

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

II издание

Разработано совместно экспертами ОСЖД и МСЖД
на совещании 29 – 31 марта 2011 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Согласовано совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и
подвижному составу 25 – 28 октября 2011 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено на XXVIII заседании Конференции Генеральных
директоров (ответственных представителей) железных дорог
22 – 26 апреля 2013 г., Украина, г. Одесса

Дата вступления в силу: 26 апреля 2013 г.

Примечание:

1. Памятка соответствует Памятке МСЖД V 505-6
2. Теряет силу I издание Памятки от 28.04.2006 г
с Приложением А от 24.04.2009 г. и Приложением Б от 23.04.2010 г.

**О
500**

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПО ГАБАРИТАМ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОМ МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ

Настоящая Памятка разработана исходя из следующих, действующих в рамках МСЖД и ОСЖД Памяток:

Памятки МСЖД:

№ 505-1 «Железнодорожный подвижной состав. Габариты подвижного состава»; 7-е издание;
№ 506 «Правила по применению увеличенных габаритов GA, GB и GC».

Памятки ОСЖД:

O+P 500 «Габариты подвижного состава и приближения строений», IV издание от 22.11.96
P 500-4 «Кинематические габариты подвижного состава на основе статических габаритов 1-ВМ и 2-ВМ железных дорог стран – членов ОСЖД».

Данная Памятка распространяется на пассажирские и грузовые вагоны и имеет обязательный характер.

1. Габариты подвижного состава железных дорог колеи 1435 мм и 1520 мм для международных сообщений

1.1. Подвижной состав допускается к обращению в международном сообщении по всем участкам железных дорог МСЖД и ОСЖД при его соответствии требованиям кинематического габарита МСЖД (Памятка 505-1), приведенного на рис. 1 настоящей Памятки, или статическому габариту ОСЖД 03-ВМ (Памятка O+P-500), приведенному на рис. 2 настоящей Памятки.

На рисунках 1 и 2 приведены верхние части габаритов, которые используются для определения допустимых поперечных и вертикальных размеров вагонов. Методы расчетов по кинематическому габариту даны в приложении А, по статическому габариту - в приложении 2.

Нижние части статического габарита приведены на рис. 8 и 9, а правила его применения даны в приложении 2.

1.2. На следующих железных дорогах:

(за исключением станций:

SZ: Divica, Sezana, Hrpelje-Kozina, Koper, Kilovce, Piriska Bistrica SZ, Sapljane HZ, Jurdani, Opatila-Matulji, Rijeka;

MAV: Budapest – Deli pu, Kelenföld)

A3, B4, MAV, GP, K3X, KЖД, ЛДЗ, ЛГ, ЧФМ, ПКП, РЖД, ЖСР, УТИ, УЗ, ЭВР, HSH, GySEV, BDZ, CFR, CD, SZ, HZ, ZS, ZRS, ZFBH, MZ, ZCG, TCDD, DB, OBB, CFL, NS, DSB, CFS, IRR, VR, RENFE - допускается также беспрепятственное обращение вагонов, соответствующих статическому габариту по рис. 3 (габарит согласно приложению 4 Памятки МСЖД 505-1, или габарит 02-ВМ по Памятке ОСЖД O+R-500). Метод расчетов по этому габариту следует принимать в соответствии с разделом 7 настоящей Памятки.

1.3. В железнодорожном сообщении Восток-Запад и наоборот допускается обращение вагонов, построенных по статическому габариту ОСЖД 1-ВМ, приведенному на рис. 1.4, а также меньшему по размерам - габариту ОСЖД 0-ВМ (Памятка O+P 500), на следующих железнодорожных направлениях:

Москва - Тересполь - Луков - Варшава - Лович - Куновице - 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 - Кошице - Жилина¹⁾.

1.4. Пропуск подвижного состава габаритов 1-ВМ и 0-ВМ на указанных в пункте 1.3 направлений допускается после предварительного согласования условий его безопасного пропуска с соответствующими железными дорогами.

1.5. Увеличенные габариты и первоочередные направления для введения в обращение подвижного состава габарита ГЦ (ГС) (Памятка МСЖД 506) и учитывающего его в верхней части габарита 2-ВМ (Памятка ОСЖД О+Р-500) предусматривается подготовка железных дорог на следующих направлениях²⁾:

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 - Кёльн - Аахен;
 Кёльн - Дюссельдорф - Мюнстер;
 Майнц - Франкфурт-на-Майне - Ганновер - Амстердам - Антверпен - Брюссель - Кёльн;
 Стокгольм - Копенгаген;
 Париж - Лион;
 Париж - Кале - Дувр - Лондон;
 Мадрид - Барселона;
 Арад - Бухарест - Констанца;
 Арад - София - Стамбул;
 Берлин - Прага - Ческа Тржебова - Братислава - Будапешт - Арад;
 Триест - Любляна - Загреб - Будапешт - Галанда - Жилина - Чадца - Мосты у Яблункова;
 Риека - Загреб - Будапешт - Братислава - Варшава - Гданьск;
 Достык - Актогай - Моинты - Астана - Пресногорьковская - Зауралье - Екатеринбург - Москва - Рига;
 Достык - Актогай - Алматы - Арысь - Актобе - Илецк - Саратов - Харьков - Львов - Чоп - Кошице - Зволен - Леопольдов - Жилина - Чадца - Ческа Тржебова - Прага - Дечин - Дрезден - Бонн - Брюссель - Париж (Лондон).

¹⁾ Для габарита 0-ВМ.

²⁾ Приняты с учетом протокола рабочей группы ВВА ЕЭК ООН от 16-18.10.1995 г. и решения рабочей группы 57/А/6 МСЖД от 1976 г.

Рисунок 1.1 Исходное очертание кинематического габарита 03-ВМк согласно Памятке МСЖД 505-1

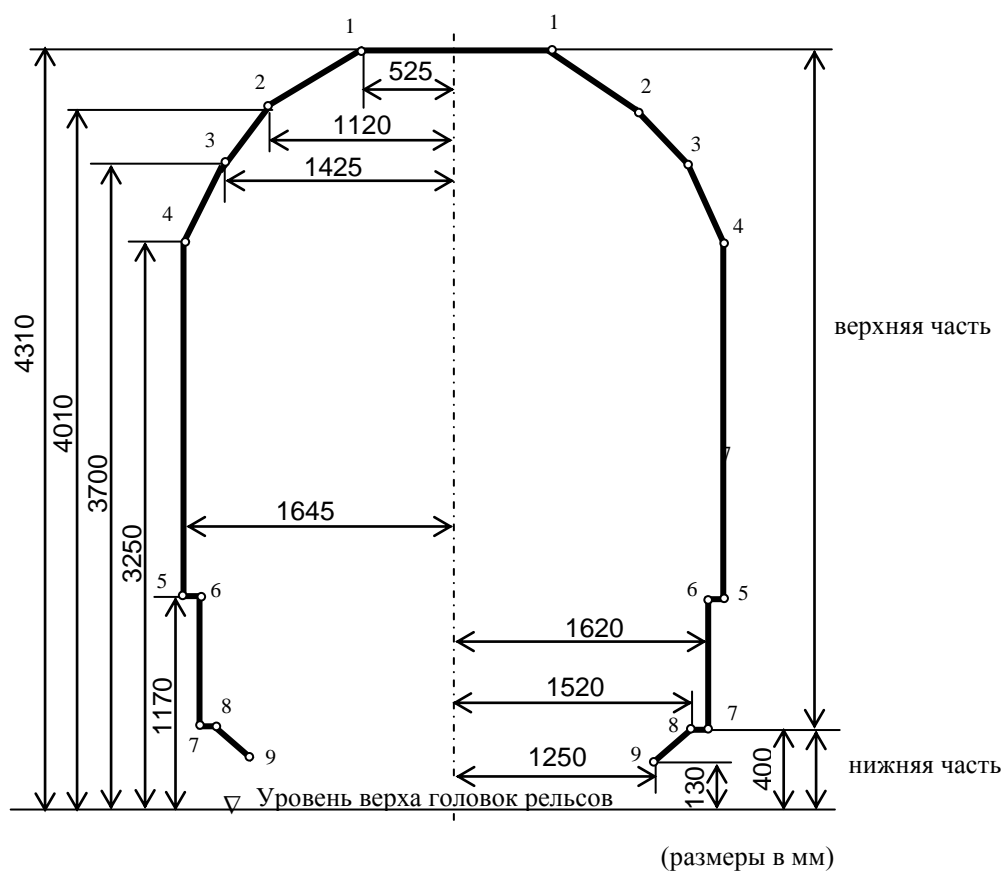
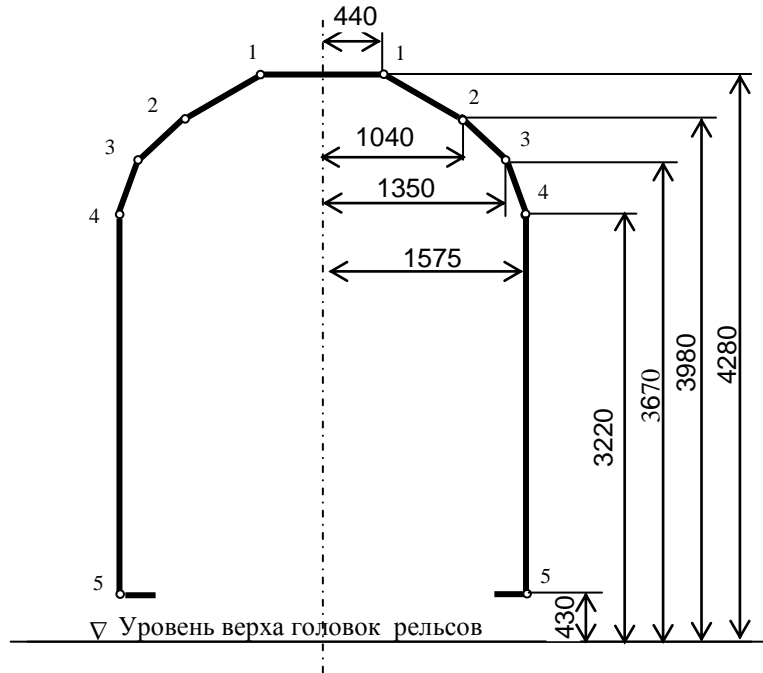
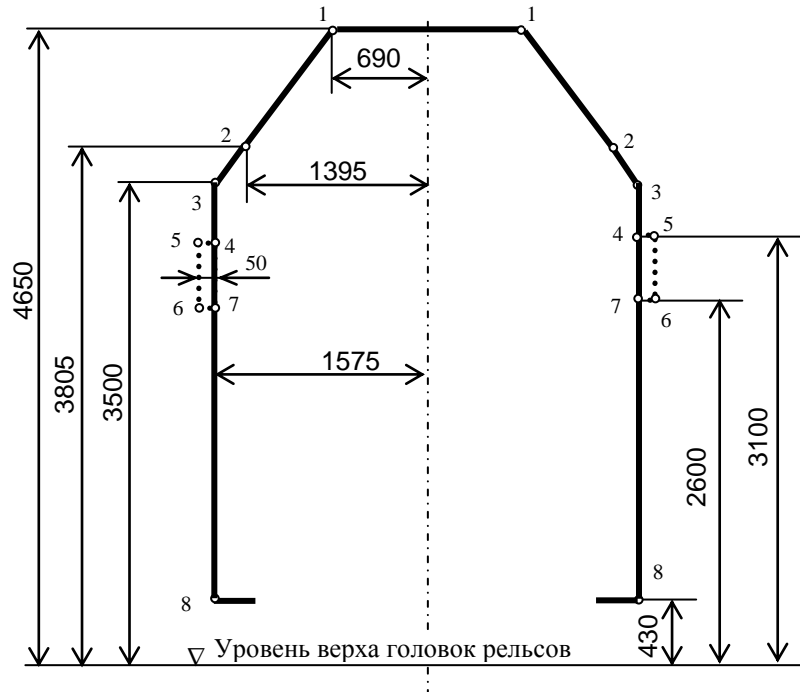


Рисунок 1.2 Статический габарит 03-ВМst (верхняя часть)



(размеры в мм)

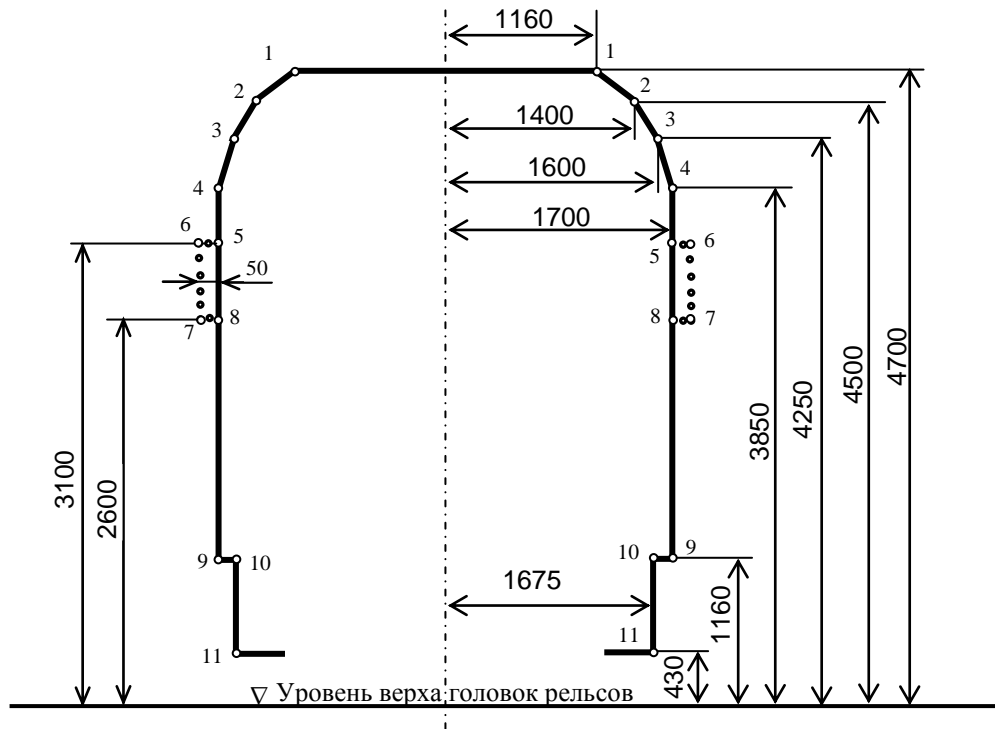
Рисунок 1.3 Статический габарит 02-ВМ (верхняя часть)



(размеры в мм)

..... только для сигнальных устройств

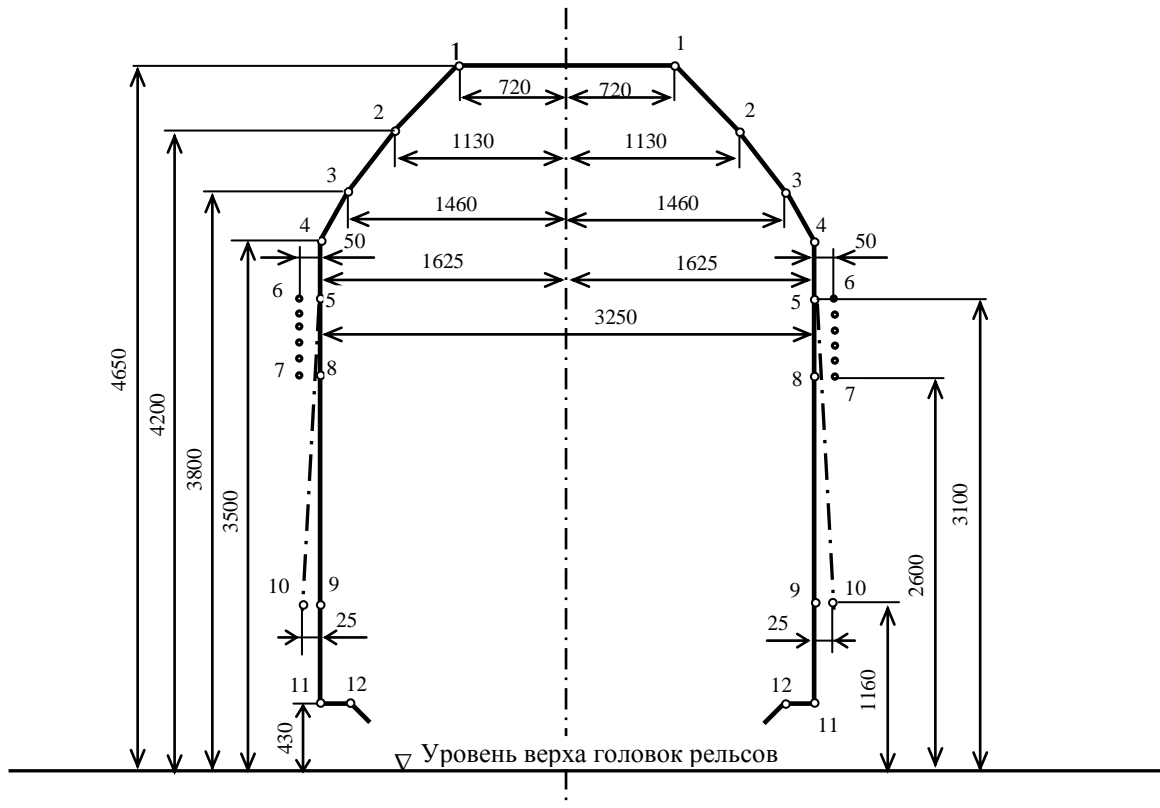
Рисунок 1.4 Статический габарит 1-ВМ (верхняя часть)



(размеры в мм)

..... только для сигнальных устройств

Рисунок 1.5 Статический габарит О-ВМ (верхняя часть)



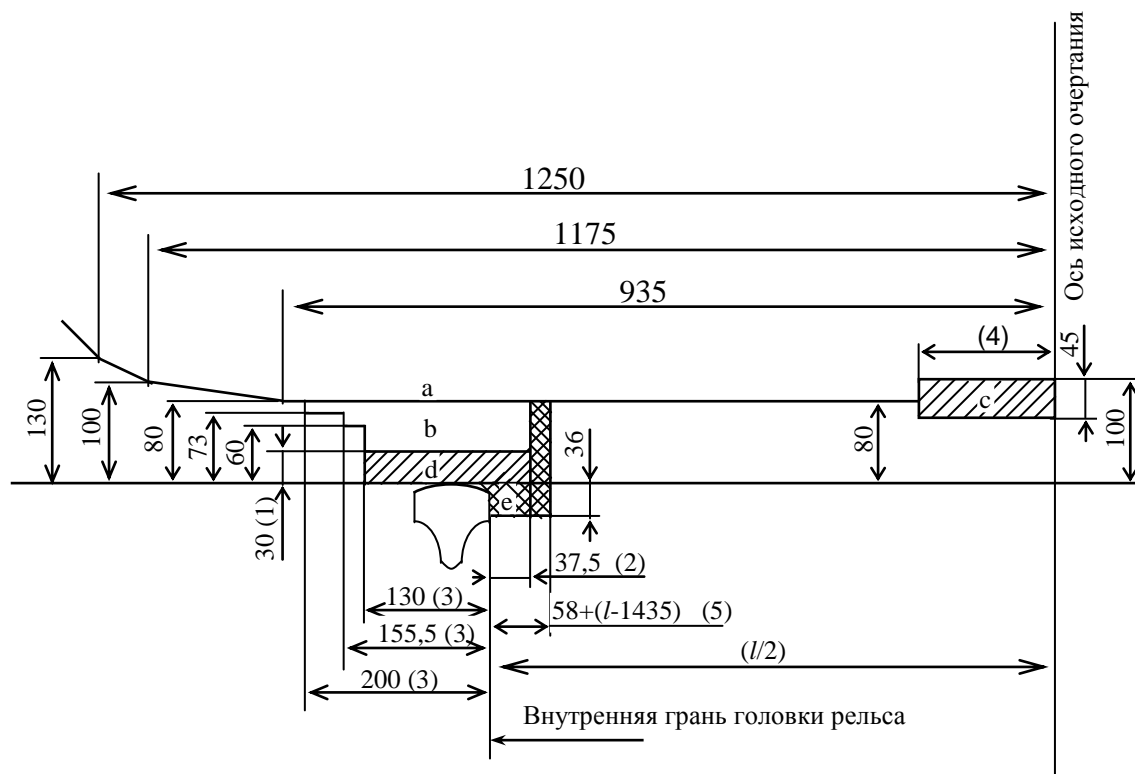
(размеры в мм)

- только для сигнальных устройств;
- · — допускаемое только для вагонов, построенных до введения Памятки

2. Нижние очертания кинематических габаритов подвижного состава

Рисунок 2.1 Нижняя часть кинематического габарита для деталей подвижного состава, расположенных над головкой рельса на высоте менее 130 мм, который не должен проходить через сортировочные горки с вагонными замедлителями и другими устройствами в рабочем положении

Определенные ограничения габарита должны соблюдаться в области колесных пар при прохождении станка для обточки колесных пар без выкатки.



- a) Пространство для деталей, удаленных от колес.
- b) Пространство для деталей вблизи колес.
- c) Пространство контактных щеток типа «крокодил».
- d) Пространство для колес и деталей, которые могут соприкасаться с рельсами.
- e) Пространство, которое может занимать только гребнями колес.

1) Предельная линия расположения деталей за концевыми колесными парами (рельсоочиститель, песочница и др.), которая обеспечивает прохождение деталей над петардами. Эта линия не распространяется на детали, которые располагаются между осями колес.

2) Максимальная толщина гребней бандажей при наличии контррельсов (Памятка 505-5).

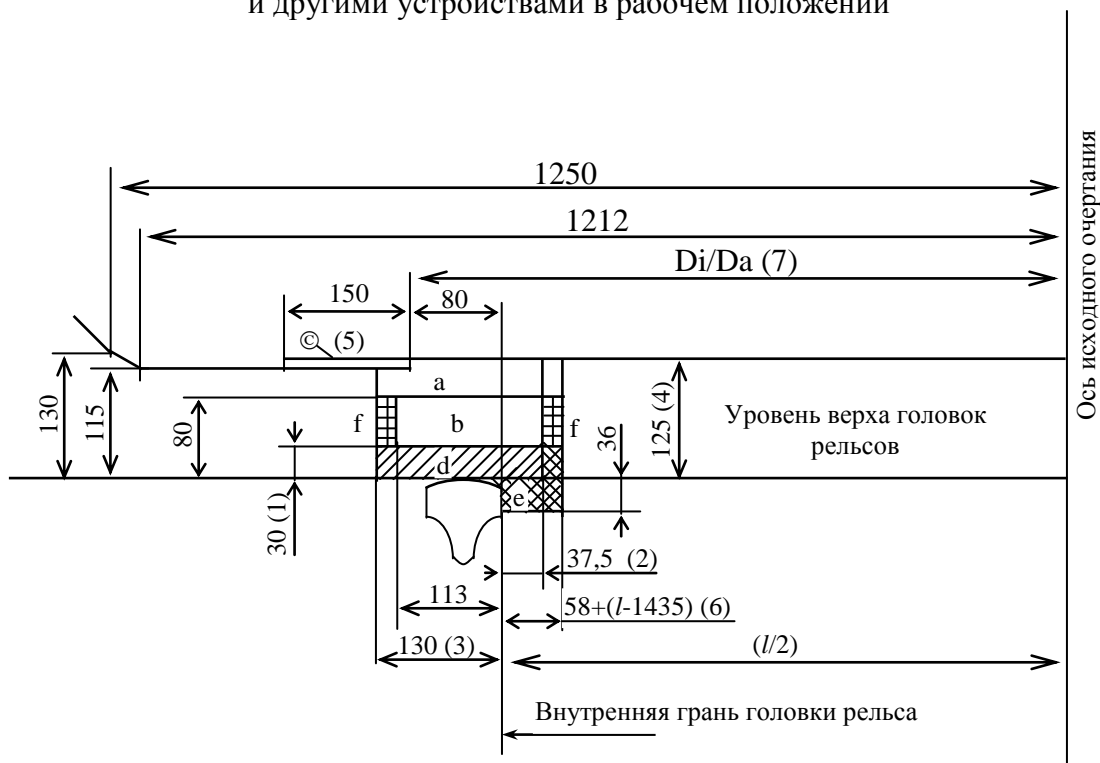
3) Фактическое граничное положение наружных торцовых поверхностей колес и связанных с ними деталей. Нижние детали согласно Памятке 505-5.

4) Если подвижной состав находится в кривой радиусом 250 м (наименьший радиус для монтажа «крокодилов») и шириной колеи 1465 мм, ни одна часть за исключением щеток «крокодила», которая может опускаться до 100 мм, не должна приближаться к оси пути на расстояние менее 125 мм.

5) Фактическое предельное положение внутренней торцевой поверхности колес, если колесная пара прилегает на противоположную рельсу. Этот размер зависит от уширения колеи.

Примечание: Необходимо соблюдать требование о прохождении подвижным составом вогнутых и выпуклых вертикальных кривых радиусом 500 м и более при условии, что ни одна деталь, кроме гребней и колес, не опускается ниже головки рельса.

Рисунок 2.2 Нижняя часть кинематического габарита для частей подвижного состава, расположенных над головкой рельса на высоте менее 130 мм, который может проходить сортировочные горки, оборудованные замедлителями и другими устройствами в рабочем положении

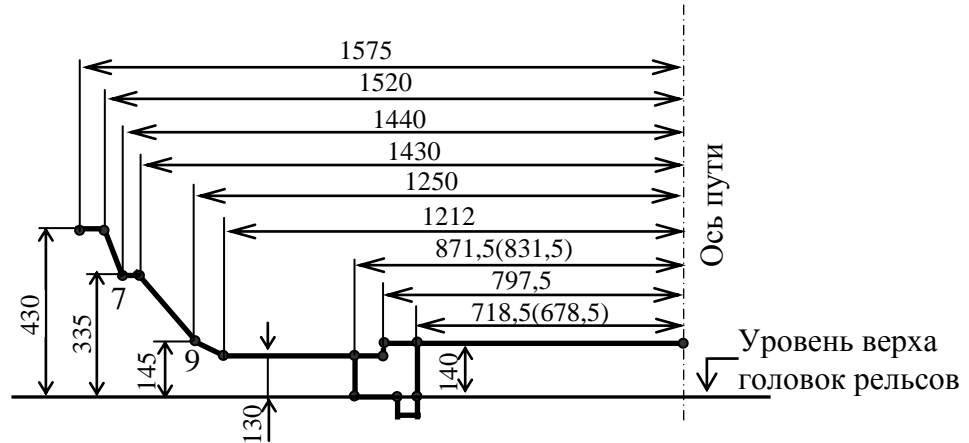


(размеры в мм)

- a) Пространство для деталей, удаленных от колес.
 b) Пространство для деталей вблизи колес.
 c) Пространство для выброса унифицированных тормозных башмаков (см. Памятку 505-5).
 d) Пространство для колес и деталей, которые могут соприкасаться с рельсами.
 e) Пространство, которое может занимать только гребнями колес.
 f) Пространство для замедлителей в опущенном положении.
- 1) Предельная линия расположения деталей за колесными парами (рельсоочиститель, песочница и др.), которая обеспечивает прохождение деталей над петардами.
 - 2) Максимальная ширина гребней бандажей при наличии контррельсов.
 - 3) Фактическое граничное положение наружных торцовых поверхностей колес и связанных с ними деталей. Нижние детали согласно Памятке 505-5.
 - 4) Этот размер является также максимальной высотой унифицированного тормозного башмака, применяемого для закрепления или торможения подвижного состава.
 - 5) В это пространство не должна попадать ни одна часть подвижного состава.
 - 6) Фактическое предельное положение внутренней торцовой поверхности колес, если колесная пара прилегает к противоположному рельсу. Этот размер зависит от уширения пути.
 - 7) Учитывается применение сортировочных устройств в кривых (см. п.5.3 Памятки 505-1).

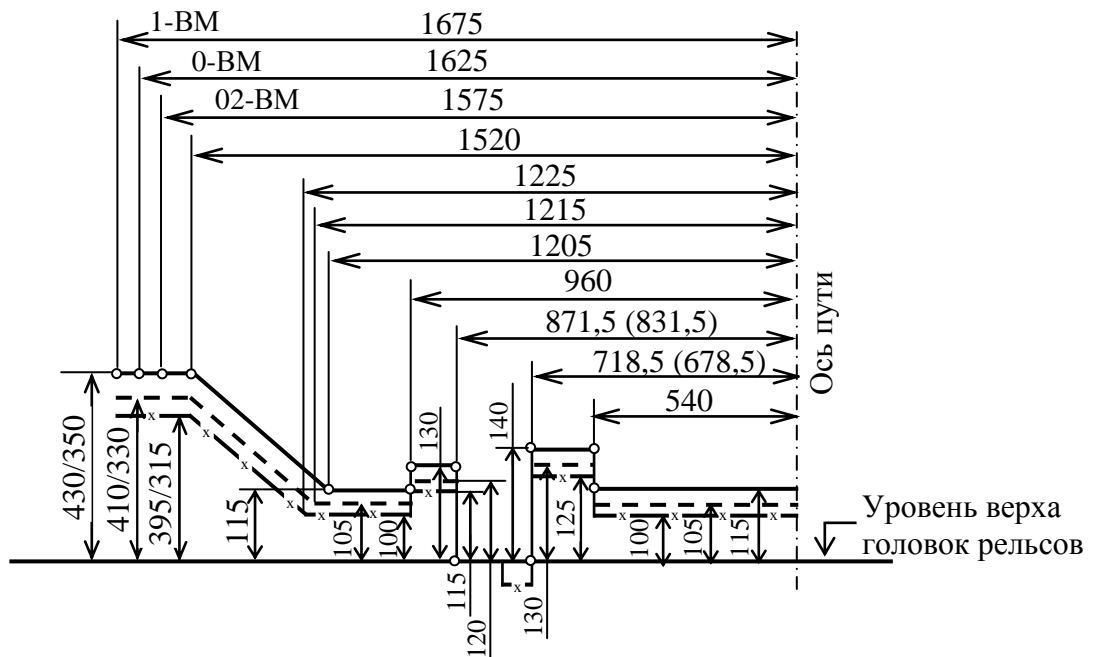
**3. Нижние очертания статических габаритов
для грузовых и пассажирских вагонов, предназначенных для пропуска по всем путям
железных дорог, включая пути сортировочных горок, оборудованных замедлителями и
другими устройствами, при любом положении**

Рисунок 3.1 Для габарита 03-ВМ



Для необрессоренных частей указанные вертикальные размеры следует уменьшить на 15 мм.

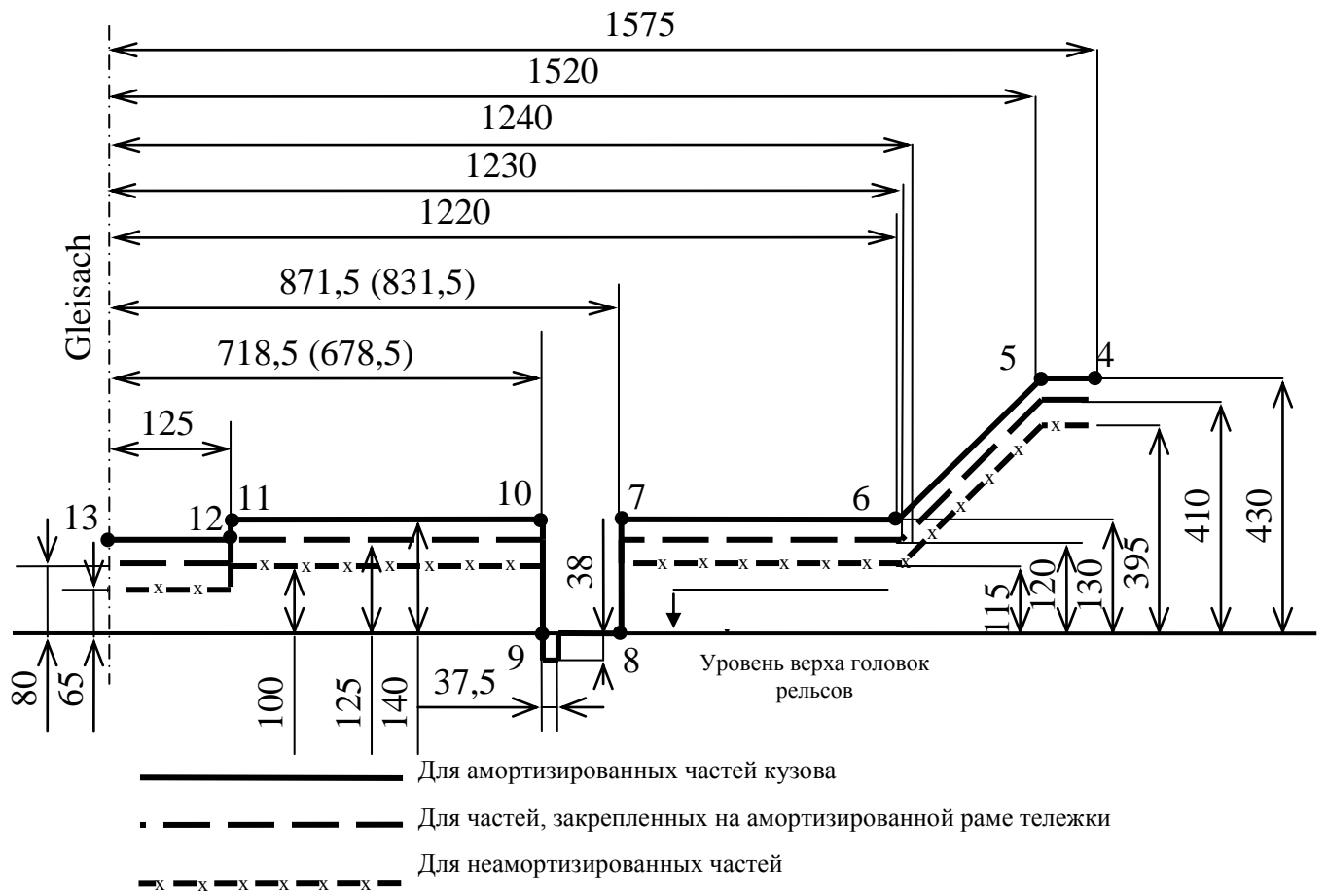
Рисунок 3.2 Для габаритов 1-ВМ, 0-ВМ



- Для амортизированных частей кузова
- - - - Для амортизированных частей тележек
- x - Для неамортизированных частей

Примечание: Для обращения пассажирских и грузовых вагонов колеи 1520 мм по дорогам колеи 1435 мм их тележки (кроме вагонов габарита 03-ВМ) независимо от габарита, принимаемого для кузова, должны строиться по габариту 02-ВМ.

Рисунок 3.3 Для габарита 02-ВМ



Двойные размеры: 678,5 и 831,5 – для колеи 1435 мм
 718,5 и 871,5 – для колеи 1520 мм

4. Обозначения, принятые в расчетах допустимых строительных размеров подвижного состава по кинематическому габариту

Для определения допустимой ширины вагона необходимо уменьшить горизонтальные размеры исходного очертания габарита с каждой стороны (полуширину) на рассматриваемой высоте на величину ограничений E_i или E_a , правила расчета которых приводятся ниже, а обозначения в расчетных формулах – в таблице 1.

Таблица 1

Обозначения, принятые в расчетах по кинематическому габариту¹⁾

Обозначение	Определения
1	2
E_i	Внутреннее ограничение (уменьшение) половины ширины исходного очертания габарита для сечений вагона, расположенных между крайними осями бестележечного вагона или между шкворнями - тележечного вагона
E_a	Наружное ограничение половины ширины исходного очертания габарита для сечений вагона, расположенных снаружи крайних осей бестележечного вагона или снаружи шкворней - тележечного.
a	Расстояние между крайними осями бестележечного вагона или между шкворнями тележечного – база вагона.
n	Расстояние от рассматриваемого поперечного сечения вагона до ближайшей крайней оси бестележечного вагона или ближайшего шкворня - тележечного.
n_i	То же для рассматриваемого внутреннего сечения вагона, расположенного между колесными парами или шкворнями.
n_a	То же для рассматриваемого внешнего сечения вагона, расположенного снаружи колесных пар или шкворней.
p	База тележки (расстояние между осями тележек).
d	Предельное значение расстояния между наружными гранями гребней предельно изношенных колесных пар, измеряемое ниже круга катания на расстоянии 10 мм, составляет 1410 мм для всех габаритов, а для верхнего очертания габарита 1-ВМ – 1489 мм.
R	Радиус пути в кривой, м.
q	Наибольшее возможное поперечное перемещение в направляющем сечении в одну сторону из центрального положения рамы тележки относительно колесной пары вследствие наличия зазоров при максимальных износах и деформаций упругих элементов в буксовом узле и узле сочленения рамы тележки с буксой, м
w	Поперечное смещение между рамами тележек и кузовом.
$w_{i,R}$	Поперечное смещение кузова относительно тележки, зависящее от радиуса кривой, по направлению внутрь кривой.

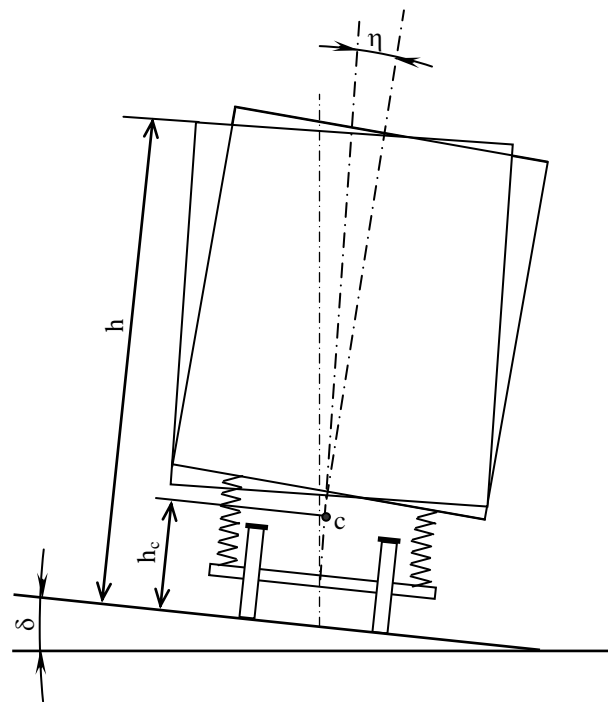
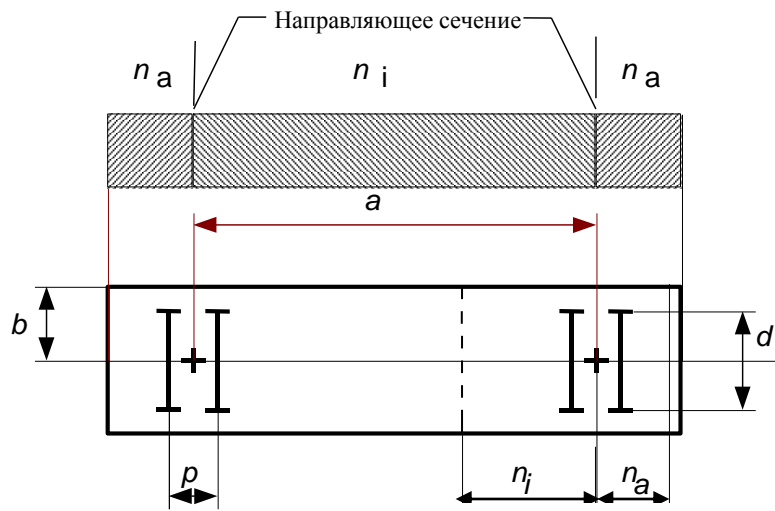
1	2
$w_{a,R}$	Поперечное смещение кузова относительно тележки по направлению к наружной стороне кривой.
w_{∞}	Поперечное смещение кузова относительно тележки при нахождении вагона в прямой.
z	Отклонение от среднего положения на пути вследствие квазистатического бокового наклона и асимметрии.
	<p>Часть отклонения, возникающая из-за наклона на рессорах (поперечное смещение, вследствие прогиба рессор под воздействием возвышения наружного рельса или недостатка возвышения, равного 0,05 м).</p> $\frac{s}{30} h - h_c $
	<p>Часть отклонения, обусловленная асимметрией (поперечное смещение вследствие асимметрии, превышающей 1°).</p> $\tan(\eta_0 - 1^\circ)_{>0} h - h_c $
	<p>Сумма двух частей при необходимости увеличивается на член, учитывающий недостаток или избыток возвышения наружного рельса в размере 0,2 м.</p> $\left[\frac{s}{10} h - h_c - 0,04[h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$
	<p>Для обрессоренных частей вагона на высоте h суммарная величина z равна:</p> $z = \left[\frac{s}{30} + \tan[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} \right] \cdot h - h_c + \left[\frac{s}{10} h - h_c - 0,04[h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$
	<p>Для вагонов, имеющих зазор в скользунах (J) более, чем 5 мм</p> $z = \left\{ \frac{s}{30} + \tan \left[\eta_0 + \left(\arctan \frac{(J - 0,005)_{>0}}{b_G} \right) (1 + s) - 1^\circ \right]_{>0} \right\} h - h_c + \left[\frac{s}{10} h - h_c - 0,04[h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$

1	2
	<p>Особые случаи:</p> <p>Если</p> $\left. \begin{array}{l} h > h_c > 0,5 \text{ м} \\ s \leq 0,4 \\ \eta_0 \leq 1^\circ \end{array} \right\} \text{ то } z = \frac{s}{30}(h - h_c).$ <p>Если</p> $\left. \begin{array}{l} h < 0,5 \text{ м} \\ \eta_0 \leq 1^\circ \\ \text{и не зависит от } h_c \text{ и } s \end{array} \right\} \text{ то } z = \frac{4s}{30} h_c - h $ <p>Если $h = h_c$, то $z = 0$.</p> <p>Для необрессоренных частей $z = 0$.</p>
s	<p>Коэффициент наклона подвижного состава: (если подвижной состав стоит на пути с возвышением одного рельса и плоскость касательная к головке рельсов образует с горизонталью угол δ, то кузов наклоняется на рессорах и образует относительно перпендикуляра к плоскости катания угол η).</p> <p>Соотношение $s = \frac{\eta}{\delta}$ называется коэффициентом наклона).</p>
h	Высота данной точки вагона от уровня верха головок рельсов.
h _c	Высота центра поворота кузова вагона относительно уровня верха головок рельсов.
η ₀	Асимметрия подвижного состава в градусах вследствие строительных и регулировочных допусков и возможности неравномерного распределения нагрузки (в градусах).

1	2
x_i	Дополнительное ограничение внутренних сечений вагонов, имеющих большую базу, с учетом кривых радиуса между 250 м и 150 м. Этот член проявляется, если $\frac{a^2 + p^2}{4} > 100$, то есть при величине базы a , близкой к 20 м.
x_a	Дополнительное ограничение для внешних сечений подвижного состава с большой базой x_a проявляется, если $an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} > 120$. Этот член ограничивает предоставляемое подвижному составу пространство в кривых радиуса между 250 м и 150 м.
l	Ширина колеи с учетом эксплуатационных отклонений. Принимается 1,465 для всех габаритов, кроме верхнего очертания габарита 1-ВМ. Для него следует принимать размер 1,546 м.
b_G	Расстояние между скользящими, м
τ	Коэффициент упругости токоприемника, боковой сдвиг дуги на высоте 6,5 м при приложении усилия 300 Н
θ	Допустимое отклонение между плоскостью, проходящей через середину кузова, и центром дуги на высоте 6,5 м
μ	Коэффициент сцепления
E'_i	Внутреннее ограничение для токоприемника на высоте 6,5 м
E''_i	Внутреннее ограничение для токоприемника на высоте 5 м
E'_a	Наружное ограничение для токоприемника на высоте 6,5 м
E''_a	Наружное ограничение для токоприемника на высоте 5 м
z'	Разница между расчетным и фактическим сдвигом вследствие бокового наклона верхней граничной точки токоприемника
z''	То же нижней граничной точки токоприемника

¹⁾ Графическая иллюстрация отдельных обозначений дана на рисунке 4.1 к данной таблице.

Рисунок 4.1 Представление общих параметров подвижного состава



5. Расчетные формулы ограничений E_i и E_a для определения допустимых поперечных строительных размеров пассажирских вагонов по кинематическому габариту (размеры в метрах¹)

5.1 Для кузова пассажирских вагонов, у которых смещение w не зависит от кривизны пути или изменяется линейно

5.1.1 Расчет внутренних горизонтальных ограничений E_i для поперечных сечений кузова, расположенных между шкворнями тележек ($n = n_i$).

Если $an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500 [w_\infty - w_{i(250)}] \leq 250 (1,465 - d) \begin{cases} -2,5^* \\ 0^{**} \end{cases}$

то расчет ведется по формуле для условий установки в прямой:

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (5.1)$$

Если $an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500 [w_\infty - w_{i(250)}] > 250 (1,465 - d) \begin{cases} -2,5^* \\ 0^{**} \end{cases}$

то расчет ведется для условий установки в кривой:

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \begin{cases} 0,010^* \\ 0,015^{**} \end{cases} \quad (5.2)$$

$$\text{где } x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \quad (5.3)$$

Здесь и в следующих формулах:

* Для частей, расположенных на высоте менее 400 мм от уровня верха головок рельсов, а также для тех деталей подвижного состава, которые располагаются выше 400 мм, но с учетом значений износа и вертикальных выносов, указанных в п.3.1, могут опускаться на высоту, меньшую, чем 400 мм.

** Для частей, расположенных на высоте более 400 мм от уровня верха головок рельсов, кроме деталей, названных в сноске (*).

¹) Методика расчетов для тягового подвижного состава приведена в Приложении X.

5.1.2 Расчет внешних ограничений E_a для поперечных сечений снаружи шкворней ($n = n_a$)

Если

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 250 (1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \begin{array}{l} 5^* \\ 7,5^{**} \end{array} \right.$$

то расчет ведется для условий установки в прямой

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (5.4)$$

Если

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 250 (1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \begin{array}{l} 5^* \\ 7,5^{**} \end{array} \right.$$

то расчет ведется для условий установки в кривой

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \left| \begin{array}{l} 0,025^* \\ 0,030^{**} \end{array} \right. \quad (5.5)$$

где

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (5.6)$$

5.2 Для пассажирских вагонов, у которых смещение w зависит от кривизны пути или изменяется нелинейно

Для прямых участков пути ограничения следует рассчитывать по формулам (5.1) и (5.4). Для кривых должно определяться максимальное ограничение путем сравнения ограничений для кривых различных радиусов.

5.2.1. Расчет внутренних ограничений E_i ($n = n_i$)

Если $\infty > R \geq 250$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \begin{cases} 5^* \\ 7,5^{**} \end{cases}}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z \quad (5.7)$$

Если $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z + \begin{cases} 0,190^* \\ 0,185^{**} \end{cases} \quad (5.8)$$

5.2.2. Расчет внешних ограничений E_a (для $n = n_a$)

Если $\infty > R \geq 250$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \begin{cases} 5^* \\ 7,5^{**} \end{cases}}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (5.9)$$

Если $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z + \begin{cases} 0,215^* \\ 0,210^{**} \end{cases} \quad (5.10)$$

5.3. Расчет ограничений для тележек и связанных с ними частей

Ограничения для тележек следует определять по формулам, приведенным в пункте 5.2.1.

5.4. Для грузовых нетележечных вагонов, а также для тележек и связанных с ними частей, у которых $w = 0$.

Для 2-осных грузовых вагонов, для частей, расположенных на высоте менее 1,17 м от головок рельсов, член z может быть уменьшен в формулах (5.11) - (5.20) на 0,005 м, если $(z - 0,005) > 0$ и принимается равным нулю, если $(z - 0,005) \leq 0$.

5.4.1 Расчет **внутренних** ограничений E_i для поперечных сечений, расположенных между концевыми колесными парами ($n = n_i$)

$$\text{Если } an - n^2 \leq \begin{cases} 5^* \\ 7,5^{**} \end{cases}$$

то расчет ведется из условия установки вагона в прямой

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015 \quad (5.11)$$

$$\text{Если } an - n^2 > \begin{cases} 5^* \\ 7,5^{**} \end{cases}$$

То расчет ведется из условия установки вагона в кривой

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - \begin{cases} 0,025^* \\ 0,030^{**} \end{cases} \quad (5.12)$$

5.4.2 Расчет **внешних** ограничений E_a для поперечных сечений, расположенных снаружи концевых колесных пар ($n = n_a$)

$$\text{Если } an + n^2 \leq \begin{cases} 5^* \\ 7,5^{**} \end{cases}$$

то расчет ведется из условия установки вагона в прямой

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (5.13)$$

Если $an + n^2 > \begin{cases} 5^* \\ 7,5^{**} \end{cases}$

то расчет ведется из условия установки вагона в кривой

$$E_a = \frac{an + n^2}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + z - \begin{cases} 0,025^* \\ 0,030^{**} \end{cases} \quad (5.14)$$

5.5. Для тележечных грузовых вагонов, зазоры в ходовых частях которых считаются постоянными, исключая сами тележки и связанные с ними детали.

5.5.1 Расчет внутренних ограничений E_i для поперечных сечений, расположенных между осями шкворней ($n = n_i$).

Если

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250 (1,465 - d) - \begin{cases} 2,5^* \\ 0^{**} \end{cases}$$

то расчет ведется из условия установки вагона в прямой

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w + z - 0,015 \quad (5.15)$$

Если

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250 (1,465 - d) - \begin{cases} 2,5^* \\ 0^{**} \end{cases}$$

то расчет ведется из условия установки вагона в кривой

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w + z + [x_i]_{>0} - \begin{cases} 0,010^* \\ 0,015^{**} \end{cases} \quad (5.16)$$

где

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) \quad (5.17)$$

5.5.2. Расчет **внешних** ограничений E_a для поперечных сечений снаружи шкворней ($n = n_i$)

Если

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250 \quad (1,465 - d) \frac{n}{a} + \begin{cases} 5^* \\ 7,5^{**} \end{cases}$$

то расчет ведется из условия установки вагона в прямой

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (5.18)$$

Если

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250 \quad (1,465 - d) \frac{n}{a} + \begin{cases} 5^* \\ 7,5^{**} \end{cases}$$

то расчет ведется из условия установки вагона в кривой

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{(1,465 - d) \cdot \frac{n + a}{a} + (q + w) \frac{2n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \begin{cases} 0,025^* \\ 0,030^{**} \end{cases} \quad (5.19)$$

где

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) \quad (5.20)$$

6. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

6.1 .Минимальная высота нижних частей вагонов

6.1.1. Минимальная высота нижних частей вагонов определяется с учетом вертикальных перемещений, обусловленных износами и прогибом рессор, на которые увеличиваются вертикальные размеры соответствующего нижнего очертания, приведены на рис. 6.7.

Расстояние, обозначенное на рисунке 2.2 D_i и D_a , следует определять по формулам:

$$D_i = 0,840 + \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{300} ;$$

$$D_a = 0,840 + \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{300}$$

6.1.2. Правила расчета вертикальных перемещений при определении минимальных и максимальных размеров подвижного состава по высоте.

6.1.2.1. Определение минимальной высоты над уровнем головок рельсов.

Для определения минимальной высоты деталей вблизи выступа габарита на высоте 1170 мм и всех деталей ниже следует учитывать понижения исходя из таблицы 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 Понижения, не зависящие от состояния нагрузки и рессорного подвешивания

Колеса	Максимальный износ для всех видов подвижного состава
Различные части подвижного состава	Максимальные износы, например: скользунов, тормозных рычажных передач и других деталей для всех типов подвижного состава и для каждой конструкции особенно
Корпус подшипника	Износ не учитывается
Рама тележки	Строительные допуски, которые ведут к понижению по отклонению к номинальным размерам: не учитываются
Кузов подвижного состава	Строительные допуски, которые ведут к понижению относительно номинальных размеров: не учитываются у всех типов подвижного состава, включая обычные грузовые вагоны и все специальные грузовые вагоны

Таблица 6.2. Понижения, зависящие от состояния нагрузки и рессорного подвешивания.
Деформация и прогибы деталей

Колеса	Не учитываются
Рамы тележек	Не учитываются
Кузов подвижного состава	<p>Поперечный прогиб и скручивание не учитываются.</p> <p>Продольный прогиб должен учитываться у грузовых вагонов от воздействия увеличенной на 30% максимально допустимой нагрузки, что учитывает динамическую нагрузку.</p>

Таблица 6.3. Виды рессорного подвешивания

Стальная рессора	<p>Прогиб от статической нагрузки.</p> <p>Дополнительный прогиб от динамических нагрузок.</p> <p>Прогиб, определяемый допусками</p>
Резиновая рессора	Прогиб учитывается также, как и у стальной рессоры
Пневморессора	Полный прогиб – сильфон опорожнен (включая запасное подрессоривание, если оно имеется).

Таблица 6.4. Условия прогиба рессор

Равномерный и одновременный прогиб всех рессор (относится к зонам А, В, С и D) (см. рис. А8)

Пассажирские вагоны порожние, готовые к движению	Суммарный прогиб 30 мм
Пассажирские и багажные вагоны	Прогиб при перегрузе в размере 30 % от подрессоренного веса или полный прогиб
Грузовые вагоны	Полный прогиб
Специальные грузовые вагоны	Прогиб при перегрузе в размере 30 % от подрессоренного веса или полный прогиб

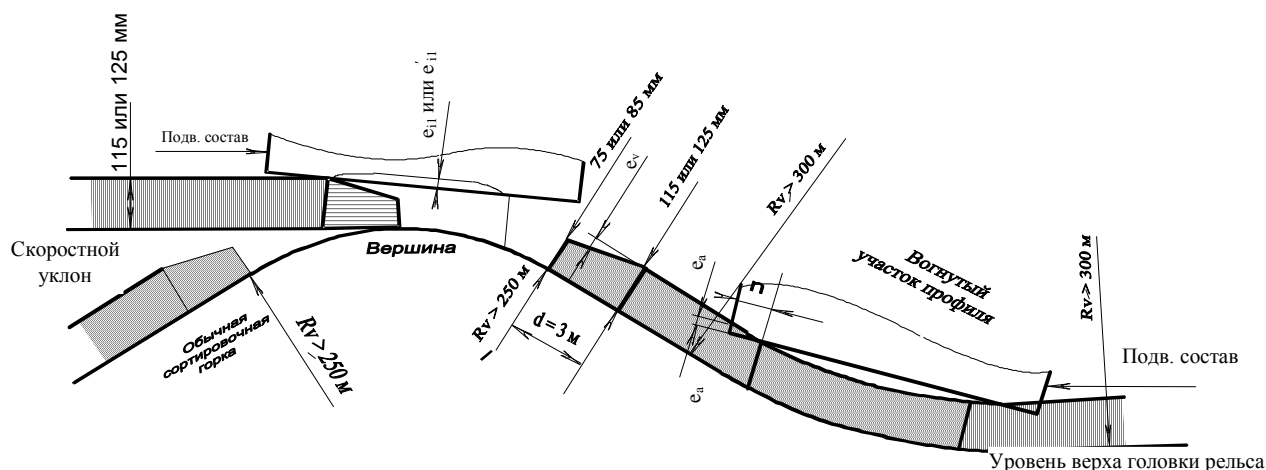
6.1.2.2 Нормативные значения вертикальных ограничений e_i или e_a , которые должны учитываться в случае порожних пассажирских вагонов и порожних или загруженных багажных и грузовых вагонов.

Эти единицы подвижного состава, если предусматривается их роспуск с горок, должны проходить вагонные замедлители в рабочем положении и другие сортировочные и тормозные устройства, имеющие высоту 115 или 125 мм от головок рельсов на расстоянии до 3 м (размер d) от границы горба горки с радиусом $R_v \geq 250$ м (см. рисунок 6.1).

Они должны также проходить такие устройства, которые находятся внутри или вблизи вогнутых частей профиля с радиусом $R_v \geq 300$ м.

Чтобы удовлетворять этим требованиям, нижние части подвижного состава при учете вертикальных перемещений на ровном участке пути согласно таблицам 6.1 и 6.2 должны быть удалены от верха головок рельса как минимум на 115 или 125 мм с прибавлением к ним указанных ниже величин e_i или e_a .

Рисунок 6.1



e_i и e_a : вертикальные ограничения нижних частей подвижного состава относительно размеров 115 и 125 мм

e_v : понижение вагонных замедлителей относительно размеров 115 и 125 мм.

6.1.2.2.1 Для поперечных сечений между колесными парами нетележечного вагона или шкворнями тележечного вагона.

$$e_{il} = \frac{n}{a} \cdot \frac{(a - n - 3)^2}{500}, \text{ если } a \leq 17,80 \text{ м и } n < \frac{a - 3}{3};$$

$$e_{il} = \frac{(a - 3)^3}{3375a}, \text{ если } a \leq 17,80 \text{ м и } n \geq \frac{a - 3}{3} \quad (1)$$

$$e'_{il} = \left[\frac{27}{4} \cdot \frac{n}{a-3} \right] \left[1 - \frac{n}{a-3} \right]^2 \left[\frac{a^2}{3375} - 0,04 \right], \text{ если } a > 17,80 \text{ м и } n < \frac{a-3}{3};$$

$$e'_{il} = \frac{a^2}{3375} - 0,04, \text{ если } a > 17,80 \text{ м и } n \geq \frac{a-3}{3} \quad (1).$$

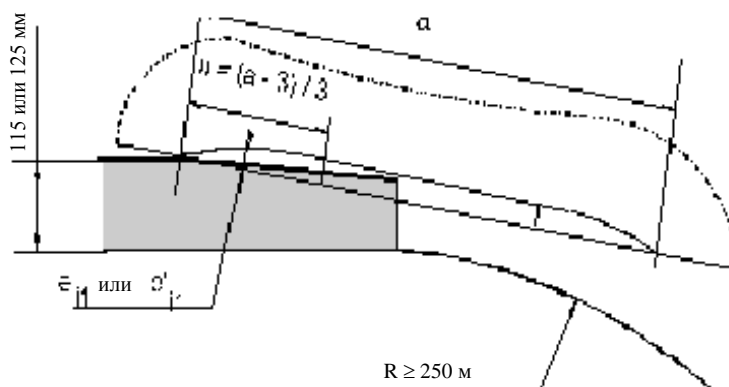
Примечание ⁽¹⁾: Формула для $n \geq \frac{a-3}{3}$ дает ограничения, которые больше или равны ограничениям, получаемым по формуле для $n < \frac{a-3}{3}$.

Если порожние пассажирские вагоны и порожние или груженые багажные и грузовые вагоны должны распускаться с горок или пропускаться через сортировочные горки, то при прохождении вершины горба горки с радиусом ≥ 250 м ни одна деталь такого подвижного состава, за исключением гребней бандажей колес, не должна быть ниже уровня верха головок рельсов.

Это условие, касающееся средней части подвижного состава, должно добавляться к условиям, которые вытекают из формул e_i для длинномерного подвижного состава.

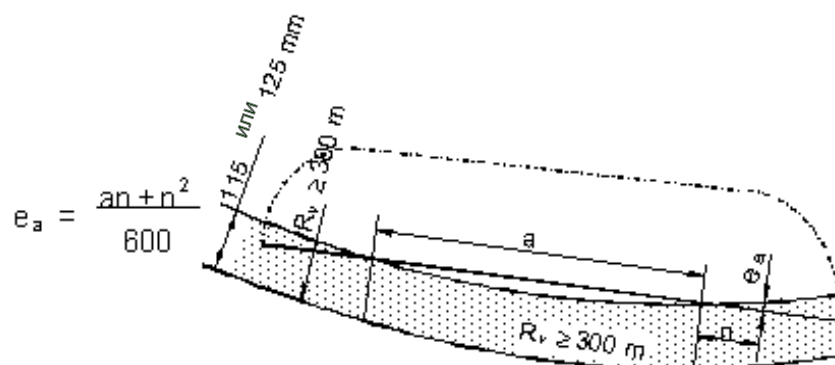
Для тележек принимается $a = r$ (см. рисунок 6.2).

Рисунок 6.2



6.1.2.2.2. Для поперечных сечений снаружи концевых колесных пар или за шкворнями

Рисунок 6.3



6.1.2.3. Уменьшенные значения ограничения высоты e_i (сечения между концевыми колесными парами или между шкворнями), которые должны учитываться у определенных единиц подвижного состава для прохождения переломов профиля, включая сортировочные горки.

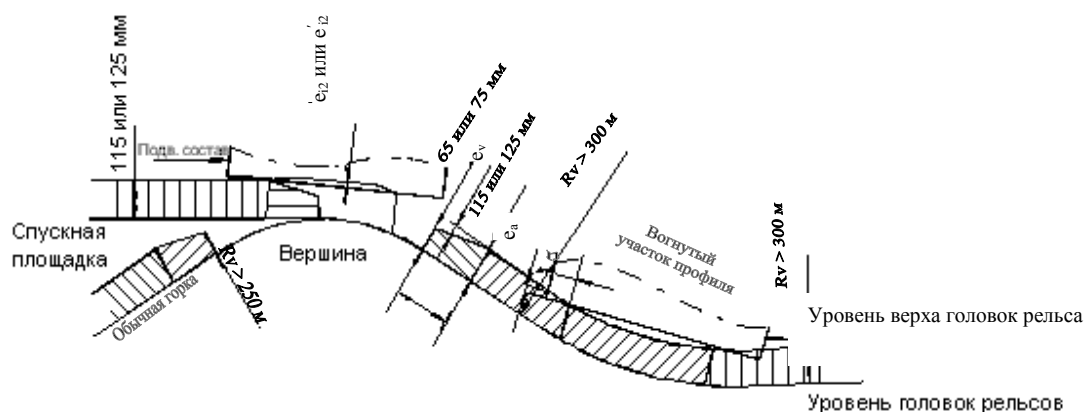
Эти уменьшения допускаются только у определенных существующих типов грузовых вагонов, если они занимают большее пространство, чем то, которое получают при применении нормативных значений согласно п.3.1.2.3.4. Таковыми являются вагоны для перевозки контейнеров, съемных кузовов и контейнеров для комбинированных перевозок, а также подобные типы.

Следствием использования уменьшенных значений может стать принятие особых мер предосторожности на определенных сортировочных станциях, на которых вагонозамедлители нижней тормозной позиции имеются внизу спускной части горки.

Для этого подвижного состава размер d изменяется до 5 м.

6.1.2.3.1 Формулы уменьшенных значений

Рисунок 6.4



$$e_{i2} = \frac{n(a-n-5)^2}{a}, \text{ если } a \leq 15,8 \text{ и } n < \frac{a-5}{3};$$

$$e_{i2} = \frac{(a-5)^3}{3375a}, \text{ если } a \leq 15,8 \text{ и } n \geq \frac{a-5}{3} \quad (1)$$

$$e'_{i2} = \left[\frac{27}{4} \cdot \frac{n}{a-5} \right] \left[1 - \frac{n}{a-5} \right]^2 \left[\frac{a^2}{3375} - 0,05 \right], \text{ если } a > 15,80 \text{ м и } n < \frac{a-5}{3};$$

$$e'_{i2} = \frac{a^2}{3375} - 0,05, \text{ если } a > 15,80 \text{ м и } n \geq \frac{a-5}{3} \quad (1)$$

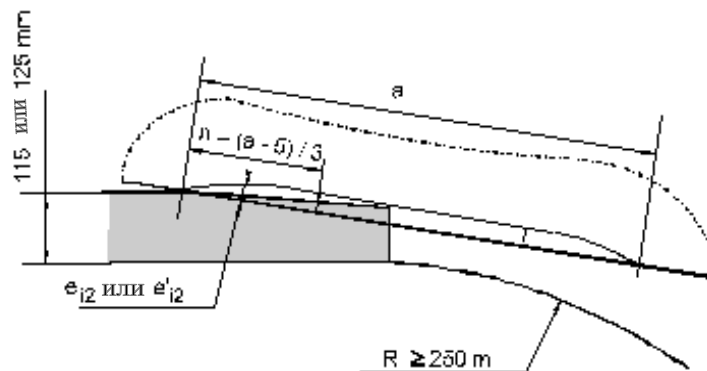
Примечание к (1): Формула $n \geq \frac{a-5}{3}$ дает ограничения, которые больше или равны ограничениям,

получаемым по формуле для $n < \frac{a-5}{3}$

Если грузовые вагоны должны распускаться с горок или пропускаться через вершины горбов горок радиусом ≥ 250 м, то ни одна деталь такого вагона, за исключением гребней бандажей колес, не должна находиться ниже уровня верха головок рельсов. Это условие, которое касается средней части грузовых вагонов, добавляется к условиям, которые получают по формулам для e_i для длиннобазных грузовых вагонов.

Для тележек принимается $a = p$ (см. рисунок 6.5).

Рисунок 6.5

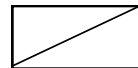


6.1.2.3.2. Таблица 6.5 значений e_i и e'_i
(e – в мм, a и n в м)

a \ n	≥ 6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
20	79/69	78/69	78/69	76/68	73/66	69/63	63/59	57/54	49/46	39/37	28/27	15/14	0/0
19,5	73/63	73/63	72/63	71/62	68/61	65/59	60/55	54/50	46/43	37/35	26/25	14/14	0/0
19	67/57	67/57	67/57	66/57	64/56	60/54	56/51	50/46	43/40	35/33	25/24	13/13	0/0
18,5	61/51	61/51	61/51	61/51	59/51	56/49	52/47	47/43	41/37	33/30	23/22	13/12	0/0
18	56/46	56/46	56/46	56/46	54/46	52/45	48/42	44/39	38/34	31/28	22/20	12/11	0/0
17,5	52/41	52/41	52/41	51/41	50/41	48/40	45/38	41/35	36/31	29/26	21/19	11/10	0/0
17	48/36	48/36	48/36	48/36	47/36	45/35	43/34	39/31	34/28	28/23	20/17	11/9	0/0
16,5	44/31	44/31	44/31	44/31	44/31	42/30	40/30	37/28	32/25	26/20	19/15	10/8	0/0
16	41/26	41/26	41/26	41/26	41/26	40/26	38/25	34/24	30/21	25/18	18/13	10/7	0/0
15,5	37/22	37/22	37/22	37/22	37/22	37/22	35/22	32/21	28/19	23/16	17/12	9/6	0/0
15	34/20	34/20	34/20	34/20	34/20	34/20	32/20	30/19	27/17	22/14	16/11	9/6	0/0
14,5	31/18	31/18	31/18	31/18	31/18	31/18	30/17	28/17	25/16	21/13	15/10	8/6	0/0
14	28/15	28/15	28/15	28/15	28/15	28/15	27/15	26/15	23/14	19/12	14/9	8/5	0/0
13,5	25/13	25/13	25/13	25/13	25/13	25/13	25/13	24/13	21/13	18/11	13/8	7/5	0/0
13	23/12	23/12	23/12	23/12	23/12	23/12	23/12	22/12	20/11	17/10	12/8	7/4	0/0
12,5	20/10	20/10	20/10	20/10	20/10	20/10	20/10	20/10	18/10	15/9	12/7	7/4	0/0
12	18/8	18/8	18/8	18/8	18/8	18/8	18/8	18/8	16/8	14/8	11/6	6/4	0/0
11,5		16/7	16/7	16/7	16/7	16/7	16/7	16/7	15/7	13/7	10/5	6/3	0/0
11		14/6	14/6	14/6	14/6	14/6	14/6	14/6	13/6	12/6	9/5	5/3	0/0
10,5			12/5	12/5	12/5	12/5	12/5	12/5	12/5	10/5	8/4	5/2	0/0
10			10/4	10/4	10/4	10/4	10/4	10/4	10/4	9/4	7/3	4/2	0/0
9,5				9/3	9/3	9/3	9/3	9/3	9/3	8/3	6/3	4/2	0/0
9				7/2	7/2	7/2	7/2	7/2	7/2	7/2	6/2	3/1	0/0
8,5					6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	6/1	5/1	3/1	0/0
8					5/1	5/1	5/1	5/1	5/1	5/1	4/1	3/1	0/0
7,5						4/1	4/1	4/1	4/1	4/1	3/1	2/1	0/0
7							3/0	3/0	3/0	3/0	3/0	2/0	0/0
6,5								2/0	2/0	2/0	2/0	1/0	0/0
6										1/0	1/0	1/0	0/0
5,5											1/0	1/0	0/0
5												0/0	0/0
4,5													0/0



Пояснение
 Нормальные значения



Уменьшенные значения

6.1.2.3.3. Подвижной состав, который из-за своей длины не должен пропускаться через сортировочные горки.

Порожние пассажирские вагоны, пригодные для международного сообщения, порожние или груженые багажные и грузовые вагоны, которые из-за их длины не подлежат роспуску с сортировочных горок, должны соответствовать требованиям по рис.2.2 при нахождении на пути без вертикальных кривых для того, чтобы было возможно использовать сортировочные или тормозные устройства.

6.1.2.3.4. Все единицы подвижного состава

У всех единиц подвижного состава при прохождении ими вогнутых частей профиля и вершин с радиусом ≥ 500 м ни одна деталь, за исключением гребней бандажей колес, не должна находиться ниже уровня верха головок рельсов.

Это может касаться подвижного состава с:

- расстоянием между шкворнями (базой) более 17,8 м;
- консольной частью более 3,4 м.

6.1.2.3.5. Особые случаи

- О прохождении перелома профиля подвижным составом с автосцепкой смотри Памятку МСЖД 522.
- Об угле перелома профиля для подвижного состава, пригодного к перевозке на паромных судах, смотри:

Памятку МСЖД 507 - для грузовых вагонов;

Памятку МСЖД 509 - для пассажирских и багажных вагонов.

Рисунок 6.6. Понижение кузова (выделение зон)

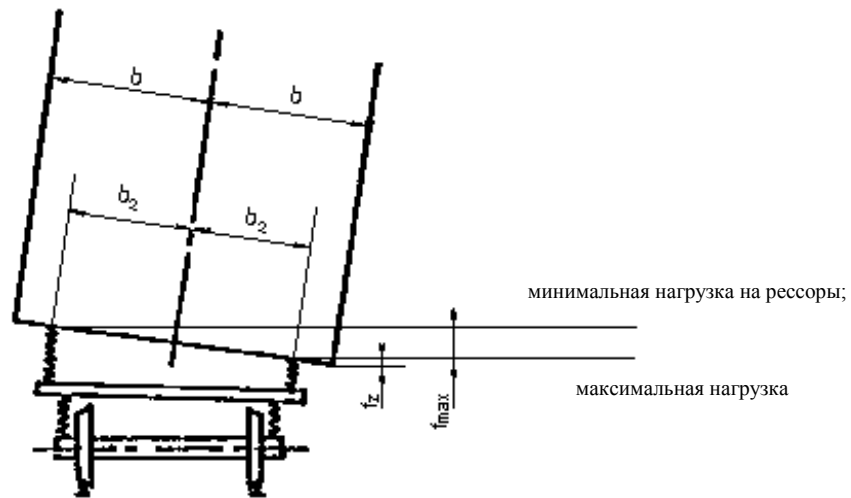


Для всех единиц подвижного состава, и в частности грузовых вагонов, рекомендуется учитывать дополнительные вертикальные смещения f_z вследствие наклона кузова (боковая качка, галопирование), причиной которых могут быть несоосность груза или опорожнение сильфона пневморессоры. Для этих дополнительных смещений должны применяться следующие упрощенные формулы:

- поперек: касается зон В и С

Прогиб одинаков по фазам на обеих тележках на той же стороне пути (рисунок 6.7)

Рисунок 6.7

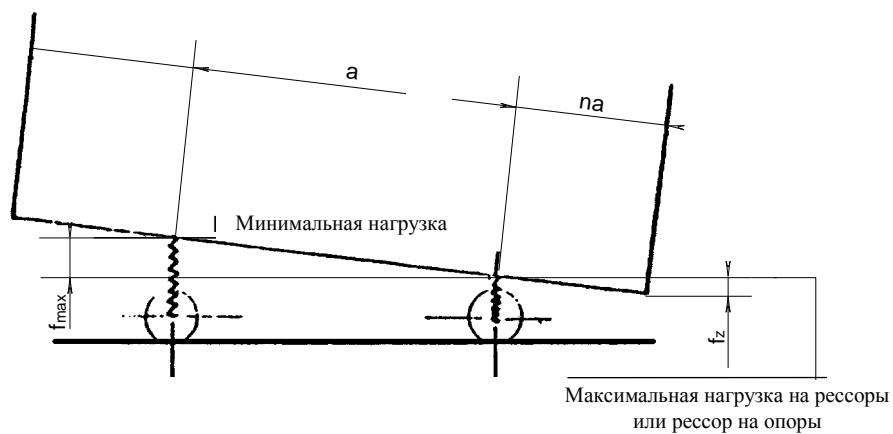


$$\frac{f_{\max}}{2b_2} = \frac{f_z}{b - b_2} \quad f_z = \frac{f_{\max}(b - b_2)}{2b_2}$$

- вдоль: касается зон С и D

Прогиб одинаков по фазам только на одной тележке или одной колесной паре (рисунок 6.8).

Рисунок 6.8

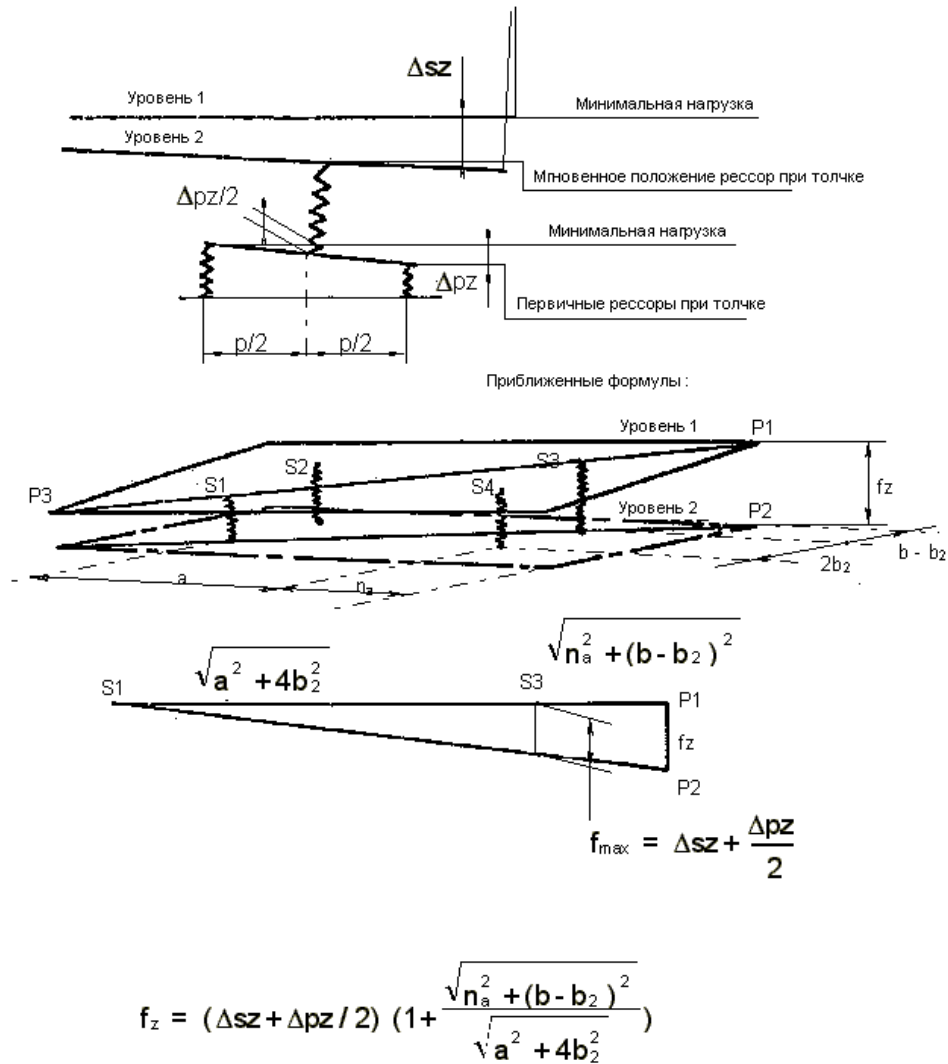


$$\frac{f_{\max}}{a} = \frac{f_z}{n_a} \quad f_z = \frac{f_{\max} n_a}{a}$$

Рисунок 6.9

Прогиб рессор первичного подрессорирования и рессоры вторичного или полного опорожнения пневморессор (принцип расчета для зоны С).

Прогиб (в первом приближении)



6.2. Максимальные значения высоты для верхних частей вагонов

Значения вертикальных перемещений, которые должны учитываться для больших высот над уровнем верха головок рельсов ($h \geq 3250$ мм), определяются с учетом динамических перемещений по высоте у порожних, годных к движению единиц подвижного состава без износа.

В этой области подвижной состав по отношению к исходному контуру кинематического габарита находится под воздействием:

- 1) вертикальных колебаний;
- 2) вертикальных компонентов квазистатического наклона;
- 3) поперечных смещений.

В соответствии с этим должны быть уменьшены вертикальные расстояния до точек исходного контура на указанные смещения ξ , если их можно рассчитать, или на суммарное значение 15 мм на каждой ступени упругости. Следует учитывать, что при квазистатическом наклоне противоположная сторона подвижного состава поднимается, однако одновременно удаляется от исходного контура, поэтому не следует опасаться его превышения. Напротив, на стороне наклона точки подвижного состава понижаются, что компенсирует часть смещений по высоте.

Как приближенное значение и при избытке или недостатке возвышения 50 мм это понижение имеет следующее выражение:

$$\Delta V(h) = \xi - \left\{ \frac{\left[\frac{1}{2} \text{LCR}(h) - E_i \text{ или } a \right] s}{30} \right\}.$$

В этой формуле:

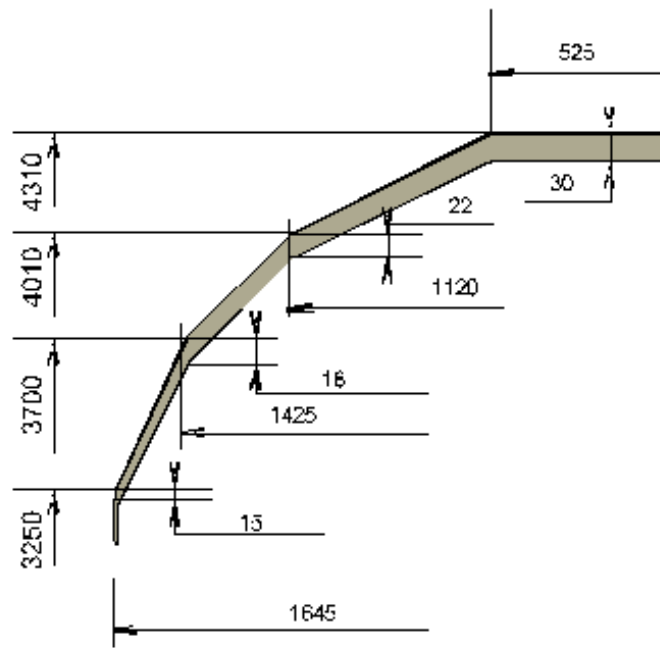
- $\frac{1}{2} \text{LCR}(h)$ - половина ширины исходного контура;
 E_i или E_a - поперечные ограничения;
 s - коэффициент наклона;
 ξ - вертикальные смещения (пошальные или расчетные).

Пример для подвижного состава с $E_{i,a} = 217$ мм, начиная с $h = 3,25$ м.

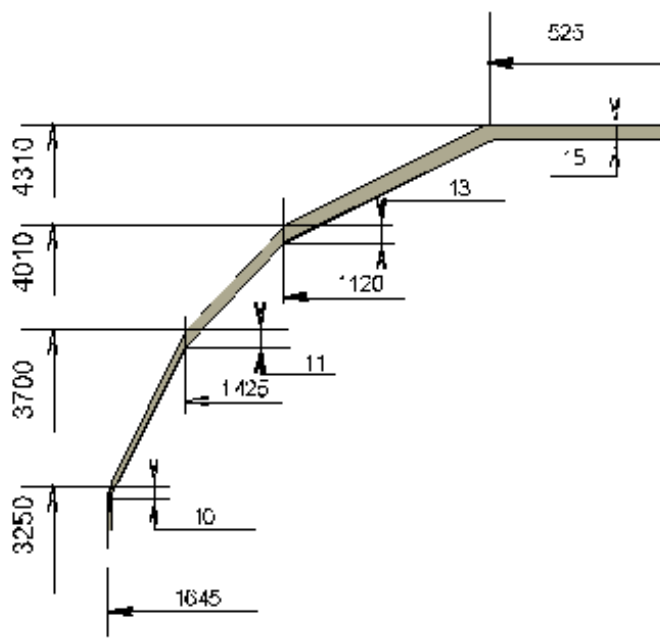
Получают вертикальные ограничения в верхней части исходного контура (рисунок 6.10):

Рисунок 6.10

Подвижной состав с двухступенчатым подвешиванием $s = 0,3$ $\xi = 30$ мм



Подвижной состав с одноступенчатым подвешиванием $s = 0,1$ $\xi = 15$ мм



7. Метод расчета допустимых строительных размеров вагонов по статическим габаритам ОСЖД (размеры в мм)

7.1 Ось симметрии исходного контура габарита подвижного состава – это перпендикулярная плоскости, касательной верху головок рельсов, ось симметрии пути, когда единица подвижного состава центрировано расположена на пути.

7.2 Горизонтальные поперечные размеры отсчитываются от этой оси симметрии и указываются как полуширина, а вертикальные – от уровня верха головок рельсов.

7.3 **Максимальные допустимые горизонтальные строительные размеры** вагонов определяются путем уменьшения поперечных размеров соответствующего габарита с каждой стороны на величину необходимого ограничения E_o , E_i и E_a , которые определяются по следующим формулам:

7.3.1 Ограничение E_o для направляющих сечений (сечений по шкворням тележечных или по направляющим осям нетележечных вагонов) $n=0$:

$$E_o = 30^{(1)} + q + w + (k_1 - k_3) - k, \text{ [мм]}. \quad (7.1)$$

7.3.2 Внутреннее ограничение E_i для поперечных сечений, лежащих между шкворнями тележек или направляющими сечениями тележечного вагона $n=n_i$:

$$E_i = 30^{(1)} + q + w + k_2(a - n)n + (k_1 - k_3) - k + \alpha, \text{ [мм]}. \quad (7.2)$$

7.3.3 Наружное ограничение E_n для поперечных сечений, лежащих снаружи шкворней тележек или направляющих осей нетележечных вагонов $n=n_a$:

$$E_a = (30^{(1)} + q + w) \frac{2n + a}{a} + k_2(a + n)n - (k_1 - k_3) - k + \beta, \text{ [мм]}. \quad (7.3)$$

Примечание к (7.1): приближенное значение.

Для точного расчета следует принимать

$$\frac{l - d}{2}$$

Численные значения коэффициентов k , k_1 , k_2 и k_3 принимаются по табл. 7.1.

Таблица 7.1

Коэффициенты	Значения k , k_1 , k_2 и k_3 для статических габаритов			
	03-ВМ, 02-ВМ и 0-ВМ		1-ВМ	
	на высоте 430 мм и более	на высоте менее 430 мм	на высоте 430 мм и более	на высоте менее 430 мм
k , мм	75	25	0	25
k_1 , мм	$0,5 p^2$	$0,5 p^2$	$0,625 p^2$	$0,5 p^2$
k_2 , мм	2,0	2,0	2,5	2,0
k_3 , мм	0	0	180	0

(p - в метрах)

Примечания:

1. Для точек габарита 1-ВМ на высоте 430 мм и более указанное в формулах (21)-(23) выражение ($k_1 - k_3$) учитывается только при положительном значении. При отрицательном – принимается равным нулю.

2. α и β - дополнительные ограничения внутренних и наружных сечений для вагонов, имеющих большую базу.

Числовые значения α и β определяются с учетом прохождения кривых радиусом 150 м по следующим формулам:

для габаритов 03-ВМ, 02-ВМ, 0-ВМ на любой высоте, а также нижней части габарита 1-ВМ на высоте < 430 мм:

$$\alpha = 0, \text{ если } (an - n^2 + 0,25 p^2) \leq 100$$

$$\alpha = 1,333 (an - n^2 + 0,25 p^2 - 100), \text{ если } (an - n^2 + 0,25 p^2) > 100$$

$$\beta = 0, \text{ если } (an + n^2 - 0,25 p^2) \leq 120$$

$$\beta = 1,333 (an + n^2 - 0,25 p^2 - 120), \text{ если } (an + n^2 - 0,25 p^2) > 120 .$$

для точек верхней части габарита 1-ВМ на высоте 430 мм и более:

$$\alpha = 0, \text{ если } (an - n^2 + 0,25 p^2) \leq 72$$

$$\alpha = 0,833 (an - n^2 + 0,25 p^2 - 72), \text{ если } (an - n^2 + 0,25 p^2) > 72$$

$$\beta = 0, \text{ если } (an + n^2 - 0,25 p^2) \leq 72$$

$$\beta = 0,833 (an + n^2 - 0,25 p^2 - 72), \text{ если } (an + n^2 - 0,25 p^2) > 72 .$$

У обычных грузовых вагонов α и β равны нулю.

7.4. Определение допустимых вертикальных размеров

7.4.1. Вертикальные размеры статических габаритов в верхней части являются одновременно и максимальными вертикальными размерами вагона в ненагруженном состоянии.

7.4.2. Наименьшие допускаемые вертикальные строительные размеры вагонов в нижней части определяются путем увеличения вертикальных размеров нижней части соответствующих габаритов, приведенных на рисунках 3.1-3.2, на величину возможного в эксплуатации статического параллельного понижения проектируемого вагона вследствие максимального нормируемого износа ходовых частей, а для обрессоренных частей и вследствие прогиба рессор под расчетной нагрузкой и прогибов различных деталей в статическом положении.

Это относится к грузовым вагонам типовой конструкции, у которых динамические вертикальные колебания не превышают 30 мм у деталей на высоте 430 мм и более 15 мм у деталей, расположенных ниже.

7.4.3. Максимальные вертикальные размеры должны определяться при колесах наибольшего диаметра; минимальные – при колесах наименьшего диаметра.

Вертикальные размеры грузовых вагонов должны определяться с учетом прохода через сортировочные горки при минимальном радиусе вертикальной кривой горба горки 250 м.

7.5. Числовые значения поперечных смещений и понижений

7.5.1. Для нового подвижного состава все возможные смещения должны определяться в соответствии с особенностями конструкции их рессорного подвешивания и ходовых частей.

7.5.2. Для вагонов, аналогичных по конструкции и условиям эксплуатации существующим, значения поперечных смещений и понижений могут приниматься согласно данным таблицы 7.2.

Таблица 7.2

Наименование смещений	Величина смещений		
	для нетележечных вагонов	для тележечных вагонов с рессорным подвешиванием	
		одноступенчатым	двухступенчатым
Возможные поперечные перемещения $q + w$			
кузова	15–30	5–25	25–40
тележки	–	5–20	5
буксы	0	0	0
Возможные понижения			
кузова	120–130	55–90	90–95
тележки	–	55–60	70–75
буксы	25–65	25–60	45–50

МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ ГАБАРИТОВ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Введение

Настоящая Методика расчета габаритов тягового подвижного состава дана в качестве самостоятельного приложения, так как в ней дополнительно к разделам 5-6 предусмотрен учет особенностей тягового подвижного состава при расчете его ограничений при определении допустимых строительных размеров в кинематическом габарите, исходное верхнее очертание которого приведено на рисунке 1.1.

Методика разработана исходя и на основе положений **Памятки МСЖД 505-1** «Железнодорожный подвижной состав, габариты подвижного состава». В связи с этим основные теоретические предпосылки кинематического габарита и комментарии к ним в Методике не дублируются. Однако в Методике приводятся в качестве образцов примеры расчетов, использованные в Памятке 505-1, и делаются ссылки на отдельные положения Памятки О-500. Обозначения, принятые в методике расчета, приведены в разделе 4 настоящей Памятки.

Расчетные формулы ограничений E_i и E_a для определения допустимых строительных размеров тягового подвижного состава (локомотивная тяга, моторвагонная тяга) по кинематическому габариту (размеры в метрах)

1. Локомотивная тяга

Для тяговых единиц подвижного состава, у которых смещение w не зависит от кривизны пути или изменяется линейно.

1.1.1. Внутренние ограничения – для поперечных сечений между концевыми колесными парами бестележечных единиц или между шкворнями тележечных тяговых единиц ($n = n_i$).

$$\text{Если } an - n^2 + \frac{P^2}{4} - 500(w_\infty - w_{i(250)}) \leq \begin{cases} 5 & (1) \\ 7,5 & (2) \end{cases},$$

то расчет ведется для условий установки в прямой.

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (1.1)$$

Если $an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_\infty - w_{i(250)}) > \begin{vmatrix} 5 & (1) \\ 7,5 & (2) \end{vmatrix}$,

то расчет ведется для условий установки в кривой.

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_0 - \begin{vmatrix} 0,025 & (1) \\ 0,030 & (2) \end{vmatrix} \quad (1.2)$$

где $x_i = \frac{1}{750} (an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$

1.1.2. Наружные ограничения ($n = n_a$) для поперечных сечений за концевыми колесными парами тяговых единиц без тележек или за шкворнями тяговых единиц с тележками.

Если $an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq \begin{vmatrix} 5 & (1) \\ 7,5 & (2) \end{vmatrix}$,

то расчет ведется для условий установки в прямой.

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (1.3)$$

Если $an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > \begin{vmatrix} 5 & (1) \\ 7,5 & (2) \end{vmatrix}$,

то расчет ведется для условий установки в кривой.

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \begin{vmatrix} 0,025 & (1) \\ 0,030 & (2) \end{vmatrix} \quad (1.4)$$

где $x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a}$ (1.5)

Здесь и в следующих формулах:

- (1) Для частей, расположенных на высоте не менее 400 мм от уровня верха головок рельсов, а также для тех деталей подвижного состава, которые располагаются выше 400 мм, но с учетом значений износа и вертикальных выносов могут опускаться на высоту, меньшую чем 400 мм.

- (2) Для частей, расположенных на высоте более 400 мм от уровня верха головок рельсов, кроме деталей, названных в сноске (1).

1.2. Для тяговых единиц подвижного состава, у которых смещение w зависит от кривизны пути или изменяется нелинейно.

Для прямых участков пути ограничения E_i и E_a следует рассчитывать по формулам (1.1) и (1.3).

Для кривых должно определяться максимальное ограничение путем сравнения ограничений для кривых различных радиусов.

1.2.1. Расчет внутренних ограничений ($n = n_i$).

Если $\infty > R \geq 250$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \left| \begin{array}{l} 5(1) \\ 7,5(2) \end{array} \right.}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015 \quad (1.6)$$

Если $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z + \left| \begin{array}{l} 0,175(1) \\ 0,170(2) \end{array} \right. \quad (1.7)$$

1.2.2. Расчет наружных ограничений ($n = n_a$).

Если $\infty > R \geq 250$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \left| \begin{array}{l} 5(1) \\ 7,5(2) \end{array} \right.}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (1.8)$$

Если $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z + \left| \begin{array}{l} 0,215(1) \\ 0,210(2) \end{array} \right. \quad (1.9)$$

Примечание. Так как нелинейность w проявляется при $R > 250$, то формулы (1.7) и (1.9) на практике не имеют значения.

2. Моторвагонная тяга. Моторвагоны, моторвагонные поезда, электропоезда

2.1 Моторный вагон с двумя ведущими тележками и коэффициентом сцепления $\mu \geq 0,2$.

Расчет ограничений ведется по формулам (1.1) - (1.5).

2.2 Моторный вагон с двумя тележками, которые имеют $\mu < 0,2$ и рассматриваются как «бегунковые».

2.2.1 Для моторных вагонов, у которых смещение w не зависит от кривизны пути или изменяется линейно.

Внутренние ограничения E_i

Сечения между шкворнями ($n = n_i$).

Если $an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_\infty - w_{i(250)}) \leq 250(1,465 - d) - \left| \begin{matrix} 2,5 & (1) \\ 0 & (2) \end{matrix} \right|$,

то расчет ведется для прямой.

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (1.10)$$

Если $an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_\infty - w_{i(250)}) > 250(1,465 - d) - \left| \begin{matrix} 2,5 & (1) \\ 0 & (2) \end{matrix} \right|$,

то расчет ведется для кривой.

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \left| \begin{matrix} 0,010 & (1) \\ 0,015 & (2) \end{matrix} \right| \quad (1.11)$$

$$\text{где } x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \quad (1.12)$$

Наружные ограничения E_a

Сечения за шкворнями ($n = n_a$).

Если

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \begin{matrix} 5 & (1) \\ 7,5 & (2) \end{matrix} \right|$$

то расчет ведется для прямой.

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (1.13)$$

Если

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 250 (1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \begin{array}{l} 5(1) \\ 7,5(2) \end{array} \right|,$$

то расчет ведется для кривой.

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \left| \begin{array}{l} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{array} \right| \quad (1.14)$$

$$\text{где } x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (1.15)$$

2.2.2. Для моторных вагонов, у которых смещение w не имеет линейной зависимости от кривой.

Для прямых участков ограничения E_i и E_a следует рассчитывать по формулам (1.10) и (1.13).

Для кривых участков пути должно приниматься максимальное ограничение из определенных для кривых различных радиусов.

Внутренние ограничения E_i

Сечения между шкворнями ($n = n_i$).

Если $\infty > R \geq 250$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \left| \begin{array}{l} 5(1) \\ 7,5(2) \end{array} \right|}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z \quad (1.16)$$

Если $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z + \left| \begin{array}{l} 0,190(1) \\ 0,185(2) \end{array} \right| \quad (1.17)$$

Наружные ограничения E_a

Сечения за шкворнями ($n = n_a$).

Если $\infty > R \geq 250$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \left| \begin{array}{l} 5(1) \\ 7,5(2) \end{array} \right|}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (1.18)$$

Если $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z + \begin{cases} 0,215 (1) \\ 0,210 (2) \end{cases} \quad (1.19)$$

2.3. Для моторных вагонов с одной ведущей и одной бегунковой тележкой.

Внутренние ограничения E_i (сечения между шкворнями), $\mu > 0$.

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \frac{a - n_\mu}{a} + w'_\infty \frac{n_\mu}{a} + z - 0,015 \quad (1.20)$$

$$E_i = \frac{an_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_\mu}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{a - n_\mu}{a} + q + w_{i(250)} \frac{a - n_\mu}{a} + w'_{i(250)} \frac{n_\mu}{a} + z + [x_i]_{>0} - \begin{cases} 0,010(1) \\ 0,015(2) \end{cases} - 0,015 \frac{a - n_\mu}{a} \quad (1.21)$$

где

$$x_i = \frac{1}{750} \left[an_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_\mu}{a} - 100 \right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{a - n_\mu}{a} + (w'_{i(150)} - w'_{i(250)}) \frac{n_\mu}{a} \quad (1.22)$$

Наружные ограничения E_a (сечения $n = n_a$).

$$E_a = \left[\frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n+a}{a} + w_\infty \frac{n+a}{a} + w'_\infty \frac{n}{a} + z - 0,015 \quad (1.23)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n+a}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + w'_{a(250)} \frac{n}{a} + w_{i(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \begin{cases} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{cases} \quad (1.24)$$

$$\text{где } x_a = \frac{1}{750} \left[an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n+a}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n}{a} - 120 \right] + (w'_{i(150)} - w'_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (1.25)$$

Наружные ограничения E_a (4), на конце ТПС с бегунковой тележкой (в направлении движения спереди).

Сечения за шкворнями ($n = n_a$).

$$E_a = \left[\frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n+a}{a} + w_\infty \frac{n}{a} + w'_\infty \frac{n+a}{a} + z - 0,015 \quad (1.26)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n}{a} - \frac{p^2}{4} \frac{n+a}{a}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \left| \begin{array}{l} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{array} \right| \quad (1.27)$$

$$\text{где } x_a = \frac{1}{750} \left[an + n^2 + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a} - \frac{p^2}{4} \frac{n+a}{a} - 120 \right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w'_{a(150)} - w'_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (1.28)$$

3. Вертикальные ограничения

Минимальная высота от головок рельсов нижних частей тягового подвижного состава должна определяться в соответствии с положениями раздела 3 Памятки О-500, а максимальные размеры – согласно положениям раздела 7.1.2 Памятки МСЖД 505-1.

4. Токоприемники

Выбор расчетных формул ограничений для токоприемников производится с учетом высоты h подъема токоприемника (от головки рельса до 5 м или до 6,5 м), а также значения коэффициента наклона s и положения токоприемника относительно направляющего сечения электровоза.

4.1 Определение расчетного положения электровоза (в прямой или кривой).

$$\text{Если } an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 5, \quad (1.29)$$

то расчет должен быть сделан по формулам для прямого участка пути.

$$\text{Если } an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 5, \quad (1.30)$$

то применяются расчетные формулы при установке электровоза в кривых участках.

4.2 Расчетные формулы для различной высоты подъема токоприемника.

4.2.1 Для внутренних сечений (между концевыми колесными парами или шкворнями) ($n = n_i$)

4.2.1.1 При h до 6,5 м.

Расчет для условия согласно формуле (1.29) – прямые

$$E'_i = j'_i + z' \quad (1.31)$$

Расчет для условия согласно формуле (1.30) - кривые

$$E_i' = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j_i' + z' \quad (1.32)$$

При h до 5м.

Расчет согласно (1.29) $E_i'' = j_i' + z''$ (1.33)

Расчет согласно (1.30) $E_i'' = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j_i' + z''$ (1.34)

В приведенных формулах:

$$j_i' = q + w_i - 0,0375 \quad (1.35)$$

При $s \leq 0,225$

$$z' = \frac{8}{30}(s - 0,225) + (t - 0,03) + (\tau - 0,01) + 6(\theta - 0,005) \quad (1.36)$$

$$z'' = \frac{6}{30}s + \sqrt{\left[t \frac{h - h_t}{6,5 - h_t}\right]^2 + \tau^2 + (\theta(h - h_t))^2} - 0,0925 \quad (1.37)$$

При $s > 0,225$

$$z' = \frac{8}{10}(s - 0,225) + (t - 0,03) + (\tau - 0,01) + 6(\theta - 0,005) \quad (1.38)$$

$$z'' = \frac{6}{10}s + \sqrt{\left[t \frac{h - h_t}{6,5 - h_t}\right]^2 + \tau^2 + (\theta(h - h_t))^2} - 0,1825 \quad (1.39)$$

4.2.2. Для наружных сечений (расположенных за концевыми колесными парами или шкворнями) ($n = n_a$).

4.2.2.1. При h до 6,5 м.

Расчет для условия (1.29)

$$E_a' = j_a' + z' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (1.40)$$

Расчет для условия согласно (1.30)

$$E_i' = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j_a' + z' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (1.41)$$

4.2.2.2. При h до 5 м.

Расчет для условия согласно (1.29)

$$E_a'' = j_a' + z'' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (1.42)$$

Расчет для условия согласно (1.30)

$$E_i'' = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j_a' + z'' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (1.43)$$

В приведенных формулах

$$j_a' = q \frac{2n + a}{a} + w_a \frac{n + a}{a} + w_i \frac{n}{a} - 0,0375 \quad (1.44)$$

Значения z' - по формулам (1.36) и (1.38)

z'' - по формулам (1.37) и (1.39).

4.3. Дополнительные требования к электроподвижному составу железных дорог колеи 1520 мм:

Токоприемники должны, как правило, располагаться в направляющих поперечных сечениях. В тех же отдельных случаях, когда расположение токоприемников в направляющих сечениях оказывается затруднительным или невозможным, допускается в виде исключения расположение их в других поперечных сечениях, удаленных от направляющих на расстоянии, м, не более:

при расположении токоприемника между направляющими сечениями

$$n_g = 0,5l - \sqrt{0,25(l^2 + p^2)} - c ; \quad (1.45)$$

при расположении токоприемника снаружи направляющих сечений

$$n_n = -0,5l + \sqrt{0,25(l^2 + p^2)} + c , \quad (1.46)$$

где l – расстояние между направляющими сечениями электровоза, м;

p – база тележки, м;

c – коэффициент, m^2 , равный: 10 – для вновь проектируемого подвижного состава;

20 – для подвижного состава, спроектированного до 1973 г.

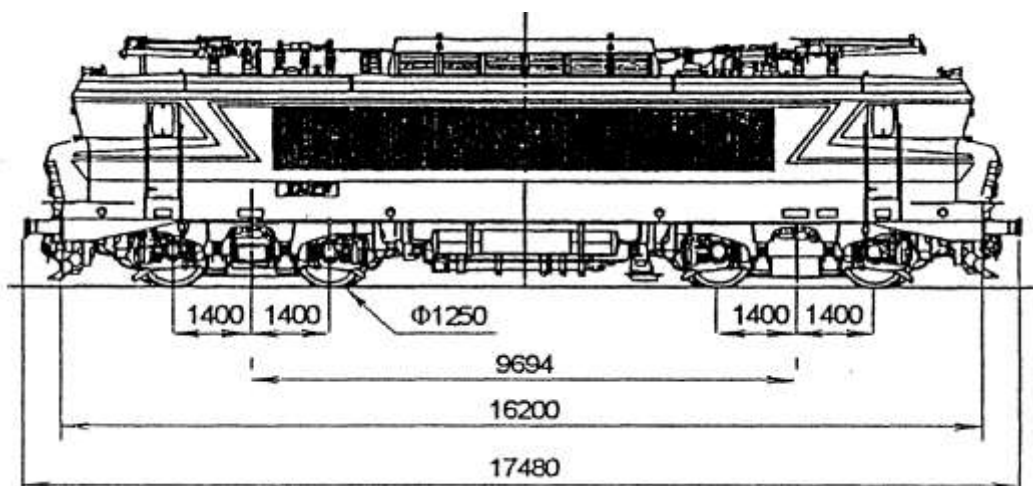
При выпуске электроподвижного состава на заводе должно быть проверено расположение токоприемника относительно продольной оси кузова, при этом расстояние от продольной оси кузова до наиболее удаленной точки полоза токоприемника должно быть не более 1130^{+10} мм.

Токоприемники в опущенном положении должны вписываться в исходное очертание кинематического габарита (рисунок 1.1) в соответствии с расчетными формулами разделов 1 и 2 настоящей Методики.

5. Примеры расчета ограничений для тягового подвижного состава.

Пример 1. Определение ограничений для локомотива.

Размеры на чертеже в мм, продольные размеры в расчете в м, если не указано иначе.



1. Параметры

$$a = 9,694 \quad d = 1,410 \quad p = 2,800 \quad q = 0,006 \quad s = 0,1 \quad h_c = 0,500 \quad \eta_0 < 1^\circ \quad \mu > 0,2$$

$$w_{i(R)} = w_{a(R)} = 0,060 \text{ независимо от } R;$$

$$\frac{a^2 + p^2}{4} < 100 \Rightarrow x_i = 0$$

2. Среднее внутреннее сечение кузова (в центре между шкворнями) ($n = n_i$)

$$n = \frac{a}{2} = 4,847$$

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} = 25,453 \quad \text{это больше, чем } 7,5 \text{ и ограничение рассчитывается с}$$

учетом установки локомотива в кривой (формула 2).

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + z + 0 - 0,030$$

Коэффициент 0,030 для $h > 0,400$,

$$\text{где } z = \frac{s}{30}(h - h_c)$$

$$E_i = 0,1144 + z$$

Расчет в зависимости от h приведен ниже.

h	z	половина ширины исходного очертания	E_i	половина ширины строительного очертания
4,310	0,0127	0,525	0,127	0,398
4,010	0,0117	1,120	0,126	0,994
3,700	0,0107	1,425	0,125	1,300
3,250	0,0092	1,645	0,124	1,521
1,170	0,0022	1,645	0,117	1,528
		1,620		1,503
0,500	0	1,620	0,114	1,506

3. Нижнее сечение кузова по буферным брускам: $n = 3,253$ ($n = n_a$)

$$an + n^2 + \frac{p^2}{4} = 40,157 \quad \text{значение больше чем } 7,5. \text{ Тем самым расчет ведется для}$$

кривой (формулы (4)-(5)).

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,030$$

Коэффициент 0,030 для $h > 0,400$,

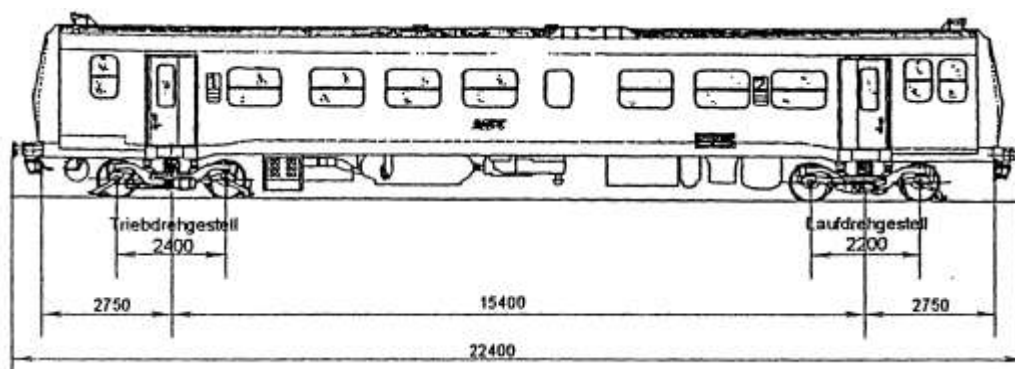
$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) = -0,106$$

$$E_a = 0,2066 + z, \text{ где } z = \frac{s}{30}(h - h_c)$$

h	z	половина ширины исходного очертания	E_i	половина ширины строительного очертания
4,310	0,0127	0,525	0,219	0,306
4,010	0,0117	1,120	0,218	0,902
3,700	0,0107	1,425	0,217	1,208
3,250	0,0092	1,645	0,216	1,429
1,170	0,0022	1,645	0,209	1,436
		1,620		1,411
0,500	0	1,620	0,207	1,413

Пример 2. Определение ограничений для кузова моторных вагонов

Размеры чертежа в мм, продольные размеры в расчете в м, если не указано иначе.



1. Параметры

$$\begin{aligned}
 a &= 15,400 & d &= 1,410 & q &= 0,002 & s &= 0,35 & h_c &= 0,500 \\
 \eta_0 &< 1^\circ & \mu &> 0,2 \text{ ведущая тележка} & \mu &= 0 \text{ бегунковая тележка} \\
 p &= 2,400 & w_\infty &= 0,060 & w_{i(250)} &= 0,022 & w_{a(250)} &= 0,046 \\
 p' &= 2,200 & w'_\infty &= 0,060 & w'_{i(250)} &= 0,020 & w'_{a(250)} &= 0,050
 \end{aligned}$$

2. Среднее внутреннее сечение кузова (между шкворнями) ($n=n_i$) $n = \frac{a}{2} = 7,700$

Расчет по формуле (1.20).

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \frac{a - n_\mu}{a} + w'_\infty \frac{n_\mu}{a} + z - 0,015$$

$$E_i = 0,0745 + z$$

Расчет по формуле (1.21).

$$E_i = \frac{an_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p^2}{4} \frac{n_\mu}{a}}{500} + w_{i(250)} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{a - n_\mu}{a} + q + z - 0,015$$

$$E_i = 0,1344 + z$$

Ограничение с решающим значением по формуле (1.21) при $z = \frac{s}{30}(h - h_c)$

h	z	половина ширины исходного очертания	E_i	половина ширины строительного очертания
4,310	0,045	0,525	0,180	0,345
4,010	0,041	1,120	0,176	0,944
3,700	0,037	1,425	0,173	1,252
3,250	0,032	1,645	0,168	1,477
1,170	0,08	1,645	0,143	1,502
		1,620		1,477
0,500	0	1,620	0,135	1,485

3. Наружное сечение кузова вагона по концу ведущей тележки: $n = 2,750$ за шкворнями.

Применение формулы (1.23).

$$E_a = \left[\frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n + a}{a} + w_\infty \frac{n + a}{a} + w_\infty \frac{n}{a} + z - 0,015$$

$$E_a = 0,1064 + z$$

Применение формулы (1.24).

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n + a}{a} + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + w_{a(250)} \frac{n}{a} + w_{i(250)} \frac{n + a}{a} + z - 0,03$$

Формула действует для $h > 0,400$

$$E_a = 0,1598 + z$$

Следовательно, решающим ограничением является ограничение по формуле (1.24) при $z = \frac{s}{30}(h - h_c)$.

h	z	половина ширины сходного очертания	E _i	половина ширины строительного очертания
4,310	0,045	0,525	0,205	0,320
4,010	0,041	1,120	0,201	0,919
3,700	0,037	1,425	1,197	1,228
3,250	0,032	1,645	0,192	1,453
1,170	0,08	1,645	0,168	1,477
		1,620		1,452
0,500	0	1,620	0,160	1,460

4. Наружное сечение кузова вагона на конце с бегунковой тележкой : n= 2,750

(за шкворнями) (n = n_a).

Применение формулы (1.26).

$$E_a = \left[\frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n + a}{a} + w_{\infty} \frac{n}{a} + w'_{\infty} \frac{n + a}{a} + z - 0,015$$

$$E_a = 0,1064 + z$$

Применение формулы (1.27).

$$E_a = \frac{an + n^2 + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a} - \frac{p^2}{4} \frac{n + a}{a}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z - 0,03$$

Формула применяется для $h > 0,400$

$$E_a = 0,1704 + z$$

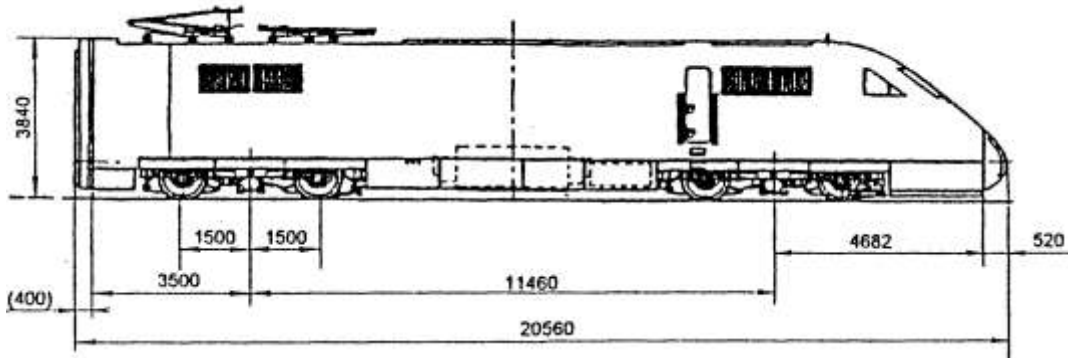
Следовательно, решающим является ограничение по формуле (27) при $z = \frac{s}{30}(h - h_c)$

h	z	половина ширины исходного очертания	E _i	половина ширины строительного очертания
4,310	0,045	0,525	0,215	0,310
4,010	0,041	1,120	0,211	0,909
3,700	0,037	1,425	0,207	1,218
3,250	0,032	1,645	0,202	1,443
1,170	0,08	1,645	0,178	1,467
		1,620		1,442
0,500	0	1,620	0,170	1,450

Пример 3. Определение ограничений для моторвагонного поезда

Ограничения кузова вагона (головная часть с 2 ведущими тележками)

Размеры чертежа в мм, продольные размеры расчета в м, если не указано иначе.



1. Параметры

$$a = 11,460 \quad d = 1,416 \quad q = 0,010 \quad p = 3,000$$

$$s = 0,116 \quad h_c = 1,106 \quad \eta_0 < 1^\circ \quad \mu > 0,2$$

R(m)	150	250	500	1 000
w _i (mm)	22.5	30.0	39.0	48.0
w _a (mm)	38,0	38,0	49,0	50,0

2. Среднее внутреннее сечение кузова (между шкворнями): $n = \frac{a}{2} = 5,730$ ($n=n_i$)

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 7,5}{500} + w_{i(250)} + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015$$

Формула действительна для $h > 0,400$

$$E_i = 0,105 + z \quad \text{при} \quad z = \frac{s}{30}(h - h_c) \quad \text{для} \quad h \geq h_c$$

h	z	половина ширины исходного очертания	E _i	половина ширины строительного очертания
4,310	0,0124	0,525	0,117	0,408
4,010	0,0112	1,120	0,116	1,004
3,700	0,0100	1,425	0,115	1,310
3,250	0,0083	1,645	0,113	1,532
1,800	0,0027	1,645	0,107	1,538
1,170	0	1,645	1,85	1,540
		1,620		1,515
1,106	0	1,620	0,105	1,515
0,500	0,0094	1,620	0,114	1,506

Наружное сечение кузова вагона по концам: $n = 3,500$ (за шкворнями) ($n=n_a$)

$$E_s = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 7,5}{500} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

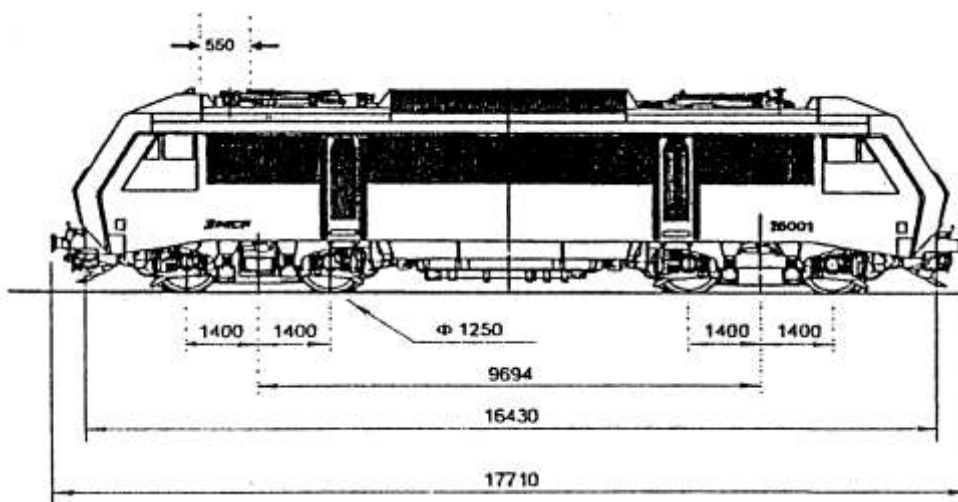
Формула действительна для $h > 0,400$

$$E_a = 0,184 + z \text{ при } z = \frac{s}{30}(h - h_c) \text{ для } h \geq h_c$$

h	z	половина ширины исходного очертания	E_i	половина ширины строительного очертания
4,310	0,0124	0,525	0,197	0,328
4,010	0,0112	1,120	0,196	0,924
3,700	0,0100	1,425	0,195	1,230
3,250	0,0083	1,645	0,193	1,452
1,800	0,0027	1,645	0,107	1,538
1,170	0	1,645	0,185	1,460
		1,620		1,435
1,106	0	1,620	0,185	1,435
0,500	0,0094	1,620	0,193	1,426

Пример 4. Ограничения токоприемников.

Размеры чертежа в мм, продольные размеры в расчете в м, если не указано иначе.



1 Параметры

$$\begin{array}{llll} a = 9,694 & p = 2,800 & \Pi = 0,550 & d = 1,410 \\ w_{\infty} = 0,060 & w_{i(250)} = 0,060 & w_{a(250)} = 0,060 & q = 0,006 \\ h_c = 0,500 & h_t = 4,005 & s = 0,2 & \\ \tau = 0,01 & \theta = 0,0016 & t = 0,014 & \end{array}$$

2 Сечения за шкворнями: $n = 0,550$

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} = 3,6742 < 5$$

Решает положение ЕПС в прямой

3 Предварительные расчёты:

$$j'_a = q \frac{2n+a}{a} + w_a \frac{n+a}{a} + w_i \frac{n}{a} - 0,0375$$

$$j'_a = 0,036$$

$$s < 0,225$$

$$z' = \frac{8}{30}(s - 0,225) + (t - 0,03) + (\tau - 0,01) + 6(\theta - 0,005)$$

$$h = 6,5$$

$$z' = -0,04307$$

$$z'' = \frac{6}{30}s + \sqrt{\left(t \frac{h-h_t}{6,5-h_t}\right)^2 + \tau^2 + [\theta(h-h_c)]^2} - 0,0925$$

$$h = 5$$

$$z'' = 0,039$$

Величина z'' должна приниматься со знаком «-».

4 Подъём токоприёмника до 6,5 м над головкой рельса

$$E'_a = j'_a + z' + \frac{1,465 - d}{2} \frac{2n}{a}$$

$$E'_a = -0,0039$$

5 Подъём токоприёмника на высоту 5 м над головкой рельса

$$E''_a = j'_a + z'' + \frac{1,465 - d}{2} \frac{2n}{a}$$

$$E''_a = 0$$

6 Результат

Так как E'_a и E''_a отрицательны или равны нулю, то токоприемник может быть размещен на расстоянии 0,550 м за шкворнем.

ПРОСТРАНСТВО ДЛЯ ТОКОПРИЕМНИКА В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ГАБАРИТА ПРИБЛИЖЕНИЯ СТРОЕНИЙ. ТРЕБОВАНИЯ К ПОДВИЖНОМУ СОСТАВУ, ПОДАВАЕМОМУ НА ПАРОМ

1. Исходные положения токоприемника

1.1. Верхняя часть габарита приближения строений для электрифицированных линий должна учитывать:

1.1.1. Конфигурацию и предельные размеры рабочей части токоприемника (полоза и рогов).

1.1.2. Предельное верхнее рабочее положение токоприемника, считая от уровня верха головок рельсов.

1.1.3. Промежуточное нижнее рабочее положение токоприемника.

1.2. При расчете размеров верхнего очертания габарита приближения строений электрифицированных линий подлежат учету следующие перемещения рабочей части токоприемника:

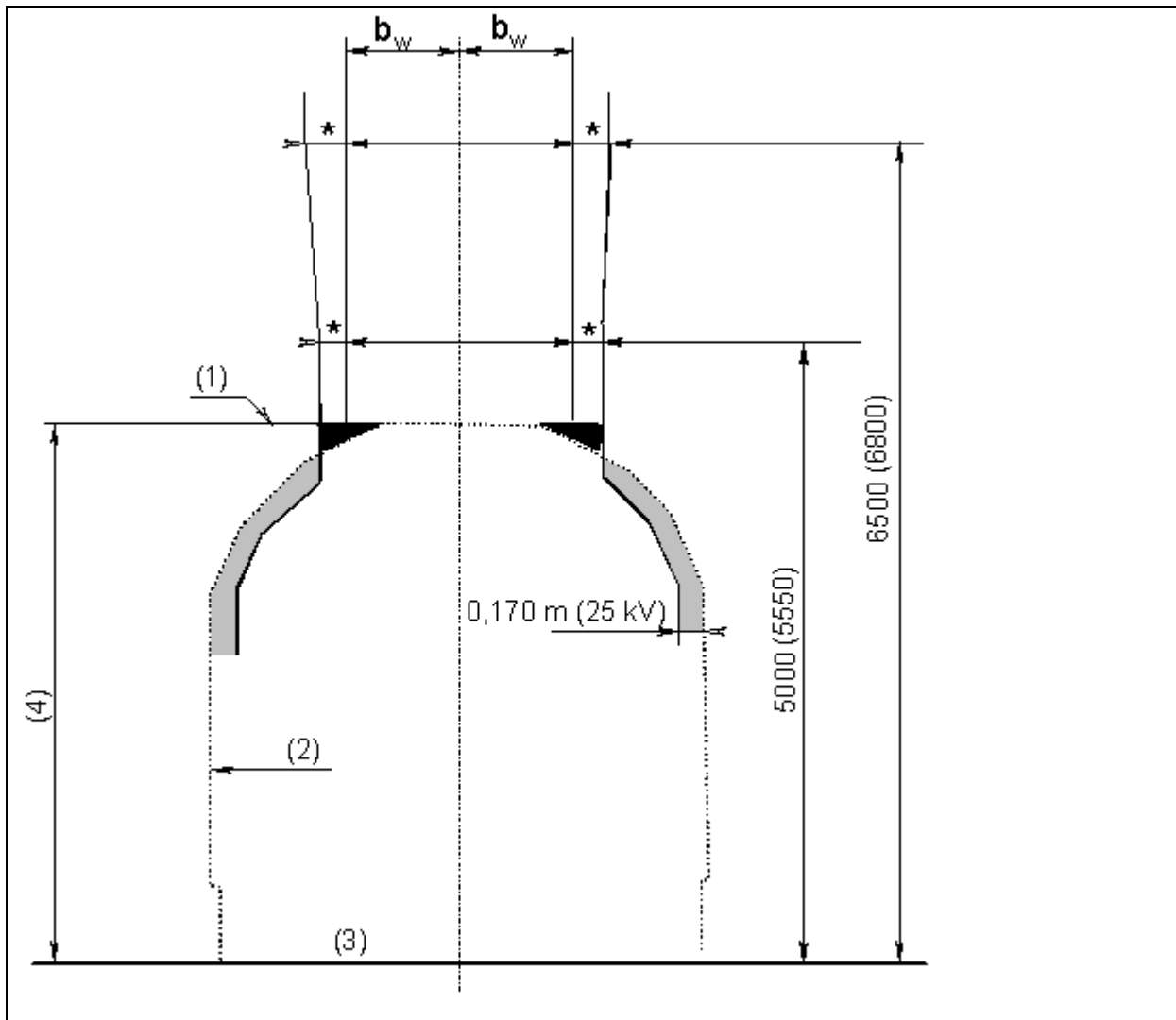
1.2.1. Перемещения базовой части подвижного состава, к которой крепится токоприемник.

1.2.2. Поперечные перемещения токоприемника относительно базовой части в шарнирных элементах крепления, за счет зазоров в них и их увеличения при износах.

1.2.3. Поперечные перемещения токоприемника вследствие угловых колебаний штанги токоприемника и ее гибкости.

1.2.4. При выполнении расчетов следует учитывать схему положений токоприемника и его перемещений, приведенную на рисунке 1. 1.

Рисунок 1.1 Схема положений токоприемника и пределы его перемещений



- b_w = расстояние от оси пути до крайних внешних частей токоприемника
- (1) - максимальная высота частей токоприемника в нерабочем положении
- (2) - очертание габарита подвижного состава
- (3) - уровень верха головки рельсов
- (4) - наибольшая высота габарита подвижного состава
- * - величина смещения токоприемника при различных его рабочих положениях
- () - в скобках указана высота для железных дорог колеи 1520 мм
- 5000 (5550) - высота токоприемника при минимальной высоте подвески контактного провода
- 6500 (6800) - высота токоприемника при максимальной высоте подвески контактного провода



- пространство, занимаемое изоляционными частями



- зона «Специальные пространства»

2. Определение возможности погрузки подвижного состава на паром по габаритным условиям

Возможность погрузки подвижного состава на паром определяется минимально-допустимой высотой нижних частей h_{\min} .

При расчете минимально-допустимой высоты h_{\min} должны быть учтены:

- фиксированный зазор M_{fb} (м):
 $M_{fb} = 0,06$ – для пассажирских вагонов
 $M_{fb} = 0,02$ – для грузовых вагонов
- угол перелома α'' (Таблица 2.1)

Таблица 2.1 Данные для конкретных паромных линий

№№	Наименование паромов	Угол α''
1.	Гельсиндер – Гельсинборг	3° 30'
2.	Корсер – Наборг	2° 30'
3.	Гедсер – Варнеминде	3° 30'
4.	Родбифорге – Путтгартен	2° 30'
5.	Зассниц Порт – Треллеборг	2° 30'
6.	Вилла С.Г. – Мессина	1° 30'
7.	Реггио Ц. – Мессина	1° 30'
8.	Варна / Ильичевск	3° 00'
9.	Другие паромы	2°30'расч. угол

Δh_i – понижение частей вагонов (м) вследствие износа ходовых частей Δh_1 и из-за утечки воздуха в пневматических рессорных подвешиваниях Δh_2 ;

Δr_w – разница радиусов колес передней и задней тележек (м);

f – понижение вследствие неравномерной нагрузки (м).

Приведенные факторы учитываются в следующих расчетных формулах:

для внутренних сечений

$$h_{\min} = \Delta r_w + \Delta h_1 + \Delta h_2 + f + P_i \cdot \tan \alpha'' + M_{fb} \quad (2.1)$$

для наружных сечений

$$h_{\min} = \Delta r_w + \Delta h_1 + \Delta h_2 + f + P_a \cdot \tan \alpha'' + M_{fb} \quad (2.2)$$

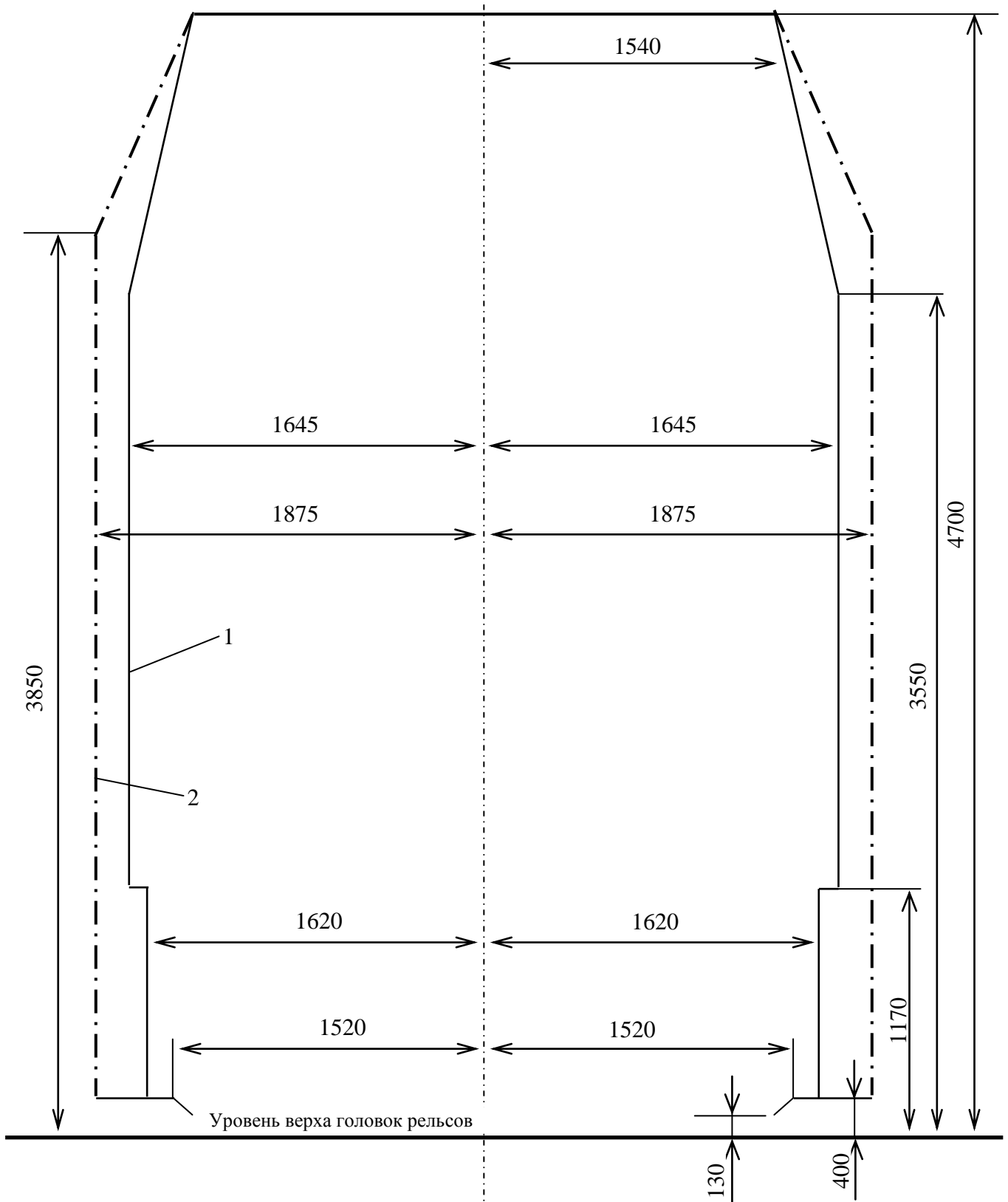
P_i , P_a – параметры, определяемые в зависимости от продольных размеров подвижного состава.

Фактическая высота расположения от головок рельсов нижних частей подвижного состава должна быть более h_{\min} .

Габариты подвижного состава при скорости движения до 250 км/ч

В качестве базового габарита подвижного состава для высокоскоростных линий железных дорог колеи 1435 мм директивой 96/48ЕС Трансъевропейской высокоскоростной железнодорожной системы был рекомендован кинематический габарит GC, приведенный на рисунке 3.1 (линия 1). Указанная директива предписывала железным дорогам принимать габарит GC для высокоскоростных линий с учетом национальных особенностей. С учетом этого для железных дорог колеи 1520 мм на основе гармонизации габарита GC с перспективным габаритом подвижного состава T разработан для высокоскоростных линий габарит подвижного состава GC_{ru} (рисунок 3.1 линия 2).

Рисунок 3.1 Габариты подвижного состава при скорости движения до 250 км/ч



1 - Исходное очертание габарита для трансъевропейской высокоскоростной магистрали железных дорог колеи 1435 мм

2 - Габарит подвижного состава высокоскоростных линий железных дорог колеи 1520 мм, гармонизированный с габаритом высокоскоростных линий колеи 1435 мм

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
1. Габариты подвижного состава железных дорог колеи 1435 мм и 1520 мм для международных сообщений	2
2. Нижние очертания кинематических габаритов подвижного состава	8
3. Нижние очертания статических габаритов для грузовых и пассажирских вагонов, предназначенных для пропуска по всем путям железных дорог, включая пути сортировочных горок, оборудованных замедлителями и другими устройствами, при любом положении	10
4. Обозначения, принятые в расчетах допустимых строительных размеров подвижного состава по кинематическому габариту	12
5. Расчетные формулы ограничений E_1 и E_a для определения допустимых поперечных строительных размеров пассажирских вагонов по кинематическому габариту (размеры в метрах)	17
5.1 Для кузова пассажирских вагонов, у которых смещение w не зависит от кривизны пути или изменяется линейно	17
5.2 Для пассажирских вагонов, у которых смещение w зависит от кривизны пути или изменяется нелинейно	19
5.3 Расчет ограничений для тележек и связанных с ними частей	20
5.4 Для грузовых нетележечных вагонов, а также для тележек и связанных с ними частей, у которых $w = 0$	20
5.5 Для тележечных грузовых вагонов, зазоры в ходовых частях которых считаются постоянными, исключая сами тележки и связанные с ними детали	21
6. Вертикальные перемещения	23
6.1 Минимальная высота нижних частей вагонов	23
6.2 Максимальные значения высоты для верхних частей вагонов	33
7. Метод расчета допустимых строительных размеров вагонов по статическим габаритам ОСЖД (размеры в мм)	35
<i>Приложение 1 к Памятке О-500</i>	
Методика расчетов габаритов тягового подвижного состава	38
Расчетные формулы ограничений E_1 и E_a для определения допустимых строительных размеров тягового подвижного состава (локомотивная тяга, моторвагонная тяга) по кинематическому габариту (размеры в метрах)	38
<i>Приложение 2 к Памятке О-500</i>	
Пространство для токоприемника в верхней части габарита приближения строений. Требования к подвижному составу, подаваемому на паром	55
1. Исходные положения токоприемника	55
2. Определение возможности погрузки подвижного состава на паром по габаритным условиям	57
<i>Приложение 3 к Памятке О-500</i>	
Габариты подвижного состава и приближения строений при скорости движения до 250 км/ч	58

© Copyright:

Организация сотрудничества железных дорог (ОСЖД) и Международный Союз железных дорог (МСЖД) – Варшава 2006

ISBN* 83 99 171 12 - 7 – на русском языке

ISBN* 83 99 171 13 - 5 – на китайском языке

Напечатано Организацией сотрудничества железных дорог (ОСЖД)

00-681 Варшава, ул. Хожа, 63/67

тел.: (4822) 657634 факс: (4822) 6219417

Запрещается всякое копирование, воспроизведение или распространение (высылка), также частичное, всякого рода, в том числе электронное, для общественного пользования без особого согласия Международного Союза железных дорог. Это касается также обработки или переработки, компоновки или воспроизведения каким-либо способом.