

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

Ю.П. Булавин, Ю.Я. Бутенко

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВАГОНОВ

Учебно-методическое пособие
(к самостоятельной работе студентов часть 1)

Ростов-на-Дону

2017

УДК 629.463.3(075.8)

Рецензент – кандидат технических наук, доцент В.Н. Кротов

Булавин, Ю.П.

Конструирование и расчет вагонов: Учебно-методическое пособие / Ю.П. Булавин, Ю.Я Бутенко, ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2017. – с. – Библиогр.: с.

Содержит задания к расчетно-графическим работам, рекомендации к их выполнению, темы для самостоятельной подготовки по рабочей программе дисциплины «Конструирование и расчет вагонов» код 30541, вопросы к зачету и экзамену, список литературы. Учебно-методическое пособие призвано активизировать самостоятельную работу студентов, способствовать более глубокому изучению дисциплины.

Предназначены для специальности «Подвижной состав железных дорог» специализация «Вагоны»

Одобрено к изданию кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство».

© Булавин Ю.П.
Бутенко Ю.Я., 2017
© ФГБОУ ВО РГУПС, 2017

Содержание

1 Самостоятельное изучение учебного материала	5
1.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	5
2 Перечни сопоставленных с ожидаемыми результатами освоения дисциплины вопросов (задач):	6
3 Расчет технико-экономических показателей вагона	9
4 Габарит железнодорожного подвижного состава. Термины и определения ...	12
4.1 Обозначения габаритов подвижного состава и сфера их применения.....	18
5 Габариты подвижного состава.....	21
5.1 Общие требования.....	21
5.2 Верхнее и нижнее очертания габаритов подвижного состава, эксплуатируемого в пределах железных дорог колеи 1520 мм.....	21
5.3 Верхние и нижние очертания габаритов подвижного состава, допускаемого к обращению по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм и колеи 1435 мм европейских и азиатских стран.....	24
5.4 Расчет допустимых строительных размеров железнодорожного подвижного состава	29
6 Метод расчета горизонтальных ограничений для статических габаритов.	30
Список использованной литературы.....	37
Приложение А.	38
Направления для обращения в международном сообщении железнодорожного подвижного состава различных габаритов.	38
Приложение Б.	40

1 Самостоятельное изучение учебного материала

Вид обучения: 5 лет очное

Номер раздела данной дисциплины	Наименование тем, вопросов, вынесенных для самостоятельного изучения	Трудоемкость внеаудиторной работы, часы
Семестр № 8		
1	Структура вагонного парка зарубежных железных дорог	4
	Основные узлы грузовых, пассажирских и рефрижераторных вагонов	4
	Требования к основным узлам вагонов с учетом безопасности движения	4
2	Технические требования к специализированным вагонам. Требования экологической безопасности при эксплуатации вагонов	6
	Применение полимерных материалов в конструкциях вагонов. Материалы для окраски вагонов	6
3	Конструкции кузовов специализированных вагонов, вагонов промышленного транспорта, рефрижераторного подвижного состава, цистерн для перевозки опасных грузов	4
	Планировки пассажирских вагонов специального назначения	2
	Определение линейных размеров специализированных и рефрижераторных вагонов	2
	Надежность кузовов грузовых вагонов	2
4	Лабораторные и стендовые испытания. Динамические (ходовые) испытания вагонов. Тензодатчики, применяемые при испытаниях вагонов. Измерительные приборы и устройства. Прогибомеры. Ускоренимеры. Динамометрическая колесная пара. Динамометры, применяемые при динамических испытаниях вагонов. Статические испытания вагонов на прочность. Вибрационные испытания. Автоматизация обработки результатов испытаний вагонов.	10
Семестр № 9		
5	Расчет элементов кузовов на устойчивость.	2
	Расчет на прочность элементов рамы железнодорожной цистерны. Расчет на прочность кузовов пассажирских вагонов.	2
6	Соединение колеса с осью. Колесные пары для вагонов нового поколения. Силы, действующие на колесную пару вагона. Нагруженность расчетных сечений оси. Оценка надежности вагонной оси.	5
7	Анализ конструкции и надежности букс. Рекомендации по проектированию тележек. Тележки грузовых вагонов нового поколения.	7
8	Сборка, разборка и проверка автосцепки. Конструкции иностранных автосцепок. Поглощающие аппараты автосцепного устройства	5

1.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание
1	Конструирование и расчет вагонов [Электронный ресурс] / В.В. Лукин, П.С. Анисимов, В.Н. Котуранов и др.; под ред. П.С. Анисимова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : УМЦ ЖДТ, 2011. Электронно-библиотечная система "Консультант студента".

Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание
1	Лукин, В. В. Вагоны. Общий курс [Текст] : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.В. Лукин, П.С. Анисимов, Ю.П. Федосеев; ред. В.В. Лукин. - М. : Маршрут, 2004. - 423 с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: 50 назв. - Предм. указ. - ISBN 5-89035-106-0 : 78.10 р., 85.80 р., 289.00 р., 110.00 р., 263.00 р., 49.50 р.

2	Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). - М. : ГосНИИВ-ВНИИЖТ.
3	Вагоны и вагонное хозяйство : ежекварт. произв.-техн. и науч.-популяр. журн. (2010 - 2016 гг.)
4	Железнодорожный транспорт : ежемес. науч.-теор. техн.-экон. журн. (2005 - 2016 гг.)
5	Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учеб. пособие для вузов / ред. В.Н. Котуранов. - М. : Маршрут, 2005. - 489 с. : ил., прил., табл. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-89035-256-3
6	Конструирование и расчет вагонов : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.В. Лукин, Л.А. Шадур, В.Н. Котуранов и др; Ред. В.В. Лукин. - , Утв. МПС. - М. : УМК МПС, 2000. - 727 с. : ил., табл. - Библиогр. - Алф. указ. - ISBN 5-89035-024-2 : 164.70 р., 164.90 р.
7	ГОСТ 33788-2016 Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества.
8	ГОСТ 33211-2014 Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам.
9	Балон, Л.В. Ходовые части, ударно-тяговые приборы и тормозное оборудование пассажирских вагонов : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Л.В. Балон [и др.] ; под ред. В.Ф. Криворудченко. - Ростов н/Д : РГУПС. + Электронный ресурс на сайте НТБ РГУПС.
10	Особенности конструкции современных грузовых вагонов [Текст] : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / А.В. Челохьян, В.Ф. Криворудченко, О.А. Ворон и др.; ред. В.Ф. Криворудченко ; РГУПС. - Ростов н/Д : [б. и.], 2011. - 403 с. : рис., схемы, табл. - Библиогр. : 129 назв. - Заказ № 5494, 200 экз. + Электронный ресурс на сайте НТБ РГУПС.
11	Копотун, Е. А. Пассажирские вагоны [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Копотун, Ю. П. Булавин, Е. Е. Александрова ; ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д : [б. и.], 2016. - 75 с. : ил., табл. - Библиогр. : 5 назв. - Заказ №8590, 78 экз. - 23.18 р. + Электронный ресурс на сайте НТБ РГУПС.

2 Перечни сопоставленных с ожидаемыми результатами освоения дисциплины вопросов (задач):

Зачет. Семестр № 8

Вопросы для оценки результата освоения "Знать":

- 1) Структуру вагонного парка отечественных железных дорог.
- 2) Конструкцию основных узлов грузовых вагонов.
- 3) Конструкцию основных узлов пассажирских и рефрижераторных вагонов.
- 4) Зарубежные современные конструкции вагонов.
- 5) Обобщенную схему вагона.
- 6) Функциональное назначение основных узлов современных вагонов.
- 7) Требования к основным узлам вагонов с учетом безопасности движения.
- 8) Условия работы вагонов и их частей.
- 9) Технические требования к грузовым и пассажирским вагонам.
- 10) Материалы, применяемые для изготовления вагонов.
- 11) Основные требования к материалам, применяемым в вагоностроении.
- 12) Схемы конструкций различных типов грузовых вагонов.
- 13) Схемы конструкций различных типов пассажирских вагонов.
- 14) Планировки различных типов пассажирских вагонов.
- 15) Основные технико-экономические параметры вагонов.
- 16) Факторы, определяющие величину грузоподъемности грузового вагона.
- 17) Способы снижения тары вагона.
- 18) Методы выбора линейных размеров вагонов.

Вопросы для оценки результата освоения "Уметь":

- 1) Составлять обобщенную схему грузового, пассажирского и рефрижераторного вагонов.
- 2) Проектировать основные узлы вагонов с учетом безопасности движения.
- 3) Применять технические требования к грузовым и пассажирским вагонам при их проектировании.
- 4) Применять прогрессивные материалы при проектировании вагонов.
- 5) Составлять схемы конструкций грузовых и пассажирских вагонов.
- 6) Составлять планировки различных типов пассажирских вагонов.

- 7) Определять основные технико-экономические параметры вагонов.
- 8) Определять линейные размеры проектируемых вагонов.
- 9) Применять способы снижения тары вагона при проектировании.

Вопросы для оценки результата освоения "Иметь навыки":

- 1) Критериями при выборе материалов при изготовлении вагонов.
- 2) Методикой определения основных технико-экономических параметров вагонов.
- 3) Методами снижения тары вагонов на этапе проектирования.
- 4) Методикой определения линейных размеров вагонов.

Экзамен. Семестр № 9

Вопросы для оценки результата освоения "Знать":

- 1) Нагрузки, действующие на кузов вагона.
- 2) Расчетные режимы.
- 3) Методы исследования напряженно-деформированного состояния и прочности кузовов вагонов.
- 4) Методы расчета элементов кузовов.
- 5) Методы расчета котлов железнодорожных цистерн на прочность и устойчивость.
- 6) Последовательность расчета котла безрамной цистерны.
- 7) Методы расчета цельнонесущих кузовов.
- 8) Классификацию тележек.
- 9) Функциональное назначение узлов тележек в обеспечении безопасных условий движения.
- 10) Устройство тележек грузовых вагонов.
- 11) Устройство тележек пассажирских и рефрижераторных вагонов.
- 12) Перспективные конструкции тележек вагонов.
- 13) Тележки вагонов зарубежных железных дорог.
- 14) Силы, действующие на основные части тележек.
- 15) Методы расчетной оценки элементов тележки.
- 16) Конструктивные схемы колесных пар.
- 17) Нагрузки на элементы колесных пар
- 18) Методы расчета колесных пар на прочность и долговечность.
- 19) Последовательность расчета оси колесной пары на прочность условным методом.
- 20) Методику расчета оси колесной пары на усталостную прочность.
- 21) Требования к буксовым узлам вагонов.
- 22) Методику расчета роликовых подшипников на прочность и долговечность.
- 23) Силовые характеристики упругих элементов рессорного подвешивания тележек.
- 24) Последовательность расчета элементов рессорного подвешивания тележек.
- 25) Методы оценки прочности литых деталей тележек грузовых вагонов.
- 26) Конструкцию ударно-тяговых приборов вагонов.
- 27) Основные технические характеристики поглощающих аппаратов.
- 28) Методику расчета основных частей автосцепного устройства на прочность.
- 29) Методы экспериментальной оценки качества конструкции вагона и его узлов
- 30) Приборы и аппаратура, используемая при испытаниях вагонов.
- 31) Этапы проектирования вагонов.
- 32) Порядок приемки вагонов в эксплуатацию.

Вопросы для оценки результата освоения "Уметь":

- 1) Определять нагрузки, действующие на вагон.
- 2) Выбирать методы исследования напряженно-деформированного состояния и прочности кузовов вагонов.
- 3) Выбирать методы расчета на прочность элементов кузовов вагонов.
- 4) Рассчитывать на прочность котлы железнодорожных цистерн.
- 5) Рассчитывать на прочность кузова пассажирских вагонов.
- 6) Определять силы, действующие на тележку.
- 7) Рассчитывать ось колесной пары на прочность.

- 8) Рассчитывать ось колесной пары на усталостную прочность.
- 9) Рассчитывать подшипники буксового узла на прочность и долговечность.
- 10) Выполнять анализ силовых характеристик упругих элементов рессорного подвешивания тележек вагонов.
- 11) Рассчитывать элементы рессорного подвешивания тележек.
- 12) Выполнять оценку прочности литых деталей тележек грузовых вагонов.
- 13) Выполнять анализ основных технических характеристик поглощающих аппаратов.
- 14) Рассчитывать на прочность основные части автосцепного устройства вагонов.
- 15) Выполнять оценку качества конструкций вагона и его узлов в процессе испытаний.
- 16) Устанавливать порядок приемки вагонов в эксплуатацию.

Вопросы для оценки результата освоения "Иметь навыки":

- 1) Методами исследования напряженно-деформированного состояния и прочности кузовов вагонов.
- 2) Методикой расчета элементов кузовов вагонов на прочность и устойчивость.
- 3) Методами расчета оси колесной пары на прочность и выносливость.
- 4) Методикой расчета буксовых подшипников на прочность и долговечность.
- 5) Основами расчета рессорного подвешивания тележек.
- 6) Методикой оценки прочности литых деталей тележки.
- 7) Основами проектирования поглощающих аппаратов автосцепного устройства.
- 8) Методами экспериментальной оценки качества конструкции вагона и его узлов.

3 Расчет технико-экономических показателей вагона

Выбор технико-экономических параметров проектируемого вагона сводится к определению их оптимальных значений. В первую очередь следует выбрать модель вагона-прототипа, что необходимо для использования и сравнения в дальнейшем параметров проектируемого вагона с существующим.

Заданием на техническое проектирование нового вагона устанавливаются допускаемые величины статической нагрузки от колесной пары на рельсы, статической нагрузки на 1 м пути, габарит и др. [1]

Грузоподъемность определяется по формуле:

$$P = \frac{m_0 \cdot P_0}{(1 + k_T) \cdot g}, \quad (3.1)$$

где g – ускорение свободного падения, $g=9,81 \text{ м/с}^2$

Технический коэффициент тары вагона:

$$k_T = k_{TB} k_m k_l, \quad (3.2)$$

где k_{TB} – технический коэффициент тары серийного вагона;

k_m – коэффициент, учитывающий влияние применяемого материала на изменение (уменьшение) тары, $k_m = 0,95$;

k_l – коэффициент, учитывающий изменение линейных размеров элементов вагона, $k_l = 0,96$.

Технический коэффициент тары серийного вагона:

$$k_{TB} = \frac{T}{P}, \quad (3.3)$$

где T – масса тары вагона, т;

P – грузоподъемность, т.

По формуле (3.2) найдём технический коэффициент тары:

Тара вагона:

$$T = k_T \cdot P$$

Масса брутто вагона:

$$m_{\text{бp}} = P + T$$

Удельный объем кузова:

$$V_y = \frac{V}{P},$$

где V – полный объем кузова, м³

Рациональный объем кузова:

$$V = V_y^{\text{opt}} \cdot P,$$

где V_y^{opt} – удельный оптимальный объем кузова

Принимаем для дальнейших расчетов размеры вагона прототипа.

Погонная нагрузка вагона определяется по формуле:

$$q_n = \frac{m_{\text{бp}} \cdot q}{2L_{\text{об}}}$$

где $2L_{\text{об}}$ – общая длина вагона, измеренное по осям сцепления автосцепок, м

Принимаем для дальнейших расчетов площадь поперечного сечения кузова проектируемого вагона такую же как у вагона – прототипа модели 11 – 260.

$$S_p = \frac{V}{L_{vn}}$$

где V – полный объем кузова вагона – прототипа, м³;

L_{vn} – длина по концевым балкам вагона – прототипа, м.

Длина кузова внутри проектируемого вагона, м

$$L_{vn}^{\text{pr}} = \frac{V}{S_p}$$

где V – объем кузова проектируемого вагона, м³;

S_p – площадь поперечного сечения вагона – прототипа, м².

Длина кузова по концевым балкам, м

$$L_{nar}^{\text{pr}} = L_{vn}^{\text{pr}} + 2B_{ms}$$

где B_{ms} – толщина торцевой стены вагона, м.

Длина вагона по осям сцепления автосцепок, м:

$$L_p = L_{nar}^{pr} + 2n,$$

где n – длина вылета автосцепки вагона прототипа.

База проектируемого вагона, м

$$2l = \frac{2L_p}{1.41},$$

Длина консольной части, м

$$2l_k = \frac{2L_p - 2l}{2}$$

Погонная нагрузка вагона определяется по формуле:

$$q_n = \frac{m_{\text{бп}} \cdot q}{2L_{\text{об}}}$$

где $2L_{\text{об}}$ – общая длина вагона, измеренное по осям сцепления автосцепок, м

4 Габарит железнодорожного подвижного состава. Термины и определения

Поперечное перпендикулярное оси пути очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться установленный на прямом горизонтальном пути (при наиболее неблагоприятном положении в колее и отсутствии боковых наклонов на рессорах и динамических колебаний) как в порожнем, так и в нагруженном состоянии железнодорожный подвижной состав, в том числе имеющий максимально нормируемые износы. [2]

Примечание - Габарит железнодорожного подвижного состава является исходным очертанием, по которому рассчитываются допускаемые строительные размеры железнодорожного подвижного состава (производится вписывание в габарит). В зависимости от метода указанного расчета габариты подвижного состава подразделяются на статические и кинематические.

Габарит приближения строений: Предельное поперечное перпендикулярное оси железнодорожного пути очертание, внутрь которого помимо железнодорожного подвижного состава не должны попадать никакие части сооружений и устройств, а также лежащие около железнодорожного пути материалы, запасные части и оборудование, за исключением частей устройств, предназначенных для непосредственного взаимодействия с железнодорожным подвижным составом (контактные провода с деталями крепления, хоботы гидравлических колонок при наборе воды и другие), при условии, что положение этих устройств во внутригабаритном пространстве увязано с соответствующими частями железнодорожного подвижного состава и что они не могут вызвать соприкосновения с другими элементами железнодорожного подвижного состава.

Контрольное очертание приближения строений: Внутреннее очертание эксплуатируемых сооружений и устройств, не соответствующих габаритам приближения строений, установленных настоящим стандартом, минимально

необходимое для безопасного пропуска подвижного состава конкретного габарита или негабаритного груза.

Внутреннее очертание сооружений и устройств: Свободное пространство, ограниченное относительно оси железнодорожного пути на уровне головок рельсов конструктивными элементами сооружения или устройства с одной или нескольких сторон - справа, слева и/или сверху над уровнем головок рельсов (опоры, мачты, столбы, мосты, тоннели и др.).

Строительное очертание железнодорожного подвижного состава: Поперечное перпендикулярное оси пути очертание, получаемое уменьшением габарита железнодорожного подвижного состава по установленному для данного габарита методу, и которым определяются допускаемые строительные размеры, соответствие которым должно проверяться при испытаниях габаритов железнодорожного подвижного состава.

Примечание - Методы расчетов указанного уменьшения приведены в разделе 6 настоящего стандарта. Примеры расчетов строительного очертания издаются отдельно в стандарте организации.

Проектное очертание железнодорожного подвижного состава: Поперечное, перпендикулярное оси пути, очертание, имеющее размеры, уменьшенные по сравнению с размерами строительного очертания на величину допусков, внутри которого должны находиться все расположенные в рассматриваемом сечении элементы конструкций проектируемого и модернизируемого железнодорожного подвижного состава, имеющие номинальные размеры.

База железнодорожного подвижного состава l , м: Расстояние между направляющими сечениями железнодорожного подвижного состава.

Ограничения размеров железнодорожного подвижного состава: Поперечные и вертикальные смещения железнодорожного подвижного состава, которые в соответствии с применяемой на сети железных дорог системой габаритов железнодорожного подвижного состава и приближения строений должны быть учтены в пространстве между габаритом

железнодорожного подвижного состава и строительным очертанием вписываемой в него единицы железнодорожного подвижного состава.

Примечания

1 На величину этих смещений (ограничений) подлежит уменьшение исходных очертаний габаритов железнодорожного подвижного состава.

2 В качестве горизонтальных ограничений E_i следует принимать величину возможных поперечных смещений данной части железнодорожного подвижного состава из центрального ее положения относительно оси пути вследствие наибольших допускаемых разбегов (зазоров) и износов деталей ходовых частей и геометрических выносов в расчетной кривой, не компенсированных соответствующим уширением габарита приближения строений и расстояния между осями путей.

3 Величина горизонтальных ограничений зависит также от места расположения данных частей железнодорожного подвижного состава относительно его направляющих сечений, которые подразделяют на три вида:

- ограничение для частей железнодорожного подвижного состава E_0 , расположенных в направляющем сечении;

- внутреннее ограничение для частей железнодорожного подвижного состава E_B , расположенных в пределах базы железнодорожного подвижного состава. Расстояния до внутренних сечений обозначают n_{Bi} ;

- наружное ограничение для частей железнодорожного подвижного состава E_H , расположенных за пределами направляющих сечений на расстоянии $n_{ю}$.

Вертикальное ограничение h_i , мм: Возможное в эксплуатации статическое параллельное понижение рассматриваемой части железнодорожного подвижного состава вследствие максимально нормируемого износа ходовых частей, а для обрессоренных частей - и вследствие равномерной осадки рессор и их прогиба от расчетной нагрузки.

Направляющее сечение железнодорожного подвижного состава: Поперечное сечение, в котором при нахождении железнодорожного подвижного состава в кривой геометрический вынос равен нулю.

Примечание

- Направляющими сечениями железнодорожного подвижного состава являются: у двухосного железнодорожного подвижного состава - сечения по оси колесных пар, у четырех-, шести- и восьмиосного - сечения по оси пятников кузова, у многоосных транспортеров - сечения по оси шкворней главных (несущих) балок. У четырехосных бесшкворневых вагонов направляющее сечение проходит через сечение, где геометрический вынос равен нулю.

Геометрический вынос железнодорожного подвижного состава: Отклонение относительно оси пути в кривой частей подвижного состава, определяемое расположением его продольной оси по хорде, проходящей через направляющие сечения.

Примечание - Геометрический вынос, измеренный в пределах хорды между направляющими сечениями, называется внутренним, а за ее пределами - наружным.

Расчетный вагон: Условный вагон, имеющий расстояние между направляющими сечениями 17 м и длину кузова 24 м.

Примечание - Расстояние 17 м и длина 24 м позволяют определить геометрические выносы для учета их в уширениях габарита приближения строений и в ограничениях ширины подвижного состава.

Критические точки: Наиболее удаленные от оси пути и от уровня головок рельсов точки выступающих узлов и деталей железнодорожного подвижного состава.

Примечание - При этом в нижней области подлежат учету части наиболее приближенные к головкам рельсов. Критические точки характеризуют области наиболее полного использования габарита железнодорожного подвижного состава и исследование совокупности этих точек обеспечивает проверку соответствия габариту железнодорожного подвижного состава в целом. Критические точки характеризуются положением не только относительно рельсов, но и относительно направляющего сечения опытного объекта.

Межгабаритное пространство: Пространство, предназначенное для реализации группы статических и динамических смещений, определяемой характеристикой смежных очертаний.

Примечания

1 Пространство между габаритом приближения строений и габаритом железнодорожного подвижного состава (а для двухпутных линий также между габаритами смежных железнодорожных подвижных составов) установлено для перемещений железнодорожного подвижного состава и погруженных на нем грузов, которые вызваны возможными отклонениями в состоянии отдельных элементов железнодорожного пути, допускаемыми нормами их содержания, а также вертикальными колебаниями и боковыми наклонениями железнодорожного подвижного состава на рессорах. Это пространство в необходимых случаях устанавливают с учетом обеспечения безопасности нахождения в нем обслуживающего персонала.

Пространство между габаритом железнодорожного подвижного состава и его строительным очертанием установлено для:

- горизонтальных перемещений железнодорожного подвижного состава, возникающих вследствие конструктивных зазоров в элементах ходовых частей при допускаемых в эксплуатации максимальных износах с учетом извилистого движения в колее;

- вертикальных перемещений, возникающих вследствие максимально нормируемых износов ходовых частей и статического прогиба рессор под действием расчетной нагрузки.

Пространство между строительным и проектным очертаниями железнодорожного подвижного состава установлено для компенсации плюсовых допусков при изготовлении и ремонте железнодорожного подвижного состава.

Статический габарит железнодорожного подвижного состава: Габарит, для которого устанавливают метод расчета строительных размеров проектируемого железнодорожного подвижного состава с учетом возможных

поперечных горизонтальных смещений данной части железнодорожного подвижного состава относительно оси пути вследствие наибольших допускаемых разбегов (зазоров) и износов деталей ходовых частей.

Кинематический габарит железнодорожного подвижного состава: Габарит, для которого устанавливают метод расчета строительных размеров проектируемого железнодорожного подвижного состава с учетом всех возможных поперечных горизонтальных смещений данной части железнодорожного подвижного состава, установленных для статического габарита и, кроме того, возникающих вследствие наклона кузова на рессорах под воздействием центробежной силы и горизонтальной составляющей силы тяжести в кривых с возвышением наружного рельса.

Международное сообщение: Перевозки пассажиров и грузов с участием железных дорог двух или более государств.

Перспективный подвижной состав увеличенного габарита: Пассажирский и грузовой подвижной состав, который будет создаваться в габаритах $T_{пр}$, $T_{ц}$ и T ,

Технологическая негабаритность: Несоответствие установленным нормам габаритов объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, предназначенных для взаимодействия с железнодорожным подвижным составом (устройства по техническому обслуживанию, экипировке и ремонту железнодорожного подвижного состава, сливно-наливные и другие технологические устройства) в рабочем положении, и соответствующие нормам габаритов в нерабочем положении.

4.1 Обозначения габаритов подвижного состава и сфера их применения

Для габаритов подвижного состава установлены следующие обозначения:

T - статический габарит для подвижного состава, допускаемого в обращение по железнодорожным путям общего и необщего пользования шириной колеи 1520 мм на электрифицированных железных дорогах и других участках, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габаритов приближения строений S и S_{II} ;

T_{II} - статический габарит для цистерн, вагонов-самосвалов и другого подвижного состава, допускаемого к обращению по железнодорожным путям общего и необщего пользования, сооружения и устройства на которых приведены к требованиям контрольного очертания, указанного в приложении В;

$T_{пр}$ - статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого к обращению на главных путях перегонов и станций, а также по другим железнодорожным путям, сооружения устройства и междупутья которых приведены в соответствие с требованиями контрольного очертания, указанного на рисунке В.1 (приложение В), или имеют технологическую негабаритность;

1 – T - статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение по всем железнодорожным путям общего и необщего пользования, внешним и внутренним путям промышленных и транспортных предприятий железных дорог государств-участников Содружества Независимых Государств (СНГ), а также Грузии и Латвии, Литвы, Эстонии;

$ГЦ$ (GC) - кинематический габарит для железнодорожного подвижного состава, установленный в качестве исходного для достижения совместимости габаритов в рамках трансъевропейской высокоскоростной железнодорожной системы.

Примечание – Габарит $ГЦ (GC)$ применяют в международном сообщении на маршрутах согласно приложению А (А.2).

$ГЦ_{ru}(GC_{ru})$ – кинематический габарит для железнодорожного подвижного состава для высокоскоростного движения на железных дорогах колеи 1520 мм, гармонизированный с габаритом $ГЦ_{ru}(GC_{ru})$ трансъевропейской высокоскоростной железнодорожной системы;

1 – BM - статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение как по железнодорожным путям шириной колеи 1520 (1524) мм, так и шириной колеи 1435 мм, используемых для международных сообщений в соответствии с приложением А (см. А.1);

0 – BM - статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение как по железным дорогам колеи 1520 (1524) мм, так и по линиям железных дорог - членов Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) и Международного Союза железных дорог (МСЖД) колеи 1435 мм, с ограничениями только на отдельных участках согласно приложению А (см. А.1);

02 – BM - статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение как по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм, так и по железным дорогам - членам ОСЖД колеи 1435 мм, за исключением отдельных участков согласно приложению А (см. А.3);

03 – BM_{st} - статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого к обращению как по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм, так и по всем железным дорогам колеи 1435 мм европейских и азиатских стран;

03 – BM_k - кинематический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого к обращению по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм и по железным дорогам колеи 1435 мм европейских и азиатских стран.

Обозначения габаритов приближения строений

Габариты приближения строений имеют следующие обозначения:

C - для сооружений и устройств, размещаемых вблизи железнодорожных путей общего пользования со скоростями движения до 200 км/ч включ. и внешних подъездных путей общего и необщего пользования от станции примыкания до территорий предприятий

$C_{\text{п}}$ для сооружений и устройств, размещаемых вблизи железнодорожных путей необщего пользования, расположенных на территории и между территориями заводов, фабрик, мастерских, депо, речных и морских портов, шахт, грузовых дворов, баз, складов, карьеров, лесных и торфяных разработок, электростанций и других промышленных и транспортных предприятий, а также для промышленных железнодорожных станций, погрузо-выгрузочных и прочих специальных путей на железнодорожных станциях общего пользования.

C_{250} - габарит приближения строений на перегонах и железнодорожных станциях при скорости движения от 200 до 250 км/ч включ.

1 – CM - габарит приближения строений железных дорог колеи 1435 мм. Допускается применение этого габарита и на участках железных дорог колеи 1520 мм пограничных пунктов, на которых применение габарита приближения строений C экономически затруднено, а габарит 1 – CM обеспечивает безопасный пропуск эксплуатируемого на этом участке подвижного состава. Описание данного габарита указано в приложении Б.

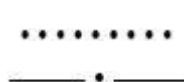
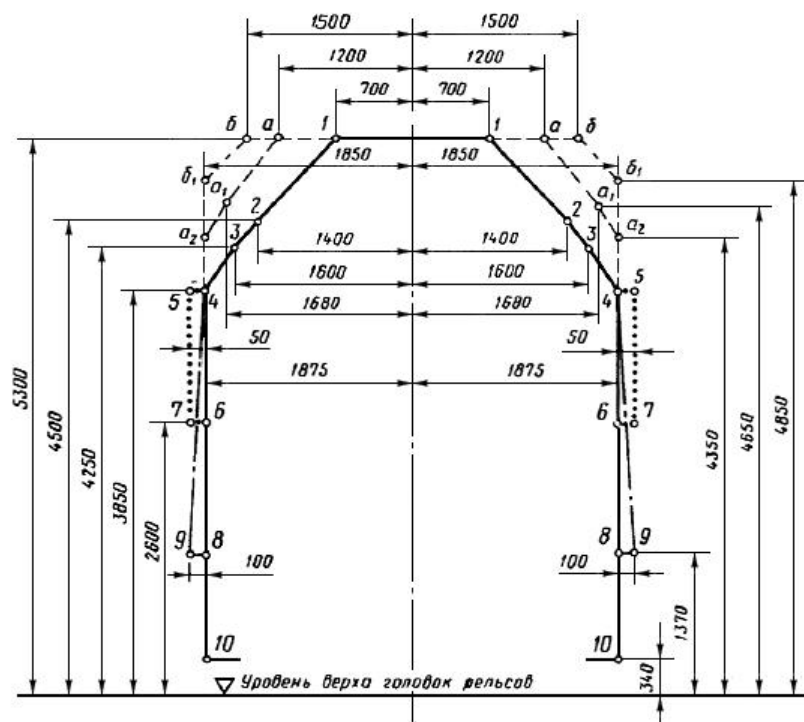
5 Габариты подвижного состава

5.1 Общие требования

Каждый габарит подвижного состава состоит из двух частей: верхней и нижней. Поперечные размеры каждой из этих частей определены размерами внутренних очертаний соответствующих сооружений на рассматриваемой высоте, а также расстоянием между осями путей на перегонах. Размеры нижнего очертания зависят от габаритов пассажирских платформ, маневровых устройств, а также от условий безопасного прохода через сортировочные горки.

5.2 Верхнее и нижнее очертания габаритов подвижного состава, эксплуатируемого в пределах железных дорог колеи 1520 мм

Верхние очертания габаритов подвижного состава $T, T_{\text{ц}}, T_{\text{пр}}$, и $1 - T$ следует принимать в соответствии с рисунками 5.1-5.4.



..... только для сигнальных устройств и зеркал заднего вида;
 —•— для выступающих частей: поручней, подлокотников, козырьков для стока воды, параванов и др. В открытом положении параваны должны вписываться в очертание для сигнальных устройств;
 - - - - - очертание применяют по согласованию с владельцем инфраструктуры

Рисунок 5.1 - Статический габарит Т

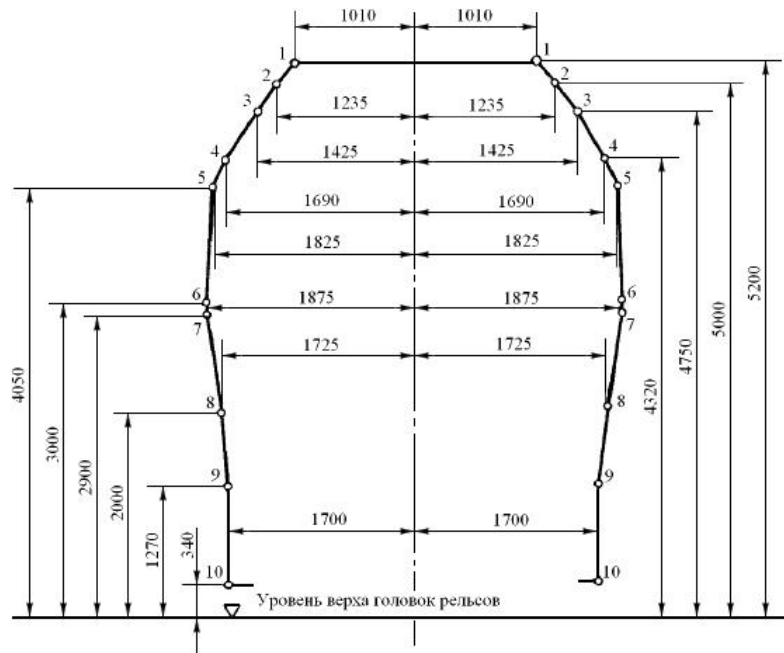
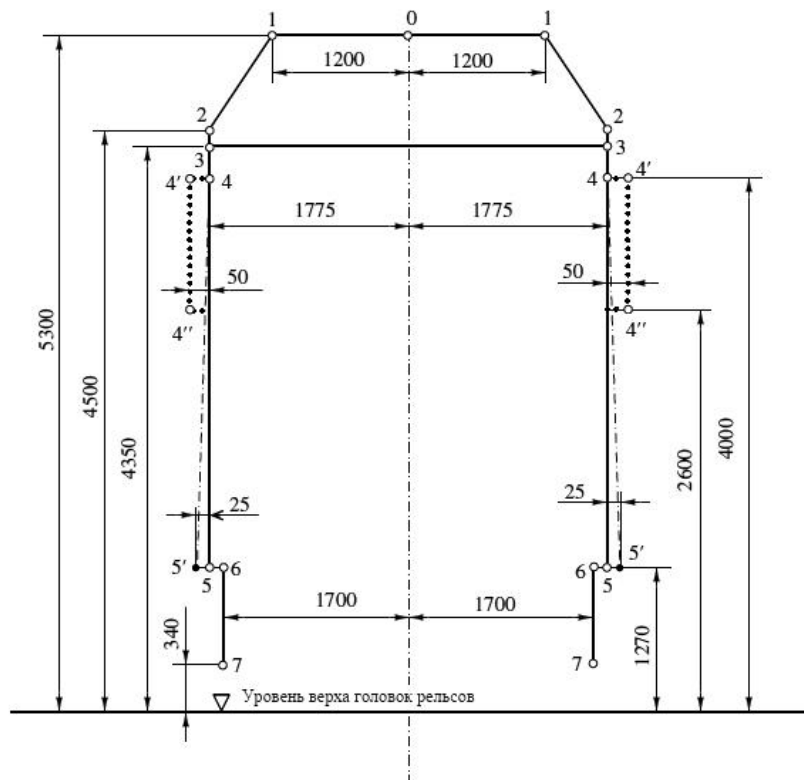


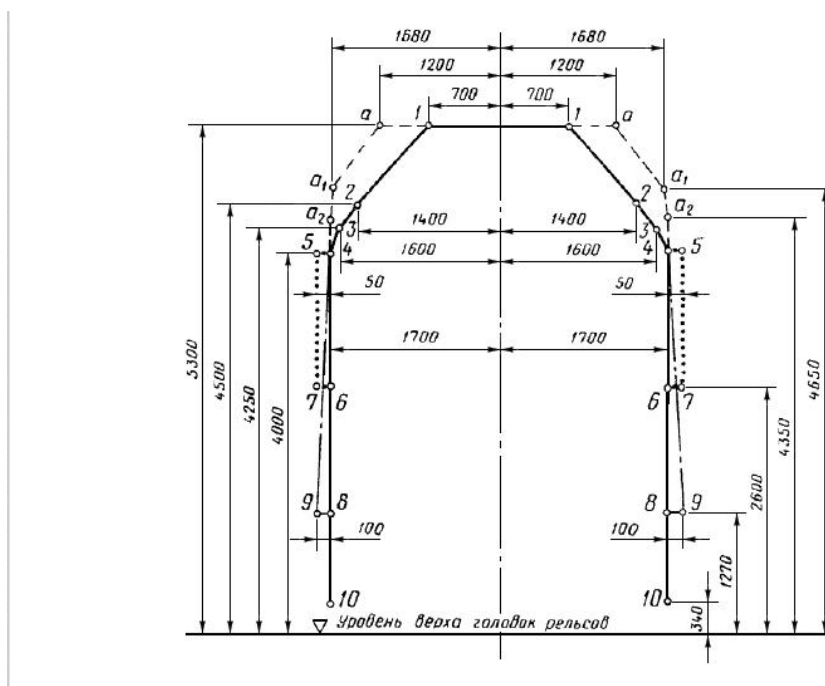
Рисунок 5.2 - Статический габарит $T_{ц}$



- для сигнальных устройств и зеркал заднего вида;
- - - - - для поручней.

Рисунок 5.3 - Статический габарит $T_{пр}$

Примечание - Очертание габарита по линиям 5-6-7 распространяется на подвижной состав, создаваемый после вступления в действие настоящего стандарта. При этом ширина подвижного состава в пределах точек 6-7 должна быть не более 3250 мм.



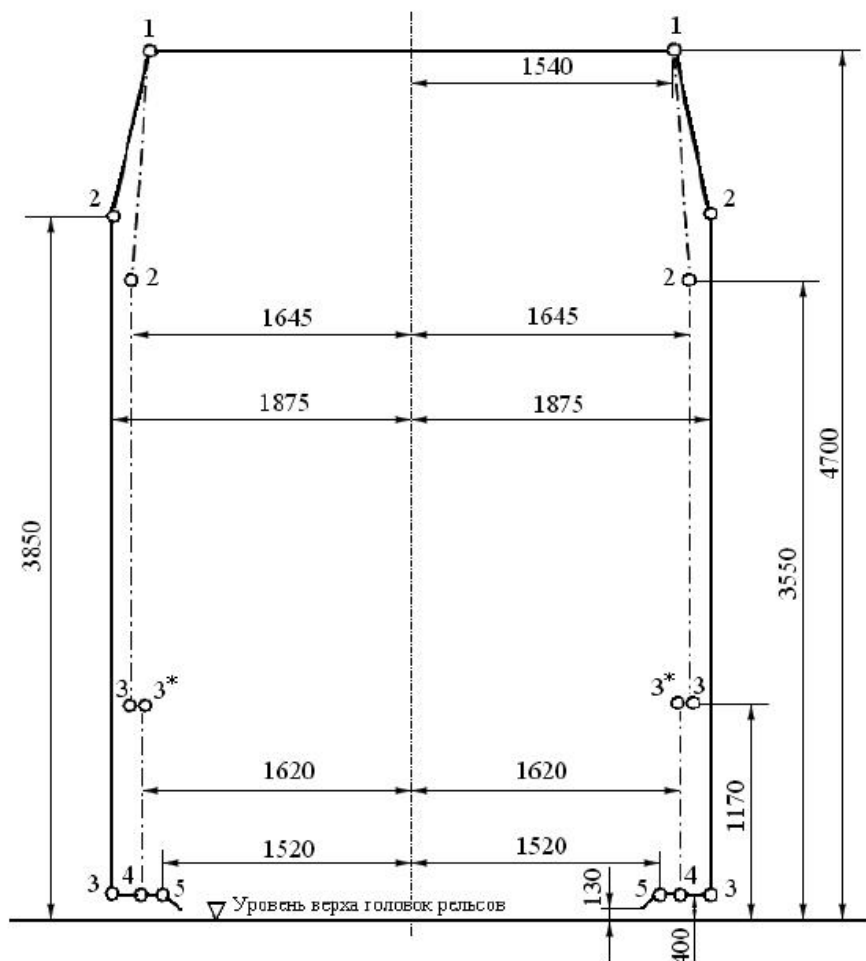
- только для сигнальных устройств и зеркал заднего вида в любом положении;
- — — для выступающих частей: поручней, подлокотников, козырьков для стока воды, параванов и др. В открытом положении параваны должны вписываться в очертание для сигнальных устройств;
- очертание применяют по согласованию с владельцем инфраструктуры

Рисунок 5.4 - Статический габарит 1-Т

5.3 Верхние и нижние очертания габаритов подвижного состава, допускаемого к обращению по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм и колеи 1435 мм европейских и азиатских стран

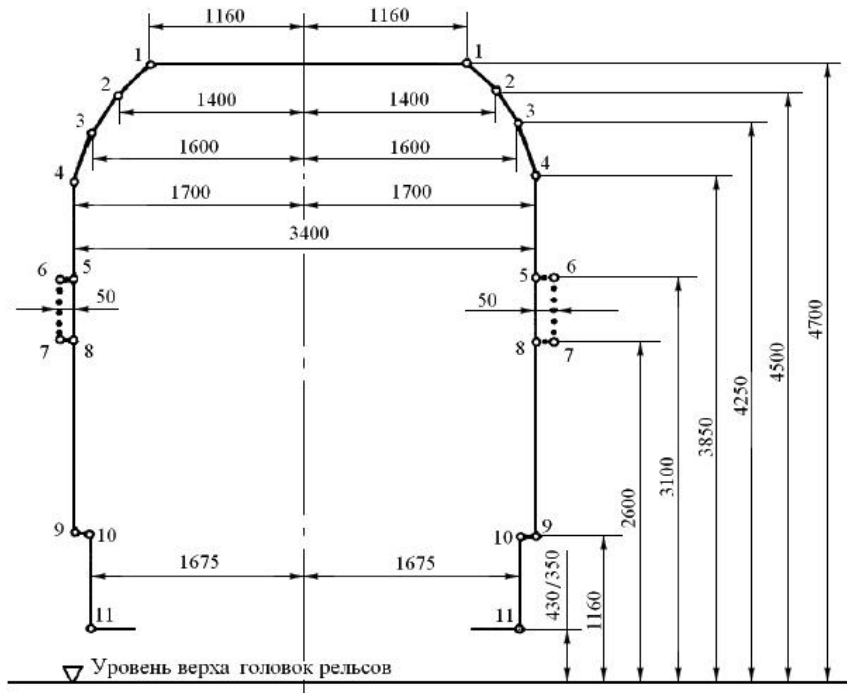
Верхние очертания габаритов подвижного состава $ГЦ (GC)$, $ГЦ_{ру} (GC_{ру})$, $1 - BM$, $0 - BM$, $02 - BM$, $03 - BM_{st}$ и $03 - BM_k$ должны соответствовать

указанным на рисунках (5.5-5.10). При этом габарит 1 – *ВМ*, приведенный на рисунке 10, допускается увеличивать за счет дополнительной наклонной линии, имеющей расстояние от оси пути: 1700 мм - на высоте 3850 мм (точка 4); 1800 мм - на высоте 1160 мм (точка 9), для вписывания в габарит выступающих частей (поручни, подлокотники, козырьки для стока воды, параваны и др.) для подвижного состава, предназначенного к эксплуатации в пределах только железных дорог колеи 1520 (1524) мм.



- — — — исходное очертание кинематического габарита $ГЦ (GC)$, для высокоскоростной трансевропейской магистрали железных дорог колеи 1435 мм;
- кинематический габарит подвижного состава $ГЦ_{ru} (GC_{ru})$ для высокоскоростных магистралей железных дорог колеи 1520 мм.

Рисунок 5.5 - Габарит подвижного состава $ГЦ (GC)$ и гармонизированный с ним габарит $ГЦ_{ru} (GC_{ru})$



Размеры дробью: в числителе - для железнодорожного подвижного состава, предназначенного для международных сообщений; в знаменателе - только для железных дорог колеи 1520 мм;

..... только для сигнальных устройств.

Рисунок 5.6 - Статический габарит 1-ВМ

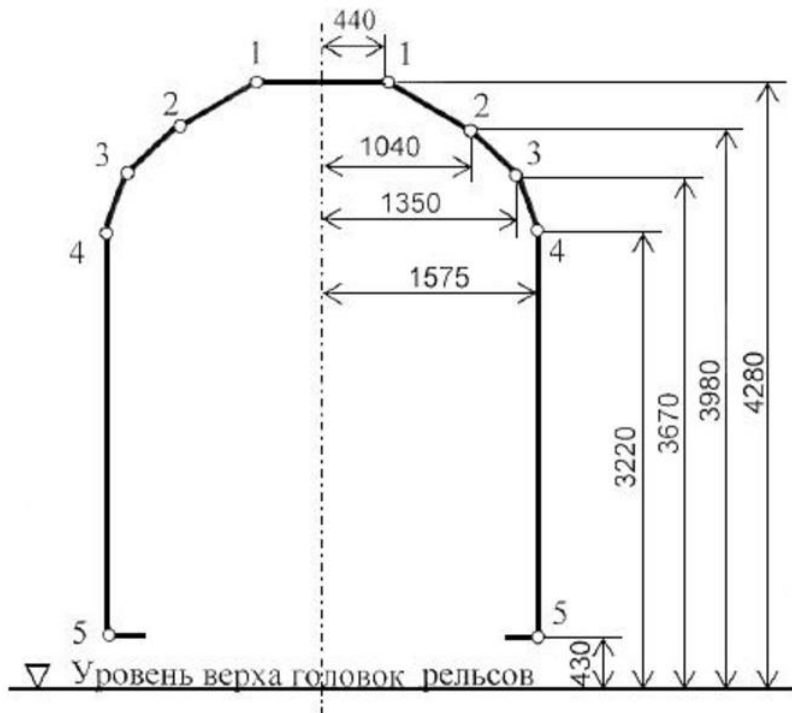


Рисунок 5.9 - Статический габарит 03 – BM_{st}

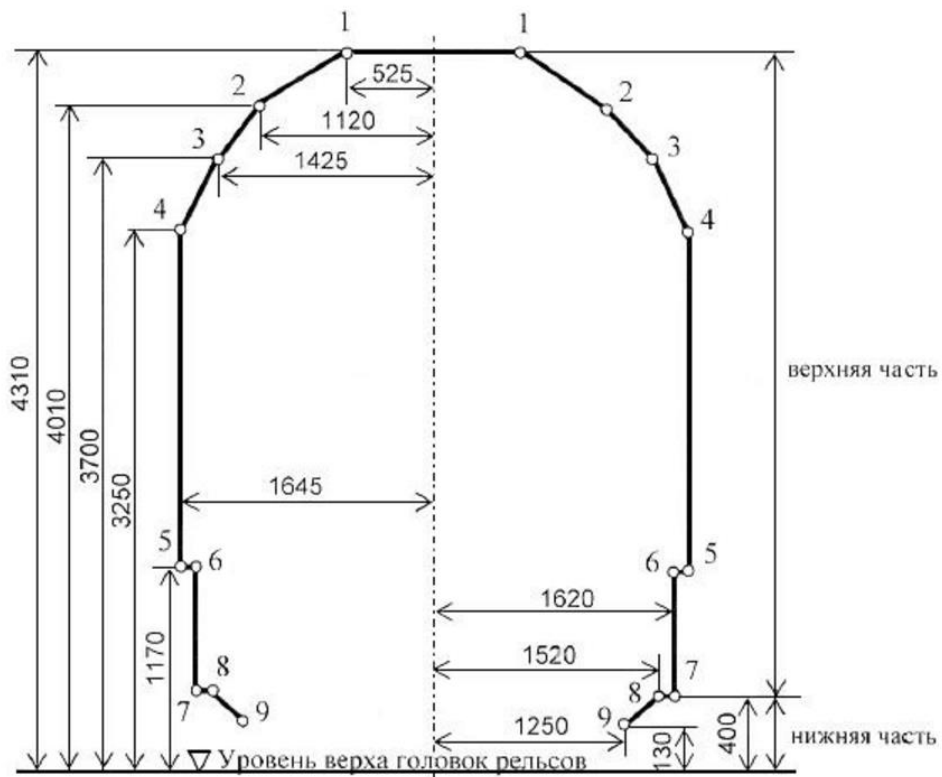


Рисунок 5.10 - Кинематический габарит 03 – BM_k

5.4 Расчет допустимых строительных размеров железнодорожного подвижного состава

Расчет допустимых строительных размеров железнодорожного подвижного состава, вписываемого в заданный габарит, выполняют:

- по методу расчета, приведенному в 6.1, - при вписывании в статический габарит подвижного состава; - в соответствии с методом расчета, приведенным в 6.2, - при вписывании в кинематические габариты $03 - BM_k$ и GC_{ru} .

Расчеты строительных размеров по любому из указанных методов в данном разделе представляют в комплекте общей конструкторской документации при ее согласовании и представлении опытных образцов железнодорожного подвижного состава на испытания. Для подтверждения соответствия железнодорожного подвижного состава заданному габариту (приложение Г) проводят измерение фактических габаритных размеров железнодорожного подвижного состава и их сравнение с полученными расчетом строительными размерами. При серийном выпуске железнодорожного подвижного состава допускается применение габаритной рамки, размеры которой согласованы с организацией, аккредитованной национальным органом по аккредитации на проведение таких работ. При проведении сертификационных испытаний проверку габаритов подвижного состава проводят только измерительным способом.

6 Метод расчета горизонтальных ограничений для статических габаритов.

Метод расчета горизонтальных ограничений для статических габаритов ($T, T_{ц}, T_{пр}, 1 - T, 1 - BM, 0 - BM, 02 - BM$ и $03 - BM_{st}$).

Вертикальные размеры габарита подвижного состава поверху являются одновременно и максимальными строительными размерами для проектируемого железнодорожного подвижного состава по высоте в ненагруженном состоянии. Наименьшие допускаемые вертикальные строительные размеры проектируемого железнодорожного подвижного состава понизу получают путем увеличения соответствующих вертикальных размеров габарита подвижного состава на величину возможного в эксплуатации статического параллельного понижения железнодорожного подвижного состава вследствие максимального нормируемого износа ходовых частей, а для обрессоренных деталей и вследствие равномерной осадки рессор и их прогиба от расчетной нагрузки (без учета динамических колебаний). Для железнодорожного подвижного состава, в процессе эксплуатации которого возможна замена колесных пар одного диаметра на колесные пары другого диаметра, вертикальные размеры определяют:

- поверху - при новых колесах (наибольший диаметр);
- понизу - при изношенных колесах (наименьший диаметр) и подшипниках скольжения.

Максимальные допускаемые горизонтальные строительные размеры железнодорожного подвижного состава получают путем уменьшения поперечных размеров соответствующего габарита подвижного состава с каждой стороны на величины необходимых ограничений (поперечных смещений железнодорожного подвижного состава при вписывании в кривую расчетного радиуса с учетом наибольших допускаемых разбегов и износов деталей его ходовых частей), мм, определяемых по формулам:

- ограничение E_0 направляющих поперечных сечений железнодорожного подвижного состава

$$E_0 = 0,5 (S - d) + q + w + (k_1 - k_3) - k. \quad (6.1)$$

- внутреннее ограничение E_B поперечных сечений железнодорожного подвижного состава, расположенных между его направляющими сечениями

$$E_B = 0,5 (S - d) + q + w + [k_1(1 - n)n + k_1 - k_3] - k + \alpha. \quad (6.2)$$

- наружное ограничение E_H поперечных сечений железнодорожного подвижного состава, расположенных снаружи его направляющих сечений

$$E_H = [0,5 (S - d) + q + w] \frac{2n+l}{l} + [k_2(1 + n)n - k_1 - k_3] - k + \beta. \quad (6.3)$$

Где n - расстояние между направляющими сечениями железнодорожного подвижного состава (база железнодорожного подвижного состава), м;
расстояние от рассматриваемого поперечного сечения железнодорожного подвижного состава до его ближайшего направляющего сечения, м;

S - максимальная ширина колеи в кривой расчетного радиуса, мм;

d - минимальное расстояние между наружными гранями предельно изношенных гребней бандажей, измеренное на расстоянии 10 мм ниже поверхности катания колес, мм;

q - наибольшее возможное поперечное перемещение в направляющем сечении в одну сторону из центрального положения рамы тележки относительно колесной пары вследствие зазоров при максимальных износах и деформациях упругих элементов в буксовом узле и узле сочленения рамы тележки с буксой, мм;

w - наибольшее возможное поперечное перемещение в направляющем сечении в одну сторону из центрального положения кузова относительно рамы тележки вследствие зазоров при максимальных износах и упругих колебаниях в узле сочленения кузова и рамы тележки, мм;

k - величина, на которую допускается выход железнодорожного подвижного состава, проектируемого по габаритам 0 - ВМ, 02 - ВМ, 02 - ВМ, 03 - ВМ_{st}

и $1 - BM$ (в нижней части), за очертания этих габаритов в кривых участках пути радиусом R , равным 250 м, мм;

k_1 – величина дополнительного поперечного смещения в кривых участках пути расчетного радиуса (200 м - для габаритов $T, T_{ц}, T_{пр}, 1 - T$ и верхней части габарита $1 - BM$; 250 м - для габаритов $0 - BM; 02 - BM; 03 - BM_{st}$ и нижней части габарита $1 - BM$) тележечного железнодорожного подвижного состава, мм;

k_2 – коэффициент размерности, зависящий от величины расчетного радиуса кривой (200 м - для габаритов $T, T_{ц}, T_{пр}, 1 - T$ и верхней части габарита $1 - BM$, 250 м - для габаритов $0 - BM; 02 - BM; 03 - BM_{st}$ и нижней части габарита $1 - BM$) мм/м²;

k_3 – величина, на которую допускается выход железнодорожного подвижного состава, проектируемого по габаритам $T, 1 - T, T_{ц}, T_{пр}$ и $1 - BM$ (в верхней части), за очертания этих габаритов в кривых участках пути радиусом R равным 200 м, мм;

α и β дополнительные ограничения внутренних и наружных сечений железнодорожного подвижного состава, имеющих увеличенную длину и базу (длина - более 24 м, база - более 17 м), и которые должны быть определены из условия вписывания в кривую радиусом R , равным 150 м. У железнодорожного подвижного состава массовой постройки значения α и β равны нулю.

Примечание - При проектировании подвижного состава с применением серийных ходовых частей числовые значения указанных выше поперечных смещений допускается принимать согласно таблице 6.1

Таблица 6.1 – величины горизонтальных параллельных поперечных смещений мм, отдельных частей локомотивов, принимаемых при определении размеров строительных очертаний.

Наименование смещений	Обозначение	Тепловозы			Электровозы	
		ТЭЗ, 2ТЭ10Л, ТЭМ2, ТГМЗ	ТЭП60	ВЛ8, ВЛ23	ВЛ60	ВЛ80, ВЛ10
А Смещение по элементам						
Буксы относительно оси колесной пары	q^1	1(12)	3	2	1	1
Рамы тележки относительно буксы	q^1	2	6	2	6	6
Кузова относительно рамы тележки	w	2	30	3	45	35
В Суммарные смещения						
Рамы тележки и укрепленных на ней частей	q	3(14)	9	4	7	7
Рамы кузова и укрепленных на ней частей	$q + w$	5(16)	39	7	52	42
Примечание – в скобках указаны величины перемещений для тележек с упругими упорами в буксовом узле						

Максимально допускаемая ширина железнодорожного подвижного состава $2B$, мм, на некоторой высоте H над уровнем верха головки рельса в рассматриваемом сечении определяется по формуле

$$2B = 2(B^w - E) \quad (6.4)$$

Где B^w – полуширина соответствующего габарита железнодорожного подвижного состава на рассматриваемой высоте, мм;

E – одно из указанных в 6.1.2 ограничений E_0 , E_B или E_H , мм.

6.1.3 Если при проектировании железнодорожного подвижного состава по габаритам T , T_c , $T_{пр}$, $1 - T$ и верхней части габарита $1 - BM$ в приведенных формулах (6.1)-(6.3) отдельно взятая величина в скобках

$(k_1 - k_3)$, $[k_2(l - n)n + k_1 - k_3]$ или $[k_2(l + n)n - k_1 - k_3]$ окажется отрицательной, то она не учитывается, т.е. принимается равной нулю. При этом расчет ограничений E_0 , E_B или E_H в этом случае должен быть сделан из условия вписывания в габарит на прямом участке пути по формулам:

$$E_0 = E_B = 0,5(S_n - d) + q + w, \quad (6.5)$$

$$E_H = [0,5(S_n - d) + q + w] \frac{2n+l}{l}. \quad (6.6)$$

Где E_0 , E_B или E_H - ограничения полуширины соответствующих сечений железнодорожного подвижного состава на прямом участке пути, мм;

S_n - максимальная ширина колеи на прямом участке пути, мм.

Остальные значения буквенных обозначений те же, что в формулах (6.1)-(6.3).

При расчетах ограничений E_0 , E_B и E_H - для железнодорожного подвижного состава габаритов 0 - BM , 02 - BM , 03 - BM_{st} , и нижней части железнодорожного подвижного состава габарита отрицательные значения указанных величин в скобках должны быть учтены. При этом, если ограничения E_0 , E_B и E_H получаются отрицательными, то их не учитывают (принимают равными нулю) и ширину железнодорожного подвижного состава в соответствующем сечении принимают равной ширине габарита.

Значения коэффициентов k , k_1 , k_2 и k_3 , входящих в формулы (6.1) - (6.3), следует принимать согласно таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Значения коэффициентов k , k_1 , k_2 и k_3

Габарит	Точка габарита	Значение коэффициента			
		k , мм	k_1 , мм	k_2 , мм	k_3 , мм

$T, T_{ц}, T_{пр}, 1 - T$	Все точки	0	$0,625 p^2$	2,5	180
$1 - BM$	1-11		$0,5 p^2$	2	0
	Остальные точки	25			
$0 - BM$	1-11	75			
	Остальные точки	25			
$02 - BM$	1-8	75			
	Остальные точки	25			
$03 - BM_{st}$	1-5	75			
	Остальные точки	25			
Применение – В таблице обозначения P - база тележки железнодорожного подвижного состава, м.					

Входящие в формулы (6.2) и (6.3) дополнительные ограничения α имеют место только у отдельных видов железнодорожного подвижного состава, имеющих увеличенную длину и базу (больше длины 24 м и базы 17 м расчетного вагона), и должны быть определены из условия вписывания в кривую радиусом R , равным 150 м.

Числовые значения α и β следует принимать:

- для габаритов $T, T_{ц}, T_{пр}, 1 - T$ и верхней части габарита $1 - BM$

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 0, \text{ при } l \cdot n - n^2 + 0.25 p^2 \leq 72 \\ \alpha &= 0,833(l \cdot n - n^2 + 0.25 p^2 - 72), \text{ при } l \cdot n - n^2 + 0.25 p^2 > 72 \end{aligned} \right\} (6.7)$$

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 0, \text{ при } l \cdot n + n^2 - 0.25 p^2 \leq 72 \\ \beta &= 0,833(l \cdot n + n^2 - 0.25 p^2 - 72), \text{ при } l \cdot n + n^2 - 0.25 p^2 > 72 \end{aligned} \right\} (6.8)$$

- для габаритов $0 - BM, 02 - BM, 03 - BM_{st}$ и нижней части габарита $1 - BM$

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 0, \text{ при } l \cdot n - n^2 + 0.25 p^2 \leq 100 \\ \alpha &= 1,333(l \cdot n - n^2 + 0.25 p^2 - 100), \text{ при } l \cdot n - n^2 + 0.25 p^2 > 100 \end{aligned} \right\} (6.9)$$

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 0, \text{ при } l \cdot n + n^2 - 0.25 p^2 \leq 120 \\ \beta &= 1,333(l \cdot n + n^2 - 0.25 p^2 - 120), \text{ при } l \cdot n + n^2 - 0.25 p^2 > 120 \end{aligned} \right\} (6.10)$$

В таблице 6.1 и формулах (6.7) - (6.10) за базу тележки железнодорожного подвижного состава p принимают:

- у трехосных тележек - расстояние между крайними осями;
- у железнодорожного подвижного состава с сочлененными тележками

$$p^2 = p_0^2 + p_2^2 + p_3^2 + p_n^2 \quad 6.11$$

где p_0 - база ходовой тележки;

$p_1, p_2, p_3 \dots p_n$ - расстояние между опорными точками первой, второй, третьей и n -й соединительных балок.

При различных величинах базы тележек у одного и того же железнодорожного подвижного состава в расчет принимают для определения значений E_0 и E_B величину большей базы, а E_H - величину меньшей базы.

При проектировании железнодорожного подвижного состава, проходящего через сортировочные горки, размеры его должны быть дополнительно проверены, исходя из условия пропуска через сортировочные горки при минимальном радиусе вертикальной кривой горба горки 250 м.

Методику проведения расчетов по определению строительных размеров железнодорожного подвижного состава принимают в соответствии с формулами (6.1-6.4).

Проектное очертание железнодорожного подвижного состава понизу следует определять путем увеличения, а поверху и в горизонтальном направлении путем уменьшения размеров его строительного очертания на величину плюсовых допусков соответствующих частей и составных частей железнодорожного подвижного состава при его изготовлении и ремонте.

Список использованной литературы

1. Конструирование и расчет вагонов [Электронный ресурс] / В.В. Лукин, П.С. Анисимов, В.Н. Котуранов и др.; под ред. П.С. Анисимова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : УМЦ ЖДТ, 2011.
2. ГОСТ 9238-2013 Межгосударственный стандарт «Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений».

Приложение А.

Направления для обращения в международном сообщении железнодорожного подвижного состава различных габаритов.

А.1 Направления, пропуск на которых железнодорожного подвижного состава габаритов подвижного состава 1-ВМ и 0-ВМ технически возможен и допускается после предварительного согласования условий безопасного следования с соответствующими железными дорогами:

- Москва - Тересполь - Луков - Варшава - Лович - Франкфурт-на-Одере - Берлин - Шверин (Магдебург, Эрфурт, Дрезден);
- Москва - Чоп - Дебрецен - Будапешт - Субботица (Копривница);
- Москва - Чоп - Кошице - Зволен - Братислава - Куты;
- Москва - Унгены - Бухарест – София
- Москва - Пекин;
- Москва - Пхеньян;
- Калининград - Богачево - Тчев - Костшин - Берлин;
- Вадул Сирет - Викшани - Пашкани - Плоешти - Бухарест;
- Будапешт - Арад - Бухарест – Констанца;
- Санкт-Петербург - Резекне - Даугавпилс - Вильнюс - Варшава;
- Таллин - Рига - Вильнюс - Варшава;
- Варшава - Гданьск - Катовице – Варшава;
- Москва - Киев - Чоп - Кисак – Жилина

А.2 Для обращения железнодорожного подвижного состава габарита ГЦ (ГС) предусмотрена подготовка железных дорог на следующих направлениях:

- Москва - Минск - Брест - Варшава - Катовице;
- Будапешт - Галанта - Жилина - Катовице - Львов - Киев - Москва;
- Катовице - Варшава - Гданьск;
- Таллин - Рига - Вильнюс - Варшава;
- Санкт-Петербург - Резекне - Даугавпилс - Вильнюс - Варшава;
- Санкт-Петербург - Лужайка - Хельсинки;
- Варшава - Франкфурт-на-Одере - Берлин;

- Берлин - Магдебург - Ганновер - Дортмунд - Дюссельдорф - Кельн -
Аахен;

- Кельн- Дюссельдорф - Мюнстер;

- Майнц - Франкфурт-на-Майне - Ганновер - Амстердам - Антверпен -
Брюссель - Кельн;

- Стокгольм - Копенгаген;

- Париж - Лион;

- Париж - Кале - Дувр - Лондон;

- Мадрид - Барселона;

- Арад - Бухарест - Констанца;

- Арад - София - Стамбул;

- Берлин - Прага - Ческа Тршебова - Братислава - Будапешт - Арад;

- Триест - Любляна - Загреб - Будапешт - Жилина - Чадца - Яблунков;

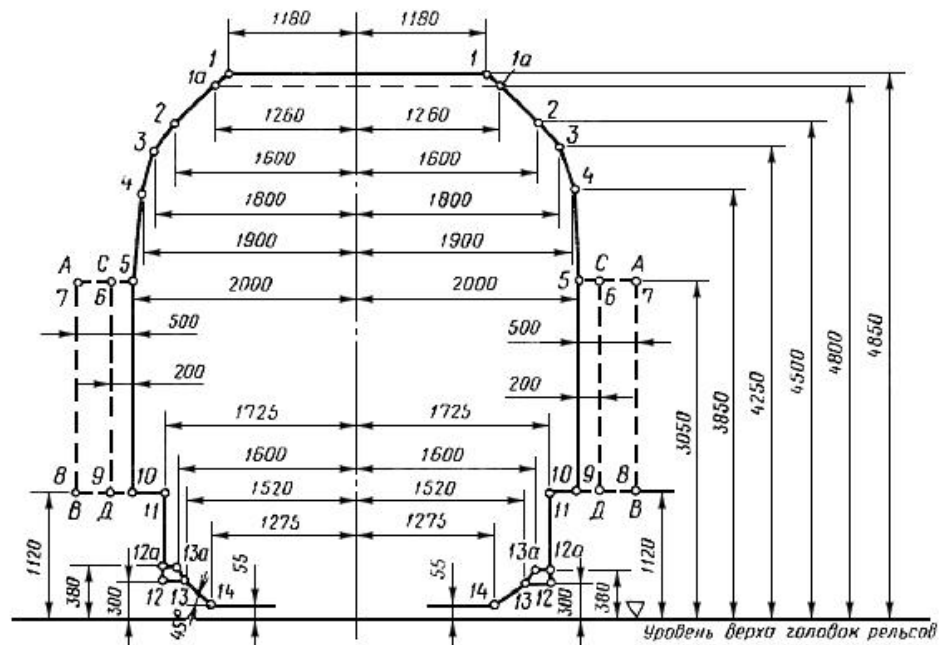
- Риека - Загреб - Будапешт - Братислава - Варшава - Гданьск;

- Дружба - Актогай - Моинты - Акмола - Пресногорьковская (Зауралье) -
Екатеринбург - Москва - Рига;

- Дружба - Актогай - Алматы - Арысь - Аральск - Актюбинск - Саратов -
Харьков - Львов - Чоп - Кошице - Зволен - Леопольдов - Жилина - Чадца - Ческа
Тршебова - Прага - Дечин - Дрезден - Бонн - Брюссель - Париж (Лондон).

Приложение Б.

Б.1 Верхнее очертание габарита приближения строений 1 – СМ железнодорожных путей колеи 1435 мм, расположенных на территории Российской Федерации, по которым не обращается железнодорожный подвижной состав российских железных дорог, должен соответствовать рисунку Б.1.



— основной контур габарита;
- - - контур необходимых свободных боковых пространств;

А-В - для всех устройств на перегонах, за исключением искусственных сооружений;

С-Д - для всех устройств на станциях и инженерных сооружений на перегонах.

Рисунок Б.1 - Верхнее очертание габарита 1 – СМ

Б.2 Расстояние между осями путей на перегонах, соответствующее габариту приближения строений 1-СМ, должно быть не менее 4000 мм.

Минимальное расстояние между осями путей на перегонах при переустройстве существующих линий должно быть не менее 3750 мм.

Б.3 Размеры габарита приближения строений 1 – *СМ*, а также указанные в Б.2 расстояния между осями путей даны для прямых участков пути и кривых радиусом 4000 м и более. В кривых участках пути радиусом менее 4000 м эти размеры необходимо дополнительно увеличивать в зависимости от параметров кривых (радиус, возвышение наружного рельса).

Приложение В

Требования контрольного очертания для пропуска вагонов габарита $T_{ц}$ и $T_{пр}$. Требования контрольного очертания для пропуска вагонов габарита и В.1 В.1.1 Минимально допустимые габаритные требования к сооружениям, устройствам и междупутьям предназначены для определения объектов, подлежащих обязательному переустройству до введения в эксплуатацию полувагонов и цистерн габарита и $T_{ц}$ и $T_{пр}$.

В.1.2 Минимально допустимые габаритные требования к сооружениям, устройствам и междупутьям представляют собой минимальные внутренние очертания сооружений и нормы на расстояния между осями путей на перегонах и станциях, которым, как минимум, должны соответствовать существующие сооружения, устройства и междупутья к моменту введения в эксплуатацию полувагонов габарита $T_{пр}$ и цистерн габарита $T_{ц}$.

Основанием для их разработки явились следующие причины:

- превышение полувагонами габарита и цистернами габарита размеров (по ширине и высоте) соответствующего существующего подвижного состава;
- наличие на сети железных дорог сооружений, устройств и междупутий, не отвечающих габаритным нормам настоящего стандарта и приспособленным к работе только с существующим подвижным составом;
- невозможность переустройства в сжатые сроки всех имеющихся на сети железных дорог негабаритных сооружений и устройств под габариты приближения строений $S(C_n)$ и достаточность размеров многих из них для пропуска вагонов габаритов $T_{ц}$ и $T_{пр}$.

В.1.3 Минимальные внутренние очертания сооружений и нормы на междупутья, приведенные в настоящем стандарте, устанавливались, исходя из размеров габаритов подвижного состава $T_{ц}$ и $T_{пр}$

В.1.4 При подготовке к эксплуатации полувагонов габарита $T_{пр}$ может возникнуть необходимость в устранении негабаритности сооружений, устройств

и междупутий на перегонах и станциях, а к эксплуатации цистерн габарита $T_{ц}$ - сооружений, устройств и междупутий на перегонах. Требования к станционным междупутьям при подвижном составе габарита $T_{ц}$ сохраняются те же, что и при существующем подвижном составе, имея в виду, что в нижней зона габарит $T_{ц}$ по размерам совпадает с действующим габаритом $I - T$.

В.2 Требования к габаритам сооружений и устройств

В.2.1 Все сооружения и устройства, отвечающие требованиям габаритов приближения строений C , $C_{п}$, и C_{250} , обеспечивают безопасную эксплуатацию подвижного состава любых типов, построенных с полным использованием габаритов $T_{пр}$ и $T_{ц}$.

В.2.2 Для обеспечения пропуска пассажирских вагонов и полувагонов габарита $T_{пр}$ по участкам, имеющим сооружения и устройства, не отвечающие габаритам приближения строений C , и $C_{п}$ следует применять контрольное очертание сооружений, показанные на рисунке В.1.

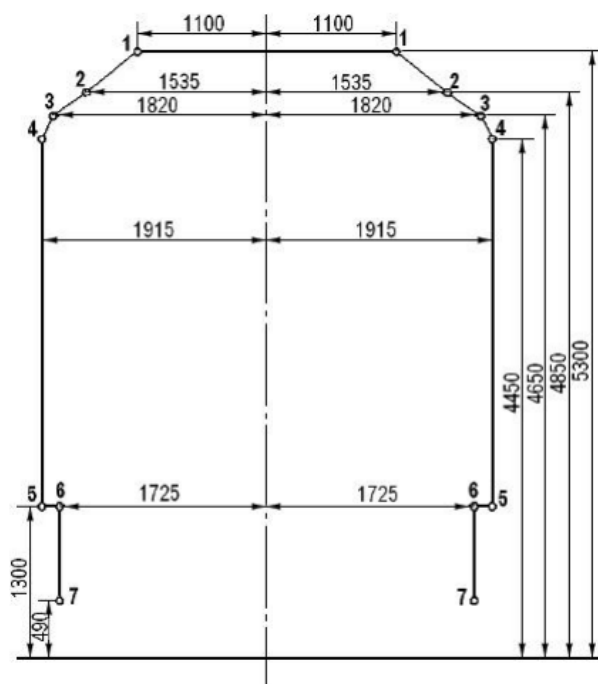


Рисунок В.1 - Контрольные очертания приближения строений КО для пропуска пассажирских вагонов и полувагонов габарита $T_{пр}$

В.2.3 Для обеспечения пропуска цистерн габарита по участкам, имеющим сооружения и устройства, не отвечающие габаритам приближения строений и, следует применять контрольное очертание приближения строений, приведенное на рисунке В.2.

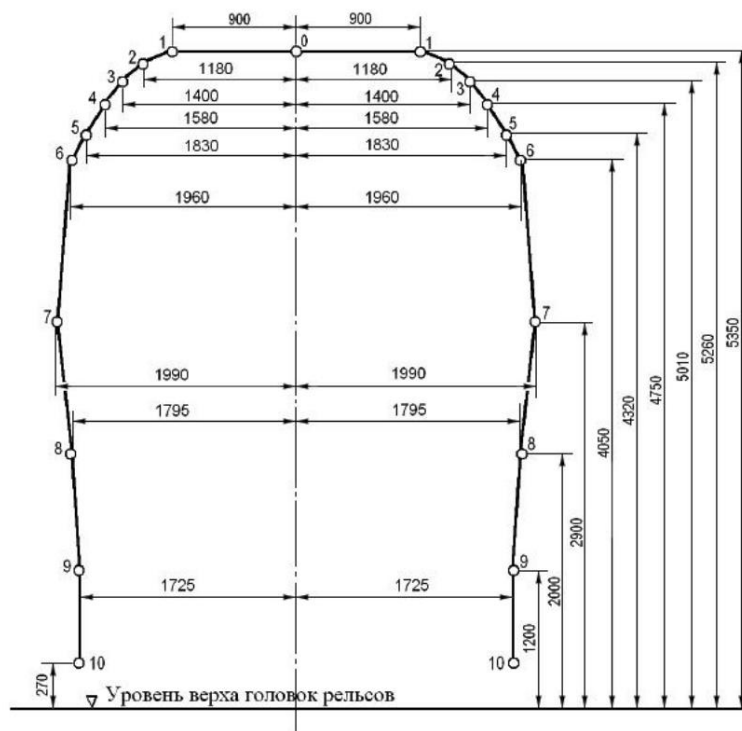


Рисунок В.2 - Контрольное очертание сооружений Ц для пропуска подвижного состава габарита $T_{ц}$

Размеры очертаний приближения строений, приведенные на рисунках В.1 и В.2, даны для прямых участков пути. Минимально допустимые расстояния между осями путей при вводе в эксплуатацию подвижного состава габарита $T_{пр}$.

В.3.1 Устанавливаемые ниже нормы минимально допустимых расстояний между осями путей распространяются только на существующие перегоны и станции.

В.3.2 Расстояние между осями главных путей на перегонах и станциях (в т.ч. не являющихся крайними) должно быть не менее 4100 мм. Расстояние между осями смежных путей обгонных пунктов и разъездов должно быть не менее расстояния, установленного для перегонов.

В.3.3 Расстояние между осями главного или приемо-отправочного пути, предназначенного для безостановочного пропуска поезда, и смежного с ним пути должно быть не менее 5000 мм. При таком расстоянии во время следования поезда по станции со скоростью (61-120) км/ч выполнение трудовых операций по обработке состава на смежном пути должно быть приостановлено, а работники должны стоя пропустить поезд. Меньшее расстояние (до 4100 мм) между осями указанных путей разрешается сохранять без переустройства при условии, что за 3 минуты до прохода поезда работники будут уходить с междупутья или во время прохода поезда смежный с ним путь будет свободен.

В.3.4 Расстояние между осями смежных приемо-отправочных и сортировочных путей должно быть не менее 4800 мм. На приемо-отправочных путях при указанном расстоянии могут выполняться все трудовые операции по обработке составов, за исключением прохода работников по междупутьям при одновременном движении составов по обоим смежным путям. При такой ситуации работники должны остановиться и снова идти после прекращения движения по одному из путей. На сортировочных путях при указанном расстоянии могут выполняться все технологические операции без ограничений. Расстояние меньше 4800 мм, но не меньше 4650 мм между осями приемо-отправочных и сортировочных путей, за исключением путей, между которыми работают башмачники, разрешается сохранять без переустройства при условии соблюдения дополнительных требований безопасности: - технологические операции выполняются персоналом только тогда, когда путь, смежный с тем, на котором обрабатывается состав, свободен, или подвижной состав на нем стоит; во время движения по смежному пути выполнение трудовых операций приостанавливается; - проход работников по междупутью разрешается, когда один путь свободен, а если оба пути заняты, то только при стоящих составах; во время движения по одному из смежных путей работники стоя пропускают состав.

В.3.5 Расстояние между осями второстепенных станционных путей (пути стоянки подвижного состава, пути грузовых дворов) должно быть не менее 4500

мм. При таком расстоянии проход работников по междупутью разрешается только при стоящих вагонах.

В.3.6 Расстояние между осями путей, на междупутьях которых эксплуатируется вагоноремонтная установка РУ-1У (или другая, имеющая размеры по ширине не более, чем у РУ-1У), должно быть 5000 мм и более. Расстояние между осями таких путей менее 5000 мм, но не менее 4800 мм, может быть сохранено в тех случаях, когда его увеличения нельзя достигнуть путем передвижки или снятия отдельных путей, а требуется проведение большого объема работ по реконструкции соответствующего парка станции. При указанных расстояниях между осями путей (5000 и 4800 мм):

- проход работников между подвижным составом и вагоноремонтной установкой разрешается только при стоящих вагонах;

- в зоне работы установки должны быть предусмотрены специальные средства оповещения работников о предстоящем передвижении состава по смежному пути.

В.3.7 При соответствии междупутий перегонов указанному в В.3.2 расстоянию 4100 мм обеспечивается безопасный пропуск во встречном движении по смежным путям подвижного состава действующих габаритов, а также габаритов T_{np} и T_u при сохранении установленных условий пропуска негабаритных грузов. На перегонах, где норма 4100 мм не выдержана, безопасность пропуска во встречном движении 8-осных полувагонов габарита T_{np} и цистерн габарита T_u будет обеспечиваться, если расстояния между осями путей будут не менее:

- 3850 мм - при эксплуатации полувагонов габарита T_{np} ;

- 4000 мм - при эксплуатации цистерн габарита T_u .

Сохранение на перегонах указанных междупутий (в местах, где приведение их к норме 4100 мм в установленные сроки трудноосуществимо из-за больших объемов работ) может быть временно допущено при учете предусмотренных владельцем инфраструктуры условий пропуска во встречном движении негабаритных грузов.

В.3.8 Если скорость движения по путям, указанным в В.3.3, 60 км/ч и менее, требования к расстоянию между их осями следует принимать такие же, как и указанные в В.3.4 для приемо-отправочных путей. В.3.9 В тех случаях, когда расстояние между осями смежных приемо-отправочных и сортировочных путей не отвечает норме 4800 мм и его увеличение связано с крупными работами по реконструкции станций, необходимо обеспечить соблюдение условий, допускающих применение согласно В.3.4 нормы 4650 мм.

В.3.10 В порядке исключения, расстояния между осями смежных путей, на которых производится ограниченное число трудовых операций, могут быть уменьшены по сравнению с В.3.3-В.3.6 и приняты по наибольшему значению S для трудовых операций, выполняемых в рассматриваемом междупутье. При этом в инструкции по технике безопасности для работников данной станции должно быть указано, какие трудовые операции разрешается и какие запрещается выполнять в рассматриваемом междупутье. В таблице В.1 приводятся расстояния между осями смежных путей S , необходимые при выполнении отдельных трудовых операций по обработке составов, положенные в основу норм В.3.3-В.3.6.

Таблица В.1 - Расстояния между осями смежных путей, необходимые при выполнении отдельных трудовых операций по обработке составов

Трудовые операции	Расстояние S , мм, при скоростях движения обрабатываемого состава V_1 и состава на смежном пути V_2 не более, км/ч			
	$V_1=0$ $V_2=0$	$V_1=0$ $V_1 \leq 0$	$V_1 \leq 60$ $V_2=0$	$V_1 \leq 60$ $V_2 \leq 60$
Проход по междупутью при (для) выполнения технических операций	4500	4800	4800	*
Пропуск движущегося состава, вагонов		4500	4500	4750
Встреча с			4650	4800

сигналом в руке движущегося поезда				
Подача ручных сигналов при маневрах	4450	4650	4650	4800
Расцепка вагонов вручную ($V1 \leq 3$ км/ч)	4370	4600	4600	4770
Общий осмотр списывания номеров вагонов ($V1 \leq 25$ км/ч)	4350	4550	4550	4800
Коммерческий осмотр и разметка вагонов	4480	4720	**	**
Устранение коммерческих неисправностей	4570	4800	**	**
Технический осмотр (обслуживание вагонов)	4490	4720	**	**
Безотцепочный ремонт	4585	4800	**	**
Снятие и навешивание сигнального диска на вагон	4350	4500	**	**
Укладка и снятие тормозных башмаков вручную	4350	4350	**	**
Кладка и снятие тормозных башмаков со помощью вилки ($V1 \leq 15$	-	-	4700	4800

км/ч)				
Проезд на подножках вагонов ($V1 \leq 25$ км/ч)	-	-	4200	4300
*Эти трудовые операции при $V1$ и $V2$ более 0 не выполняются.				
**Выполнение этих трудовых операций при $V1 > 0$ по правилам техники безопасности не допускается.				

Приложение Г

Метод проверки соответствия габаритных размеров строительному очертанию и расчета строительного очертания Приложение Г.

Г.1 Проверку соответствия фактических габаритных размеров конструктивных частей опытных образцов железнодорожного подвижного состава строительному очертанию проводят для критических точек. При экспертизе расчета, представленного заявителем, проверяют соответствие метода расчета требованиям настоящего стандарта.

Г.2 Испытания проводятся с целью определения горизонтальных расстояний X - от оси пути и вертикальных Y - от уровня верха головок рельсов до критических точек кузова, а также верхнего надкрышевого и нижнего подкузовного оборудования железнодорожного подвижного состава измерением относительно реперного контура. Критические точки выбирают во всех характерных поперечных сечениях железнодорожного подвижного состава. Характерные сечения определяют наличием в них выступающих частей конструкции испытываемого подвижного состава, которые наиболее полно используют предельные очертания габарита подвижного состава. К критическим точкам относят наиболее удаленные от оси пути и от уровня головок рельсов точки выступающих узлов и деталей железнодорожного подвижного состава. При этом в нижней области подлежат учету части наиболее приближенные к головкам рельсов. Критические точки характеризуют области наиболее полного использования габарита подвижного состава, и исследование совокупности этих точек обеспечивает проверку соответствия габариту подвижного состава опытного объекта в целом. Критические точки характеризуют положением не только относительно рельсов, но и относительно направляющего сечения подвижного состава. Характерные сечения, расположенные в консольных частях конструкции, называются наружными, а во внутренних - внутренними. Положение характерных сечений по длине железнодорожного подвижного состава определяют расстоянием от них до ближайшего направляющего сечения. Для наружных сечений указанное расстояние обозначают - n_H , а для внутренних

- n_B .

Расстояние от оси пути до критических точек x_i кузова надкрышевого и подкузовного оборудования измеряют относительно вертикальных стоек с промежуточным измерением расстояния (рисунок Г.1) и вычисляют по формуле $x_i = 2000 - \delta$.

Верхние торцовые части стоек могут быть соединены горизонтальной рейкой и по отношению к ней определяется высота. Угловое отклонение стоек от вертикали должно быть не более 0,0005 рад. Размер 2000 мм может быть изменен в зависимости от условий работы. Допускается устанавливать вертикальные стойки стационарно, при этом опытный объект передвигают вдоль стоек с остановкой для проведения измерений по всем характерным сечениям. Стойки могут быть также переставляемыми с установкой у каждого характерного сечения. Путь в местах проведения испытаний должен быть прямолинейным, без углов поворота вправо и влево и отклонений по рихтовке более 3 мм, отступления по ширине колеи и уровню не должны превышать 3 мм. Возможный перекося опытного объекта относительно продольной оси пути должен быть учтен по измеренным зазорам между внутренними гранями головок рельсов и гребнями колес всех колесных пар. Вертикальные расстояния от головок рельсов до критических точек у промежуточных точек кузова и верхнего оборудования, а также нижнего оборудования измеряют напрямую. Вертикальные стойки должны быть оснащены измерительными лентами, длина которых равна длине стоек, измеренной от головок рельсов. Для измерения расстояний от вертикальной стойки до критических точек и вертикальных расстояний или от уровня верха головок рельсов рекомендуется применение измерительных средств, имеющих погрешность измерения от 1,5 до 3 мм в зависимости от величины измеряемого расстояния. Измерения в каждом сечении выполняют трехкратно. За результат принимают среднее значение. Различия в значениях в этих измерениях не должны превышать погрешности средства измерения. При измерении габаритов приближения строений или габаритов подвижного состава суммарная погрешность измерения должна быть не более 10

мм. Результаты измерений обрабатывают и регистрируют в журнале в соответствии с таблицей Г.1. Рисунок Г.1 - Схема измерения габаритных размеров.

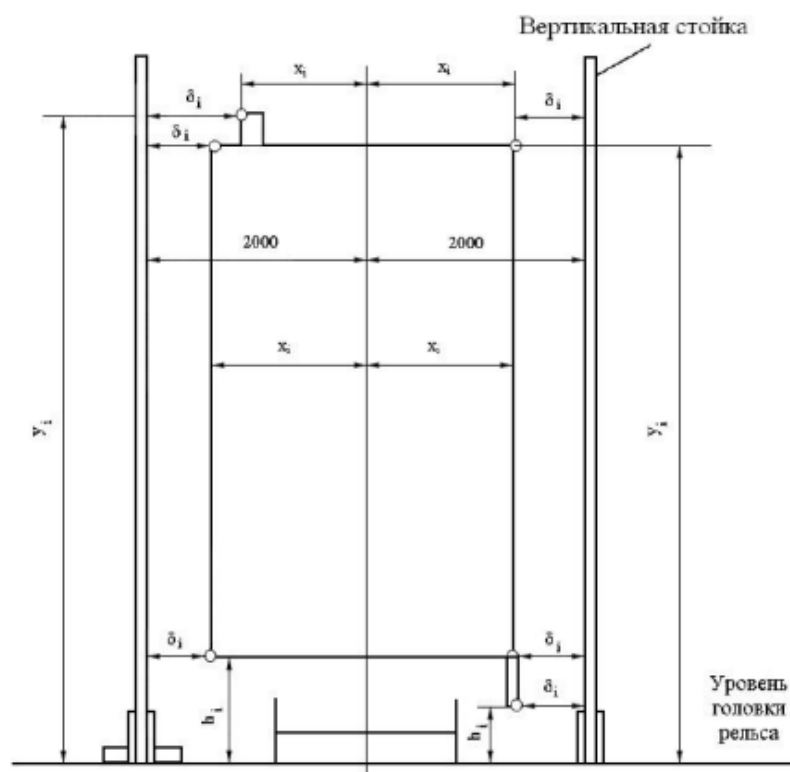


Рисунок Г.1 - Схема измерения габаритных размеров

Таблица Г.1 - Результаты измерений

Расстояние от направляющего сечения n_H, n_B , м	Порядковый номер в местах критической точки	Измеряемая величина δ_i, n_i, Y_i	Габаритные размеры, мм	
			Расстояние, x_i , от оси пути	Высота Y , от головок рельса
1	2	3	4	5

Габаритные размеры, приведенные в графах 4 и 5 таблицы Г.1, должны быть проверены на их соответствие допускаемым строительным очертаниям.

Учебное издание

Булавин Юрий Павлович
Бутенко Юрий Яковлевич

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВАГОНОВ

Печатается в авторской редакции
Технический редактор

Подписано в печать 00.00.16 Формат 60×84/16.
Бумага газетная. Ризография. Усл. печ. л ____.
Тираж экз. Изд. № ____ . Заказ

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка
Народного Ополчения, 2.