

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

---

**14/10/6**

**Одобрено кафедрой  
«Вагоны и вагонное  
хозяйство»**

# **КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВАГОНОВ**

**Задание на курсовой проект с методическими указаниями,  
перечень вопросов для самостоятельной проработки материала  
для студентов VI курса**

**специальности  
150800 ВАГОНЫ (В)**



**Москва - 2002**

Составитель: канд. техн. наук, доц. Б.Н. ПОКРОВСКИЙ  
Рецензент: ст. преподаватель В.В. Готаулин

## **ВВЕДЕНИЕ**

Транспорт — важная отрасль экономики России, которая создает необходимые условия для подъема и всестороннего развития экономики страны.

Железнодорожный транспорт является важной составной частью транспортной системы, поэтому со стороны правительства ему должно уделяться большое внимание.

На железных дорогах должны широко внедряться новейшие достижения науки и техники, передовая технология, механизация и автоматизация производственных процессов. Транспорт нуждается в новом прогрессивном подвижном составе, различных машинах и механизмах для погрузо-разгрузочных, путевых и других работ, вычислительной технике.

Необходимо совершенствовать работу вагонного хозяйства, создавать новые и модернизировать существующие конструкции грузовых и пассажирских вагонов с целью доведения их технико-экономических показателей до уровня перспективных на XXI век, в частности, совершенствовать конструкции ходовых частей вагонов, включая рамы тележек, буксовые узлы с подшипниками качения, гасители колебаний. Вновь строящиеся и эксплуатируемые вагоны необходимо оборудовать более совершенными системами тормозов — дисковыми, магниторельсовыми, что позволит повысить безопасность движения поездов.

В вагоностроении необходимо более широко использовать прогрессивные материалы, легированные стали, легкие сплавы для снижения массы тары вагона и повышения его экономической эффективности.

Важную роль в работе железных дорог играют контейнерные перевозки. Особо стоит задача повышения сохранности всего парка контейнеров в эксплуатации и улучшения условий его использования.

### **1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ПРОГРАММЫ**

Цель и задачи, а также содержание дисциплины «Конструирование и расчет вагонов» изложены в соответствующей рабочей

программе для студентов 5 и 6 курсов специальности 150800. Вагоны (В) специализации 150801. Управление вагоноремонтным производством [1].

При изучении курса студенты на 5 и 6 курсах должны проработать темы [1, с.4-8]:

- 1) структура парка вагонов (5 курс) [2];
- 2) предпроектные исследования (5 курс) [2,3];
- 3) факторы, необходимые для формирования проектных решений (5 курс) [2,3];
- 4) конструирование и расчет отдельных узлов вагонов, испытание вагонов и порядок приемки новых конструкций к серийному производству (5 и 6 курс) [2,3].

В соответствии с учебным планом, на 5 курсе предусмотрен зачет по лабораторному практикуму и экзамен, на 6 курсе — зачет по лабораторному практикуму, курсовой проект грузового или пассажирского вагона и экзамен.

Однако в курсовом проекте невозможно охватить все темы, поэтому кафедра «Вагоны и ТКМ» РГОТУПСa приняла решение о введении самостоятельных практических работ, которые являются итогом изучения теоретического материала.

Четыре самостоятельные работы должны быть выполнены до сдачи экзамена на 5 курсе, пятая — до сдачи экзамена на 6 курсе.

Самостоятельные работы могут быть выполнены в произвольном оформлении и предъявлены преподавателю в консультативном порядке, как подтверждающие факт проработки материала.

В порядке же подготовки к дипломному проектированию оформление работ может быть выполнено и в соответствии с требованиями [4].

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Общие указания**

Каждая работа состоит из нескольких вопросов, вытекающих из соответствующих тем программы. Описательный материал

целесообразно иллюстрировать схемами и эскизами, соответствующими расчетными формулами.

По ходу изложения материала необходимо ссылаться на литературу, откуда заимствованы формулы, указав в прямых скобках [ ] ее порядковые номера. Список использованной литературы поместить в конце работы.

Если в работе формул более одной, то их нумеруют арабскими цифрами, номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

Числовые величины следует подставлять в формулу только после того, как они объяснены. Окончательный результат приводится с указанием размерности, промежуточные вычисления опускаются.

Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть помещены непосредственно под формулой. Значение каждого символа приводят с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка объяснения символов должна начинаться со слова «где», без двоеточия после него.

Иллюстрации к описанию конструкций узлов и деталей вагонов желательно располагать по тексту выполняемой работы, возможно ближе к соответствующим частям текста. Они нумеруются арабскими цифрами, как правило в пределах всей работы, если их больше одной.

Слово «рисунок» и его наименование необходимо поместить с красной строки листа после пояснительных данных к этому рисунку следующим образом: «Рисунок 1 — Общая компоновочная схема вагона».

Если в тексте имеется цифровой материал, его рекомендуется выполнять в виде таблицы, следующей в тексте за ссылкой на нее.

При двух и более таблицах их нумеруют, как правило, сквозной нумерацией. В верхнем левом углу помещают надпись «Таблица...» с указанием номера таблицы. При наличии заголовка его пишут справа от номера таблицы через тире. На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово «таблица» в тексте пишут полностью, например: «...в таблице 3».

## **2.2. Содержание самостоятельной работы №1 (вариант может быть выбран аналогичным курсовому проекту)**

1. Рассмотреть основные требования, предъявляемые к вагонам. Указать назначение вагона, его основные узлы, пояснив текст согласованными с ним схемами. Дать определение технико-экономическим параметрам вагона и указать их величины применительно к рассматриваемому варианту. Привести перспективные величины основных технико-экономических параметров.

Привести определения габаритов, установленных ГОСТ 9238, и указать их системы для подвижного состава. Перечислить типы габаритов вагонов и выполнить вписывание вагона своего варианта в габарит соответствующего типа.

2. Рассмотреть устройство колесных пар, применяемых под заданным вагоном, указать их основные размеры и составляющие элементы, описав химический состав и механические свойства материала каждого из них.

Указать конструктивно возможные профили поверхностей катания железнодорожных колес и объяснить причины выбора существующего профиля, приведя его основные размеры.

Рассмотреть комплекс сил, действующих в эксплуатации на колесную пару вагона. Расчет оси колесной пары на прочность выполнить одним из приближенных методов. Указать места концентраций напряжений в оси.

3. Рассмотреть конструкции применяемых типов подшипников качения, способы их посадки на шейку оси. Рассчитать подшипники качения на долговечность. Указать условия безопасной работы буке с подшипниками качения и их преимущества.

## **2.3. Содержание самостоятельной работы № 2**

1. Указать назначение, тип, классификацию рессорного подвешивания, привести основную его характеристику и особенности устройства в заданном вагоне. Указать материал, который употребляется для изготовления элемента рессорного подвешивания и его механические свойства. Определить жесткость и гибкость пружин для последовательного, параллельного и смешанного соединения упругих элементов (применительно к вагону

вашего варианта). Произвести расчет на прочность пружины (любой ступени подвешивания) от действия расчетной нагрузки  $P_p$ .

Данные для расчета принять по основной литературе применительно к рассматриваемому вагону.

2. Рассмотреть устройство и основы расчета торсионных, кольцевых, пневматических (газовых) рессор. Указать назначение и типы гасителей колебаний и их устройство.

3. Указать возможные неисправности рессорного подвешивания вагонов в эксплуатации и меры повышения прочности и долговечности рессор и пружин.

## **2.4. Содержание самостоятельной работы №3**

1. Описать назначение, типы, классификацию тележек вагонов. Указать, к какому разряду приведенной классификации относятся тележки, подкатываемые в эксплуатации в настоящее время под вагон вашего варианта, и подробно рассмотреть их конструкцию. Текст пояснить необходимыми диаграммами и схемами.

При рассмотрении устройства тележки отметить ее основные характеристики, перечислить и описать все основные детали. Дать расчетную схему сил, действующих на тележку в эксплуатации, привести формулы для определения этих сил.

Перечислить требования, предъявляемые к тележкам в связи с повышением скоростей движения, и условия их безотказной эксплуатации.

2. Описать принцип и методику оценки усталостной прочности основных деталей тележек (рам, надрессорных балок и др.), привести необходимые формулы и диаграммы.

3. Указать основные источники и уровни шума в продольном и в поперечном сечении вагона, а также их допустимые уровни. Рассмотреть конструктивные мероприятия, направленные на понижение существующих уровней громкости шума.

## **2.5. Содержание самостоятельной работы №4**

1. Указать назначение контейнера (тип контейнера выбирается студентом), изложить требования, предъявляемые к нему, эффективность перевозок грузов в этом типе контейнера.

2. Перечислить технико-экономические параметры контейнеров и указать их оптимальные значения (применительно к рассматриваемому варианту).

3. Выбрать грузоподъемность контейнера выбранного типа, установить его основные размеры.

4. Указать материалы, из которых изготавливается контейнер, и конструктивно возможные элементы при максимальном использовании экономических профилей, низколегированных сталей, легких сплавов, пластмасс и др.

5. Указать тип и конструкцию недвижимого состава, используемого для перевозки контейнеров. Изложить требования к ходовым частям подвижного состава и устройствам для крепления контейнеров.

## **2.6. Содержание самостоятельной работы №5**

1. Рассмотреть назначение и классификацию рам и кузовов грузовых и пассажирских вагонов, указав особенности конструкции каждого типа приведенной классификации. Изложить устройство рамы и кузова заданного вагона и их особенности, пояснив текст согласованными с ним чертежами.

Назвать основные материалы, применяемые при постройке рамы и кузова. Указать детали, изготавливаемые из пластмасс и прочих синтетических материалов и легких сплавов.

2. Перечислить основные статические и динамические нагрузки, действующие на заданный тип вагона, выразив их соответствующими формулами и схемами. При этом указать принятые по нормам допускаемые напряжения в основных частях кузова и рамы вагона. Изложить методику расчета рамы и кузова применительно к вагону вашего варианта.

3. Указать тип сцепления вагона, его преимущества и недостатки, кратко изложить конструкцию автосцепного устройства вагона. Рассмотреть устройство и назначение деталей механизма сцепления, отличия автосцепки СА-3 от зарубежных конструкций. Изложить принцип действия автосцепки и поглощающего аппарата.

Рассмотреть основы расчета на прочность корпуса автосцепки. Указать материалы, применяемые для изготовления деталей автосцепки.



Дать схему и распределение усилий, действующих на автосцепку, порядок передачи нагрузки на раму вагона при действии тяговых и сжимающих усилий.

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

#### **3.1. Общие указания**

В соответствие с учебным планом студент выполняет курсовой проект грузового или пассажирского вагона в объеме технического проекта. Задание на курсовой проект (конкретная тема проекта и исходные данные для него) выбирается по последней цифре учебного шифра студента (если последняя цифра ноль, то выбирается вариант 10) из десяти вариантов, приведенных в конце этого раздела.

В пояснительной записке на курсовой проект должно быть указано назначение и роль проектируемого вагона в системе грузооборота страны; кратко описаны:

— конструкция спроектированного вагона (тележек, рессорно-го подвешивания, тормозного оборудования и т.д.);

— конструктивная схема и технико-экономическое обоснование выбора параметров и основных размеров вагона с габаритными расчетами;

— расчет на прочность узла или детали (конкретно — по заданию для проектируемого вагона).

Должен быть выполнен уточненный расчет на прочность оси колесной пары вагона.

В проекте должны найти отражение новые материалы — пластмассы, низколегированные стали и т.д.

В конце записки должен быть сделан вывод по анализу технико-экономических и прочностных показателей спроектированного вагона, обеспечивающих безопасность его движения, экономичность, долговечность и простоту ухода в эксплуатации.

К пояснительной записке должно быть приложено не менее трех листов чертежей.

Лист первый, чертеж общего вида вагона, дается в трех проекциях.

Для лучшего раскрытия содержания разрабатываемого проекта необходимо пользоваться вертикальными, горизонтальными (продольными, поперечными) разрезами, местными разрезами или сечениями.

На общий вид наносятся лишь главнейшие размеры.

На третьей проекции необходимо в точности, без искажений, воспроизвести (наложить) очертание контура габарита подвижного состава с линиями обрессоренных и необрессоренных частей с учетом выбранного типа, диаметра колес и контуров выступающих частей с боков вагона. Необходимо также в строгом соответствии с выбранным масштабом чертежа привести очертание кузова и ходовых частей вагона. Это является своеобразным контролем правильности вписывания в габарит вагона в целом.

Для общего вида порожнего вагона рекомендуются масштабы 1:10, 1:20, 1:25.

Лист второй, чертеж общего вида тележки, выполняется в трех проекциях в масштабе 1:5 или 1:10. Формат листа должен быть использован максимально. Свободные площади могут быть использованы, в частности, для диаграмм и таблиц, иллюстрирующих динамические характеристики спроектированной тележки и др.

Вычерчивание третьей проекции тележки начинается с нанесения габаритных линий обрессоренных и необрессоренных частей и уровня подпятника ненагруженной тележки с учетом класса габарита, выбранного типа, диаметра колес и типа механизированных горок.

На чертеже должны быть проставлены все основные размеры, предварительно обоснованные в пояснительной записке.

Лист третий, проект детали или узла, выполняется в объеме рабочего чертежа в масштабе 1:1, 1:2, 1:5 или 1:10. Этот лист должен быть выполнен в объеме заводского проекта с показом всех необходимых проекций, разрезов и др., с полной спецификацией деталей, применяемых материалов, теоретических масс, с указанием ГОСТов на материалы и готовые изделия, термообработки, чистоты обрабатываемой поверхности и т.д.

Все чертежи должны выполняться и оформляться в полном соответствии с государственным стандартом «Единая система конструкторской документации».

При выполнении вышеуказанных расчетов должны быть учтены:

- 1) ширина железнодорожной колеи;
- 2) осевая нагрузка и статическая нагрузка на 1 м пути;
- 3) тара вагона;
- 4) высота автосцепки от головки рельса, удовлетворяющая требованиям ПТЭ;
- 5) наименьший расчетный радиус кривой;
- 6) скорость движения:
  - для грузовых вагонов — до 33 м/с;
  - для пассажирских вагонов — до 45 м/с;
- 7) удельное давление ветра, перпендикулярное боковой стене, равное 500 Н/м<sup>2</sup>;
- 8) вертикальная динамическая нагрузка, составляющая часть, равная коэффициенту вертикальной динамики от статической нагрузки. Коэффициент вертикальной динамики определяется в зависимости от скорости движения вагона и вертикального статического прогиба рессорного подвешивания;
- 9) продольная горизонтальная сжимающая нагрузка [8];
- 10) центробежная сила —  $0,075 P_{бр}$  для грузовых вагонов и  $0,1 P_{бр}$  для пассажирских вагонов;
- 11) сила инерции при плавном торможении —  $0,2 P_{бр}$ .

### 3.2. Порядок проектирования

1. Проводятся предпроектные исследования:

- выбираются технико-экономические параметры вагона;
- определяются линейные размеры вагона;
- линейные размеры вагона уточняются путем вписывания вагона в габарит по ГОСТ 9238-83.

2. После того как уточнены основные размеры вагона (ширина, длина, высота, база), намечаются эскизные варианты конструкций частей вагона: кузова, рамы, ходовых частей, автосцепки, тормоза, вентиляции, отопления, освещения и т.д.

3. Устанавливаются факторы, необходимые для формирования проектных решений и разработки конструкции вагона.

### 3.3. Определение линейных размеров вагона

Геометрический объем в м<sup>3</sup> кузова вагона (котла цистерны)

$$V = PV_{\text{уд. опт}}, \quad (3.1)$$

где  $P$  — грузоподъемность вагона, тс;

$V_{\text{уд. опт}}$  — удельный оптимальный объем кузова, м<sup>3</sup>/тс.

Площадь пола платформы в м<sup>2</sup>

$$F = Pf_{\text{уд. опт}}, \quad (3.2)$$

где  $P$  — грузоподъемность платформы, тс;

$f_{\text{уд. опт}}$  — удельная оптимальная площадь пола, м<sup>2</sup>/тс.

Внутренняя длина полувагонов, крытых и изотермических вагонов

$$2L_B = \frac{V}{F_K}, \quad (3.3)$$

где  $F_K$  — площадь поперечного сечения кузова, заполняемая грузом, м<sup>2</sup>.

Внутренняя длина платформы

$$2L_B = \frac{F}{2B_B}, \quad (3.4)$$

где  $2B_B$  — внутренняя ширина платформы, м.

Наружная длина кузова (длина рамы)

$$2L_p = 2L_B + 2a_T, \quad (3.5)$$

где  $a_T$  — толщина торцевой стены кузова, м.

Наружная ширина кузова

$$2B = 2B_B + 2a_G, \quad (3.6)$$

где  $a_G$  — толщина боковой стены кузова, м.

В крытых вагонах учитывают также толщину боковой двери, а в цистернах — наружную лестницу (если она расположена по бокам котла) и т.д.

Ширина вагона должна быть максимальной из условий полного использования габарита подвижного состава, также устанавливается высота кузова, которая не должна выходить за пределы очертания заданного габарита.

Объем вагона с учетом толщины стен и выступающих частей должен соответствовать требованиям максимального использования грузоподъемности вагона.

Общая длина вагона

$$2L_{об} = 2L_p + 2a_a, \quad (3.7)$$

где  $a_a$  — вылет автосцепки, м.

Если выбрана длина консоли  $n_k$ , то база вагона

$$2l = 2L_p - 2n_k. \quad (3.8)$$

### 3.4. Данные для расчета на прочность и выбор материалов

При расчете на прочность вагонов и их составных частей необходимо учитывать следующие нагрузки:

- вертикальные — тара вагона, полезная и вертикальная динамическая нагрузки;
- боковые (горизонтальные) — центробежная сила и результирующая давления ветра;
- продольные (горизонтальные) — согласно нормам для расчета на прочность вагонов железных дорог РФ;
- возникающие при торможении;
- вертикальные кососимметричные;
- усилия при вписывании вагонов в кривую;
- условия распора сыпучих тел и других навалочных грузов;
- внутреннее давление жидкостей и вакуум в котлах цистерн;
- возникающие при механизированной погрузке грузов в вагоны и выгрузке их из вагона;
- вызванные технологическими причинами при изготовлении узлов и деталей;
- возникающие в связи с принятыми способами ремонта вагонов;

— возникающие при работе механизмов вагонов (электрогенераторов и др.).

Значение коэффициента динамики  $k_d$  определяется с учетом скорости движения  $V$  и статического прогиба рессор вагона  $f_{ст}$  под нагрузкой брутто  $P_{бр}$  по следующим формулам:

при скорости движения вагона до 15 м/с

$$k_d = a \frac{V}{15}, \quad (3.9)$$

при скорости движения вагона свыше 15 м/с

$$k_d = a + b \frac{0,00036(V - 15)}{f_{ст}}, \quad (3.10)$$

где коэффициент  $a$  имеет значения:

— для элементов кузова — 0,05;

— для обрессоренных частей тележки — 0,10;

— для необрессоренных частей тележки (исключая колесные пары) — 0,15;

коэффициент  $b$ , учитывающий влияние числа осей « $m$ » в тележке, определяется по формуле

$$b = \frac{m+2}{2m}. \quad (3.11)$$

Внутреннее давление для расчета котлов цистерн определяется как сумма давления паров жидкости или газа и давления, образующегося при гидравлическом ударе.

В цистернах, предназначенных для перевозки нефтепродуктов, давление паров жидкости принимается  $P=0,15$  МН/м<sup>2</sup> сверх внешнего (атмосферного) давления.

Продольная сила инерции цистерны в МН определяется по формуле

$$T_v = N \frac{P_{гп} + P_{к}}{P_{бр}}, \quad (3.12)$$

где  $P_{гп}$  — вес груза в котле цистерны, МН;

$P_{бр}$  — вес цистерны брутто, МН;

$P_k$  — вес котла цистерны и укрепленных на нем частей, МН;  
 $N$  — продольная сила режима загрузки, МН.

Вертикальное загрузеие передней тележки цистерны от силы  $T_n$  определяется по выражению

$$P_n = \frac{T_n h_a}{2l}, \quad (3.13)$$

где  $h_a$  — расстояние от продольной оси котла до продольной оси автосцепки;

$2l$  — база цистерны.

Силы в тормозной системе выбираются по действующим нормативам. На эти силы рассчитываются детали тормозной системы, а также детали и элементы конструкции вагона, в которых тормозная система вызывает напряженное состояние.

В расчетах элементов вагона определяется их напряженное состояние и проверяется устойчивость от действия наиболее невыгодного сочетания максимальных нагрузок.

Для расчета на прочность элемента или узла вагона на каждый вид нагрузки создается расчетная схема. Эта схема должна быть ясной и простой и с достаточной полнотой позволять устанавливать напряженное состояние рассчитываемого узла или элемента.

Напряженное состояние в узлах и элементах конструкции вагона должно устанавливаться с использованием наиболее современных методов сопротивления материалов, теории упругости и строительной механики.

Для обеспечения прочности сложноподвижного элемента конструкций вагона эквивалентные напряжения в каждой точке его не должны превосходить допускаемые напряжения.

Проектируя вагон, студент должен стремиться к созданию наиболее рациональной конструкции, отвечающей всем современным требованиям (минимальной tare при максимальной грузоподъемности, технологичности конструкции, удобству ремонта и обслуживания в эксплуатации и др.). Решение этой задачи может быть достигнуто применением экономичных профилей проката, гнутых профилей, низколегированных сталей, пластмасс и др. Все выбранные материалы должны удовлетворять требованиям ГОСТов и техническим условиям, утвержденным МПС.

При проектировании вагонов должны выполняться общие требования, предъявляемые к подвижному составу железных дорог. Эти требования определяются необходимостью обеспечения целесообразных технико-экономических параметров вагонов, а также условиями взаимодействия вагона и пути, безопасностью движения, надежностью и долговечностью конструкции в эксплуатации.

Кроме того, вагоны должны удовлетворять специальным требованиям, обусловленным типом вагона, его назначением, удобством перевозок пассажиров или грузов и т.д.

При проектировании новых грузовых и пассажирских вагонов необходимо учитывать конструктивные и эксплуатационные недостатки вагонов, находящихся в эксплуатации.

Пассажирские вагоны скоростных поездов должны иметь высокие аэродинамические качества (обтекаемую форму), незначительный шум и вибрации.

Проектирование вагонов необходимо выполнять с учетом разработанных типажей (рядов) грузовых и пассажирских вагонов, действующих ГОСТов, ПТЭ и инструкций МПС по технологичности и экономичности при постройке и ремонте вагонов, унификации конструкций путем применения стандартных и типовых узлов и деталей.

### **3.5. Варианты задания на курсовой проект**

**Вариант 1.** Разработать курсовой проект четырехосного цельнометаллического пассажирского вагона (межобластного) с поворотными креслами.

#### *Основные требования:*

- колея 1520 мм;
- система отопления — индивидуальная;
- система освещения — самостоятельная электростанция с генератором и аккумуляторной батареей;
- тележки двухосные с роликовыми подшипниками и гасителями колебаний;
- автосцепка СА-3;
- тормоз автоматический типовой и ручной;



- габарит по ГОСТ 9238;
- скорость движения до 45 м/с.

#### ***Конструктивные особенности:***

— вагон имеет цельнонесущий металлический кузов сварной конструкции;

— для облегчения тары вагона в его конструкции необходимо применить низколегированные стали, облегченные профили, легкие сплавы, а также пластмассы;

— рычажная передача тормоза должна иметь износостойчивые втулки, цапфы триангелей, а также износостойчивые поверхности валиков;

— рычажная передача должна иметь автоматическую регулировку выхода штока тормозного цилиндра;

— отопительная система должна обеспечивать внутри вагона температуру +18 °С при расчетной наружной температуре воздуха -35 °С;

— вентиляция должна обеспечить необходимый обмен воздуха.

#### ***Объем и содержание проекта:***

1) курсовой проект должен содержать три листа чертежей в соответствии с общими требованиями. Деталь или детали для третьего листа выбирать из перечня: роликовая букса, крышка буксы, надрессорная балка тележки, рама тележки, детали центрального рессорного подвешивания тележки;

2) пояснительная записка, кроме указанных выше требований, должна содержать расчет на прочность кузова вагона с учетом влияния оконных и дверных проемов и простенков.

**Вариант 2.** Разработать курсовой проект четырехосного цельнометаллического вагона для перевозки багажа с пассажирскими поездами (багажный вагон).

#### ***Основные требования:***

- колея 1520мм;
- система отопления — индивидуальная;
- система освещения — самостоятельная электростанция с генератором и аккумуляторной батареей;

- тележки двухосные с роликовыми подшипниками и гасителями колебаний;
- автосцепка СА-3;
- тормоз автоматический типовой и ручной;
- габарит по ГОСТ 9238;
- скорость движения до 45 м/с.

***Конструктивные особенности:***

- вагон имеет цельнонесущий металлический кузов сварной конструкции;
- для облегчения тары вагона в его конструкции необходимо применить низколегированные стали, облегченные профили, легкие сплавы, а также пластмассы;
- рычажная передача тормоза должна иметь износостойчивые втулки, цапфы триангелей, а также износостойчивые поверхности валиков;
- рычажная передача должна иметь автоматическую регулировку выхода штока тормозного цилиндра;
- отопительная система должна обеспечивать внутри вагона температуру +18 °С при расчетной наружной температуре воздуха -35 °С;
- вентиляция должна обеспечить необходимый обмен воздуха.

***Объем и содержание проекта:***

1) курсовой проект должен содержать три листа чертежей в соответствии с общими требованиями; деталь или детали для третьего листа выбрать из перечня: роликовая букса, крышка буксы, надрессорная балка тележки, рама тележки, детали центрального рессорного подвешивания тележки;

2) пояснительная записка, кроме указанных выше требований, должна содержать расчет на прочность кузова вагона с учетом влияния оконных и дверных проемов и простенков.

Отличительные черты вагона обусловлены спецификой его назначения (планировка, конструкция кузова и др.)

**Вариант 3.** Разработать курсовой проект четырехосного цельнометаллического пассажирского вагона с четырехместными купе (на 36 пассажиров).

### Основные требования:

- колея 1520мм;
- система отопления — индивидуальная;
- система освещения — самостоятельная электростанция с генератором и аккумуляторной батареей;
- тележки двухосные с роликовыми подшипниками и гасителями колебаний;
- автосцепка СА-3;
- тормоз автоматический типовой и ручной;
- габарит по ГОСТ 9238;
- скорость движения до 45 м/с.

### Конструктивные особенности:

- вагон имеет цельнонесущий металлический кузов сварной конструкции;
- для облегчения тары вагона в его конструкции необходимо применить низколегированные стали, облегченные профили, легкие сплавы, а также пластмассы;
- рычажная передача тормоза должна иметь износостойчивые втулки, цапфы триангелей, а также износостойчивые поверности валиков;
- рычажная передача должна иметь автоматическую регулировку выхода штока тормозного цилиндра;
- отопительная система должна обеспечивать внутри вагона температуру +18 °С при расчетной наружной температуре воздуха -35 °С;
- вентиляция должна обеспечить необходимый обмен воздуха.

### Объем и содержание проекта:

1) курсовой проект должен содержать три листа чертежей в соответствии с общими требованиями; деталь или детали для третьего листа выбрать из перечня: роликовая букса, крышка буксы, надрессорная балка тележки, рама тележки, детали центрального рессорного подвешивания тележки;

2) пояснительная записка, кроме указанных выше требований, должна содержать расчет на прочность кузова вагона с учетом влияния оконных и дверных проемов и простенков.

Назначение вагона вносит коррективы в планировку вагона и конструкцию кузова.

**Вариант 4.** Разработать курсовой проект четырехосного цельнометаллического вагона для перевозки почты с пассажирскими поездами (почтовый вагон).

Основные требования:

- колея 1520мм;
- система отопления — индивидуальная;
- система освещения — самостоятельная электростанция с генератором и аккумуляторной батареей;
- тележки двухосные с роликовыми подшипниками и гасителями колебаний;
- автосцепка СА-3;
- тормоз автоматический типовой и ручной;
- габарит по ГОСТ 9238;
- скорость движения до 45 м/с.

**Конструктивные особенности:**

— вагон имеет цельнонесущий металлический кузов сварной конструкции;

— для облегчения тары вагона в его конструкции необходимо применить низколегированные стали, облегченные профили, легкие сплавы, а также пластмассы;

— рычажная передача тормоза должна иметь износоустойчивые втулки, цапфы триангелей, а также износоустойчивые поверхности валиков;

— рычажная передача должна иметь автоматическую регулировку выхода штока тормозного цилиндра;

— отопительная система должна обеспечивать внутри вагона температуру + 18 °С при расчетной наружной температуре воздуха - 35°С;

— вентиляция должна обеспечить необходимый обмен воздуха.

**Объем и содержание проекта:**

1) курсовой проект должен содержать три листа чертежей в соответствии с общими требованиями; деталь или детали для третьего листа выбрать из перечня: роликовая букса, крышка буксы,

надрессорная балка тележки, рама тележки, детали центрального рессорного подвешивания тележки;

2) пояснительная записка, кроме указанных выше требований, должна содержать расчет на прочность кузова вагона с учетом влияния оконных и дверных проемов и простенков.

Назначение почтового вагона вносит коррективы и дополнительные требования к внутреннему устройству вагона (планировка, конструкция кузова и др.).

**Вариант 5.** Разработать курсовой проект четырехосного крытого грузового вагона.

***Основные требования:***

- колея 1520 мм;
- габарит по ГОСТ 9238;
- нагрузка от оси на рельсы до 23,25 тс;
- скорость движения до 33 м/с;
- автосцепка СА-3;
- тележки типовые ЦНИИ-ХЗ с буксами на подшипниках качения;
- тормоз автоматический типовой и ручной;
- рычажная передача с авторегулятором;
- режимный переключатель, выведенный на обе стороны вагона;
- грузоподъемность вагона не менее 67 т.

***Конструктивные особенности:***

— обрешетка кузова вагона металлическая, сварной конструкции с обшивкой из металла и пластмасс; крыша вагона металлическая, пластмассовая или из листов высокопрочных алюминиевых сплавов; на крыше предусмотрены люки для загрузки зерна;

— по желанию студент может разработать вариант вагона с раздвижной крышей; конструкция раздвижной крыши должна обеспечивать плотность ее закрывания и невозможность проникновения влаги внутрь кузова; крыша должна отрываться и закрываться свободным усилием не более двух человек;

— вагон должен иметь:

боковые двери, обеспечивающие перевозку зерна без применения хлебных щитов;

запоры дверей, исключаящие применение проволочных закруток;  
четыре зерновых верхних люка;  
две разделки в крыше для печных труб;  
типовое несъемное настенное оборудование, применяемое для людских перевозок;

— прочность и устойчивость вагона, его узлов и деталей должны отвечать действующим нормам расчета и проектирования для вагонов железных дорог колеи 1520 мм.

### ***Объем и содержание проекта:***

1) листы чертежей выполнить в соответствии с вышеуказанными требованиями; деталь или детали для третьего листа выбрать из перечня; боковая рама, надрессорная балка тележки, детали автоматического регулятора, режимного переключателя тормоза, крыша вагона, каркас боковой стены, детали колесной пары, букса;

2) пояснительная записка, помимо вышеуказанного, должна содержать расчет на прочность боковой рамы тележки на вертикальную нагрузку.

**Вариант 6.** Разработать курсовой проект четырехосного вагона для перевозки цемента.

Основные требования:

- колея 1520 мм;
- габарит по ГОСТ 9238;
- нагрузка от оси на рельсы до 23,25 тс;
- скорость движения до 33 м/с;
- автосцепка СА-3;
- тележки типовые ЦНИИ-ХЗ с буксами на подшипниках качения;
- тормоз автоматический типовой и ручной;
- рычажная передача с авторегулятором;
- режимный переключатель, выведенный на обе стороны вагона;
- грузоподъемность вагона не менее 67 т.

### ***Конструктивные особенности:***

- боковые стены вагона должны быть несущей конструкции;

- на крыше должны быть предусмотрены загрузочные люки с плотно закрывающимися крышками;
- для доступа к загрузочным люкам предусмотреть лестницу и мостики на самой крыше;
- внизу кузова предусмотреть бункеры с герметическими закрывающимися люками.

***Объем и содержание проекта:***

1) листы чертежей выполнить в соответствии с вышеуказанными требованиями; деталь или детали для третьего листа выбрать из перечня: крыша вагона, верхний люк, нижний люк, бункер, детали люков;

2) пояснительная записка, помимо вышеуказанного, должна содержать расчет на прочность наддресорной балки тележки.

**Вариант 7.** Разработать курсовой проект четырехосной платформы.

***Основные требования:***

- колея 1520 мм;
- габарит по ГОСТ 9238;
- нагрузка от оси на рельсы до 23,25 тс;
- скорость движения до 33 м/с;
- автосцепка СА-3;
- тележки типовые ЦНИИ-ХЗ с буксами на подшипниках качения;
- тормоз автоматический типовой и ручной;
- рычажная передача с авторегулятором;
- режимный переключатель, выведенный на обе стороны вагона;
- грузоподъемность вагона не менее 70 т.

***Конструктивные особенности:***

— пол платформы может быть деревянным или цельнометаллическим с устройством для крепления к нему перевозимых штучных грузов (контейнеров и др.);

— борта платформы должны быть цельнометаллическими, позволяющие производить по ним перекачку колесной техники до

8-10 т. Они должны иметь максимальную высоту, однако, будучи опущенными, не должны выходить за пределы габарита;

— запоры бортов должны быть надежными и обеспечивать перевозку навалочных грузов (уголь, камень, песок и др.) без постановки в лесные скобы коротких стоек для подпора бортов;

— для изготовления несущих элементов рамы и бортов должна быть применена антикоррозийная низколегированная сталь или алюминиевые сплавы.

#### ***Объем и содержание проекта:***

1) листы чертежей выполнить в соответствии с вышеуказанными требованиями; деталь или детали третьего листа выбрать из перечня: шкворневая балка рамы, борт платформы торцевой, установка автосцепки на раме платформы, консольная часть рамы платформы, буксовый узел с подшипниками качения;

2) пояснительная записка, помимо вышеуказанного, должна содержать расчет на прочность рамы платформы от вертикальных нагрузок.

**Вариант 8.** Разработать курсовой проект четырехосной цистерны с применением алюминиевых и других легких сплавов, а также пластмасс.

#### ***Основные требования:***

— колея 1520 мм;

— габарит по ГОСТ 9238;

— нагрузка от оси на рельсы до 23,25 тс;

— скорость движения до 33 м/с;

— автосцепка СА-3;

— тележки типовые ЦНИИ-Х3 с буксами на подшипниках качения;

— тормоз автоматический типовой и ручной;

— рычажная передача с авторегулятором;

— режимный переключатель, выведенный на обе стороны вагона;

— грузоподъемность вагона не менее 63т;

— котел цистерны должен рассчитываться на давление 6,3 МН/м<sup>2</sup>.

#### ***Конструктивные особенности:***

— цистерна должна быть оборудована универсальным сливным прибором;



— цистерна должна быть оборудована внутренней лестницей с наружными помостами (у колпака) и лестницей;

— для обеспечения полного слива нижний лист котла должен иметь уклон в сторону сливного прибора;

— рама обычная из низколегированной стали;

— котел и его элементы проектируются из легких сплавов с характеристикой прочности не ниже сплавов АМг-6 с нагартовкой.

#### ***Объем и содержание проекта:***

1) листы чертежей выполнить в соответствии с вышеуказанными требованиями; деталь или детали третьего листа взять из перечня: конструкция котла, сливной прибор, предохранительный клапан, крепление котла к раме, крышка колпака;

2) пояснительная записка, помимо вышеуказанного, должна содержать расчет на прочность котла цистерны от внутреннего давления и вертикальных сил.

**Вариант 9.** Разработать курсовой проект восьмиосного полувагона.

**Основные требования:**

— колея 1520мм;

— габарит по ГОСТ 9238;

— нагрузка от оси на рельсы до 23,25 тс;

— скорость движения до 33 м/с;

— автосцепка СА-3;

— тележки четырехосные с буксами на подшипниках качения;

— тормоз автоматический типовой и ручной;

— рычажная передача с авторегулятором;

— режимный переключатель, выведенный на обе стороны вагона;

— грузоподъемность вагона 125-130 т.

#### ***Конструктивные особенности:***

— кузов полувагона цельнометаллический, сварной из низколегированных сталей или легких сплавов с применением синтетических материалов; торцевые двери кузова двухстворчатые с запорами, обеспечивающими надежную работу в эксплуатации;

— в полу вагона расположить разгрузочные люки с шарнирами на хребтовой балке рамы; крышки люков типовые, взаимозаменяемые с крышками люков четырехосных полувагонов;

— запоры люков индивидуальные или централизованные;

— рама полувагона сварная с хребтовой балкой, имеющей расстояние между вертикальными стенками 0,350 м;

— для обшивки стен кузова, торцевых дверей, а также крышек люков желательно использовать малокоррозийную сталь или легкие сплавы.

#### ***Объем и содержание проекта:***

1) листы чертежей выполнить в соответствии с вышеуказанными требованиями; деталь или детали третьего листа выбрать из перечня: боковая стена полувагона, шкворневая балка рамы, крышка люка, механизм крепления крышек люков, запор лобовой двери, соединительная балка 4-осной тележки;

2) пояснительная записка, помимо указанного выше, должна содержать расчет рамы вагона от вертикальных сил.

**Вариант 10.** Разработать курсовой проект четырехосной универсальной цистерны с пониженным центром тяжести.

Основные требования:

— колея 1520 мм;

— габарит по ГОСТ 9238;

— нагрузка от оси на рельсы до 23,25 тс;

— скорость движения до 33 м/с;

— автосцепка СА-3;

— тележки типовые ЦНИИ-ХЗ с буксами на подшипниках качения;

— тормоз автоматический типовой и ручной;

— рычажная передача с авторегулятором;

— режимный переключатель, выведенный на обе стороны вагона;

— грузоподъемность вагона 63 т;

— центр тяжести цистерны должен быть не выше 2 м от головки рельса.

#### ***Конструктивные особенности:***

— цистерна должна иметь нижний слив, отвечающий всем предъявляемым к его конструкции требованиям;

— цистерна должна быть оборудована наружной и внутренней лестницей;

— цистерна может быть рамной (с хребтовой балкой) или безрамной конструкции;

— котел цистерны рассчитывается на рабочее давление  $1,5 \text{ МН/м}^2$ , а его емкость для компенсации температурного расширения продукта должна быть увеличена на 2-3%.

#### *Объем и содержание проекта:*

1) листы чертежей выполнить в соответствии с вышеуказанными требованиями; деталь или детали третьего листа взять из перечня; конструкция котла, сливной прибор, предохранительный клапан, крепление котла к раме, крышка колпака.

2) пояснительная записка, помимо вышеуказанного, должна содержать расчет на прочность котла цистерны от внутреннего давления и вертикальных сил.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Конструирование и расчет вагонов: Рабочая программа для студентов V-VI курсов и IV-V курсов сокращенного срока обучения специальности 150800 «Вагоны» (В) специализации 150801 «Управление вагоноремонтным производством». — М.: РГО-ТУПС, 1998. — 11 с;

2. Вагоны (теория, конструкция, расчет)/ Под ред. Л.А. Шадура. — М.: Транспорт, 1980. — 416 с.

3. Вагоны. Основы проектирования и экспертизы проектных решений. Учебное пособие / А.П. Азовский и др. — М.: РГО-ТУПС, 1988. — 138 с.

4. ГОСТ 2.105.95. Общие требования к оформлению текстовых документов. — М.: 1995. — 105 с.

**Покровский Борис Николаевич**

## **Конструирование и расчет вагонов**

**Задание на курсовой проект с методическими  
указаниями, перечень вопросов  
для самостоятельной проработки материала**

**Редактор *Е.А. Ямицкова*  
Компьютерная верстка *Т.В. Ериова***

ЛР № 020307 от 28.11.91

---

Тип. зак. 1877	Изд. зак. 24	Тираж 2 000 экз.
Подписано в печать	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 1,75		Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Отпечатано в ОАО «Московская типография № 9»  
109033, Москва, Волочаевская ул., д. 40  
Телефон (095) 362-89-59