стандартным шрифтом (Times New Roman) и должен содержать название проекта, наименование дисциплины, фамилии руководителя и студента. Образец титульного листа приведен в приложении 1. Титульный лист является первой страницей пояснительной записки, но номер страницы на нем не ставится, нумерация начинается со второй страницы.

3.2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА (ОГЛАВЛЕНИЕ)

Лист с изложением содержания проекта включает заголовок в виде слова «ОГЛАВЛЕНИЕ» и перечисленные ниже заголовки всех разделов, подразделов расчетно-пояснительной записки с указанием номеров страниц, на которых помещены эти заголовки.

3.3. ВВЕДЕНИЕ

Во введении необходимо отметить основание для выполняемой работы. Следует указать, какую роль играет рассчитываемый и проектируемый узел, механизм или агрегат в автомобиле, где он расположен и сформулировать задачи, решенные в процессе выполнения курсового проекта.

3.4. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Анализ особенностей существующих конструкций является начальным этапом работы над проектом. Он предполагает детальное и углубленное ознакомление с агрегатами, узлами и механизмами, близкими по решаемым задачам и конструктивному исполнению к объекту проектирования, с учетом последних достижений науки и техники в данной области и перспективами развития рассматриваемых конструкций. Для выполнения такого анализа требуется изучить различные литературные источники (учебники, монографии, патенты или их описания, инструкции, журнальные статьи и др.), а также натуральные образцы.

На данном этапе работы необходимо выполнять эскизы не только механизма, агрегата в целом, но и тех или иных решений отдельных устройств, узлов и сложных деталей. Важно составлять кинематические схемы, анализировать действие сил и моментов, нагружающих конструкцию, т. е. составлять расчетные схемы. При этом необходимо обращать внимание на конструкционные материалы, из которых изготовлены детали, технологию их изготовления, на способы крепления и соединения деталей, возможность их перемещения или, наоборот, способы фиксации или центрирования относительно друг друга, действующие в

них напряжения (механические, тепловые), возможные износы (а значит, изменение зазоров, размеров) в процессе их работы и способы их компенсации в ходе эксплуатации (методом ручных регулировок, автоматических и других приемов), на способы устранения или уменьшения вредных трений деталей, способы их сборки и установки в узлах, механизмах и агрегатах, а также разборки. Кроме того, следует обратить внимание на признаки неисправностей и варианты их проявлений и соответственно рассмотреть методы диагностирования и объемы технического обслуживания в процессе эксплуатации.

Все указанные выше действия должны в логической последовательности найти отражение в пояснительной записке. На основании такого анализа формулируются цель и задачи курсового проекта.

3.5. ВЫБОР ВАРИАНТА КОНСТРУКЦИИ

В результате проведенного анализа выбирается прототип проектируемого узла, механизма или агрегата, намечаются конкретные изменения, улучшающие конструкцию, прорабатываются кинематическая и силовая схемы, его компоновка и т. д.

При принятии тех или иных решений необходимо обеспечить следующее:

- 1) обоснованность применения каждого элемента конструкции;
- 2) широкое использование стандартных узлов и деталей и ограниченную номенклатуру крепежных деталей;
- 3) соответствие конструктивных форм деталей условиям технологии ее изготовления и последующей (при необходимости) обработки, а также технологии сборки и разборки узла, в который они входят;
- 4) экономичное расходование материалов при обеспечении заданной прочности;
- 5) удобство и качество сборки и разборки при минимальных затратах труда;
- 6) сокращение расходов на эксплуатацию и другие общетехнические и специальные требования к разрабатываемому узлу, механизму, агрегату и т. п.

Таким образом, необходимо четко обозначить названные выше требования и способы их реализации в разрабатываемой конструкции.

Кинематическая схема, эскиз общего устройства, отдельных его элементов и деталей должны выполняться в соответствии со стандартами ЕСКД, например ГОСТ 2.770-68, 2.780-68, 2.781-68 и др.

3.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РАСЧЕТА

Для разработки конструкции и выполнения соответствующих расчетов необходимо предварительно подобрать и определить ряд параметров автомобиля, для которого будет разрабатываться заданный узел, механизм или агрегат. Таким образом, на основании исходных данных целью и задачами расчета, выполненного в этом разделе, будут:

- 1) определение полной массы автомобиля;
- 2) исходя из полученной полной массы автомобиля и допустимой максимальной скорости, выполнение подбора размера и параметров колес;
- 3) определение мощности двигателя, необходимой для обеспечения движения автомобиля с заданной максимальной скоростью;
- 4) расчет и построение внешней скоростной характеристики двигателя;
- 5) определение передаточных чисел трансмиссии, которые потребуются при дальнейших расчетах.

3.6.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЙ МАССЫ АВТОМОБИЛЯ

Полную массу автомобиля можно представить следующими выражениями:

– для легковых автомобилей

$$m_a = m_{\text{сн}} + m_n(z + 1) + m_6; \quad (1)$$

– для грузовых автомобилей

$$m_a = m_{\text{сн}} + m_{\text{гр}} + m_n(z + 1) + m_6, \quad (2)$$

где $m_{\text{сн}}$ – масса снаряженного автомобиля или собственная масса, т. е. масса автомобиля в снаряженном состоянии без груза, водителя и пассажиров, кг. Она складывается из сухой массы автомобиля, заправки (топлива, жидкого смазочного

масла и охлаждающей жидкости), инструмента, принадлежностей, запасного колеса и обязательного оборудования; $m_{гр}$ – полезная нагрузка (т. е. грузоподъемность, предусмотренная техническими условиями); m_n – масса человека ($m_n = 75$ кг); z – число мест пассажиров; $m_б$ – масса багажа. Массу багажа водителя и пассажира грузовых автомобилей принимают 5 кг на одного человека, а легковых автомобилей – 10 кг.

Снаряженная масса автомобиля может быть определена из следующего выражения:

$$m_{сн} = \frac{m_{гр}}{\eta_q}, \quad (3)$$

где η_q – коэффициент использования массы автомобиля, $\eta_q = m_{гр} / m_{сн}$.

Таким образом, необходимо определиться с коэффициентом использования массы автомобиля (этот коэффициент является обратной величиной коэффициента тары или коэффициента снаряженной массы). Для этого нужно провести следующее исследование. Взять 10–15 аналогов, т. е. современных марок автомобилей, аналогичных по виду, компоновке и близких к заданной грузоподъемности. Исходя из данных технических характеристик, рассчитать коэффициент использования массы для каждой из моделей и среднее значение для всех аналогов. Затем в соответствии с полученным средним коэффициентом рассчитать снаряженную массу, а потом и полную массу автомобиля, для которого разрабатывается узел, механизм или агрегат.

В ряде литературных источников приводятся значения η_q (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые данные по η_q

Масса груза, $m_{гр}$, кг	до 1000	от 1000 до 3000	от 3200 до 5000	от 5200 до 8000	свыше 8000
Коэффициент использования массы, η_q	0,25–0,7	0,6–0,9	0,6–1,2	0,6–1,4	0,7–1,3

3.6.2. ПОДБОР ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

Подбор шин проводят исходя из допустимой нагрузки на шину и соответствующей скорости движения. Чтобы определить нагрузку, приходящуюся на одну шину, необходимо знать распределение массы груженого автомобиля по осям, т. е. рассчитать коэффициент нагрузки соответственно передней и задних осей. Для этого воспользуемся аналогами и приведенными в табл. 2 данными.

Таблица 2

Данные по загрузке задней оси автомобиля

Тип автомобиля	Коэффициент загрузки задней оси автомобиля, $\lambda_{к2}$
1. Грузовой с массой груза от 7,0 до 8,5 т	0,67
2. Грузовой с колесной формулой 4×2	0,65–0,75
3. Грузовой с колесной формулой 4×4	0,50–0,60
4. Легковой классической компоновки	0,57
5. Легковой с передним двигателем и передней ведущей осью	0,51
6. Легковой с задним расположением двигателя и задней ведущей осью	0,59

Примечание. 1. По данным аналогов рассчитать коэффициент загрузки передней и задней осей, сравнить с приведенными значениями, сделать выводы.
2. Если на ведущие колеса, при колесной формуле 4×2, приходится 70 и более процентов полной массы автомобиля, то ведущие колеса принимаются двухскатными.

Загрузка, приходящаяся на одно колесо задней оси, определяется по следующему выражению:

$$Y_{к2} = \lambda_{к2} * \lambda_{кг} * G_a / n, \quad (4)$$

где $Y_{к2}$ – коэффициент нагрузки на заднюю ось в статическом положении автомобиля, Н; $\lambda_{кг}$ – коэффициент увеличения нагрузки на заднюю ось при движении автомобиля, $\lambda_{кг} = 1,1 \dots 1,3$; G_a – сила тяжести автомобиля, $G_a = m_a * g$ (где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$); n – число шин на оси.

По стандартам [ГОСТ 4754-80 (для шин легковых автомобилей), ГОСТ 5513-75 (для шин грузовых автомобилей и др.)], а также техническим данным на нестандартизованные шины подбирается тип и размер пневматической шины.

Основным размером, используемым при расчетах, является радиус колеса, катящегося без скольжения $r_{\text{ко}}$. Он занимает промежуточное положение между свободным радиусом r_c и статическим $r_{\text{ст}}$. Значения этих двух радиусов приводятся в справочных материалах и (стандартах) по сортаменту шин. С достаточной для практических целей точностью он может быть рассчитан по выражению

$$r_{\text{ко}} = \lambda_{\text{ш}} * r_c, \quad (5)$$

где $\lambda_{\text{ш}}$ – коэффициент деформации, зависящий от типа, размера и модели шин, $\lambda_{\text{ш}} = 0,95 \dots 0,97$.

Если известно обозначение шины, то радиус колеса можно определить по следующему выражению:

$$r_c = 0,001 \left(\frac{d}{2} + 0,85B \right), \quad (6)$$

где r_c – радиус колеса, м; d – посадочный диаметр обода колеса, мм; B – ширина профиля, мм; 0,85 – отношение высоты профиля к ширине (H/B).

Примечание. Для широкопрофильных шин H/B может иметь и меньшее значение, чем 0,85.

Если размеры d и B берутся в дюймах, то радиус колеса будет определяться выражением

$$r_c = 0,0254 \left(\frac{d}{2} + 0,85B \right). \quad (7)$$

3.6.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ И ПОСТРОЕНИЕ

ЕГО ВНЕШНЕЙ СКОРОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Двигатель подбирают исходя из условия движения с заданной максимальной скоростью $V_{\max}$ по хорошей дороге в соответствии с балансом мощности:

$$N_{V_{\max}} = \frac{N_{\psi}}{\eta_{\text{тр}}} + \frac{N_{\omega}}{\eta_{\text{тр}}} = \frac{G_a * \psi * V_{\max}}{1000 * \eta_{\text{тр}}} + \frac{k * F * V_{\max}^3}{1000 * \eta_{\text{тр}}}, \quad (8)$$

где $N_{V_{\max}}$ – мощность двигателя, кВт; G_a – полный вес автомобиля, $G_a = m_a * g$, Н; ψ – комплексный коэффициент сопротивления дороги, $\psi = 0,02$; $V_{\max}$ – максимальная скорость автомобиля, м/с; k – коэффициент обтекаемости, Н*с²/м⁴ (для легковых автомобилей $k = 0,15 \dots 0,37$ Н*с²/м⁴; для грузовых $k = 0,5 \dots 0,7$ Н*с²/м⁴); F – лобовое сечение автомобиля, м² (для легковых – $1,6 \dots 2,8$ м²; для грузовых – $3,0 \dots 5,0$ м²); $\eta_{\text{тр}}$ – КПД трансмиссии (у грузовых автомобилей малой грузоподъемности и средней – $\eta_{\text{тр}} = 0,92 \dots 0,88$; у грузовых автомобилей большой грузоподъемности $\eta_{\text{тр}} = 0,88 \dots 0,85$). Можно использовать фактор обтекаемости $k * F$ или рассчитать его. Лобовое сечение автомобиля (миделево сечение) может быть определено по выражению

$$F = \alpha * B * H, \quad (9)$$

где B , H – соответственно наибольшая ширина и высота автомобиля, м; α – коэффициент заполнения площади ($\alpha = 0,78 \dots 0,8$ – для легковых автомобилей; $\alpha = 0,75 \dots 0,9$ – для грузовых).

Максимальная мощность двигателя определяется из выражения

$$N_{\max} = (1,04 \dots 1,10) N_{V_{\max}}. \quad (10)$$

Частота вращения при максимальной мощности n_N для современных карбюраторных двигателей легковых машин составляет 5200–5600 об/м, а грузовых – 3000–3600 об/м.

Максимальная частота вращения вала двигателя определяется из соотношения

$$n_{\max} = n_{V_{\max}} = (1,10 \dots 1,20) n_N. \quad (11)$$

Для расчетного построения внешней скоростной характеристики двигателя используем следующие формулы:

1. Для дизеля:

$$N_{ex} = N_{\max} \frac{n_x}{n_N} \left[c_1 + c_2 \frac{n_x}{n_N} - \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^2 \right], \quad (12)$$

где N_{ex} – текущее значение эффективной мощности, кВт; n_x – текущее значение частоты вращения, об/м; $N_{\max}$ – максимальная мощность двигателя; c_1, c_2 – постоянные коэффициенты для двигателя с неразделенной камерой сгорания, $c_1 = 0,5$, $c_2 = 1,5$.

2. Для карбюраторного двигателя:

$$N_{ex} = N_{\max} \frac{n_x}{n_N} \left[1 + \frac{n_x}{n_N} - \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^2 \right]. \quad (13)$$

Крутящий момент двигателя M_x определяется при тех же значениях текущей частоты вращения вала n_x из соотношения

$$M_x = \frac{9550 * N_{ex}}{n_x}, \quad (14)$$

где M_x – крутящий момент двигателя, Н·м.

Для построения внешней скоростной характеристики двигателя необходимо получить не менее 10 расчетных точек мощности и крутящего момента. Для этого строим таблицу (табл. 3), куда с шагом, чтобы получить не менее 10 точек, подставляем частоту вращения от минимальной до максимальной. Затем для заданных текущих значений частоты вращения по вышеприведенным формулам рассчитываем текущие значения мощности и момента.

Минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя $n_{\min}$ следует брать 600–800 об/м. Полученные расчетные данные сводятся в табл. 3.

Таблица 3

Значения параметров внешней характеристики

n , об/м										
N_e , кВт										
M , Н*м										

По данным табл. 3 строятся графики внешней характеристики двигателя $N_e = f(n)$ и $M = f(n)$. Примерный вид таких графиков представлен на рис. 1.

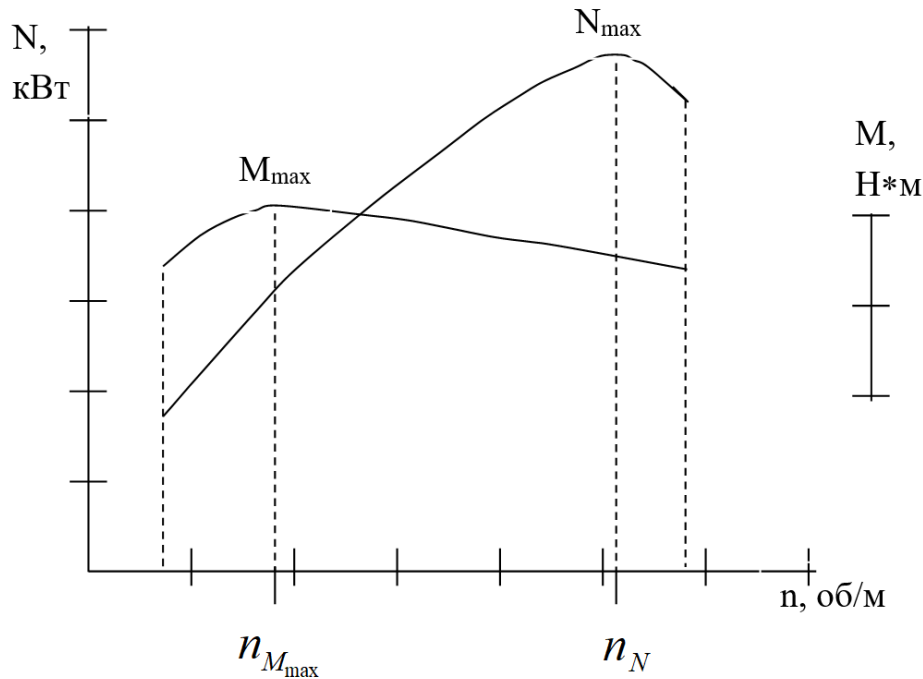


Рис. 1. Внешняя скоростная характеристика двигателя

3.6.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМЫХ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ТРАНСМИССИИ

При расчете проектируемых агрегатов требуется знание ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля.

Кинематическая схема трансмиссии автомобиля выбирается на основе анализа существующих трансмиссий и принятого прототипа с учетом поставленных задач по техническому совершенствованию разрабатываемого или модернизируемого автомобиля. При этом можно выделить постоянное передаточное число трансмиссии автомобиля, равное, для большинства автомобилей, передаточному числу главной передачи.

Коробка передач может иметь передаточное число высшей передачи, равное единице (т. е. $i_{к.п.в.} = 1$ – прямая передача), или повышающую передачу, т. е. $i_{к.п.в.} = 0,78 \dots 0,82$, что необходимо учитывать в дальнейших расчетах.

Итак, кинематическую скорость движения автомобиля можно выразить следующим образом:

$$V_a = \frac{2 * \pi * r_{к_0} * n}{60 * i_0 * i_{к.п.ж}} = 0,105 \frac{r_{к_0} * n}{i_0 * i_{к.п.ж}}, \quad (15)$$

где V_a – скорость автомобиля, м/с; r_{κ_0} – радиус качения колеса, м; n – частота вращения вала двигателя, об/м; i_0 – передаточное число главной передачи; $i_{\kappa.n.j}$ – передаточное число коробки передач на j -ой передаче.

По формуле (15) определим i_0 при условии движения автомобиля с заданной максимальной скоростью $V_{\max}$ на высшей передаче коробки передач, т. е. при $i_{\kappa.n.v.} = 1$ или $i_{\kappa.n.v.} = 0,78 \dots 0,81$.

Тогда

$$i_0 = \frac{0,105 * r_{\kappa_0} * n}{V_{\max} * i_{\kappa.n.v.}}. \quad (16)$$

Передаточное число первой передачи (низшей передачи) коробки передач определяется из трех условий:

1) возможности преодоления заданного максимального дорожного сопротивления (т. е. при движении по наиболее тяжелой дороге, характеризуемой комплексным коэффициентом сопротивления ψ дороги). Тогда

$$i_{\kappa.n.1}^{\psi} = \frac{\psi_{\max} * G_a * r_{\kappa_0}}{M_{e_{\max}} * i_0 * \eta_{\text{тр}}}, \quad (17)$$

где $\psi_{\max} = 0,35 \dots 0,5$ – для легковых автомобилей; $\psi_{\max} = 0,35 \dots 0,4$ – для грузовых автомобилей;

2) возможности реализации максимального тягового усилия по условиям сцепления колес с дорогой. Тогда

$$i_{\kappa.n.1}^{\text{сц}} = \frac{\varphi * G_{\text{сц}} * r_{\kappa_0}}{M_{e_{\max}} * i_0 * \eta_{\text{тр}}}. \quad (18)$$

Здесь $G_{\text{сц}}$ – сцепная сила тяжести, $G_{\text{сц}} = m_{\varphi} * g$, Н, т. е. сила тяжести, приходящаяся на ведущую ось или оси, где m_{φ} – сцепная масса, $m_{\varphi} = \alpha_2 * m_2$ – для автомобилей с задней ведущей осью, $m_{\varphi} = \alpha_1 * m_1$ – для переднеприводных автомобилей ($\alpha_1 = 0,8 \dots 0,9$; $\alpha_2 = 1,1 \dots 1,3$ – коэффициент перераспределенной нагрузки; m_1, m_2 – соответственно масса, приходящаяся на переднюю и заднюю оси, кг); φ – коэффициент сцепления для сухого шоссе, $\varphi = 0,6 \dots 0,8$;

3) возможности движения с минимальной устойчивой скоростью. Тогда

$$i_{к.н.1}^{V_{\min}} = \frac{0,105 * n_{e_y} * r_{к_0}}{i_0 * V_{a_{\min}}}, \quad (19)$$

где n_{e_y} – минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала двигателя при движении машины; $V_{a_{\min}}$ – минимально устойчивая скорость движения из условия удобства маневрирования ($V_{a_{\min}} = 4...5$ км/ч).

Затем выполняется сравнение полученных передаточных чисел. Они должны удовлетворять следующему неравенству:

$$i_{к.н.1}^{\psi} \leq i_{к.н.1}^{сц},$$

если это условие не выполняется, то целесообразно увеличить сцепную массу автомобиля, а при невозможности это сделать принимается $i_{к.н.1}^{сц}$, но тогда автомобиль не сможет преодолеть заданное дорожное сопротивление. Если $i_{к.н.1}^{\psi}$ и $i_{к.н.1}^{сц} < i_{к.н.1}^{V_{\min}}$, то принимается $i_{к.н.1}^{V_{\min}}$.

3.6.5. Выводы

Сделать по разделу 3.6. общие выводы, т. е. в удобной для чтения краткой форме предоставить основные рассчитанные параметры автомобиля, которые будут использоваться в дальнейших расчетах.

3.7. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭТАПОВ РАСЧЕТА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УЗЛОВ, МЕХАНИЗМОВ И АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЯ

Расчеты выполняются на базе приобретенных знаний по таким дисциплинам, как «Теоретическая механика», «Теория машин и механизмов», «Сопротивление материалов», «Детали машин», а также с использованием справочников и специальной литературы по расчету автомобилей. Некоторые из таких литературных источников приведены в разделе «Список литературы».

Типовой курсовой проект как правило содержит:

1. Эскиз или схему объекта и расчетную схему.
2. Задачу расчета.

3. Исходные данные для расчета и принимаемые допущения.

4. Расчет.

5. Анализ полученных результатов.

Принятое техническое решение (пишут в отдельных строках «Принято $m = 10$ мм; $Z_1 = 16$; $Z_2 = 84$ и т. п.»).

Ниже приводятся методики выполнения курсовых проектов для основных узлов, механизмов и агрегатов автомобиля.

3.7.1. СЦЕПЛЕНИЕ

К основным задачам расчета сцепления относятся такие задачи, как:

1. Расчет силовых параметров сцепления (статического момента трения, усилия сжатия дисков) и выбор размеров основных элементов сцепления.

2. Расчет параметров нагрузки (работа буксования, удельная работа буксования, нагрев дисков) и их оценка.

3. Расчет отдельных деталей и их элементов на прочность.

4. Расчет привода сцепления с определением величины хода педали и усилия, прилагаемого к ней, с учетом имеющихся ограничений.

Рекомендуемая литература: [1, стр. 55–70]; [3, стр. 105–124]; [4, стр. 152–164]; [7, стр. 56–86]; [9, стр. 21–53]; [10, стр. 142–159]; [12, стр. 15–23, 27–36, 113–125, 191–200, 292–321]; [13, стр. 268–272].

Последовательность расчета:

1. Рассчитывается статический момент трения, передаваемый сцеплением по известному значению максимального крутящего момента двигателя и принятому значению коэффициента запаса сцепления.

2. Определяется необходимое нажимное усилие, обеспечивающее передачу сцеплением рассчитанного статического момента трения.

3. Проводится окончательное принятие основных параметров и размеров ведомого и нажимного дисков с учетом действующих стандартов. Рассчитывается масса нажимного диска.

4. Выполняются расчеты и оценка возникающих нагрузок в сцеплении.

4.1. Рассчитывается величина работы буксования и выполняется ее оценка путем сравнения со значением работы буксования аналогов.

4.2. Рассчитывается значение удельной работы буксования, которая будет зависеть от размеров сцепления, и выполняется ее оценка путем сравнения с допустимым значением удельной работы буксования.

4.3. Рассчитывается повышение средней температуры нажимного диска при начале движения автомобиля (автопоезда) с места и выполняется ее оценка путем сравнения с допустимым значением.

5. Проводится расчет деталей сцепления на прочность.

5.1. Рассчитываются параметры и упругая характеристика пружин (винтовых или диафрагменных), а также напряжений, возникающих при их работе.

5.2. Определяются параметры и рассчитываются на прочность шлицы ступицы ведомого диска, а также другие детали, например: пластины крепления нажимного диска к кожуху, рычаги включения и др.

6. Проводится расчет привода управления сцеплением.

6.1. Разрабатывается тип и схема привода управления сцеплением.

6.2. Выполняется кинематический расчет привода сцепления с учетом существующих ограничений по полному ходу педали сцепления и усилия, которое может быть приложено к педали.

6.3. Определяются усилия в приводе сцепления.

3.7.2. КОРОБКА ПЕРЕДАЧ СТУПЕНЧАТОГО ТИПА

Расчет ступенчатой коробки передач включает в себя:

- 1) расчет основных параметров КП по базовому размеру;
- 2) кинематический расчет;
- 3) статический расчет;
- 4) расчет элементов управления коробкой передач.

К основным задачам расчета коробки передач относятся такие задачи, как:

1. Расчет межосевого расстояния (базового размера) и на его основе расчет и выбор основных параметров КП (длины, ширины, веса, количества масла), а

также выбора параметров зубчатых колес.

2. По принятой конструктивной и кинематической схемам КП и рассчитанным передаточным числам (см. подразд. 3.6.4) определяется для каждой пары сопряженных зубчатых колес число зубьев, удовлетворяющих передаточным числам на каждой передаче, т. е. кинематический расчет КП.

3. Расчет на прочность зубьев шестерен и валов, а также валов – на жесткость, а зубьев – на износ. Расчет на работоспособность подшипников и определение КПД, т. е. статический расчет КП.

4. Выбор типа исполнительного механизма переключения передач и его привода и расчет синхронизаторов, т. е. расчет управления КП.

Рекомендуемая литература: [1, стр. 71–128]; [3, стр. 126–164]; [4, стр. 165–205]; [7, стр. 87–124]; [9, стр. 56–72, 99–103]; [10, стр. 17–30, 71–142, 163–191]; [13, стр. 71–140, 151–236].

Последовательность расчета:

1. Определение числа ступеней и значений передаточных чисел КП на различных передачах.

1.1. Выбор (принятие решения) передаточного числа КП на высшей передаче и числа ступеней.

1.2. Расчет значений передаточного числа на первой передаче выполняется из условий:

- возможности преодоления максимального дорожного сопротивления;
- возможности реализации максимального тягового усилия по условиям сцепления колес с дорогой;
- возможности движения с максимальной устойчивой скоростью, обеспечивающей маневрирование автомобилем.

Окончательный выбор передаточного числа первой передачи осуществляется на основании выполненных расчетов.

1.3. Определение значений промежуточных передаточных чисел КП. Для определения значений промежуточных передаточных чисел КП необходимо:

- выбрать тип КП (количество ступеней, тип расположения валов,

двух- или трехвальная и т. п.);

- определить значения передаточных чисел промежуточных передач КП.

1.4. Выбор и вычерчивание кинематической схемы КП.

2. Выбор и расчет массогабаритных параметров КП.

2.1. Расчет межосевого расстояния (базового размера).

2.2. Выбор и расчет остальных размеров КП. Чтобы выполнить этот этап расчета, требуется:

- выбрать параметры зубчатых колес и определить число зубьев сопряженных пар, удовлетворяющих передаточным числам КП;
- определить массу и количество масла;
- определить общую длину и ширину картера;
- определить диаметры валов, размеры и типы подшипников;
- определить КПД коробки.

3. Расчет деталей КП на прочность и износ.

3.1. Определение величины расчетного момента на первичном валу КП.

3.2. Расчет зубчатого зацепления. Для расчета зубчатого зацепления нужно выполнить:

- расчет шестерен на изгиб зубьев;
- расчет шестерен на износ;
- расчет на долговечность.

3.3. Расчет валов. Для расчета валов выполняется следующее:

- вычерчивается расчетная схема;
- определяются реакции опор;
- рассчитываются валы в опасных сечениях на изгиб и кручение;
- определяется прогиб валов, углы поворота сечений и жесткость зацеплений.

3.4. Расчет подшипников на долговечность.

4. Расчет элементов управления.

4.1. Расчет деталей синхронизаторов или зубчатых муфт.

4.2. Расчет деталей механизма переключения.

3.7.3. КАРДАННАЯ ПЕРЕДАЧА

К основным задачам расчета карданной передачи относятся такие задачи, как:

1. Выбор кинематической и конструктивной схемы карданной передачи.
2. Выбор и расчет основных параметров карданного вала.
3. Расчет деталей карданного вала на прочность.

Рекомендуемая литература: [1, стр. 197–227]; [3, стр. 213–236]; [4, стр. 226–229]; [7, стр. 153–175]; [9, стр. 104–125]; [10, стр. 228–238]; [13, стр. 230–236].

Последовательность расчета:

1. Выбор кинематической и конструктивной схемы карданной передачи.
2. Определение основных параметров карданного вала.

3. Расчет длины карданного вала. Для расчета длины карданного вала выполняется следующее:

- определяется максимальная частота вращения карданного вала;
- рассчитывается крутящий момент на низшей передаче на КВ;
- проводится выбор размеров наружного и внутреннего диаметров карданного вала;
- определяется допустимая длина карданного вала.

4. Выбор основных размеров карданного шарнира (проводится по ОСТ 37.001.068-76 «Шарниры карданные неравных угловых скоростей. Основные размеры и технические требования»).

5. Выбор шлицевого соединения (по ГОСТ 1139-80 и ОН 025 333-69).

6. Расчет крестовины карданного вала. Для расчета крестовины карданного вала необходимо:

- определить расчетный крутящий момент на карданном валу;
- определить условно сосредоточенную нормальную силу, действующую в середине шипа крестовины;
- определить напряжение изгиба шипа;
- определить напряжение среза шипа.

7. Расчет вилки карданного вала. Для расчета вилки карданного вала необходимо выполнить следующее:

- определить напряжение изгиба в опасном сечении вилки;
- определить напряжение кручения.

8. Расчет игольчатых подшипников. Чтобы выполнить этот этап расчета, требуется:

- определить эквивалентный крутящий момент;
- рассчитать радиальную нагрузку на подшипник;
- рассчитать фактор качательного движения в подшипнике;
- определить поправочные коэффициенты;
- рассчитать усталостный износ (в условных единицах) подшипника;
- определить расчетный срок службы игольчатого подшипника.

9. Расчет трубы карданного вала. Для расчета трубы карданного вала необходимо:

- определить критическую частоту вращения карданного вала;
- рассчитать напряжение кручения трубы;
- определить угол закручивания трубы карданного вала.

3.7.4. ГЛАВНАЯ ПЕРЕДАЧА

К основным задачам расчета главной передачи относятся такие задачи, как:

1. Выбор кинематической и конструктивной схем.
2. Расчет зубьев на прочность и износ.
3. Расчет валов главной передачи.
4. Подбор подшипников.
5. Расчет отдельных деталей: болтов, втулок, картера и т. д.

Рекомендуемая литература: [1, стр. 211–238]; [3, стр. 237–269]; [4, стр. 233–261]; [7, стр. 176–205]; [9, стр. 126–145]; [10, стр. 241–257]; [13, стр. 268–272]; [14, стр. 15–72, 133–152].

Последовательность расчета:

1. Выбор кинематической и конструктивной схем и типа зубчатых передач.

2. Определение величины расчетного момента, а также окружной, осевой и радиальной составляющих сил, действующих в зубчатом зацеплении.
3. Определение опорных реакций.
4. Расчет зубчатого зацепления главной передачи на прочность.
5. Определение моментов, изгибающих и скручивающих валы, и приведенных моментов, построение эпюр, определение опасных сечений и расчет сложных напряжений изгиба и кручения в этих сечениях.
6. Определение и оценивание жесткости зацепления.
7. Определение долговечности всех подшипников качения.
8. Определение сил, действующих в дифференциале.

3.7.5. Мосты автомобиля

К основным задачам расчета мостов автомобиля относятся такие задачи, как:

1. Определение сил и моментов, действующих на мосты и их элементы при различных условиях нагружения.
2. Расчет на прочность балок мостов и полуосей при различных условиях нагружения.
3. Подбор и расчет подшипников ступиц колес.

Рекомендуемая литература: [1, стр. 238–240]; [2, стр. 168–175]; [3, стр. 273–281]; [4, стр. 262–268]; [7, стр. 213–228, 273–277]; [8, стр. 74–109]; [10, стр. 257–58]; [13, стр. 268–272].

Последовательность расчета:

1. Расчет сил и моментов, действующих на мосты при условии:
 - действия максимальной силы тяги на колесах;
 - передачи максимальной тормозной силы;
 - передачи поперечных сил, соответствующих максимальному сцеплению колес с опорной поверхностью.
2. Расчет на прочность балок управляемых мостов.
 - 2.1. Вычерчивание расчетной схемы для расчета балки переднего моста.
 - 2.2. Определение сил и построение эпюр моментов, действующих на

управляемый мост.

2.3. Расчет действующих напряжений.

2.4. Расчет на прочность, поворотных кулаков и шкворней.

2.5. Подбор и расчет подшипников.

3. Расчет на прочность балок ведущих мостов.

3.1. Вычерчивание схемы для расчета балки ведущего моста.

3.2. Определение действующих сил и моментов и построение эпюр при различных условиях нагружения.

3.3. Расчет действующих напряжений.

3.4. Подбор подшипников.

4. Расчет полуоси при различных условиях нагружения:

- полуразгруженной;
- на $3/4$ разгруженной;
- разгруженной.

4.1. Построение расчетной схемы.

4.2. Определение действующих напряжений.

3.7.6. ТОРМОЗНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ

К основным задачам расчета тормозных механизмов и тормозных приводов относятся выбор типа и основных размеров тормозных механизмов, их приводов и определение выходных параметров, обеспечивающих требуемую эффективность тормозной системы и устойчивость автомобиля при его торможении.

Рекомендуемая литература: [2, стр. 48–56, 76–80, 91–92]; [3, стр. 381–418]; [4, стр. 299–304]; [7, стр. 295–314, 290–295]; [9, стр. 196–205, 212–227, 245–248].

Последовательность расчета:

1. Составление схемы сил, действующих на автомобиль при его торможении.

2. Выбор типа тормозного механизма и его привода.

3. Определение основных размеров тормозного механизма (по ОСТ 37-001.016-70, ГОСТ 158353-70*).

4. Определение суммарного тормозного момента автомобиля и суммарных тормозных моментов по осям автомобиля.

5. Составление схемы и определение сил, действующих в тормозном механизме.

6. Расчет удельной работы трения тормозного механизма и оценка ее путем сравнения с допустимой величиной удельной работы трения.

7. Выбор типа и конструкции барабана и расчет его теплоемкости, оценка ее путем сравнения с кинетической энергией, превращаемой в теплоту тормозными механизмами автомобиля.

8. Выбор типа разжимного устройства и его расчет.

9. Составление расчетной схемы привода и расчет усилия на тормозную педаль и ее рабочий ход.

10. Прочностной расчет отдельных деталей тормозного механизма и привода.

3.7.7. ПОДВЕСКА КОЛЕС

К основным задачам расчета подвески колес относятся такие задачи, как:

1. Определение кинематических параметров подвески.

2. Определение нагрузок на упругий элемент и его параметров.

3. Определение сил, действующих на элементы направляющего устройства и их расчет на прочность.

Рекомендуемая литература: [2, стр. 109–132, 158–168]; [3, стр. 308–330, 340–343]; [4, стр. 270–283]; [7, стр. 233–265]; [9, стр. 251–255, 264–266].

Последовательность расчета:

1. Выбор типа подвески.

2. По известным значениям массы автомобиля и нагрузкам, приходящимся на оси, рассчитываются координаты центра тяжести автомобиля, или по известным координатам центра тяжести и полной массе рассчитываются нагрузки, приходящиеся на оси. Затем рассчитываются статические нагрузки, приходящиеся на упругий элемент подвески.

3. Составляется расчетная схема и рассчитываются нагрузки, приходящиеся на упругие элементы подвески в режиме разгона и торможения.

4. Составляется кинематическая и расчетная схемы выбранного типа подвески.

5. Выполняется расчет упругих элементов подвески:

– листовых рессор (определяются: расчетная нагрузка на рессору, длина, ширина и толщина рессоры, число листов и высота пакета, момент инерции и момент сопротивления центрального сечения рессоры, коэффициенты прогиба и формы рессоры, расчетный прогиб, среднее расчетное напряжение, показатель напряженного состояния, номинальная, удельная и теоретическая массы рессоры, коэффициент использования металла;

– витых пружин (определяются основные геометрические параметры, напряжения в витках и упругая характеристика) и др.

6. Проводится расчет реакций опор подвески с построением эпюр изгибающих моментов, определением опасных сечений и расчетом возникающих в них напряжений.

3.7.8. РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ

К основным задачам расчета рулевого управления относятся такие задачи, как:

1. Определение кинематических параметров системы.
2. Установление режимов нагружения и величин расчетных нагрузок.
3. Определение оценочных параметров и расчет на прочность основных элементов рулевого управления.

Рекомендуемая литература: [2, стр. 30–38]; [3, стр. 466–474]; [4, стр. 334–337, 351–359]; [7, стр. 325–351]; [9, стр. 190–193].

Последовательность расчета:

1. Кинематический расчет. Для выполнения кинематического расчета необходимо:

– определить углы поворота управляемых колес;

- рассчитать передаточные числа рулевого механизма, привода и управления в целом;

- выбрать параметры рулевой трапеции.

2. Силовой расчет рулевого управления. Для силового расчета рулевого управления требуется выполнить:

- расчет силы, необходимой для поворота управляемых колес на месте;
- расчет силы, развиваемой усилителем (если он применяется);
- расчет силы на рулевом колесе (с усилителем и без него).

3. Выбор размеров деталей и расчет на прочность. Для выбора размеров деталей и расчета на прочность требуется:

- определить момент на рулевом валу и выбрать диаметр рулевого вала (по ОСТ 37.001.062-75);

- выполнить расчет рулевого вала на кручение и жесткость;
- выполнить расчет рулевого механизма;
- выполнить расчет сошки на изгиб и кручение;
- выполнить проверку шарниров рычагов и тяг по контактным напряжениям (размеры шаровых пальцев должны соответствовать ОСТ 37.001.233-80);
- выполнить проверку продольной и поперечной тяг на устойчивость.

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра технической эксплуатации
транспортных средств**

Курсовой проект
по дисциплине «Конструкция и эксплуатационные
свойства транспортных и транспортно-технологических
машин и оборудования»

Тема: _____
(тема проекта)

Выполнил
студент _____ курса
группа: _____
специальность: 23.03.02

Ф.И.О.

подпись

«___» _____ 20 г.
Дата

Принял

уч. степень и звание

Ф.И.О.

Подпись

«___» _____ 20 г.
Дата

Санкт-Петербург
20__

Таблица заданий на курсовое проектирование

№ задания	Вид выполняемой работы					
	Сцепление	Коробка передач	Главная передача	Карданная передача	Тормозы	Рулевое управление
01		3,14 – 25				
02		3,14 – 27,8				
03				3,92 – 23,6		
04	3,92 – 23,6					
05					3,92 – 25	
06	3,92 – 33,3					
07			3,92 – 40,3			
08						3,92 – 40,8
09		3,92 – 38,9				
10	3,92 – 42,2					
11					3,92 – 42,8	
12	4,22 – 38,1					
13		4,81 – 40,3				
14						4,81 – 38,9
15			5,3 – 33,3			
16					9,81 – 25	
17		9,81 – 27,8				
18	24,53 – 23,6					
19						24,53 – 19,4
20	39,24 – 22,2					
21		73,6 – 19,4				
22					78,42 – 22,2	
23			78,42 – 23,6			
24	78,42 – 27,8					
25				98,1 – 22,2		

Две последние цифры зачетной книжки студента соответствуют номеру задания по курсовому проектированию. В табл. П.1 для каждого номера задания указан вид рассчитываемого агрегата и два числа, из которых первое соответствует грузоподъемности автомобиля, кН, а второе – максимальной скорости автомобиля, м/с. В соответствии с этими двумя числами в табл. П.2 указаны типы автомобилей для выполнения курсового проекта.

Таблица П.2

Параметры задания на курсовое проектирование

G, кН	V _{max} , М/с												
	18,9	19,4	22,2	23,6	25	27,8	33,3	38,1	38,9	40,3	40,8	42,2	42,8
3,14					легков. с задним располож. двигат.	легков. с задним располож. двигат.							
3,92				легков. 4×4	легков. 4×4		легков. передне- привод.	легков. кузов- универсал	легков. передне- привод.	легков. заднепри- вод.	легков. задне- привод.	легков. передне- привод.	легков. передне- привод.
4,22								легков. кузов- универсал					
4,81									легков. кузов- универсал	легков. кузов- универсал			
5,3							грузовой пикап- фургон						
9,81					грузовой фургон вагонный	грузовая плат- форма							
24,53				грузовая платформа									
39,24			грузовая платформа										
73,6		грузовая плат- форма											
78,42			грузовая фургон 6×4	грузовая платформа 4×2		грузовая фургон 6×4							

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Трансмиссия / под ред. А.И. Гришкевича. – Минск: Высшая школа, 1985. – 239 с.
2. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть / под ред. А.И. Гришкевича. – Минск: Высшая школа, 1987. – 200 с.
3. Автомобили. Конструкция, нагрузочные режимы, рабочие процессы, прочность агрегатов автомобиля / Н.А. Бухарин [и др.]. – Л.: Машиностроение ЛО, 1973. – 504 с.
4. Грузовые автомобили / М.С. Высоцкий, Ю.Ю. Беленький [и др.]. – М.: Машиностроение. 1979. – 384 с.
5. ГОСТ 7.1 – 84. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления. – М.: Из-во стандартов, 1984.
6. ГОСТ 7.32 – 81. Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления. – М.: Из-во стандартов, 1981.
7. Конструирование и расчет автомобиля / П.П. Лукин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 376 с.
8. Марголис С.Я. Мосты автомобилей и автопоездов. – М.: Машиностроение, 1983. – 160 с.
9. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
10. Проектирование трансмиссий автомобилей: справочник / под ред. А.И. Гришкевича. – М.: Машиностроение, 1984. – 365 с.
11. Валы и оси. Конструирование и расчет / С.В. Серенсен [и др.]. – М.: Машиностроение, 1970. – 320 с.
12. Сцепления транспортных и тяговых машин / под ред. Ф.Р. Геккера, В.М. Шарипова, Г.М. Щеренкова. – М.: Машиностроение, 1989. – 340 с.
13. Стуканов В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля. – М.: ФОРУ – ИНФРА-М, 2004. – 368 с.
14. Яскевич З. Ведущие мосты. – М.: Машиностроение, 1985. – 595 с.

Учебное издание

Воробьёв Сергей Александрович

**КОНСТРУКЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ
СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ**

Учебно-методическое пособие
по курсовому проектированию

Издательство «Наукоемкие технологии»
ООО «Корпорация «Интел Групп»
<http://publishing.intelgr.com>
E-mail: publishing@intelgr.com
Тел.: (812) 945-50-63

Подписано в печать 13.12.2019.
Формат 60×84/16
Объем 1 п.л.
Гарнитура PT Astra Serif
Тираж 50 экз.

ISBN 978-5-6043663-8-7



9 785604 366387