

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 28-30 июня 2016 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава, Республика Польша

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 18-21 октября 2016 г.
Комитет ОСЖД, г. Варшава, Республика Польша

Дата вступления в силу: 21 октября 2016 г.

P 500/4

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАТИЧЕСКИХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ
ГАБАРИТОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЖЕЛЕЗНЫХ
ДОРОГАХ-ЧЛЕНАХ ОСЖД КОЛЕИ 1435 И 1520 ММ**

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ГАБАРИТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА $1-BM_{st}$, $1-BM_k$, $02-BM_k$, $0-BM_{st}$, $02-BM_{st}$, $03-BM_k$, $03-BM_{st}$, ГЦ (ГС). ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ	5
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	21
2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГАБАРИТОВ ГЦ (ГС), $1-BM_{st}$, $0-BM_{st}$, $02-BM_{st}$, $1-BM_k$, $02-BM_k$, $03-BM_k$, $03-BM_{st}$	21
2.1.1. Общие положения	21
2.1.2. Определение понижений различных частей подвижного состава ..	23
2.1.3. Особый случай	27
2.1.4. Проверка возможности прохода подвижным составом вертикальной кривой горба сортировочной горки	28
2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА СТАТИЧЕСКИХ ГАБАРИТОВ $1-BM_{st}$, $0-BM_{st}$, $02-BM_{st}$, $03-BM_{st}$...	31
2.2.1. Общие положения	31
2.2.2. Определение ограничений ширины подвижного состава для различных его частей	33
2.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ГАБАРИТОВ ГЦ (ГС), $1-BM_k$, $02-BM_k$, $03-BM_k$	44
2.3.1. Обозначения, используемые в расчетах кинематического габарита	44
2.3.2. Расчет ограничений для поперечных сечений по шкворням тележек	48
2.3.3. Расчет ограничений для внутренних сечений, расположенных между шкворнями тележек	48
2.3.4. Расчет ограничений для наружных сечений, расположенных снаружи шкворней тележек	48
2.3.5. Расчет ограничений для обрессоренной рамы тележки и укрепленных на ней частей	49
2.3.6. Расчет ограничений для высокоскоростного железнодорожного подвижного состава с устройством наклона кузова	50

3. ГАБАРИТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ЗАКАЗЕ И ПРИЕМКЕ НОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	52
Приложение 1. Перечень применяемых обозначений и их названий при расчетах статического габарита	55
Приложение 2. Пример расчета допустимых габаритных размеров проектируемого вагона с использованием статического габарита	64
Приложение 3. Пример расчета допустимых габаритных размеров проектируемого вагона с использованием кинематического габарита. .	84

ВВЕДЕНИЕ

Развитие железнодорожного сообщения между странами СНГ и ЕС в рамках ОСЖД и появление высокоскоростного пассажирского движения потребовало введения новых габаритов подвижного состава и кинематических методов их расчета.

Основные принципы применения габаритов подвижного состава регламентированы памятками ОСЖД О 500 «Общие правила по габаритам для подвижного состава в интероперабельном международном сообщении»/ Р 500/5 «Кинематический метод расчета горизонтальных ограничений подвижного состава, габариты приближения строений и расстояний между осями путей» и ГОСТом 9238-2013 «Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений».

Учитывая, что, кроме статических габаритов $1-BM_{st}$, $0-BM_{st}$, $02-BM_{st}$, $03-BM_{st}$, в настоящее время введены в действие и кинематические габариты $ГЦ (GC)$, $03-BM_k$, для которых в «Единых указаниях по применению габаритов подвижного состава 1-ВМ и 0-ВМ» от 1981 г. не приведены методы расчета, было принято решение разработать настоящие «Методические указания по применению статических и кинематических габаритов подвижного состава на железных дорогах - членах ОСЖД колеи 1435 и 1520 мм», в которых приведены методы расчета как статических, так и кинематических габаритов подвижного состава.

1. ГАБАРИТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА $1-VM_{st}$, $0-VM_{st}$, $1-VM_k$, $02-VM_k$, $02-VM_{st}$, $03-VM_k$, $03-VM_{st}$, ГЦ (ГС). ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Габарит подвижного состава $1-VM_{st}$ (или $1-VM$) согласно памятке ОСЖД О 500 установлен для подвижного состава, предназначенного к обращению в международных сообщениях по магистральным и другим, переустроенным под габарит приближения строений 1-СМ линиям железных дорог-членов ОСЖД.

Габарит $0-VM_{st}$ (или $0-VM$) для подвижного состава, который может обращаться по всем основным линиям железных дорог-членов ОСЖД с незначительными, ограничениями только на отдельных участках.

Габарит $02-VM_{st}$ (или $02-VM$) – статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение как по железным дорогам – членам ОСЖД колеи 1435 мм за исключением отдельных участков (см. п. 4. Памятки О 500), так и по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм.

Габариты $03-VM_{st}$ и $03-VM_k$ – статический и кинематический габариты для железнодорожного подвижного состава, допускаемого к обращению как по всем железным дорогам колеи 1435 мм европейских и азиатских стран, так и по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Кинематические габариты подвижного состава $1-VM_k$ и $2-VM_k$ железных дорог стран - членов ОСЖД распространяются на вновь создаваемый пассажирский состав, предназначенный для эксплуатации со скоростями 160 км/ч и более в международных сообщениях по магистральным и другим, переустроенным, как минимум, под габарит соответственно 1-СМ и 2-СМ, линиям железных дорог стран - членов ОСЖД.

Ограничения по пропуску подвижного состава габарита $0-VM_{st}$ рекомендовано устранить в возможно короткие сроки. Применение при новом строительстве и капитальном переустройстве железных дорог

габарита приближения строений 1-СМ предусматривает увеличение и числа линий, обеспечивающих беспрепятственный пропуск подвижного состава габарита 1-ВМ_{st}, что отражается в ежегодных взаимных информациях дорог о произведенных изменениях проходимости участков по габаритам и нагрузкам от оси и на погонный метр пути. Размеры и конструкция подвижного состава габаритов 1-ВМ_{st} и 0-ВМ_{st} и их отдельных частей, проектируемых для использования, в международном сообщении на железных дорогах различной колеи /1520 мм и 1435 мм/ с осуществлением этого путем смены колесных пар и тележек, а также применение раздвижных колесных пар должны обеспечивать возможность нормальной их эксплуатации как на той, так и на другой колее.

В Памятке МСЖД О+Р 506 и в ГОСТ 9238–2013 кинематический габарит ГЦ (GC) – это габарит для железнодорожного подвижного состава, установленный в качестве исходного для достижения совместимости габаритов в рамках трансъевропейской высокоскоростной железнодорожной системы, а также на новых линиях. Для кинематического габарита ГЦ (GC) в Памятке МСЖД О+Р 506 и ГОСТ 9238–2013 установлены следующие верхние очертания (рис. 1.1.).

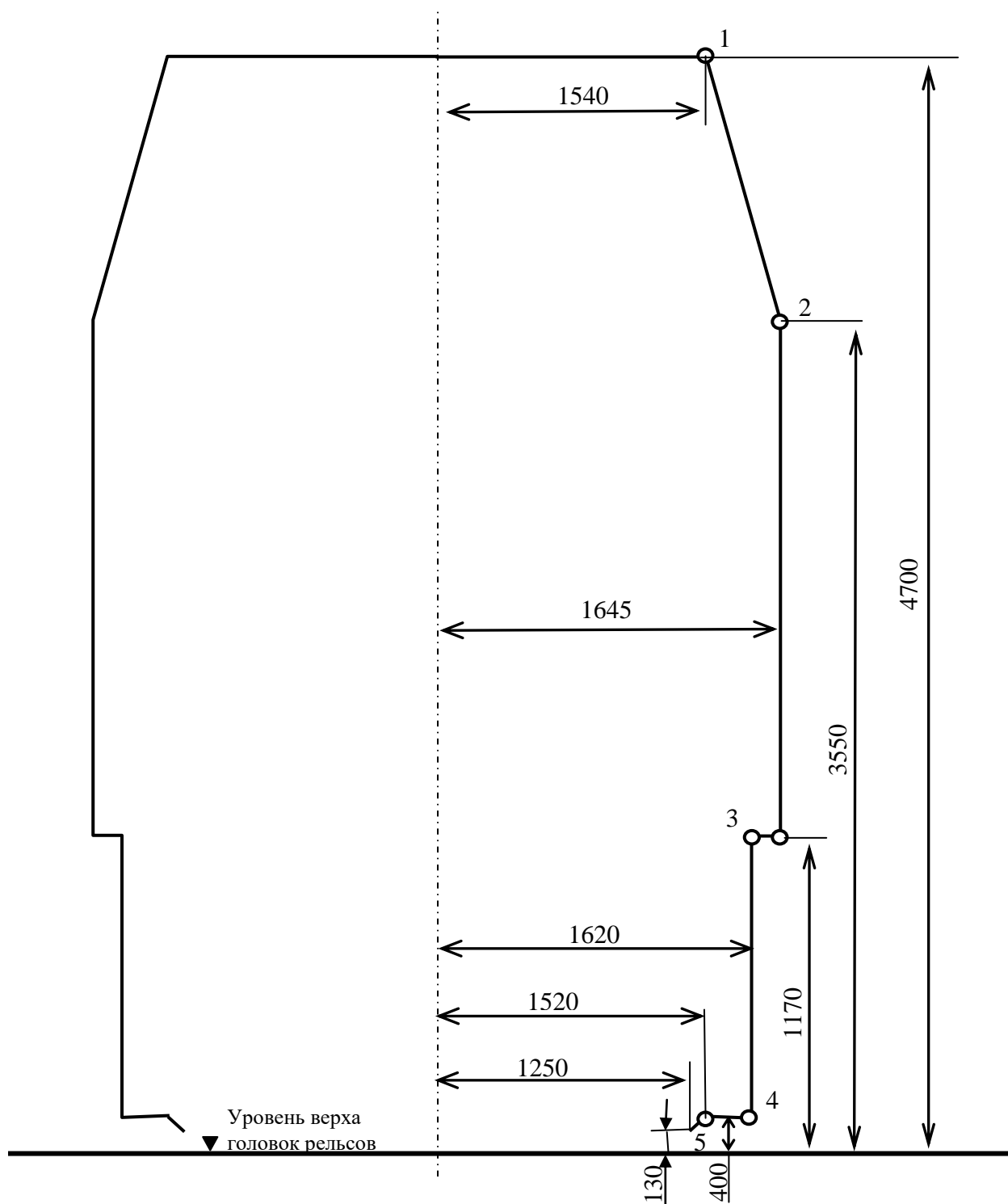
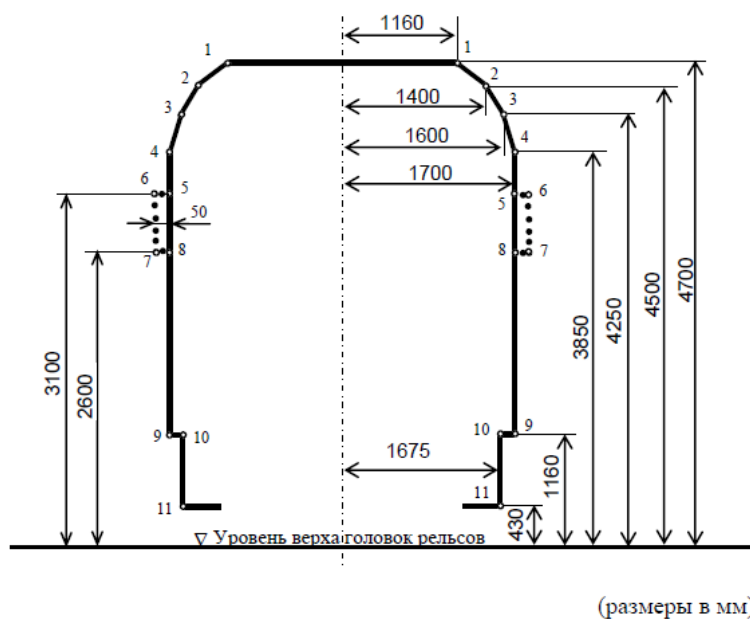


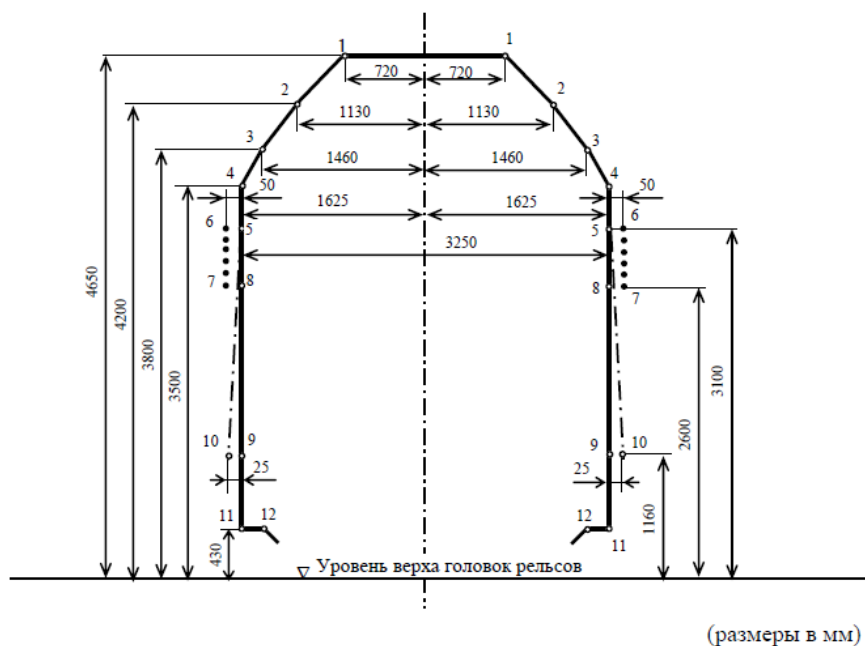
Рисунок 1.1. Верхнее очертание кинематического габарита подвижного состава ГЦ (GC)

1.3. Для габаритов подвижного состава I-ВМ_{st}, 0-ВМ_{st}, 02-ВМ_{st}, 02-ВМ_к, 03-ВМ_к, 03-ВМ_{st} Памяткой 0 500 установлены верхние /рис. 1.2 – 1.6/ и нижние очертания /рис. 1.7 - 1.15/. Эти габариты установлены как предельные, поперечные, перпендикулярные оси пути очертания, внутри которых, не выходя наружу, должен помещаться расположенный на прямом горизонтальном пути как в порожнем, так и в нагруженном состоянии не только новый подвижной состав, но и подвижной состав, имеющий максимальные нормированные допуски и износы /просадка рессор, износ бандажей, шеек осей, подшипников и т.п./. Исходные очертания кинематического габарита 1-ВМ_к в верхней части имеет размеры, совпадающие с размерами очертаний верхних частей статического габарита 1-ВМ. Нижние очертания кинематических габаритов 1-ВМ_к и 2-ВМ_к совпадают с нижними очертаниями статического габарита 1-ВМ.



..... только для сигнальных устройств

Рисунок 1.2. Верхнее очертание габарита подвижного состава 1-ВМ_{st}



..... только для сигнальных устройств;

— · — допускаемое только для вагонов, построенных до введения Памятки

Рисунок 1.3. Верхнее очертание габарита подвижного состава 0-BM_{st}

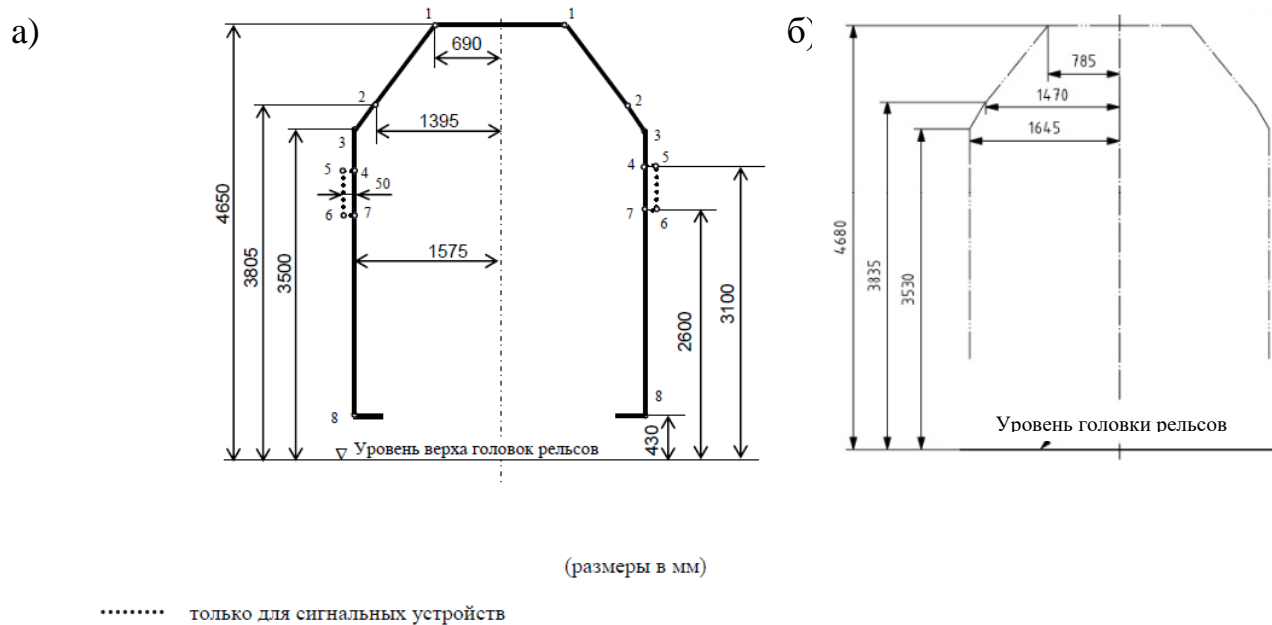


Рисунок 1.4. Верхнее очертание габаритов подвижного состава:

- а) 02-BM_{st};
б) 02-BM_k*

*) – очертания габарита 02-BM_k взяты в соответствии со стандартом EN 15273-1.

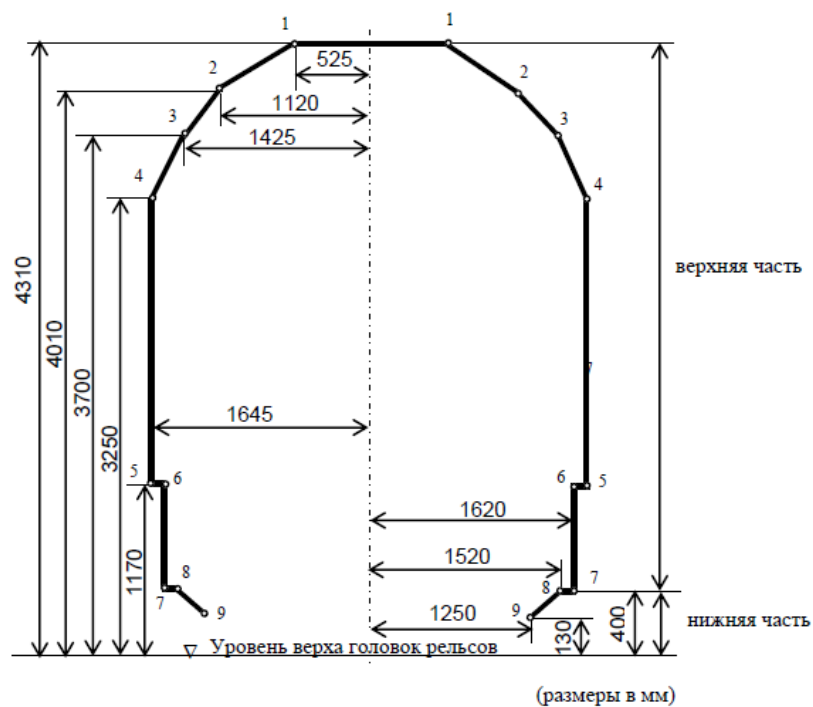


Рисунок 1.5. Верхнее очертание кинематического габарита подвижного состава 03-ВМ_к

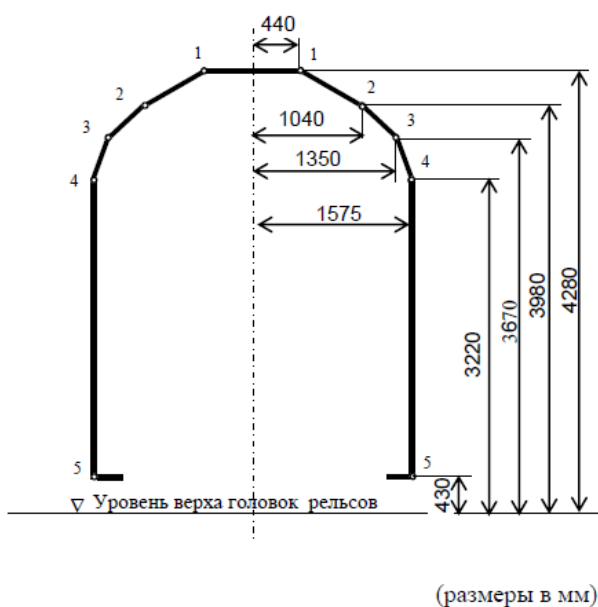
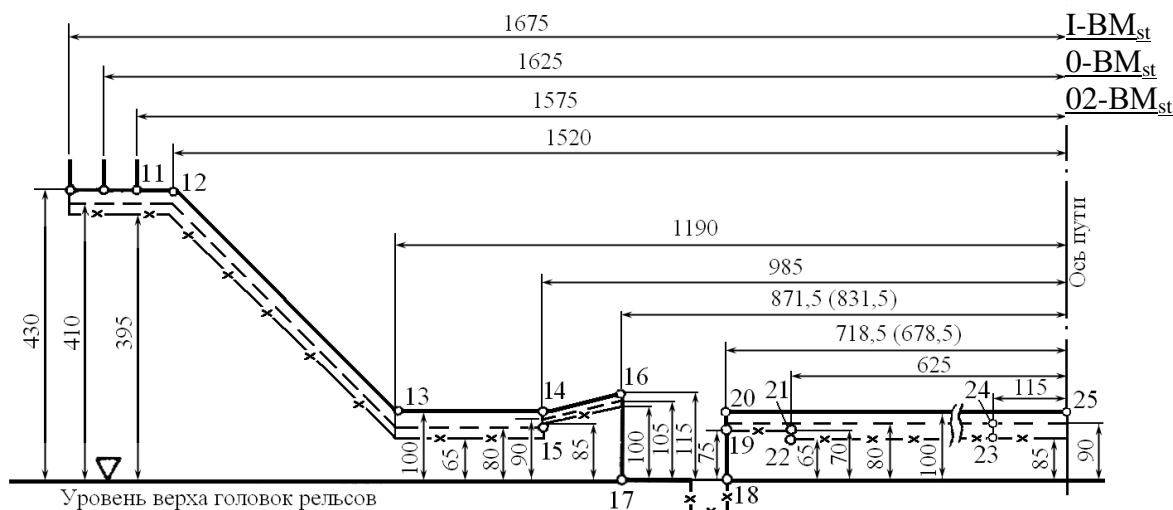


Рисунок 1.6. Верхнее очертание статического габарита подвижного состава 03-ВМ_{st}



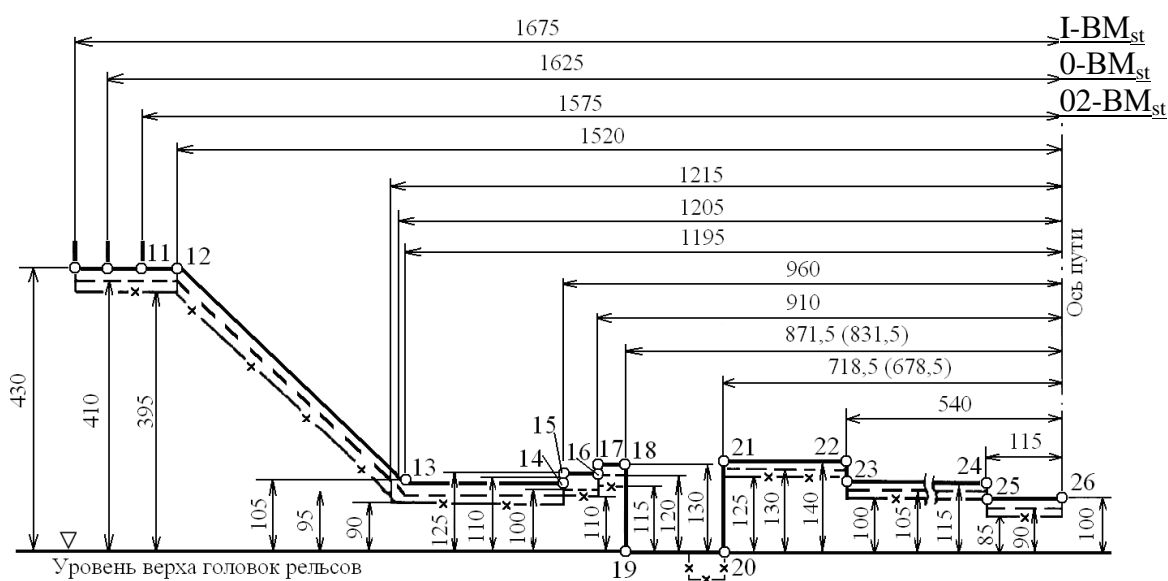
Размеры дробью: в числителе – для железнодорожного подвижного состава, предназначенного для международных сообщений; в знаменателе – только для железных дорог колеи 1520 мм. Размеры в скобках относятся к железным дорогам колеи 1435 мм.

Рисунок 1.7. Нижние очертания габарита подвижного состава не проходящего сортировочные горки, оборудованные вагонными замедлителями.



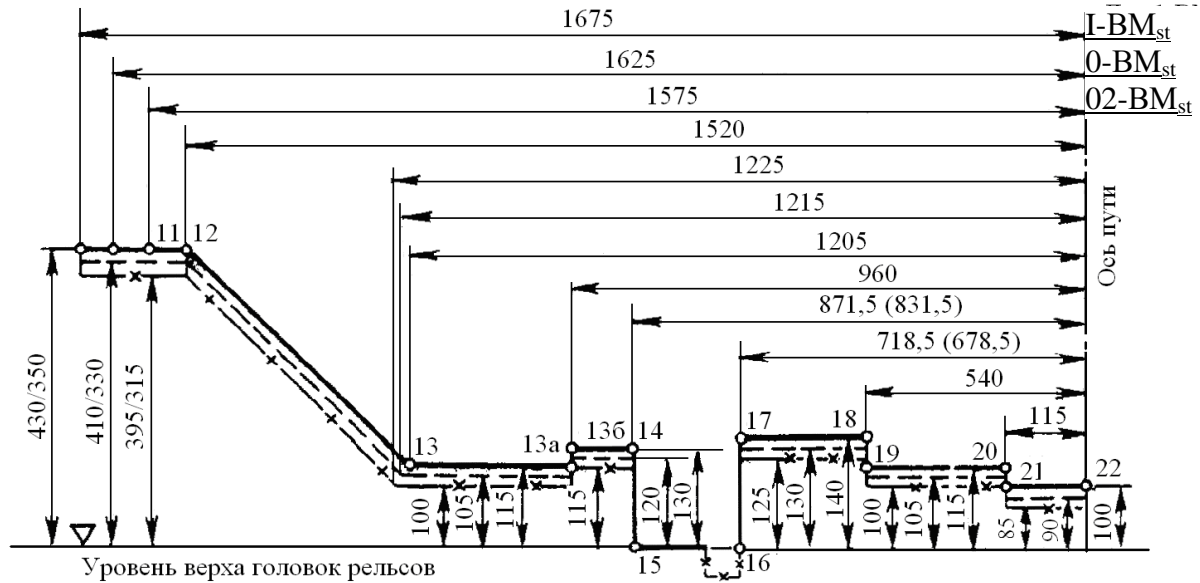
Размеры в скобках относятся к железным дорогам колеи 1435 мм.

Рисунок 1.8. Нижнее очертание габаритов для подвижного состава, проходящего по сортировочным горкам, оборудованным вагонными замедлителями при нерабочем (отторможенном) их положении (включая пути сортировочных горок железных дорог государств - участников СНГ).



Размеры в скобках относятся к железным дорогам колеи 1435 мм.

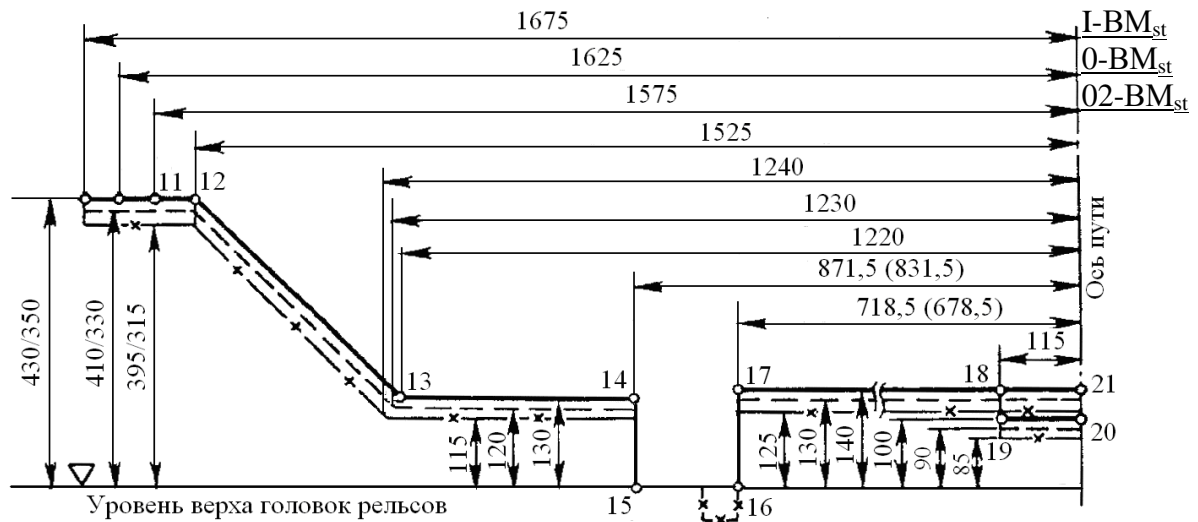
Рисунок 1.9. Нижнее очертание габаритов для подвижного состава, проходящего по сортировочным горкам, оборудованным вагонными замедлителями при любом их положении (включая пути сортировочных горок железных дорог государств - участников СНГ).



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

Размеры в скобках относятся к железным дорогам колеи 1435 мм.

Рисунок 1.10. Нижнее очертание габаритов для подвижного состава, проходящего по сортировочным горкам, включая пути сортировочных горок, оборудованным вагонными замедлителями при любом их положении



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

Размеры в скобках относятся к железным дорогам колеи 1435 мм.

Рисунок 1.11. Нижнее очертание габаритов для подвижного состава, проходящего по сортировочным горкам, оборудованным вагонными замедлителями при любом их положении и по пути, оборудованному устройством для надвига вагонов

а)

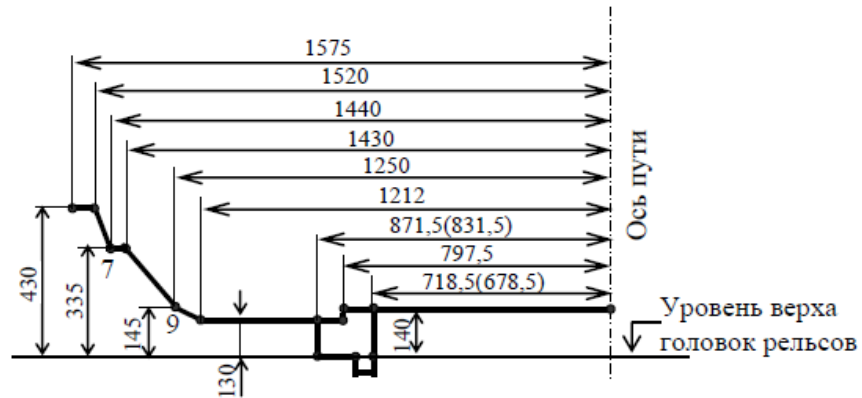
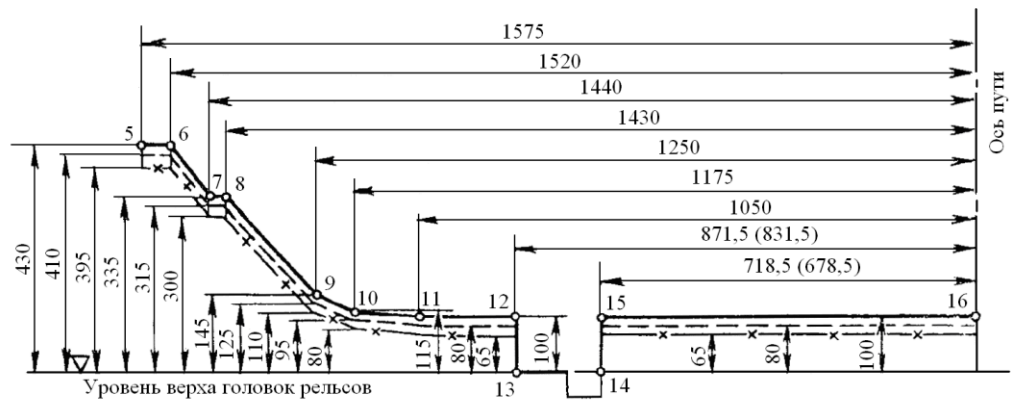
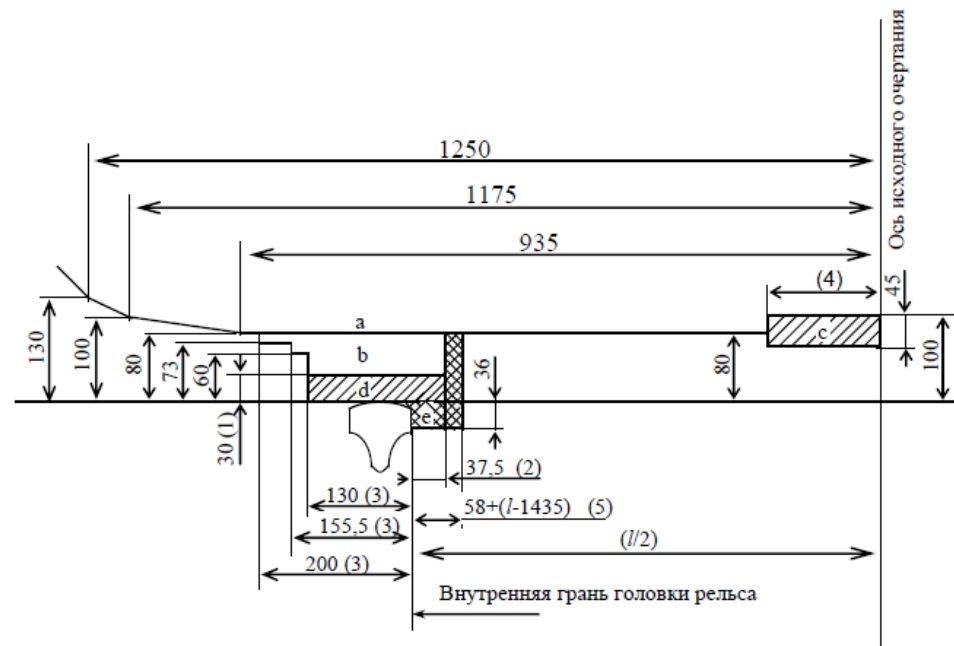


Рисунок 1.12. Нижние очертания габарита подвижного состава 03-ВМ_{st}, проходящего по сортировочным горкам, оборудованным вагонными замедлителями при любом их положении.



- для обрессоренных частей кузова;
- - - - - для частей, укрепленных на обрессоренной раме тележки;
- х— для необрессоренных частей.

Рисунок 1.13. Нижние очертания габарита подвижного состава 03-ВМ_{st}, не проходящего сортировочные горки, оборудованные вагонными замедлителями.



- а) Пространство для деталей, удаленных от колес.
- б) Пространство для деталей вблизи колес.
- с) Пространство контактных щеток типа «крокодил».
- д) Пространство для колес и деталей, которые могут соприкасаться с рельсами.
- е) Пространство, которое может занимать только гребнями колес.

Рисунок 1.14. Нижние очертания кинематического габарита подвижного состава GC для деталей, 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

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.

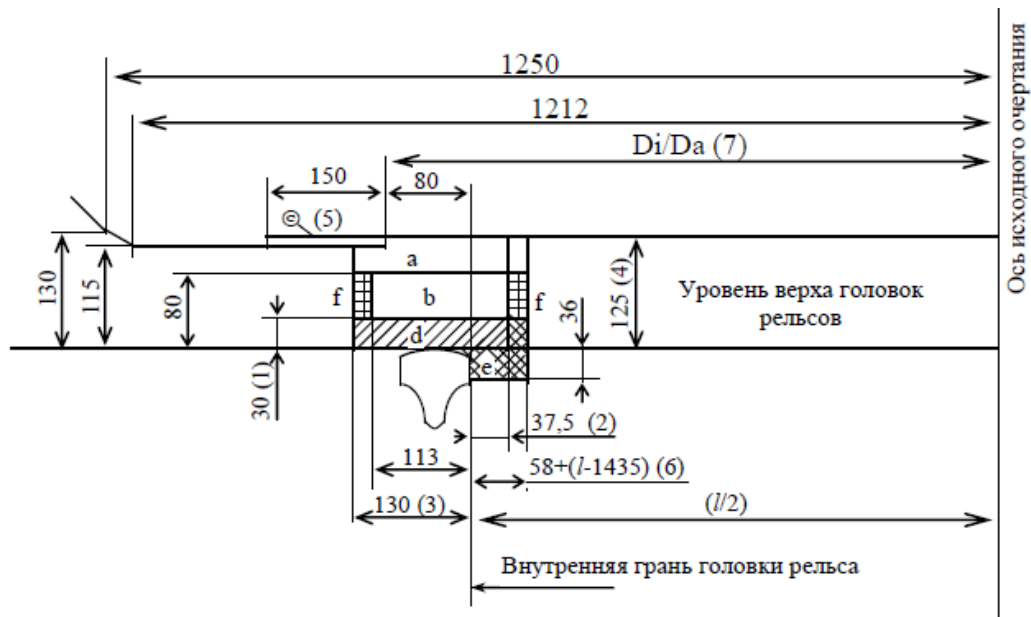
3) Фактическое граничное положение наружных торцовых поверхностей колес и связанных с ними деталей.

4) Если подвижной состав находится в кривой радиусом 250 м (наименьший радиус для монтажа «крокодилов») и шириной колеи 1435 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 противоположный рельс. Этот размер зависит от уширения колеи.

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



(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.

Рисунок 1.15. Нижние очертания кинематического габарита подвижного состава 03-ВМ_к для деталей, расположенных над головкой рельса на высоте менее 130 мм, который может проходить через сортировочные горки с вагонными замедлителями и другими устройствами в рабочем 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.

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.

б) Фактическое предельное положение внутренней торцевой поверхности колес, если колесная пара прилегает к противоположному рельсу. Этот размер зависит от уширения пути.

7) Учитывается применение сортировочных устройств в кривых.

1.4. В качества оси габаритов подвижного состава 1-ВМ_{st}, 0-ВМ_{st}, 02-ВМ_{st}, 03-ВМ_k, 03-ВМ_{st} принимается вертикальная линия, проходящая посередине между обоими рельсами прямого горизонтального пути. От этой оси отсчитываются горизонтальные поперечные размеры габаритов подвижного состава, называемые их полушириной. Вертикальные размеры габаритов подвижного состава отсчитываются от уровня верха головок рельсов (плоскости катания).

1.5. Для обеспечения нормальной эксплуатационной работы железных дорог подвижной состав основных видов в нижней части должен отвечать следующим, установленным Памяткой О 500 требованиям:

1.5.1. Грузовые вагоны, предназначенные для международных сообщений в пределах железных дорог - членов ОСЖД, должны вписываться в нижнее очертание габаритов 02-ВМ_{st}, 03-ВМ_k, 03-ВМ_{st}, показанные на рис. 1.7 – 1.15.

1.5.2. Вновь проектируемые пассажирские, багажные, почтовые и почтово-багажные вагоны, предназначенные для международных сообщений в пределах железных дорог - членов ОСЖД, должны в нижней части, для пассажирских вагонов только в порожнем состоянии, быть в пределах соответствующего очертания, указанного на одном из рис. 1.7 – 1.15.

1.5.3. Локомотивы, предназначенные для международных сообщений в пределах железных дорог - членов ОСЖД, должны вписываться в нижнее очертание одного из габаритов 1-ВМ_{st}, 0-ВМ_{st}, 02-ВМ_{st}, 03-ВМ_k, 03-ВМ_{st}.

1.5.4. У локомотивов, тендеров, моторных вагонов могут опускаться тормозные колодки, песочница и рельсоочистители, а у локомотивов и моторных вагонов также и необрессоранные части на высоту до 55 мм, считая от уровня верха головок рельсов, если эти части остаются в кривых внутри пространства, очерченного для колес, а у вагонов, кроме того, в пределах между крайними осями.

У вагонов могут опускаться части, расположенные за пределами крайних осей на высоту до 150 мм над уровнем верха головок рельсов, если они остаются внутри пространства, очерченного для колес.

Меньшие значения высот должны быть обоснованы расчетом.

1.6. Верхнее и нижнее очертание габарита подвижного состава для вновь строящегося подвижного состава устанавливается техническими требованиями и техническим заданием на его проектирование.

1.7. Специальные машины, проектируемые по габаритам 1-ВМ_{st}, 0-ВМ_{st}, 02-ВМ_{st}, 03-ВМ_k, 03-ВМ_{st}, применяемые при постройке, содержании и ремонте пути /путеукладчики, балластеры, щебнеочистительные машины и др. / должны вписываться в соответствующий габарит в транспортном положении.

В рабочем положении машин допускаются отступления от установленного габарита, разрешаемые соответствующей дорогой. Однако конструкция и правила эксплуатации машин, построенных с отступлениями в рабочем положении от габарита, должны предусматривать при их использовании безопасность эксплуатационной работы на перегонах и станциях.

Нижние очертания габаритов, применяемые для специальных машин, устанавливаются в зависимости от их назначения техническими требованиями и техническим заданием на их проектирование.

1.8. Для обеспечения перечисленных требований строительные размеры (строительное очертание) каждого проектируемого по габаритам 1-ВМ_{st}, 0-ВМ_{st}, 02-ВМ_{st}, 03-ВМ_k, 03-ВМ_{st} подвижного состава должны устанавли-

ливаться в зависимости от их индивидуальных свойств, определяющих величину возможных их смещений в эксплуатации и размеры строительного очертания.

Под строительным очертанием понимается поперечное, перпендикулярное оси пути очертание, наружу которого, не должна выступать ни одна часть вновь проектируемого подвижного состава в порожнем состоянии при его нахождении на прямом горизонтальном пути и при совмещении продольной, вертикальной серединой плоскости с осью пути.

Строительное очертание определяется путем уменьшения размеров соответствующего габарита на величину возможных смещений подвижного состава с учетом наибольших допускаемых износов деталей его ходовых частей.

Методика такого уменьшения устанавливается единой для всех железных дорог - членов ОСЖД.

1.9. Для отдельных деталей подвижного состава, при ремонте которых может возникнуть потребность увеличения их размеров, следует на величины увеличения последних дополнительно ограничить размеры строительного очертания, определенного для них по приводимой ниже методике.

Необходимость такого ограничения должна быть указана заказчиком в техническом требовании и задании на вновь проектируемый подвижной состав.

1.10. Окончательные размеры строительного очертания следует устанавливать с учетом обеспечения возможности работы отдельных, частей вновь проектируемого подвижного состава в сочетании с частями существующего подвижного состава /подкатка колесных пар с другими диаметрами колес или другими типами подшипников, подкатка старотипных тележек и др./ и соблюдением при этом габаритных требований.

1.11. Вновь проектируемый подвижной состав не должен выходить за пределы строительного очертания с учетом не только номинальных

размеров, но и заводских (конструкторских и технологических) допусков, принятых при его изготовлении и сборке. В критических случаях следует учитывать прогибы рамы подвижного состава. Номинальные размеры частей и деталей подвижного состава должны отвечать проектному очертанию, которое устанавливается путем уменьшения размеров строительного очертания для этих частей и деталей на величину их конструктивных и технологических допусков.

1.12. Подвижной состав, построенный для использования в международном сообщении, маркируется согласно памятке ОСЖД О 581/1 следующими условными знаками:

МС - вагоны габарита 03-ВМ (03-ВМ_к, 03-ВМ_{st});

МС-1 - вагоны габарита 1-ВМ_{st};

МС-0 - вагоны габарита 0-ВМ_{st};

МС-02 - вагоны габарита 02-ВМ_{st}.

МС-2 - вагоны габарита 2-ВМ

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ГАБАРИТОВ *1-ВМ_{st}*, *0-ВМ_{st}*, *02-ВМ_{st}*, *1-ВМ_к*, *02-ВМ_к*, *03-ВМ_к*, *03-ВМ_{st}*, ГЦ (ГС)

2.1.1. Общие положения

Вертикальные размеры габаритов подвижного состава в точках 1-8 /см. рис. 1.1 и 1.6/ являются одновременно и теми максимальными строительными размерами по верху, которые может иметь проектируемый по ним подвижной состав в ненагруженном состоянии при отсутствии

износов, которые могут уменьшить размеры подвижного состава по высоте, т.е.

$$H_{1-8} = H_{1-8}^W, \quad (2.1)$$

При этом для локомотивов, изотермических вагонов /в том числе вагонов рефрижераторных поездов/, пассажирских вагонов, а также отдельных специальных видов подвижного состава под ненагруженным состоянием понимается состояние, когда отсутствуют не только полезная нагрузка, но и предметы экипировки - топливо, вода, смазка, песок, лед и др.

По точкам 9-10 верхних частей габаритов подвижного состава допустимые вертикальные строительные размеры определяются так же, как и по точкам 11-21 нижних очертаний.

Наименьшие допускаемые вертикальные строительные размеры нижней части проектируемого подвижного состава следует определять путем увеличения вертикальных размеров в точках 11-21 габаритов подвижного состава /см. рис. 1.7 - 1.11/ на величину возможного в эксплуатации статического параллельного понижения k_i подвижного состава вследствие максимально нормируемого износа ходовых частей, а для обрессоренных деталей - и вследствие статического прогиба рессор, под расчетной нагрузкой по формуле

$$H_{11-21} = H_{11-21}^W + k_i. \quad (2.2)$$

Вертикальные размеры должны определяться:

- поверху - при колесах наибольшего возможного диаметра;
- понизу - при колесах наименьшего возможного диаметра;

- поверху и понизу должны быть проверены, исходя, из условия пропуска его через радиус вертикальной кривой, равном 500 м.

Наименьшие допускаемые вертикальные строительные размеры подвижного состава, проектируемого в нижней части по рис. 1.7- 1.15, должны быть дополнительно проверены, исходя, из условия пропуска его через сортировочные горки при минимальном радиусе вертикальной кривой горба горки, равном 250 м.

2.1.2. Определение понижений различных частей подвижного состава.

2.1.2.1. Колесные пары и буксы

Возможное понижение этих частей равно:

$$h_1 = 0,5 (D_{max} - D_{min}) + \Delta h_1, \quad (2.3)$$

2.1.2.2. Рама тележек

- Необрессоренная рама тележки

$$h_2 = h_1 + \Delta h_2, \quad (2.4)$$

- Обрессоренная рама тележки

$$h_2 = h_1 + f_1 + f_{01}, \quad (2.5)$$

Величину f_1 следует определять по формуле

$$f_1 = 0,5 R_p \cdot \lambda_1, \quad (2.6)$$

Названия обозначений, приведенных здесь и далее, даны в приложении 1.

Расчетная нагрузка P_D для определения величин статических прогибов рессорного подвешивания принимается равной весу полезной нагрузки и весу предметов экипировки согласно табл. 2.1.

Таблица 2.1.

Вид подвижного состава	Расчетная нагрузка	
	Полезная нагрузка	Предметы экипировки ^{*/}
I	2	3
Вагоны: грузовые всех типов /кроме изотермических/ Изотермические	Масса груза в пределах грузоподъемности То же	Масса льда, соли, топлива, рассола и других предметов экипировки
Пассажирские вагоны дальнего следования /мягкие, купированные, жесткие/, вагоны электро- и дизельпоездов дальнего следования /колеи 1435 мм/ и меж-областные /сжд/	Масса пассажиров с багажом	Масса воды, топлива и других предметов экипировки
Вагоны багажные, почтовые, грузопочтовые	Масса груза в пределах грузоподъемности	Масса вода, топлива и других предметов экипировки
Пригородные вагоны, включая вагоны электросекций, электро- и дизельпоездов и автомотрисы	Масса пассажиров с ручной кладью	
Локомотивы: тепловозы и паровозы		Масса воды, топлива, песка, смазки и других предметов экипировки
Электровозы		Масса песка, смазки и других предметов экипировки

^{*/} Если масса предметов экипировки полностью или частично включена в тару, то она при определении расчетной нагрузки совсем не учитывается, или учитывается только в части, не учтенной в таре.

Примечание: До разработки единых для всех железных дорог - участниц ОСЖД числовых значений величин, определяющих расчетную нагрузку и указанных в табл. 3.1, они устанавливаются каждой дорогой самостоятельно и рассылаются другим дорогам.

2.1.2.3. Надрессорная /центральная/ балка тележки

$$h_3 = h_2 + f_2 + f_{02} + \Delta h_3, \quad (2.7)$$

Величину прогиба рессор f_2 , мм следует определять по формуле:

$$f_2 = 0,5 R_p \cdot \lambda_2, \quad (2.8)$$

2.1.2.4. Кузов

$$h_4 = h_3 + \Delta h_4, \quad (2.9)$$

Для деталей, шарнирно укрепляемых на указанных в п.2.1.2.1-2.1.2.4 основных частях подвижного состава, при определении их возможного понижения необходимо дополнительно учитывать износы в шарнирах Δh_0

При жестком креплении деталей - следует применять формулы, указанные для соответствующей части подвижного состава, к которой крепится деталь.

При расчете понижений частей подвижного состава, расположенных на значительных расстояниях от опорных пятников /в средних и концевых сечениях/*/ следует дополнительно учитывать прогибы /деформации/ элементов конструкции от расчетной нагрузки в тех случаях, когда они достигают сравнительно больших значений и могут привести к появлению в эксплуатации деталей, опасных в габаритном отношении.

При этом для частей, расположенных между средним сечением, а также между концевым и пятниковым сечениями прогиб под действием расчетной нагрузки определяют по линейному закону его изменения, причем прогиб в пятниковых сечениях принимают равным нулю.

Выше приведены понижения, принимаемые во внимание при определении вертикальных размеров основных частей подвижного состава; подобно этому, для каждой детали определяют понижения, которые она может иметь при эксплуатации, и по ним - ее вертикальные размеры понизу.

Расчет понижений подвижного состава, размеры нижних частей которого должны быть установлены из условия обеспечения его пропуска через механизированные сортировочные горки при расторможенном или рабочем положении вагонного замедлителя, но который на горочные пути подается только в порожнем состоянии /пассажирские вагоны и поезда согласно таблице 2.1/, необходимо производить без учета понижений, вызываемых полезной нагрузкой.

Однако необходимо, чтобы определенные таким образом значения E_H^w были не меньше, чем размеры, которые может иметь данный подвижной состав по условию его пропуска по остальным путям железных дорог. Поэтому для указанного подвижного состава делается проверочный расчет вертикальных размеров нижних частей, в котором за исходные принимаются размеры E_H^w нижнего очертания соответствующего габарита для подвижного состава, проходящего по всем путям, за исключением путей механизированных сортировочных горок, а понижение, определенное обычным, ранее указанным способом, т.е. с учетом понижения, вызываемого полезной нагрузкой.

За окончательные строительные размеры принимаются те, которые окажутся больше.

2.1.2.5. Максимальные числовые значения понижений подвижного состава

При проектировании вагонов следует стремиться к тому, чтобы максимально возможное в эксплуатации понижение их кузова и укрепленных на нем частей отвечало следующему условию:

^{x/} Объяснение понятий "внутреннее сечение", "наружное сечение" и "направляющее сечение" дано в п. 2.2.1.

$$h_4 \leq \rho_{max}, \quad (2.10)$$

Если это условие самой конструкцией вагона не обеспечивается, но может быть надежно осуществлено путем применения в эксплуатации регулирующих высоту устройств /прокладок и др./, то величину разрешается принимать в соответствии с выражением:

$$h_4 = h_3 + \Delta h_4 - A \leq \rho_{max}, \quad (2.11)$$

Если в эксплуатации не может быть гарантирована надежная работа регулирующих устройств, то для определения следует применять формулу /2.9/.

2.1.3. Особые случаи

При определении понижения нижних частей подвижного состава, регулируемых в процессе эксплуатации по высоте /путеочистители, катушки автостопа, кэбсигнализации и др./ величины износов ходовых частей, входящие в h_1 и h_4 , принимаются за период времени между регулировками.

Понижения полуобрессоренных деталей /т.е. деталей, опирающихся с одной стороны на необрессоренные, а с другой на обрессоренные части/ для сечений опирания деталей на необрессоренную /сечение I/ и обрессоренную /сечение 2/ части определяется, соответственно, как для необрессоренных и обрессоренных частей /рис. 2.1/. Величина понижения в остальных сечениях /сечение 3/ складывается из величины понижения детали в сечении ее опирания на необрессоренную часть и

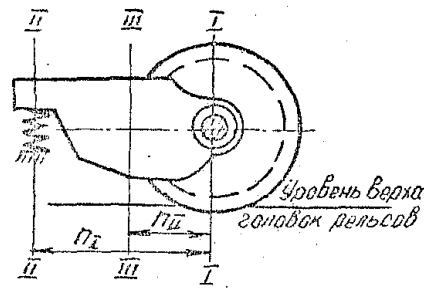


Рис. 2.1. Схема полуобрессоренной детали

части разности, определяемой по линейному закону между величинами понижения в сечениях опирания на обрессоренную и необрессоренную части.

При этом допускаемые вертикальные строительные размеры полуобрессоренных частей, расположенных в сечении 3, определяются по формуле:

$$H_{H_{III}} = H_{H_I} + (H_{H_{II}} - H_{H_I}) \frac{r_{II}}{r_I}, \quad (2.12)$$

При расчете понижений обрессоренных узлов и деталей подвижного состава на пневмоподвешивании вместо равномерной статической осадки рессор у порожнего подвижного состава и равномерного прогиба рессорного подвешивания от расчетной нагрузки учитывается возможное понижение обрессоренных частей при отключении рессорного подвешивания, принимаемое равным разности высот пневморессор в рабочем и полностью опущенном состоянии.

2.1.4. Проверка возможности прохода подвижным составом вертикальной кривой горба сортировочной горки.

При проходе подвижного состава по вертикальной кривой горба горки ни одна часть подвижного состава не должна касаться стационарного оборудования горки в месте перелома профиля. Поскольку на протяжении всего горба горки не допускается расположение каких-либо устройств,

выступающих выше уровня головок рельсов, то проверка должна подтвердить, что ни одна часть подвижного состава при прохождении вертикальной кривой горба минимального радиуса $R = 250$ м не опускается ниже уровня головки рельса. Для соблюдения этого требования высота H_H частей вновь достроенного подвижного состава во внутренних сечениях должна отвечать условию:

$$H_H \geq h_L + h_{R_L} \quad (2.13)$$

Величину h_{R_L} следует определять в зависимости от R , а также от угла перелома профиля горки γ , длины базы подвижного состава l расстояния n_i от ближайшего шкворня тележки и направляющей оси нетележечного подвижного состава до рассматриваемой детали по следующим формулам (для $\text{tg } \gamma = 0.085$; $R = 250$ м)

- для подвижного состава, база l которого равна или менее длины $l_0 = 21,25$ м предельной хорды вертикальной кривой горба горки, т.е. $l \leq l_0$ /рис. 2.2/

$$h_{R_L} = 2 n_i (l - n_i) + 0,5 \rho^2, \quad \text{мм} \quad (2.14)$$

- для подвижного состава, база l которого больше длины предельной хорды $l_0 = 21,25$ м вертикальной кривой горба горки /рис. 2.3/ $l > l_0$

$$\begin{aligned} \text{а. при } n_i &\geq 0,5 (l - l_0) & (2.15) \\ h_{R_L} &= 21,25 l - 0,5 (l - 2n_i)^2 - 226 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{б. при } n_i &< 0,5 (l - l_0) & (2.16) \\ h_{R_L} &= 42,5 n_i \end{aligned}$$

Части подвижного состава, расположенные в консольных сечениях, должны быть проверены на возможность прохода подвижного состава на

горку и спуска его в подгорочный парк на вогнутых участках перелома профиля.

Для обеспечения такого прохода высота H_H частей вновь построенного подвижного состава, расположенных в консольных сечениях, должна отвечать условию:

$$H_H \geq H_H^W + h_L + h_{R\alpha} \quad (2.17)$$

$$h_{R\alpha} = 2(nl + n^2) + \frac{2h_{\text{нп}} \cdot r_s \cdot \text{tg} \gamma_0}{l} \left(\frac{l+2n}{l} \right) \quad (2.18)$$

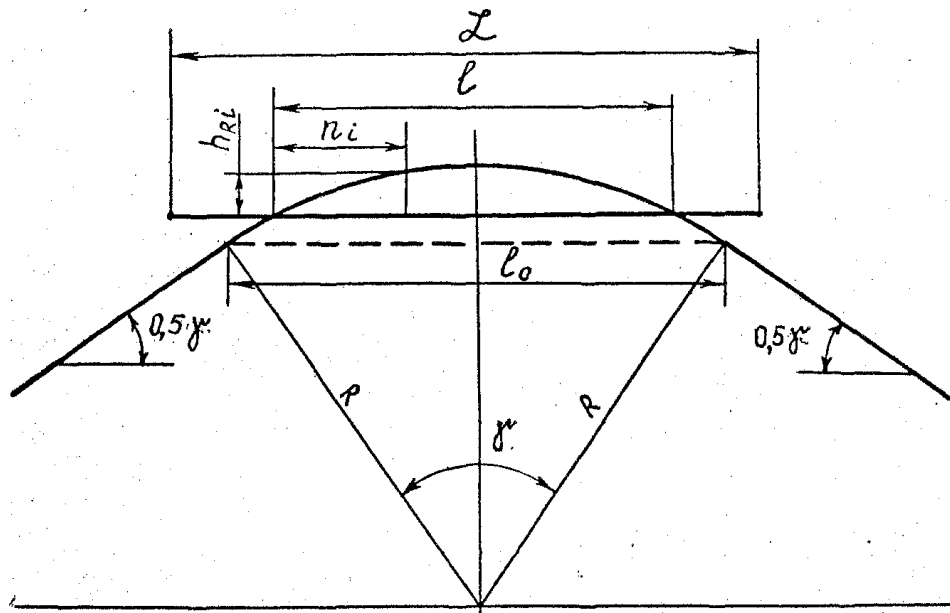


Рис. 2.2. Схема для определения h_{Ri} $l \leq l_0$

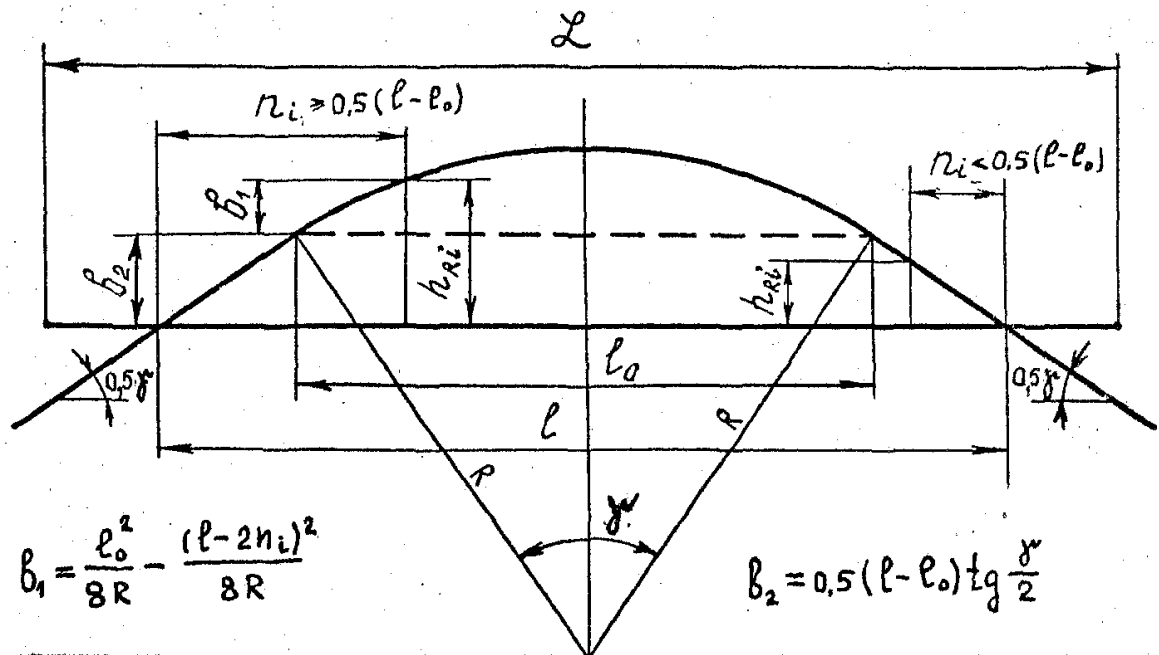


Рис. 2.3. Схема для определения h_{ri} при $l > l_0$

2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА СТАТИЧЕСКИХ ГАБАРИТОВ 1-ВМ_{sb} 0-ВМ_{sb} 02-ВМ_{sb} 03-ВМ_{st}

2.2.1. Общие положения

Максимальные допускаемые горизонтальные строительные размеры проектируемого подвижного состава получаются путем уменьшения поперечных размеров соответствующего габарита с каждой стороны на величину возможных в эксплуатации параллельных горизонтальных смещений данного подвижного состава относительно среднего положения в прямом горизонтальной пути с учетом величин коэффициентов K /обозначаемых как ограничения/ и при учете возможных параллельных вертикальных перемещений. Так как величины смещений в каждом поперечном сечении подвижного состава различны, все поперечные сечения в зависимости от их положения по длине подвижного состава подразделяются на три вида:

направляющие - проходящие через оси колесных пар - у двухосных единиц подвижного состава, через вертикальные оси шкворней тележек - у четырехосных и через вертикальные оси шкворней главных балок – многоосных, у 4-осных бесшкворневых вагонов направляющее сечение проходит через сечение, где геометрический вынос равен нулю;

внутренние - расположенные между направляющими сечениями /в пределах базы подвижного состава/;

наружные - расположенные снаружи направляющих сечений /за пределами базы подвижного состава/.

Соответственно этому различают ограничения ширины подвижного состава - для направляющих сечений – E_0 , ограничения внутренние – E_i и наружные – E_a .

Таким образом, в данном поперечном сечении максимально допускаемая строительная ширина подвижного состава $2B$ на некоторой высоте H^w над уровнем верха головок рельсов равна:

$$2B = 2B^w - 2E, \quad (2.19)$$

При проведении расчетов по методике, приводимой ниже, подлежат учету только положительные значения ограничений E . Если значения E_0 , E_i или E_a окажутся отрицательными, то они принимаются равными нулю, а ширина подвижного состава - равной ширине габарита, т.е. $2B = 2B^w$.

За базу подвижного состава принимается расстояние между направляющими сечениями железнодорожного подвижного состава.

2.2.2. Определение ограничений ширины подвижного состава для различных его частей

2.2.2.1. Ограничение ширины кузова и укрепленных на нем частей

Ограничение для направляющих сечений

$$E_0 = 0,5(s-d) + q + w + [\kappa_1 - \kappa_3] - \kappa \quad (2.20)$$

внутреннее ограничение /для внутренних сечений/

$$E_i = 0,5(s-d) + q + w + [\kappa_2(\ell - n_i)n_i + \kappa_1 - \kappa_3] - \kappa + \alpha \quad (2.21)$$

наружное ограничение /для наружных сечений/

$$E_\alpha = [0,5(s-d) + q + w] \frac{2n_\alpha + \ell}{\ell} + [\kappa_2(\ell + n_\alpha)n_\alpha - \kappa_1 - \kappa_3] - \kappa + \beta \quad (2.22)$$

Для определения допустимой ширины кузова и укрепленных на нем частей расчет ведется сначала для трех сечений: направляющего, внутреннего среднего и наружного концевого. Это позволяет сразу определить минимальное ограничение в направляющем сечении, максимальное - в концевом или среднем сечениях и найти таким образом верхнюю и нижнюю границы ширины кузова и укрепленных на нем в указанных сечениях частей. При определении ограничения для среднего сечения в формуле /2.21/ принимается $n_i = 0,5 \ell$.

Для определения допустимых размеров деталей, укрепляемых на кузове в промежуточных сечениях, по его длине делается расчет ограничений для каждого из этих сечений.

Для получения наглядного представления о допустимой ширине кузова и укрепленных на нем частей в пределах всей его длины строится график изменения ограничений вдоль длины вагона в виде горизонтальной

габаритной рамки. Внутренние и наружные ограничения в этом случае определяются при изменении значений r_{α} и r_{β} через 0,5 м /или другую величину/; на полученные величины ограничений уменьшается затем с каждой стороны прямоугольник, имеющий ширину соответствующего габарита, а длину - кузова вагона.

Определение допустимой ширины тележек производится по аналогии с вышеуказанным методом.

2.2.2.1.1. Числовое значение величины $0,5 (s-d)$ в целях упрощения расчетов принимают равным 30 мм. При необходимости учета более точных значений этой величины она принимается:

для верхнего и нижнего очертаний габаритов, в прямых и кривых

$$0,5 (s-d) = 0,5 /1465 - 1410/ = 27,5 \text{ мм}$$

где 1465 - наибольшая ширина /в мм/ колеи в кривых и прямых участках пути на европейских железных дорогах колеи 1435 мм;

1410 - минимальное расстояние /в мм/ между наружными гранями предельно изношенных гребней бандажей на колее 1435 мм.

Для вагонов, локомотивов и других единиц подвижного состава специального назначения, имеющих ограниченный круг обращения или иные износы бандажей, величину максимального бокового смещения предельно изношенной колесной пары $0,5(s-d)$ следует определять самостоятельно в каждом отдельном случае.

2.2.2.1.2. При определении величин смещений q и w учитываются номинальные значения конструктивных разбегов соответствующих деталей в одну сторону из среднего положения, а также их увеличение вследствие максимально возможных односторонних износов.

При этом величина q складывается из смещений буксы относительно колесной пары / q' / и смещения рамы тележки относительно буксы / q'' /:

$$q = q' + q'' \quad (2.23)$$

Для букс с подшипниками скольжения смещение q' образуется из смещения подшипника по шейке, клина по подшипнику и буксы по клину. Для букс с подшипниками качения смещение q' равно нулю; смещение q'' необрессоренной /опирающейся непосредственно на буксы/ рамы тележки - это смещение между боковой рамой и буксой; у обрессоренной - q'' - это смещение буксовых направляющих /челюстей/ относительно букс или шпинтонов бесчелюстных тележек в отверстиях приливов букс.

При определении строительного очертания для деталей шарнирно укрепленных на раме тележки, кроме смещений q' и q'' , должны учитываться смещения Δq_i - вследствие зазоров в шарнирах и их износов, т.е. возможное смещение q_i для таких деталей равно:

$$q_i = q' + q'' + \Delta q_i = q + \Delta q_i \quad (2.24)$$

Величина W включает смещение надрессорной балки относительно рамы тележки W' и смещение пятника по подпятнику W'' /или скользуна по скользуну/, т.е.

$$W = W' + W'' \quad (2.25)$$

При вычислении ограничения для детали, укрепленной на кузове и имеющей возможность перемещаться относительно него на величину ΔW , смещения этой детали W_i относительно рамы тележки должно определяться с учетом и указанного дополнительного бокового перемещения ΔW , т.е.

$$W_i = W + \Delta W \quad (2.26)$$

Таким образом, перемещение кузова W_k относительно колеса равно:

$$w_k = q + w \quad (2.27)$$

Для кузова вагонов на трехосных тележках величина $q+w$ по сравнению с вагонами на двухосных тележках должна быть дополнительно увеличена на смещение шкворневой балки относительно надрессорной балки, а для кузова вагона на четырехосных тележках с соединительной балкой - на величину смещения пятника по пятнику, установленному на соединительной балке.

2.2.2.1.3. Числовые значения коэффициентов K , K_1 , K_2 и K_3 , принимаемые при проектировании подвижного состава по габаритам $1-BM_{st}$, $0-BM_{st}$, $02-BM_{st}$, $03-BM_{st}$, приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Габарит	Точки габарита	Значения коэффициентов			
		k , мм	k_1 , мм	k_2 , мм	k_3 , мм
		0	$0,625 p^2$	2,5	180
$1-BM_{st}$	1-11				
	Остальные точки	25			
$0-BM_{st}$	1-11	75	$0,5 p^2$	2	0
	Остальные точки	25			
$02-BM_{st}$	1-4	75			
	Остальные точки	25			
$03-BM_{st}$	1-5	75			
	Остальные точки	25			
Примечание – В таблице обозначение p – база тележки железнодорожного подвижного состава, м.					

2.2.2.1.4. Входящие в формулы /2.21/ и /2.22/ дополнительные ограничения α и β имеют место только у отдельных типов подвижного состава, имеющих увеличенную длину и базу, и определяются из условия вписывания в кривую радиуса $R = 150$ м.

Принимается:

Для габарита $0-BM_{st}$, $02-BM_{st}$, $03-BM_{st}$ и нижней части габарита $1-BM_{st}$

$$\alpha = 0, \text{ если } \ell n_i - n_i^2 + 0,25\rho^2 \leq 100; \quad (2.28)$$

$$\alpha = 1,333(\ell n_i - n_i^2 + 0,25\rho^2 - 100), \text{ если } \ell n_i - n_i^2 + 0,25\rho^2 > 100; \quad (2.29)$$

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 0, \text{ если } \ell n_\alpha + n_\alpha^2 - 0,25\rho^2 \leq 120; \\ \beta &= 1,333(\ell n_\alpha + n_\alpha^2 - 0,25\rho^2 - 120), \text{ если } \ell n_\alpha + n_\alpha^2 - 0,25\rho^2 > 120 \end{aligned} \right\} \quad (2.30)$$

Для верхней части габарита 1-ВМ_{ст}

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 0, \text{ если } \ell n_i - n_i^2 + 0,25\rho^2 \leq 72; \\ \alpha &= 0,833(\ell n_i - n_i^2 + 0,25\rho^2 - 72), \text{ если } \ell n_i - n_i^2 + 0,25\rho^2 > 72; \end{aligned} \right\} \quad (2.31)$$

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 0, \text{ если } \ell n_\alpha + n_\alpha^2 - 0,25\rho^2 \leq 72; \\ \beta &= 0,833(\ell n_\alpha + n_\alpha^2 - 0,25\rho^2 - 72), \text{ если } \ell n_\alpha + n_\alpha^2 - 0,25\rho^2 > 72; \end{aligned} \right\} \quad (2.32)$$

Для подвижного состава, не используемого в международной сообщении, вопрос о дополнительных ограничениях α и β определяемых из условия вписывания в кривую радиуса $R = 150$ м, решается самостоятельно каждой отдельной дорогой-участницей ОСЖД. У обычного подвижного состава величины α и β равна нулю.

2.2.2.1.5. В таблице 2.2 и формулах /2.28/-/2.32/ за базу тележки принимается:

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

$$r^2 = r_0^2 + r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + \dots + r_n^2 \quad (2.33)$$

где r_0 – база ходовой тележки; $r_1, r_2, r_3 \dots r_n$ – расстояние между опорными точками первой, второй, третьей и n -й соединительных балок.

При различных величинах базы тележек у одного и того же подвижного состава в расчет принимается:

- для определения значений E_0 и E_i - величина большей базы, а для значения - величина меньшей базы.

У двухосных вагонов $p = 0$.

2.2.2.1.6. Если при проектировании железнодорожного подвижного состава по верхней части габарита 1-ВМ_{st} в приведенных формулах (2.20 – 2.22) отдельно взятая величина в скобках $(k_1 - k_3)$, $[k_2 (1 - n)n + k_1 - k_3]$ или $[k_2 (1 + n)n - k_1 - k_3]$ окажется отрицательной, то она не учитывается, т.е. принимается равной нулю.

При расчетах ограничений E_0 , E_B и E_H для железнодорожного подвижного состава габаритов 0-ВМ_{st}, 02-ВМ_{st}, 03-ВМ_{st} и нижней части железнодорожного подвижного состава габарита 1-ВМ_{st} 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.

2.2.2.2. Ограничение ширины тележки и ее частей

При расчете ограничений для тележки из формул /2.20/-/2.22/ исключаются смещения, совершаемые кузовом относительно тележки. При этом расчетные формулы ограничений приобретают вид:

для рамы тележки и укрепленных на ней частей

$$E_0 = 0,5(s-d) + q + \Delta q + [k_1 - k_3] - \kappa, \quad (2.34)$$

$$E_i = 0,5(s-d) + q + \Delta q + [k_2 (\rho - r'_i) r'_i - k_3] - \kappa, \quad (2.35)$$

$$E_{\alpha} = [0,5(s-d) + q + \Delta q] \frac{2r'_\alpha + \rho}{\rho} + [k_2 (\rho + r'_\alpha) r'_\alpha - k_3] - \kappa, \quad (2.36)$$

Где $\Delta q = \Delta q_0 + \Delta q_i$

Для частей, укрепленных на колесных парах

Приведенные на чертежах 1.7, 1.8 и 1.9 размеры 718,5 (678, 5) и 871,5 (831,5) соответствуют центральному расположению полномерных колесных

пар на прямом, не имеющем возвышения пути. Поэтому ограничения для частей, расположенных на колесных парах, следует определять с учетом смещений колес относительно рельсов и с учетом возможного их смещения относительно колес, по формуле:

$$E_0 = E_l = E_\alpha = 0,5(s-d) + \Delta q_0 - \kappa \quad (2.37)$$

Для тележки, по аналогии с кузовом, внутренние сечения располагаются в пределах ее базы P_1 , а наружные - за пределами этой базы.

Правила выбора значений E_0 , E_B и E_H для тележки те же, что и для кузова (п.2.2.2.1.6.), сохраняются также особенности определения ограничений с учетом пропуска подвижного состава через замедлители.

2.2.2.3 Числовые значения поперечных смещений вагонов отдельных типов

Возможные в эксплуатации поперечные смещения $q + w$ вагонов существующих типов можно принимать в пределах, указанных в табл.2.3.

Таблица 2.3

Возможные смещения	Для 2-осных грузовых и пассажирских вагонов	Для вагонов 4-х осных	
		грузовых на подшипниках	пассажирских на подшипниках
		качения	качения
кузова	15-30	5-25	25-40
тележки	-	5-20	5
буксы	10	0	0

При проектировании нового подвижного состава все возможные горизонтальные смещения должны вычисляться в соответствии с особенностями конструкции их рессорного подвешивания и ходовых частей.

Для вагонов, аналогичных или близких по конструкции и условиям эксплуатации к существующим, рассматриваемые величины могут приниматься согласно данным таблицы 2.3

2.2.2.4. Особенности расчета ограничения ширины вагонов, проходящих через вагонные замедлители при заторможенном их положении

Вычисление ограничений E_0 , E_B и E_H и определение по ним соответствующих поперечных размеров строительного очертания проектируемого подвижного состава по приведенным формулам производят для точек I-II верхних очертаний габаритов 1-ВМ_{st}, 0-ВМ_{st}, 02-ВМ_{st}, 03-ВМ_{st} и точек 12, 13. их нижних очертаний.

Остальные точки нижних очертаний габаритов 1-ВМ_{st}, 0-ВМ_{st}, 02-ВМ_{st}, 03-ВМ_{st} регламентированы соответствующими размерами вагонных замедлителей, поэтому расчет ограничений для нижних частей подвижного состава, расположенных в области этих точек /13а, 13б, 14 и т.д./ следует производить с учетом особенностей прохода подвижного состава через замедлители /малая скорость движения, наличие замедлителей в кривых $R = 180$ м и др./ по следующим формулам:

для нижних частей кузова

$$E_0 = 0,5(s-d) + q + 0,5w, \quad (2.38)$$

$$E_i = 0,5(s-d) + q + 0,5w + 2,8(\ell - n_i)n_i + 0,7\rho^2, \quad (2.39)$$

$$E_\alpha = [0,5(s-d) + q + 0,5w] \frac{2n_\alpha + \ell}{\ell} + 2,8(\ell + n_\alpha)n_\alpha - 0,7\rho^2, \quad (2.40)$$

для нижних частей рамы тележки и укрепленных на ней деталей

$$E_0 = 0,5(s-d) + q + \Delta q, \quad (2.41)$$

$$E_i = 0,5(s-d) + q + \Delta q + 2,8(\rho - n'_i)n'_i, \quad (2.42)$$

$$E_\alpha = [0,5(s-d) + q + \Delta q] \frac{2n'_\alpha + \rho}{\rho} + 2,8(\rho + n'_\alpha)n'_\alpha. \quad (2.43)$$

для частей, укрепленных на колесной паре

$$E_0 = E_i = E_\alpha = 0,5(s-d) + \Delta q_0 \quad (2.44)$$

Допустимую ширину деталей b_κ , опускающихся в канавку, ограниченную точками габаритов 1-ВМ_{st} и 0-ВМ_{st} 14, 15, 16 и 17 /рис. 2.4/,

$$b_\kappa = 130 - 2E$$

для подвижного состава, который может тормозиться вагонными замедлителями, следует определять по формулам:

$$b_k^p = 130 - 2E \quad /\text{колея } 1520 \text{ мм}/ \quad (2.45)$$

$$b_k^p = 119 - 2E \quad /\text{колея } 1435 \text{ мм}/ \quad (2.46)$$

где E - ограничение, определенное по формулам (2.38)-(2.43).

Если получается, что $b_k < 0$, то ни одна из деталей не может опускаться в пространство, ограниченное точками 14, 15, 16 и 17.

В тех случаях, когда значения $E \geq 76,5$ мм, то для построения нижней части строительного очертания подвижного состава, вписываемого в очертание по рис. 1.9 -1.11, необходимо определить, на каком расстоянии B_n от оси пути происходит изменение высоты строительного очертания с $H_{Н17}$ на $H_{Н14}$, которые отличаются друг от друга вследствие разницы согласно рис. 1.9-1.11 в размерах $H_{Н17}^w$ и $H_{Н14}^w$ /рис. 2.5/. Это расстояние /граница перепада высот/ определяется по формуле:

$$B_n = 720 + E \quad /\text{колея } 1520 \text{ мм}/ \quad (2.47)$$

$$B_n = 680 + E \quad /\text{колея } 1435 \text{ мм}/ \quad (2.48)$$

где E - ограничения, определяемые по формулам (2.38) - (2.39).

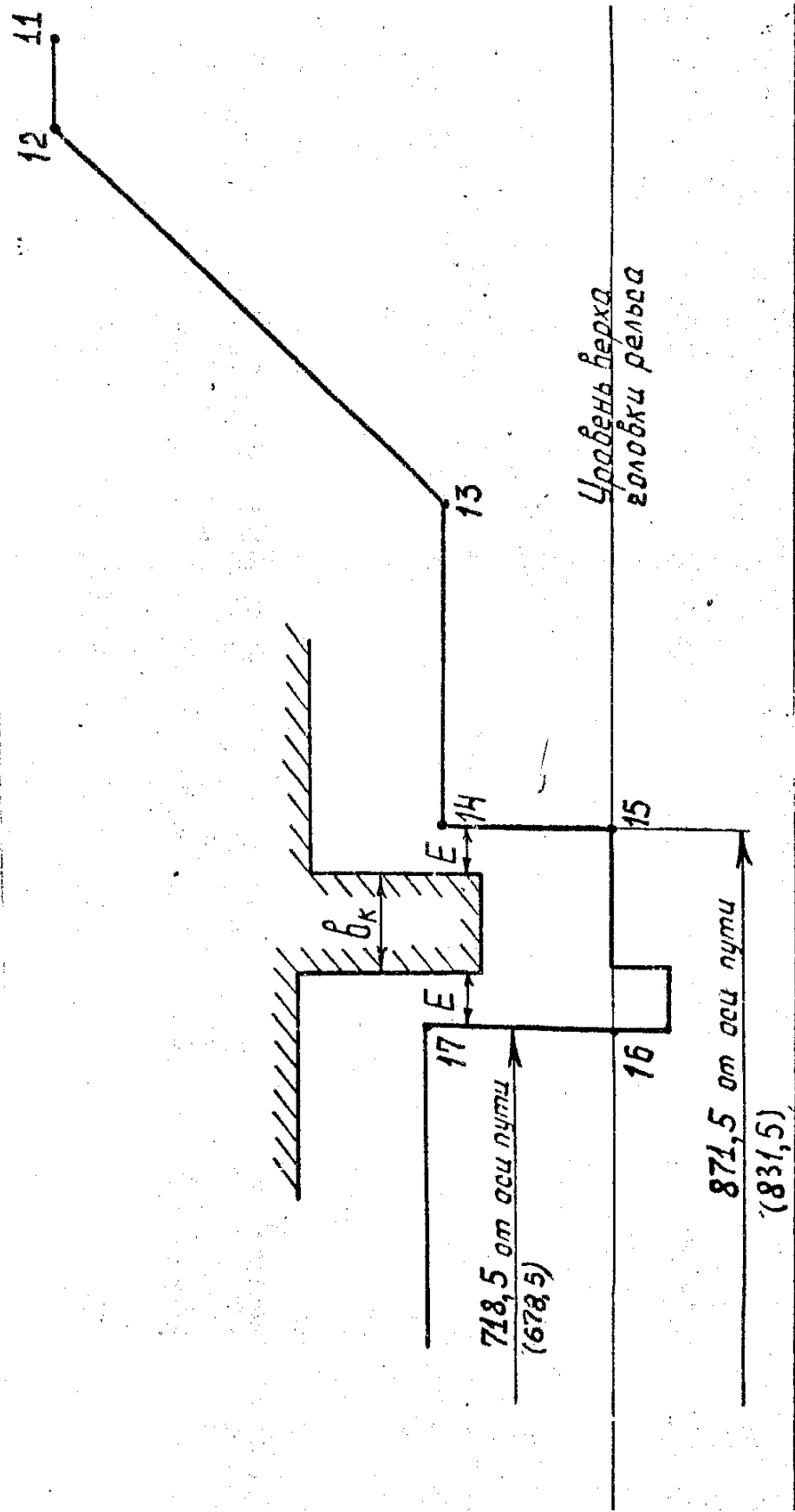


Рис. 2.4. Схема к расчету ширины деталей, опускающихся в канавку для прохода колес

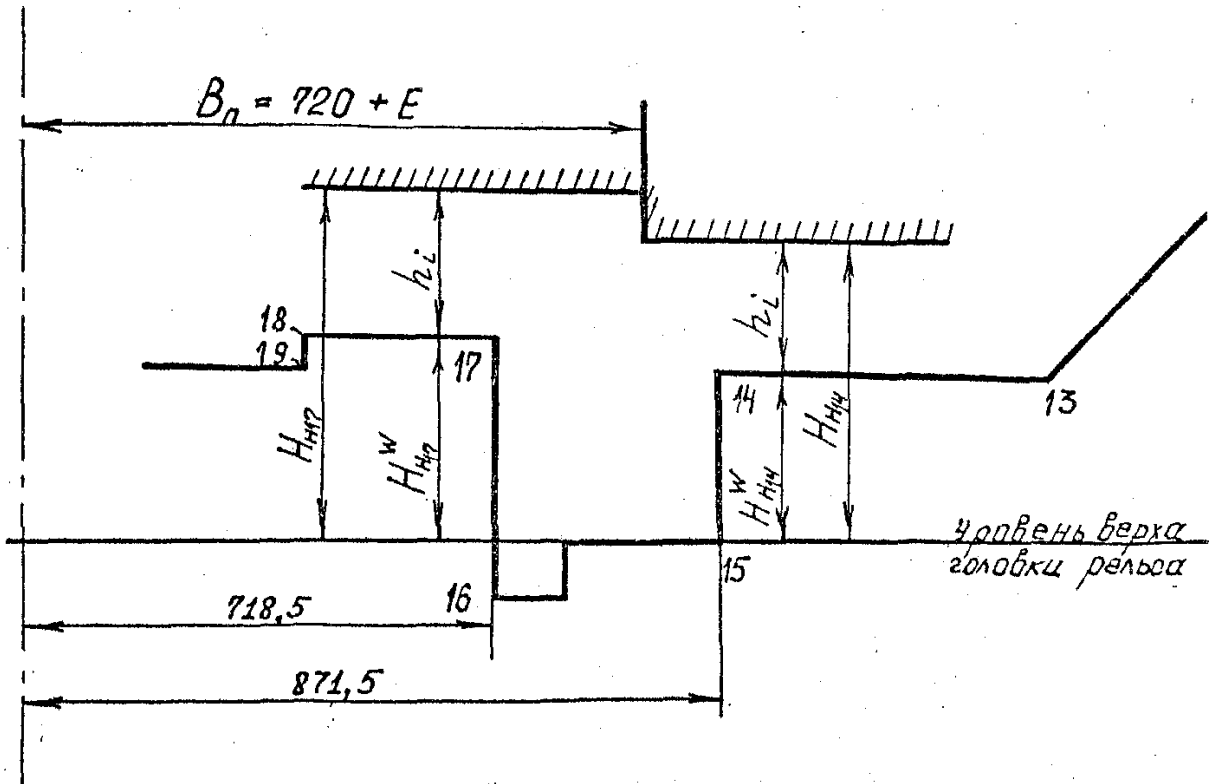


Рис. 2.5. Схема к расчету границы перепада высот в области канавки для прохода колес

2.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ОЧЕРТАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ГАБАРИТОВ ГЦ (ГС), 1-ВМ_к, 02-ВМ_к, 03-ВМ_к

2.3.1. Обозначения, используемые в расчетах кинематического габарита

Обозначение	Определения
E_i	Внутреннее ограничение (уменьшение) половины ширины исходного очертания габарита для сечений вагона, расположенных между крайними осями двухосного вагона или между шкворнями тележек, м
E_a	Наружное ограничение половины ширины исходного очертания габарита для сечений вагона, расположенных снаружи крайних осей двухосного вагона или снаружи шкворней тележек, м
a	Расстояние между крайними осями двухосного вагона или между шкворнями тележек – база вагона, м
n	Расстояние от рассматриваемого поперечного сечения вагона до ближайшей крайней оси двухосного вагона или ближайшего шкворня тележки, м
n_i	То же для рассматриваемого внутреннего сечения вагона, расположенного между колесными парами или шкворнями, м
n_a	То же для рассматриваемого внешнего сечения вагона, расположенного снаружи колесных пар или шкворней, м
n'_i, n'_a	То же от внутреннего и наружного поперечного сечения рамы тележки.
P	База тележки (расстояние между осями тележек), м
d	Предельное значение расстояния между наружными гранями гребней предельно изношенных колесных пар железнодорожного подвижного состава (ширина колеи 1,435 м), измеряемое ниже круга катания на расстоянии 10 мм, составляет 1,410 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
Δq	Возможное поперечное смещение деталей относительно рамы тележки вследствие зазоров и износов в шарнирах соединения с рамой, мм.
R	Радиус пути в кривой, м
w	Поперечное смещение между рамами тележек и кузовом, м
$w_{i,R}$	Поперечное смещение кузова относительно тележки, зависящее от радиуса кривой, по направлению внутрь кривой, м

Обозначение	Определения
$w_{a,R}$	Поперечное смещение кузова относительно тележки по направлению к наружной стороне кривой, м
w_{∞}	Поперечное смещение кузова относительно тележки при нахождении вагона в прямой, м
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 (для колеи 1435 мм); 0,075 м (для колеи 1520 мм))</p> $\frac{s}{30} h-h_c \quad \left(\text{для колеи } 1435 \text{ мм} \right) \qquad \frac{s}{20} h-h_c \quad \left(\text{для колеи } 1520 \text{ мм} \right)$
	<p>Часть отклонения, обусловленная асимметрией (поперечное смещение вследствие асимметрии, превышающей 1° для колеи 1435 мм; 0,6° для колеи 1520 мм)</p> $\operatorname{tg}(\eta_0 - 1^\circ \text{ (или } 0,6^\circ))_0 h-h_c $
	<p>Сумма двух частей при необходимости увеличивается на член, учитывающий недостаток или избыток возвышения наружного рельса в размере $D(I) = 0,200$ м (1435 мм); $D(I) = 0,150$ м (1520 мм)</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> $z = \left[\frac{s}{30} + \operatorname{tg}[\eta_0 - 1^\circ]_0 \right] \cdot h-h_c + \left[\frac{s}{10} h-h_c - 0,04[h-0,5]_0 \right]_0$
	<p>Для вагонов, имеющих зазор в скользунах (J) более чем 5 мм</p> $z = \left\{ \frac{s}{30} + \operatorname{tg} \left[\eta_0^B + \left(\operatorname{arctg} \frac{(J-0,005)_0}{b_G} \right) (1+s) - 1^\circ \right]_0 \right\} h-h_c + \left[\frac{s}{10} h-h_c - 0,04[h-0,5]_0 \right]_0$ <p>Или</p>

	$z = \left\{ \frac{s}{20} + \operatorname{tg} \left[\eta_0^B + \left(\operatorname{arctg} \frac{(J - 0,005)_{\gamma_0}}{b_G} \right) (1 + s) - 1^\circ \right]_{\gamma_0} \right\} h - h_c +$ $+ \left[\frac{s}{10} h - h_c - 0,04 [h - 0,5]_{\gamma_0} \right]_{\gamma_0}$
	<p>Особые случаи: 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 \end{array} \right\} \text{ то } z = \frac{4s}{30} h_c - h $ <p>и не зависит от h_c и s</p> <p>Если $h = h_c$, то $z = 0$</p> <p>Для необрессоренных частей $z = 0$</p>
s	<p>Коэффициент наклона подвижного состава: если железнодорожный 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>
s_1, s_2	Коэффициент наклона соответственно обрессоренных рамы тележки и кузова.
h	Высота данной точки вагона от уровня верха головок рельсов, м
h_c	Высота центра поворота кузова вагона относительно уровня верха головок рельсов, м
η_0	Асимметрия железнодорожного подвижного состава в градусах вследствие строительных и регулировочных допусков и возможности неравномерного распределения нагрузки (в градусах)

Обозначение	Определения
<p>h_1</p> <p>h_2</p> <p>h_3</p>	<p>Расстояние по вертикали от оси колесной пары</p> <p>- до центра тяжести обрессоренных частей тележки, м.</p> <p>- до центра тяжести кузова, м.</p> <p>- до верхней опорной поверхности рессор центрального подвешивания подвижного состава, м.</p>
G_1	Масса обрессоренных частей тележки, кН.
G_2	Масса загруженного обрессоренного кузова подвижного состава, кН.
C_1, C_2	Вертикальная жесткость рессор соответственно буксового и центрального подвешивания с одной стороны подвижного состава, кН/м.
C_3	Поперечная жесткость упругого подвешивания кузова подвижного состава, кН/м.
b_1, b_2	Половина расстояния между серединами комплектов рессор в поперечном направлении соответственно буксового и центрального подвешивания, м.
α, β	Дополнительные ограничения полуширины подвижного состава с базой и длиной более, соответственно, 17 и 24 м, получаемые из условия вписывания в кривую радиуса 150 м, мм.
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	<p>Дополнительное ограничение для внешних сечений железнодорожного подвижного состава с большой базой x_a проявляется,</p> <p>если $an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} > 120$.</p> <p>Этот член ограничивает предоставляемое железнодорожному подвижному составу пространство в кривых радиуса между 250 м и 150 м</p>
l	Ширина колеи с учетом предельных отклонений. Принимается 1,465 м для всех габаритов, кроме верхнего очертания габарита 1-ВМ. Для него следует принимать размер 1,546 м
b_G	Расстояние между скользунами, м
S	Коэффициент квазистатического наклона, зависящий от гибкости рессорного подвешивания

2.3.2. Расчет ограничений для поперечных сечений по шкворням тележек – направляющие сечения ($n=0$) производят по формуле:

$$E_0 = \frac{1,465-d}{2} + q + w_{\infty} + z \quad (2.49)$$

2.3.3. Расчет ограничений для внутренних сечений, расположенных между шкворнями тележек ($n=ni$), производят по формуле:

$$E_i = \frac{1,465-d}{2} + q + w_i + z + \left[0,0025 \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right) - 0,180 \right]_{>0} + [\alpha]_{>0} \quad (2.50)$$

0,180 м - геометрический вынос расчетного вагона в расчетной кривой ($R=200$ м)

2.3.4. Расчет ограничений для наружных сечений, расположенных снаружи шкворней тележек ($n = na$), производят по формуле:

$$E_a = \left[\frac{1,465-d}{2} \right] \frac{n+a}{a} + (q+w) \frac{2n+a}{a} + z + \left[0,0025 \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) - 0,180 \right]_{>0} + [\beta]_{>0} \quad (2.51)$$

$$z = \left[\frac{s}{30} + tg(\eta_0 - 1^\circ) \right]_{>0} * |h - h_c| + \left[\frac{s}{10} |h - h_c| - 0,04 |h - 0,05| \right]_{>0} \quad (2.52)$$

В случае, если:

$$- h < 0,5 \text{ м и } \eta_0 \leq 1^\circ, \text{ то } z = \frac{4s}{30 |h - h_c|} \quad (2.53)$$

$$- s \leq 0,4 \text{ и } \eta_0 \leq 1^\circ, \text{ то } z = \frac{s}{30} |h - h_c|, \quad (2.54)$$

$$- \alpha = 0, \text{ если } 0,000833(an - n^2 + 0,25p^2) \leq 0,072, \quad (2.55)$$

$$- \alpha = 0,000833(an - n^2 + 0,25p^2) - 0,072, \text{ если } 0,000833(an - n^2 + 0,25p^2) > 0,072 \quad (2.56)$$

$$- \beta = 0, \text{ если } 0,000833(an + n^2 - 0,25p^2) \leq 0,072, \quad (2.57)$$

$$- \beta = 0,000833(an + n^2 - 0,25p^2) - 0,072, \text{ если } 0,000833(an + n^2 - 0,25p^2) \geq 0,072 \quad (2.58)$$

$$s_2 = \frac{(1 - \frac{h_3}{h_2})(1 - \frac{G_1 h_1 + G_2 h_2}{2C_1 b_1^2}) + \frac{C_2}{C_1} (\frac{b_2}{b_1})^2 (1 + \frac{G_1 h_1}{G_2 h_2} + \frac{G_2}{h_2 C_3})}{\frac{2C_2 b_2^2}{G_2 h_2} - \left[\frac{C_2}{C_1} (\frac{b_2}{b_1})^2 (1 + \frac{G_1 h_1}{G_2 h_2}) \right] - \left[(1 - \frac{h_3}{h_2})(1 - \frac{G_1 h_1 + G_2 h_3}{2C_1 b_1^2}) \right]} \quad (2.59)$$

2.3.5. Расчет ограничений для обрессоренной рамы тележки и укрепленных на ней частей для точки 2 габаритов GC, 1-ВМк, 2-ВМк и 3-ВМк и выше расположенных точек производится по формулам:

- для направляющих сечений

$$E_0 = 0,5(l - d) + q + \Delta q + z \quad (2.60)$$

- для внутренних сечений

$$E_i = 0,5(l - d) + q + \Delta q + \left[2,5(p - n'_i) - 180 \right]_{,0} + z \quad (2.61)$$

- для наружных сечений

$$E_a = 0,5(l - d) \frac{n'_a + p}{p} + q \frac{2n'_a + p}{p} + \Delta q + [2,5(n'_a + p)n'_a - 180]_{,0} + z \quad (2.62)$$

Где

$$z = \left[\frac{s_1}{20} + \operatorname{tg}(\eta_0 - 0,6^\circ) \right]_{>0} (h^w - h_0)_{>0} + \left[\frac{s}{10} (h^w - h_0)_{>0} - 0,04(h^w - 500)_{>0} \right]_{>0} \quad (2.63)$$

$$s_1 = \left[1 - \frac{G_2 h_2}{2C_2 b_2^2} \left(1 - \frac{h_3}{h_2} \right) \right] s_2 - \frac{G_2 h_2}{2C_2 b_2^2} \left(1 - \frac{h_3}{h_2} \right) \quad (2.64)$$

В приведенных формулах расчета ограничений знак «>0» означает, что выражение, стоящее перед знаком, учитывается только при его положительных значениях; при отрицательных значениях выражение принимается равным 0.

2.3.6. Расчет ограничений для высокоскоростного железнодорожного подвижного состава с устройством наклона кузова

Расчет ограничений E_a , E_0 , E_i , ведут по формулам (2.49) – (2.51) с учетом в них дополнительного слагаемого.

Устройство наклона кузова предназначено для компенсации центробежного ускорения при движении в кривых.

Железнодорожный подвижной состав с устройством наклона кузова может иметь в кривых более высокую скорость движения, а непогашенное поперечное ускорение может возрастать до $1,82 \text{ мс}^{-2}$ (недостаток возвышения 278 мм) вместо $1 - 1,3 \text{ мс}^{-2}$ у обычного железнодорожного подвижного состава.

Устройство наклона кузова снижает действующее на пассажиров поперечное ускорение.

При отказе устройства железнодорожный подвижной состав должен обеспечивать уровень ускорений не более, чем у обычного железнодорожного подвижного состава.

Активное устройство наклона поворачивает кузов внутрь кривой, центробежное ускорение направлено наружу кривой.

Возникающая разность перемещений Z , м, подлежит дополнительному учету в формулах ограничений E_i (для внутренних сечений) и E_a (для наружных сечений). Величина Z может быть определена при активном устройстве наклона по формулам:

для ограничений E_i

$$\Delta Z_i = \operatorname{tg}\beta(h-h_0) - \frac{S}{l} J_p (h-h_c), \quad (2.65)$$

для ограничений E_a

$$\Delta Z_a = \left[\frac{S}{l} J_p (h-h_c) - \frac{0,4}{l} (J_c - 0,05)(h-0,5) > 0 \right]_{>0} - \operatorname{tg}\beta(h-h_0), \quad (2.66)$$

где S – коэффициент квазистатического наклона, зависящий от гибкости рессорного подвешивания;

J_p – значение недостатка возвышения наружного рельса, принимаемого для железнодорожного подвижного состава с активным устройством наклона кузова, м;

J_c – максимальный недостаток возвышения, установленный службой пути, $J_c = \frac{a_{нп}}{g} l$, м;

β – максимальный угол наклона, установленный для железнодорожного подвижного состава с активным устройством наклона кузова, градус;

g – ускорение земного тяготения, м/с²;

$a_{нп}$ – непогашенное поперечное ускорение, м/с²;

h_0 – высота от головок рельса до центра вращения кузова, определяемого активным устройством наклона, м;

h_c – высота от головок рельсов до центра поворота кузова на рессорном подвешивании, м;

0,4 – расчетный коэффициент наклона;

l – расстояние между кругами катания колес по рельсам, при колее

1435 мм равно 1,5 м, при колее 1520 мм – 1,58 м.

При пассивном устройстве наклона кузова принудительный наклон кузова внутрь кривой происходит пропорционально недостатку возвышения.

При пассивном устройстве наклона кузова в формулах ограничений влияние устройства подлежит учету величиной $\Delta Z'$ по формулам:

на высоте $h < h_0$

$$\Delta Z' = -\frac{S}{l} J_p (h - h_0), \quad (2.67)$$

на высоте $h > h_0$

$$\Delta Z' = \frac{S}{l} J_p (h - h_0). \quad (2.68)$$

3. ГАБАРИТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ЗАКАЗЕ И ПРИЕМКЕ НОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

3.1. Технические требования и задание на вновь проектируемый и строящийся подвижной состав должны включать следующие данные по габаритам:

а) наименование габарита и номер рисунка его нижнего очертания согласно памятке О 500;

б) максимальный и минимальный диаметры колес, которые могут быть использованы под проектируемым подвижным составом в процессе его эксплуатации;

в) типы тележек, которые могут быть использованы под проектируемым подвижным составом в процессе его эксплуатации.

3.2. Организация, проектирующая и строящая подвижной состав, обязана представить заказчику следующие материалы по вписыванию проектируемого подвижного состава в указанный в технических условиях габарит:

а) расчеты по вписыванию проектируемого подвижного состава в заданный габарит, произведенные в соответствии с настоящими указаниями и данными, содержащимися в утвержденном техническом задании;

б) комплект чертежей по вписыванию проектируемого подвижного состава в заданный габарит, который должен включать:

чертежи общих видов (поперечного, продольного и в плане) проектируемого подвижного состава с указанием номинальных габаритных размеров его основных частей (кузова, тележки и др.) и укрепленных на них дополнительных устройств (поручней, подножек, дымовытяжных труб, дефлекторов, сигнальных и смотровых устройств, насосов, резервуаров, аккумуляторных ящиков, путеочистителей и др.);

схемы расположения надкузовного (накрышного) и подкузовного (подвагонного) оборудования с указанием габаритных размеров;

чертежи по вписыванию в заданный габарит отдельных деталей и узлов подвижного состава (охватывающие контуры рассматриваемых деталей и узлов, их номинальные габаритные размеры и полученные для них по расчету строительные очертания).

Под габаритными размерами понимаются расстояния от выступающих частей и устройств до продольной срединной вертикальной плоскости подвижного состава и ближайшего направляющего сечения - по горизонтали и от уровня верха головки рельса - по вертикали.

На указанные чертежи общих видов проектируемого подвижного состава и его отдельных узлов и деталей наносят полученные по расчету максимально допустимые строительные очертания и построенные с учетом принятых заводом конструктивных и технологических допусков проектные очертания для направляющих, средних и концевых сечений.

При этом должны быть выполнены следующие требования:

- номинальные размеры всех частей и деталей вновь проектируемого подвижного состава должны быть не более допускаемых для них соответствующими проектными очертаниями ;

- фактические размеры всех частей и деталей вновь построенного подвижного состава должны быть не более допустимых для них соответствующими строительными очертаниями;
- при ремонте и модернизации подвижного состава не допускается усовершенствование его конструкции с изменением номинальных габаритных размеров каких-либо частей и деталей без проведения дополнительных расчетов по проверке их вписывания в установленный габарит.

3.3. По материалам вписывания в заданный габарит вновь проектируемого подвижного состава устанавливаются части и детали, соответствие фактических размеров которых установленным для них максимально допустимым строительным размерам подлежит обязательной проверке при выпуске заводом подвижного состава.

В качестве контрольных устанавливаются предельно допустимые размеры частей и устройств подвижного состава, построенных с наиболее полным использованием габарита подвижного состава, несоблюдение которых может угрожать безопасности эксплуатации подвижного состава.

Проверка установленных контрольных строительных размеров подвижного состава в зависимости от его назначения, технологии изготовления, условий эксплуатации и объема производства может производиться как при выпуске каждой единицы подвижного состава, так и выборочно.

Выпуск с завода (приемка) вновь построенной единицы подвижного состава с нарушением допускаемых строительным очертанием габаритных размеров запрещается.

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕНЯЕМЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И ИХ НАЗВАНИЙ
ПРИ РАСЧЕТАХ СТАТИЧЕСКОГО ГАБАРИТА**

Обозначение	Размерность	Название
1	2	3
b_k	мм	Допустимая ширина частей подвижного состава, которые могут опускаться в канавку для прохода колес
d	мм	Минимально допустимое расстояние между наружными гранями предельно изношенных гребней колесных пар; для европейских железных дорог колеи 1435 мм $d = 1410$ мм
f_{01}	мм	Остаточная осадка рессор надбуксового буксового рессорного подвешивания, возможная в процессе эксплуатации /без учета их прогиба под нагрузкой/
f_{02}	мм	То же, центральных рессор.
f_1	мм	Статический прогиб рессор надбуксового подвешивания от расчетной нагрузки
f_0	мм	То же, центральных рессор
h_i	мм	Статическое параллельное понижение, возможное в эксплуатации вследствие максимально нормируемого износа ходовых частей и статического прогиба рессор подвижного состава под расчетной нагрузкой: для колесных пар и букс $i = 1$ для рамы тележки $i=2$ для надрессорной балки $i=3$ для кузова $i=4$

1	2	3
h_{Ra}	мм	Понижение расположенных в наружных поперечных сечениях нижних частей подвижного состава в местах перелома профиля путей надвига подвижного состава и его спуска в подгорочный парк вследствие кривизны вертикальных кривых и перераспределения вертикальной нагрузки на рессорные комплекты
h_{Ri}	мм	Понижение нижних частей подвижного состава, расположенных во внутренних сечениях, вследствие кривизны вертикальной кривой горба сортировочной горка
$h_{ум}$	мм	Расстояние от центра тяжести подвижного состава до нижней кромки подпятника тележечного подвижного состава или середины рессорных валиков двухосных вагонов
Δh_0	мм	максимально допустимое в эксплуатации понижение деталей, шарнирно укрепленных на необрессоренной или обрессоренной части подвижного состава
h_1	мм	Понижение / h_i / колесных пар и букс, а также жестко укрепленных на них частей
Δh_1	мм	Максимально допускаемый износ шейки оси по радиусу буксового подшипника и клина по толщине
h_2	мм	Понижение / h_i / необрессоренной или обрессоренной рамы тележки и жестко укрепленных на них частей
Δh_2	мм	Максимально допускаемый вертикальный износ опорных поверхностей буксы и опирающейся на нее рамы тележки
h_3	мм	Понижение / h_i / надрессорной балки и жестко укрепленных на ней частей

1	2	3
Δh_3	мм	Максимально допустимый износ в шарнирах люльки
h_4	мм	Понижение $/h_i /$ кузова подвижного состава и жестко, укрепленных на нем частей
Δh_4	мм	Максимально допустимый вертикальный износ пятника и подпятника /или скользунов, при опирании на скользуны/
l	м	Расстояние между шкворнями тележек или направляющими осями нетележечного подвижного состава /база подвижного состава/
l_0	м	Длина предельной хорды вертикальной кривой горба горки
n_a	м	Расстояние от рассматриваемого наружного поперечного сечения подвижного состава до его ближайшего шкворня или направляющей оси
n_i	м	Расстояние от рассматриваемого внутреннего поперечного сечения подвижного состава до его ближайшего шкворня или направляющей оси
n'_a	м	Расстояние от рассматриваемого наружного поперечного сечения тележки до ближайшей направляющей оси тележки
n'_i	м	Расстояние от рассматриваемого внутреннего поперечного сечения тележки /расположенного в пределах базы тележка/ до ближайшей направляющей оси тележки
n_l	м	Расстояние между поперечными сечениями опирания деталей на необрессоренную часть /сечение 1/ и обрессоренную часть /сечение 2/ подвижного состава

1	2	3
n_{Π}	м	Расстояние от поперечного сечения опирания полубрессоренной детали на необрессоренную часть подвижного состава до рассматриваемого сечения /сечение 3/ этой детали
p	м	База тележки
p_0	м	База ходовой тележки многоосного подвижного состава
p_1, p_2, \dots, p_n	м	Расстояние между опорными точками первой, второй, третьей и n-й соединительных балок
q	мм	Наибольшее возможное поперечное перемещение в направляющем сечении в одну сторону из центрального положения рамы тележки относительно колесной пары вследствие наличия зазоров при максимальных износах в буксовом узле и узле сочленения рамы тележки с буксой
q'	мм	Возможное поперечное смещение, из среднего положения буксы относительно колесной пары
q''	мм	То же рамы тележки относительно буксы
q_i	мм	Наибольшее возможное поперечное перемещение в одну сторону из центрального положения частей, укрепленных на раме тележки, относительно колесной пары вследствие наличия зазоров при максимальных износах в буксовом узле и узле сочленения рамы тележки с буксой: $i=1$ - для предохранительного стержня, серег и поддона $i=2$ - для надрессорной балки, $i=3, 4, \dots$ - для других частей.

1	2	3
Δq_i	мм	Возможное поперечное смещение детали, шарнирно укрепленной на раме тележки, относительно этой рамы вследствие зазоров в шарнире и их износов
Δq_0	мм	То же детали, укрепленной на колесной паре, относительно этой колесной пары
W	мм	Наибольшее возможное поперечное перемещение в направляющем сечении в одну сторону из центрального положения кузова относительно рамы тележки вследствие зазоров при максимальных износах и упругих колебаний в узле сочленения кузова и рамы тележки
W'	мм	Возможное поперечное смещение из среднего положения надрессорной балки относительно рамы тележки
W''	мм	Возможное поперечное смещение из среднего положения пятника относительно подпятника /или скользунов относительно друг друга - при опоре на скользуны/
ΔW	мм	Возможное поперечное смещение детали, шарнирно укрепленной на кузове, относительно этого кузова вследствие зазоров в шарнире и их износов
W_i	мм	Максимально возможное поперечное перемещение в направляющем сечении в одну сторону из центрального положения частей, укрепленных на кузове, относительно рамы тележки вследствие зазоров при максимальных износах и упругих колебаний в узле сочленения кузова и рамы тележки
W_k	мм	То же кузова, относительно колесной пары
A	мм	Высота подъема в эксплуатации частей вагона с помощью регулирующих приспособлений /подкладок и др./

1	2	3
B	мм	Максимально допустимая полуширина строительного очертания подвижного состава на любой высоте /без учета допусков/
B_{Π}	мм	Расстояние от оси пути до места, где происходит изменение высоты строительного очертания с H_{17} до H_{14} , при вписывании подвижного состава в нижнее очертание габаритов
B_{14}	мм	Расстояние от оси пути до точек 14 и 17 строительного очертания, ограничивающих ширину частей, могущих опускаться в канавку для прохода колес
B_{17}	мм	Максимальный диаметр круга катания колеса
D_{\max}	мм	Минимально допустимый в эксплуатации круг катания колеса
D_{\min}	мм	Ограничение полуширины габаритов подвижного состава для любого сечения, вписываемого в них подвижного состава
E	мм	То же, для наружных сечений подвижного состава
E_a	мм	То же, для внутренних сечений подвижного состава
E_0	мм	То же, для направляющих сечений подвижного состава
H^w	мм	Расстояние от уровня верха головок рельсов до любой точки габаритов подвижного состава
H^w_H	мм	То же, до точек нижних очертаний габаритов

1	2	3
H_{1-8}^W	мм	Высота от уровня головок рельсов до точек 1-8 габаритов подвижного состава
H_{11-21}^W	мм	То же, до точек 11-21
H_H	мм	Расстояние от уровня верха головок рельсов до любой точки строительного очертания, полученного при вписывании подвижного состава в нижние очертания габаритов
H_{H14} H_{H17}	мм	То же, до точек строительного очертания 14 и 17
H_{HI}	мм	Расстояние от уровня головок рельсов до точек полуобрессоренной детали в сечении опирания ее на необрессоренную часть подвижного состава <i>/сечение 1/</i>
H_{HII}	мм	То же, в сечении опирания ее на обрессоренную часть подвижного состава <i>/сечение 2/</i>
H_{HIII}	мм	То же, в любом месте между сечениями I и 2
H_{1-8}	мм	Расстояние от уровня головок рельсов до точек 1-8 строительного очертания подвижного состава, вписываемого в габарит
H_{11-21}	мм	То же, до точек строительного очертания 11-21
K	мм	Величина допускаемого выхода подвижного состава, проектируемого по габариту 0-ВМ и нижнему очертанию габарита I-ВМ, за очертание этих габаритов в расчетной кривой $R = 250$ м

1	2	3
K_1	мм	Величина дополнительного поперечного смещения в расчетной кривой тележечного подвижного состава за счет выноса тележек
K_2	-	Коэффициент, зависящий от величины расчетного радиуса
K_3	мм	Величина горизонтального уширения габарита приближения строений I-СМ вследствие геометрических выносов расчетного вагона в расчетной кривой $R = 200$ м
P_{max}	мм	Максимально допустимая разность высот буферов или продольных осей автосцепок вагонов в ненагружанном и груженом состоянии
P_p	кН	Расчетная нагрузка подвижного состава
Q_p	кН	Обрессоренная масса кузова подвижного состава с расчетной нагрузкой
S	мм	Максимально допустимая ширина колеи в кривой расчетного радиуса, принимаемая для европейских железных дорог колеи 1435 мм равной 1465 мм
α	мм	Дополнительное ограничение полуширины габаритов для внутренних сечений подвижного состава, имеющих увеличенную длину и базу, определяемое из условия движения в кривой радиусом $R = 150$ м
β	мм	То же, для наружных сечений
γ	°	Максимальный угол выпуклого перелома профиля пути на сортировочных горках
γ_0	°	Максимальный угол подъема путей надвига и спуска подвижного состава в подгорочный парк сортировочных горок

1	2	3
λ_1	мм/кН	Гибкость надбуксовых рессор тележки
λ_2	мм/кН	То же, центральных рессор
λ_3	мм/кН	Общая гибкость надбуксовых и центральных рессор тележки

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ДОПУСТИМЫХ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ
ПРОЕКТИРУЕМОГО ВАГОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СТАТИЧЕСКОГО ГАБАРИТА**

1. Общая характеристика вагона, заданный габарит, исходные расчетные данные

Расчеты выполняются для условного вновь проектируемого пассажирского вагона дальнего следования модели 66-200, на тележках КВЗ-ЦНИИ типа I, имеющих двухступенчатое подвешивание.

Вагон должен быть вписан в габарит 1-ВМ с очертанием понизу согласно фиг.9 Памятки 0 - Р-500.

Основные параметры вагона:

длина вагона по кузову/рама/, Z	м	- 23,6
база вагона, l_2	м	- 17,0
длина, консоли, l_a	м	- 3,3
база-тележки, P	м	- 2,4
масса вагона брутто, T	т	- 58
собственная масса /тара/ вагона,	т	- 50,0
полезная расчетная нагрузка, P_p	кН	- 83
гибкость надбуксового подвешивания, λ_b	мм/кН	- 0,189
гибкость центрального подвешивания, λ_c	мм/кН	- 0,669
общая гибкость тележки, λ_r	мм/кН	- 0,858
диаметр колес по кругу катания,	мм	- 950

тип букс - на подшипниках качения

Исходные расчетные данные по величинам вертикальных и горизонтальных смещений отдельных элементов относительно друг друга и их износов, установленные согласно правилам эксплуатации и ремонта

пассажирских вагонов и рекомендациям настоящих Единых указаний, даны ниже в табл.1.

Таблица 1

Смещения отдельных частей вагона

горизонтальные		вертикальные	
Обозначение	Величина, мм	Обозначение	Величина, мм
q'	1	h ₁	45
q''	7		
Δq ₁ - для предохранительного стержня, поддона и серьги	22	f ₀₁	5
		Δh ₃ - для шарниров люлечного подвешивания	10
		f ₀₂	10
w' для надрессорной балки	43	Δh ₄	7
W''	3		

Возможные суммарные смещения отдельных элементов вагона: понижения

- колесных пар и букс

$$h_1 = 45 \text{ мм}$$

- обрессоренной рамы тележки:

$$h_2 = h_1 + f_{01} + f_1 = 45 + 5 + 0,5 \cdot P_p \cdot \lambda_1 = 50 + 0,5 \cdot 8,3 \cdot 0,189 \approx 58 \text{ мм}$$

Без учета числового значения прогиба рессор $h_2 = 50 + 0,5 P_p \lambda_1$;

- серег и поддона, укрепленных на раме тележки:

$$h_{21} = h_2 + \Delta h_3$$

$$h_{21} = 58 + 10 = 68 \text{ мм}$$

Без учета числового значения прогиба рессор $h_{21} = 60 + 0,5 P_p \cdot \lambda_2$

- надрессорной балки:

$$h_3 = h_{21} + \Delta h_3 + f_{02} + f_2 = 68 + 10 + 10 + 0,5 \cdot P_p \cdot \lambda_1 = 78 + 0,5 \cdot 8,3 \cdot 0,669 = 106 \text{ мм}$$

Без учета числового значения прогиба рессор $h_3 = 70 + 0,5 P_p \cdot \lambda_2$

- рамы вагона:

$$h_4 = h_3 + \Delta h_4 = 106 + 7 = 113 \text{ мм}$$

Без учета числового значения прогиба рессор $h_4 = 77 + 0,5P \cdot \lambda_3$

Горизонтальные смещения

- рамы тележки относительно колеса

$$q = q' + q'' = 1 + 7 = 8 \text{ мм}$$

- предохранительного стержня, серег и поддона

$$q_1 = q + \Delta q_1 = 8 + 22 = 30 \text{ мм}$$

- надрессорной балки

$$q_2 = q + W' = 8 + 43 = 51 \text{ мм}$$

- кузова относительно рамы тележки

$$W = W' + W'' = 43 + 3 = 46 \text{ мм}$$

- кузова относительно колеса

$$W_k = q + W = 8 + 46 = 54 \text{ мм.}$$

2. Определение числовых значений коэффициентов, входящих в расчетные формулы

2.1 Максимальное боковое смещение предельно изношенной колесной пары 0,5 (S - d) принимается равным 27,5 мм - для всех точек.

2.2 Коэффициенты K , K_1 , K_2 , K_3

- для всех точек верхнего очертания габарита 1-ВМ_{ст}, включая точку II с координатами 1675/430

$$K = 0;$$

$$K_1 = 0,625 p^2 = 0,625 \cdot 2,4^2 = 3,6 \text{ мм};$$

$$K_2 = 2,5;$$

$$K_3 = 180 \text{ мм.}$$

- для всех точек нижнего очертания кроме указанной точки II:

$$K = 25 \text{ мм};$$

$$K_I = 0,5 p^2 = 0,5 \cdot 2,4^2 = 3 \text{ мм};$$

$$K_2 = 2;$$

$$K_3 = 0.$$

2.3. Определяем значения коэффициентов α и β . Для этого вычислим значения трехчленов:

$$\alpha_1 = l n_i - n_i^2 + 0,25 p^2 = 17 \cdot 8,5 - 8,5^2 + 0,25 \cdot 2,4^2 = 73,7 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 = l n_\alpha + n_\alpha^2 - 0,25 p^2 = 17 \cdot 3,3 + 3,3^2 - 0,25 \cdot 2,4^2 = 65,5 \text{ мм}$$

Для точек верхнего очертания габарита 1-ВМ_{st} коэффициент $\alpha = 0$, если $a_1 \leq 72$, а для точек нижнего очертания габарита – если $a_1 \leq 100$; коэффициент $\beta = 0$ для точек верхнего очертания, если $a_1 \leq 72$; для точек нижнего очертания - если $a_2 \leq 120$.

Поскольку указанные условия соблюдаются практически во всех случаях, то принимается

$$\alpha = 0$$

$$\beta = 0.$$

2.4. Определяем значения величин ΔK :

$$\Delta K_0 = K - K_3 = 3,6 - 180 = -176,4 \text{ мм}$$

$$\Delta K_i = [2,5(l - n_i)n_i + 0,625p^2 - 180] = [2,5(17 - 8,5)8,5 + 0,625 \cdot 2,4^2 - 180] = 4,2 \text{ мм}$$

$$\Delta K_\alpha = [2,5(l + n_\alpha)n_\alpha - 0,625p^2 - 180] = [2,5(17 + 3,3)3,3 - 0,625 \cdot 2,4^2 - 180] = -16,1 \text{ мм}$$

Так как $\Delta K_n < 0$ и $\Delta K_\alpha < 0$, то при расчете ограничений E_0 и E_a они не учитываются. Величина ΔK_i принимается для вычисления ограничения E_i .

3. Расчет ограничений полуширины кузова

Определяем ограничения для направляющего, среднего и концевых сечений.

3.1. Для точек I-II верхнего очертания габарита 1-ВМ_{st}

Так как $K_0 < 0$ и $K_\alpha < 0$, то расчет E_0 и E_a ведем по формулам /2.20/ и /2.22/ без их учета, а E_i - по формуле /2.21/ при $\alpha = 0$. Таким образом:

$$E_0 = 27,5 + q + w = 27,5 + 8 + 46 = 82 \text{ мм.}$$

$$E_i = 0,5(s-d) + q + w + [k_2(\ell - n_i)n_i + k_1 - k_3] =$$

$$= 27,5 + 8 + 46 + [2,5(17-8,5)8,5 + 3,6 - 180] = 86 \text{ мм.}$$

$$E_\alpha = [27,5 + q + w] \frac{2n_\alpha + \ell}{\ell} = (27,5 + 54) \frac{2 \cdot 3,3 + 17}{17} = 113 \text{ мм.}$$

3.2. Для точек 12 и 13 нижнего очертания габарита /формулы 2.20-2.22/

$$E_0 = 0,5(s-d) + q + w + (k_1 - k_3) - k = 27,5 + 8 + 46 + (3-0) - 25 = 60 \text{ мм}$$

$$E_i = 0,5(s-d) + q + w + [2(\ell - n_i)n_i + k_1 - k_3] - k =$$

$$= 27,5 + 54 + 144,5 + 3 - 0 - 25 = 204 \text{ мм}$$

$$E_\alpha = [0,5(s-d) + q + w] \frac{2n_\alpha + \ell}{\ell} + [2(\ell + n_\alpha)n_\alpha - k_1 - k_3] - k =$$

$$= (27,5 + 8 + 46) \frac{2 \cdot 3,3 + 17}{17} + [2(17 + 3,3)3,3 - 3 - 0] - 25 = 219 \text{ мм}$$

3.3. Для точек 13а, 13б, 14-21 нижнего очертания габарита /формулы 2.38-2.40/

$$E_0 = 0,5(s-d) + q + 0,5w = 27,5 + 8 + 0,5 \cdot 46 \approx 59 \text{ мм}$$

$$E_i = 0,5(s-d) + q + 0,5w + 2,8(\ell - n_i)n_i + 0,7\rho^2 =$$

$$= 27,5 + 8 + 0,5 \cdot 46 + 2,8(17-8,5)8,5 + 0,7 \cdot 2,4^2 = 265 \text{ мм}$$

$$E_\alpha = [0,5(s-d) + q + 0,5w] \frac{2n_\alpha + \ell}{\ell} + 2,8(\ell + n_\alpha)n_\alpha - 0,7\rho^2 =$$

$$= [27,5 + 8 + 0,5 \cdot 46] \frac{2 \cdot 3,3 + 17}{17} + 2,8(17 + 3,3)3,3 - 0,7 \cdot 2,4^2 = 264 \text{ мм}$$

Допустимая ширина деталей, опускающихся в канавку, ограниченную точками 14-17:

для направляющих сечений

$$\text{для колеи 1520 мм: } b_k = I30 - 2 \cdot E_0 = I30 - 2 \cdot 59 = I2 \text{ мм}$$

$$\text{для колеи 1435 мм: } b_k = II9 - 2 \cdot E_0 = II9 - 2 \cdot 59 = I \approx 0 \text{ мм}$$

Для внутренних и концевых сечений величина $b_k = I30/II9/-$ $-2E_{i,\alpha} < 0$ и, следовательно, ни одна из деталей, укрепленных на кузова в этих сечениях, не должна опускаться в пространство, ограниченное точками 14-17.

Координаты точек строительного очертания, определяющих допустимую ширину деталей в направляющем сечении, для колеи 1520 мм равны /формула 2.47/

$$B_{17} = 720 + E_0 = 720 + 59 = 779 \text{ мм}$$

$$B_{14} = 850 - E_0 = 850 - 59 = 791 \text{ мм}$$

Определяем границу перепада высот строительного очертания, для внутренних и наружных сечений:

для колеи 1520 мм

$$B_{II} = 720 + E_L / E_{\alpha} / = 720 + 265/264/ = 985/984/ \text{ мм}$$

для колеи 1435 мм

$$B_{II} = 680 + E_L / E_{\alpha} / = 680 + 265/264/ = 945/944/ \text{ мм.}$$

4. Расчет ограничений для тележки

4.1. Для частей тележки, располагаемых в пределах верхнего очертания габарита 1-ВМ_{ст} /в пределах точки с координатами 1675/430 мм и всех расположенных выше/.

Расчет ведем для следующих частей тележки:

- для рамы тележка и укрепленных на ней частей:

$$E_0 = E_L = 27,5 + q = 27,5 + 8 = 35,5 \approx 36 \text{ мм}$$

$$E_{\alpha} = [27,5 + q] \frac{2r_{\alpha} + \rho}{\rho} = (27,5 + 8) \frac{2 \cdot 0,75 + 2,4}{2,4} = 57 \text{ мм}$$

- для предохранительного стержня, серег и поддона:

$$E_0 = E_L = 27,5 + q_1 = 27,5 + 30 = 57,5 \text{ мм;}$$

- для наддрессорной балки и укрепленных на ней частей:

$$E_0 = E_L = 27,5 + q_2 = 27,5 + 51 = 79 \text{ мм;}$$

- для букс:

$$E_o = E_l = 27,5 + q' = 27,5 + I = 28,5 \text{ мм};$$

- для колесных пар

$$E_o = E_l = 27,5 \text{ мм.}$$

4.2. Для частей тележки, располагаемых в пределах точек 12 и 13 нижнего очертания габарита 1-ВМ_{ст}:

- для рамы тележки и укрепленных на ней частей:

$$E_o = 0,5(s-d) + q - K = 27,5 + 8 - 25 = 11 \text{ мм}$$

$$E_l = 0,5(s-d) + q + 2(p-0,5p)0,5p - K = \\ = 27,5 + 8 + 3 - 25 = 14 \text{ мм}$$

$$E_{\alpha} = [0,5(s-d) + q] \frac{2r'_{\alpha} + \rho}{\rho} + 2(\rho + r'_{\alpha})r'_{\alpha} - K = \\ = (27,5 + 8) \frac{2 \cdot 0,75 + 2,4}{2,4} + 2(2,4 + 0,75) \cdot 0,75 - 25 = 37 \text{ мм}$$

- для предохранительного стержня, серег и поддона:

$$E_o = 0,5(s-d) + q_1 - K = 27,5 + 30 - 25 = 33 \text{ мм}$$

$$E_l = 0,5(s-d) + q_1 + 2(p-0,5p)0,5p - K = \\ = 27,5 + 30 + 3 - 25 = 36 \text{ мм};$$

- для надрессорной балки:

$$E_o = 0,5(s-d) + q_2 - K = 27,5 + 51 - 25 = 54 \text{ мм}$$

$$E_l = 0,5(s-d) + q_2 + 2(p-0,5p)0,5p - K = \\ = 27,5 + 51 + 3 - 25 = 57 \text{ мм}$$

- для букс /колесных пар/:

$$E_o = 0,5(s-d) + q' - K = 27,5 + I(0) - 25 = 4(3) \text{ мм}$$

$$E_l = 0,5(s-d) + q' + 2(p-0,5p)0,5p - 25 = \\ = 27,5 + I(0) + 3 - 25 \approx 7(6) \text{ мм}$$

4.3. Для точек 13а, 13б, 14-21 нижнего очертания габарита /формулы 2.41-2.43/

- для рамы тележки

$$E_0 = 0,5(s-d) + q + \Delta q = 27,5 + 8 + 0 \approx 36 \text{ мм}$$

$$E_i = 0,5(s-d) + q + \Delta q + 2,8(\rho - n'_i)n'_i =$$

$$= 27,5 + 8 + 0 + 4 \approx 39 \text{ мм}$$

$$E_\alpha = [0,5(s-d) + q + \Delta q] \frac{2n'_\alpha + \rho}{\rho} + 2,8(\rho + n'_\alpha)n'_\alpha =$$

$$= [27,5 + 8 + 0] \frac{2 \cdot 0,75 + 2,4}{2,4} + 2,8(2,4 + 0,75) \cdot 0,75 = 64 \text{ мм}$$

- для предохранительного стержня, серег, поддона

$$E_i = 0,5(s-d) + q + 0,5\Delta q_1 + 2,8(\rho - n'_i)n'_i =$$

$$= 27,5 + 8 + 0,5 \cdot 22 + 4 \approx 50 \text{ мм}$$

- для наддрессорной балки:

$$E_i = 0,5(s-d) + q + 0,5\Delta q_2 + 2,8(\rho - n'_i)n'_i =$$

$$= 27,5 + 8 + 0,5 \cdot 43 + 4 = 61 \text{ мм}$$

- для букс /формула 4.26/

$$E_0 = E_i = E_\alpha = 0,5(s-d) + \Delta q_0 = 27,5 + 1 \approx 29 \text{ мм.}$$

Значения b_k , определенные по формулам 2.45 и 2.46, приведены в табл.

2. Для колеи 1520 мм все значения b_k положительны, а для колеи 1435 мм - в двух случаях отрицательны. Значения $B_{\text{п}}$ для этих случаев равны:

для консольного сечения рамы тележки:

$$B_{\text{п}} = 680 + 64 = 744 \text{ мм}$$

для наддрессорной балки:

$$B_{\text{п}} = 680 + 61 = 741 \text{ мм.}$$

В таблице 2 даны также значения B_{17} и B_{14} , рассчитанные по формулам 2.47 и 2.48.

Значения \hat{b}_k и B_{17} , B_{14} , мм, для тележки

№ п.п.	Наименование частей тележки	\hat{b}_k		B_{17}		B_{14}	
		колея	колея	колея	колея	колея	колея
		1520	1435	1520	1435	1520	1435
1	Рамы тележки.						
	Сечения:						
	направляющее	58	47	756	716	814	769
	среднее	52	41	759	719	811	766
	концевое	2	-9	784	-	786	-
2	Предохранительный стержень, серьга, поддон	30	19	770	730	800	755
3	Надрессорная балка	8	-3	781	-	789	-
4	Букса	72	61	749	709	821	776

5. Строительное очертание вагона

По результатам проведенных расчетов построены строительные очертания для трех сечений кузова /рис. 1/. Дополнительно рассчитаны ограничения и для других значений r_{β} и r_{α} и для верхнего очертания габарита 1- $B_{M_{st}}$ и точки нижнего очертания с координатами 1520/1435 мм, на основе которых построены горизонтальные габаритные рамки /рис. 2 и 3/.

Строительные очертания для трех сечений нижней части кузова приведены на рис. 4, 5 и 6. При этом вертикальные размеры определялись с учетом двух условий:

- условия пропуска порожнего пассажирского вагона, через сортировочные горки - высота строительного очертания определялась по размерам нижнего очертания габарита 1- $B_{M_{st}}$ предназначенного для подвижного состава, проходящего через вагонные замедлители нового типа.

Максимальное понижение кузова в этом случае принималось 77 мм /без учета прогиба рессор от полезной нагрузки/;

○ условия пропуска груженого пассажирского вагона по всем путям кроме механизированных сортировочных горок - высота строительного очертания определялась по размерам нижнего очертания габарита 1-ВМ_{ст}, предназначенного для подвижного состава, пропуск которого через вагонные замедлители исключается. Максимальное понижение кузова для этого случая составляет 113 мм.

Из совмещенных двух строительных очертаний для проектирования составляется одно - по точкам, имеющим большие высоты.

По результатам расчетов построены также строительные очертания для рамы тележки /рис. 7 и 8/ и горизонтальная габаритная рамка /рис. 9/.

Аналогично строятся строительные очертания и для остальных частей тележки.

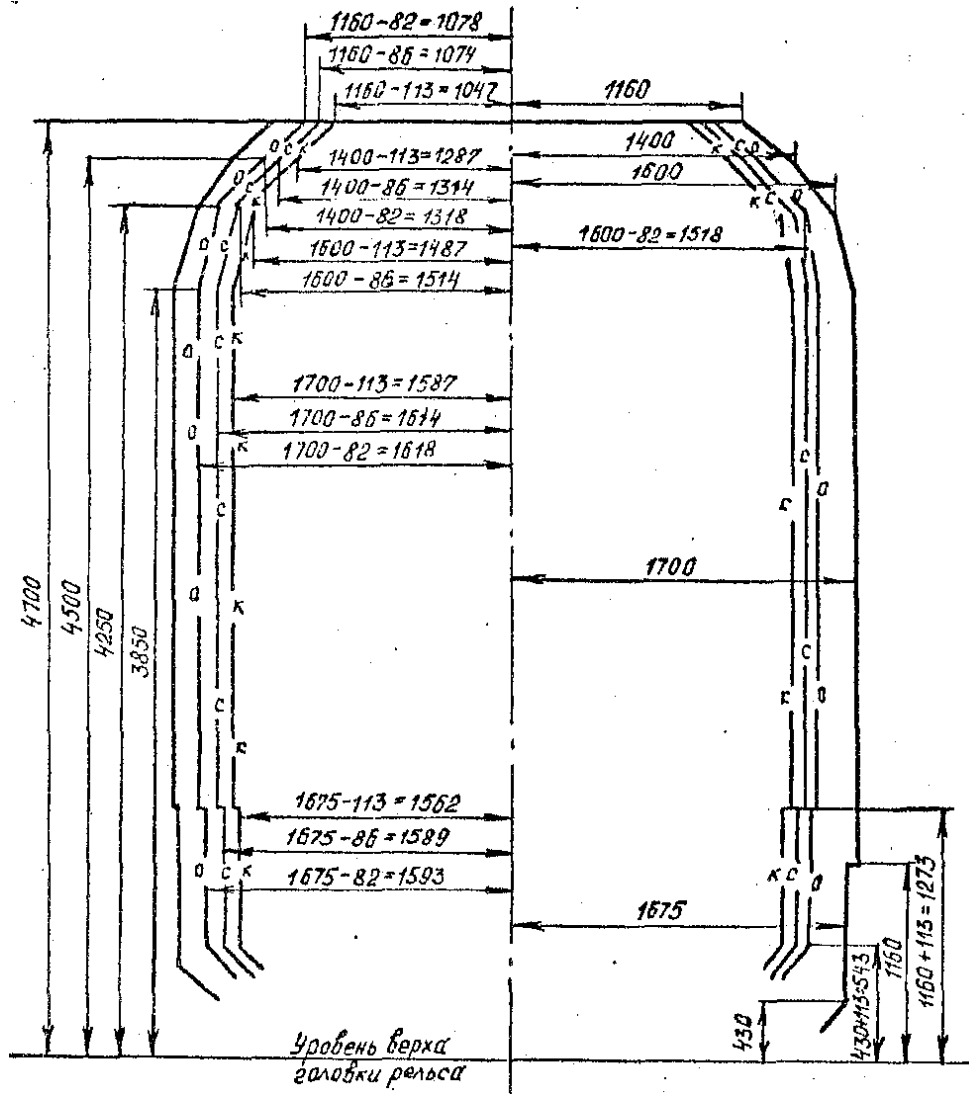


Рис. 1. Верхнее очертание для точек с координатами 1675, 1435 мм и всех вышележащих точек:

- - габарит 1-ВМ_{st};
- о — - строительное очертание для направляющих сечений;
- с — - то же для сечений посередине базы;
- к — - то же для концевых сечений.

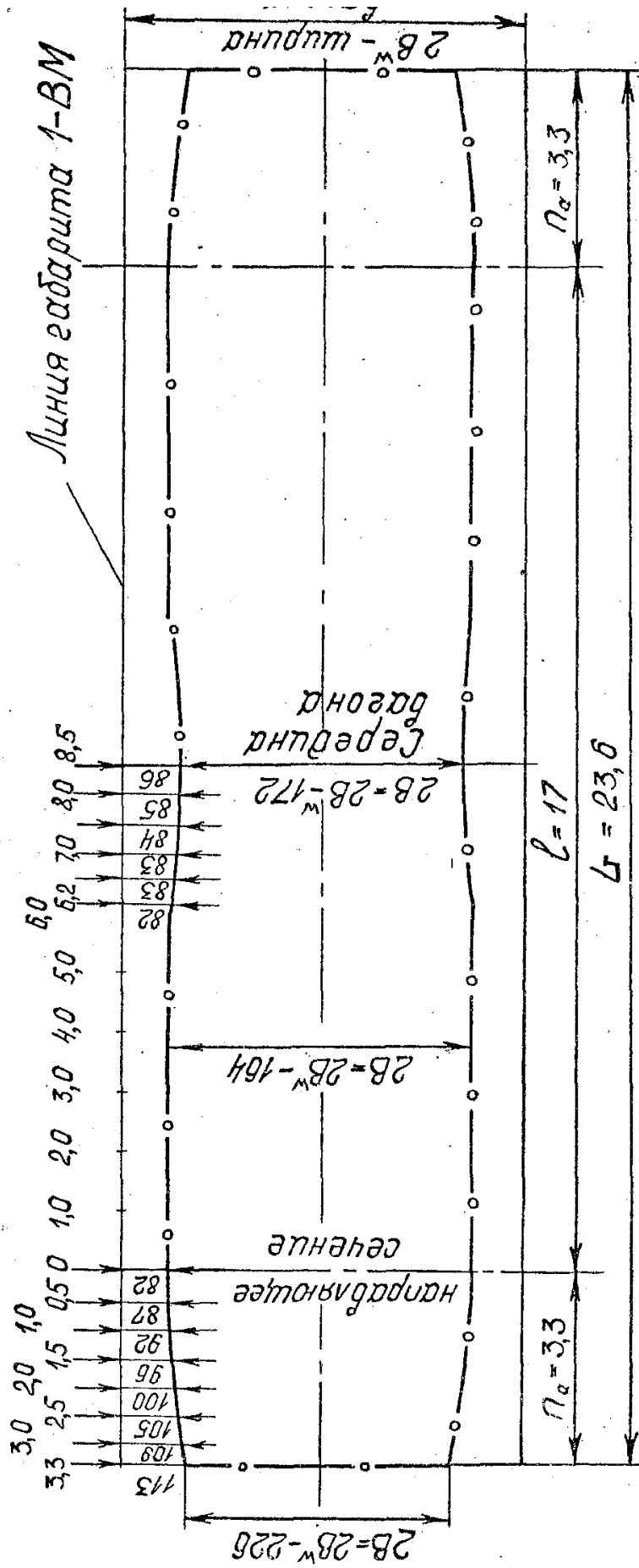


Рис. 2. Горизонтальная габаритная рамка кузова вагона на тележках КВЗ-ЦНИИ типа 1, вписываемого в верхнее очертание габарита 1-ВМ_{ст}.

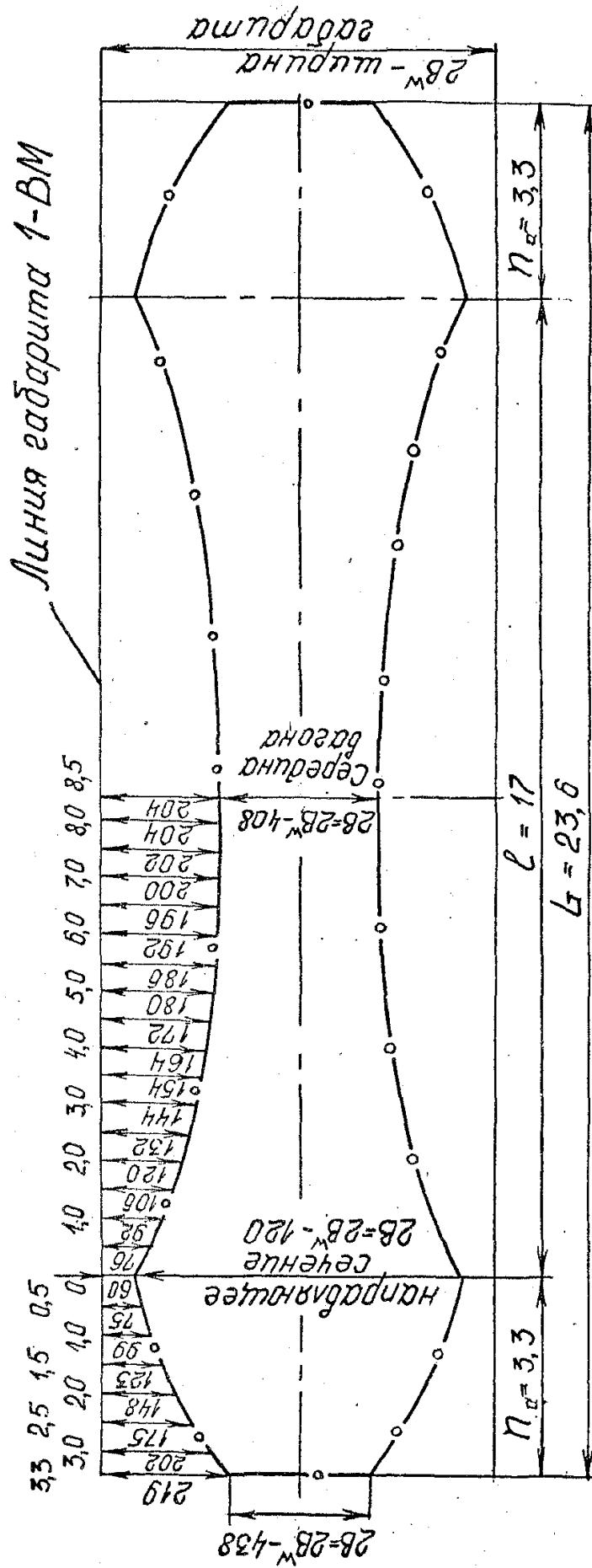


Рис. 3. Горизонтальная габаритная рамка кузова вагона на тележках КВЗ-ЦНИИ типа 1, вписываемого в верхнее очертание габарита 1-ВМ_{ст} в области его точек 12,13.

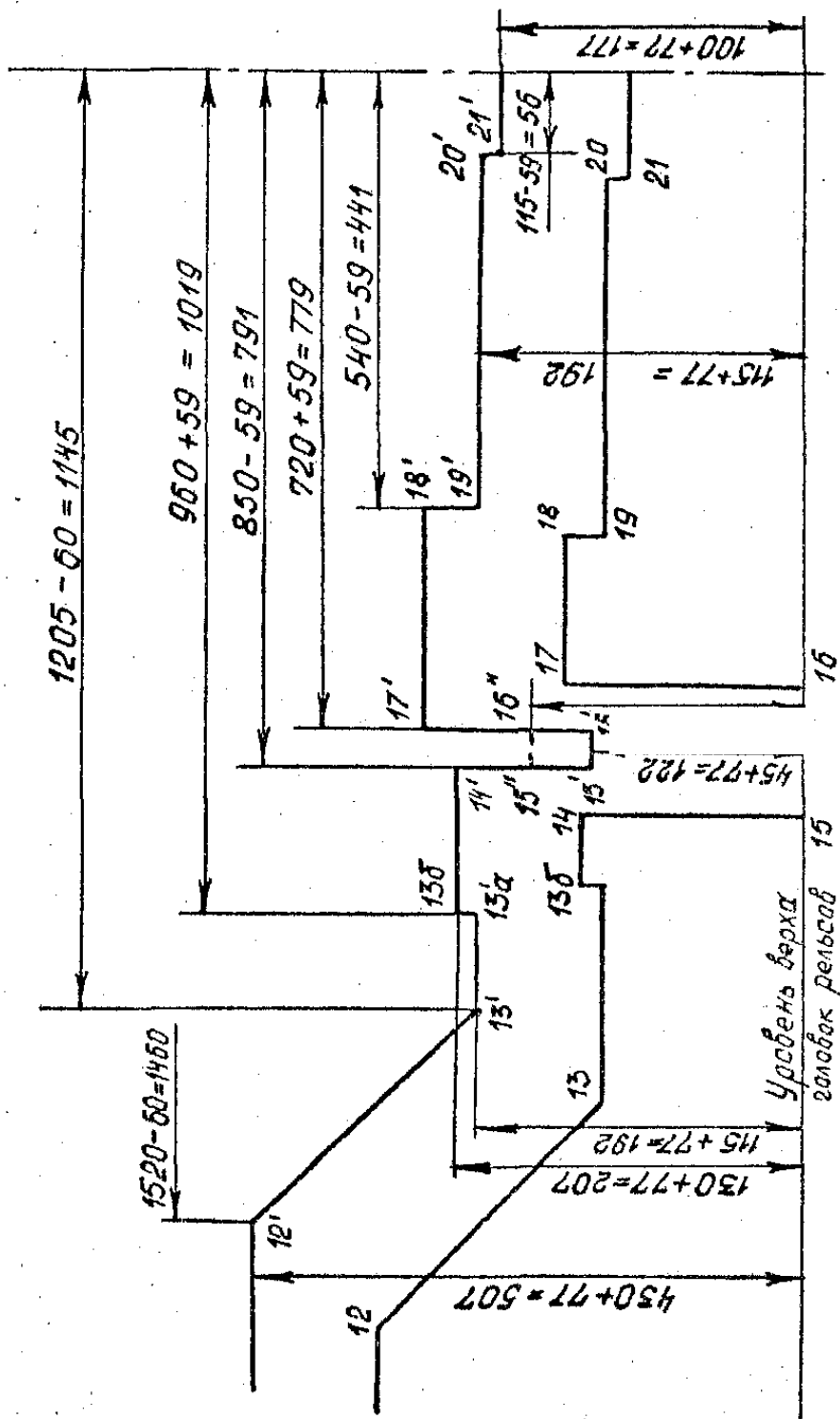


Рис. 4. Максимально допустимое строительно-укрепленное очертание кузова вагона и укрепленных на нем деталей в направляющих поперечных сечениях при вписывании в нижнее очертание габарита 1-ВМ_{Ст.}

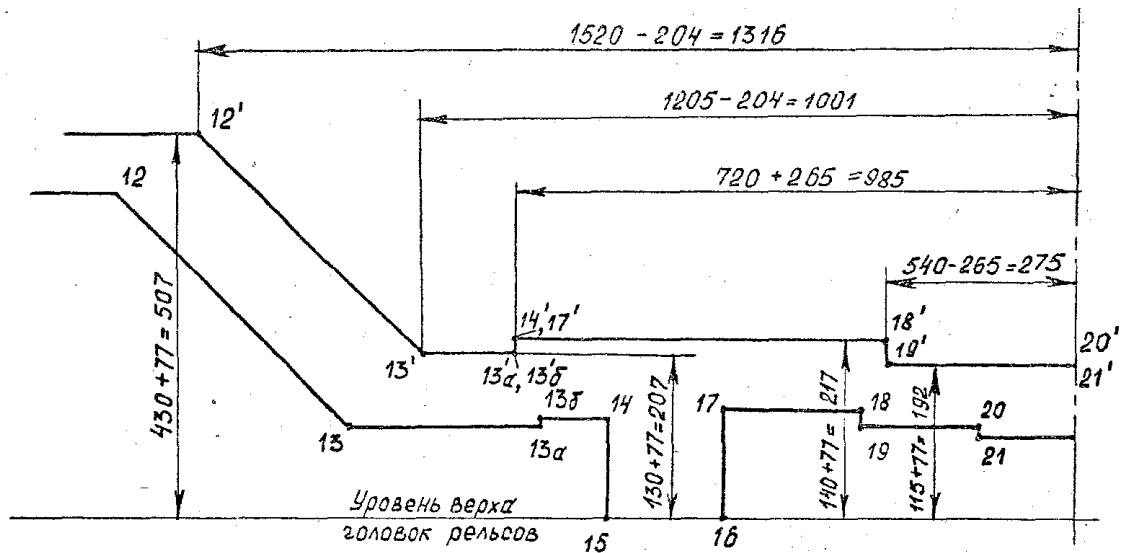


Рис. 5. Максимально допустимое строительное очертание кузова в среднем поперечном сечении при вписывании в нижнее очертание габарита 1-ВМ_{st}

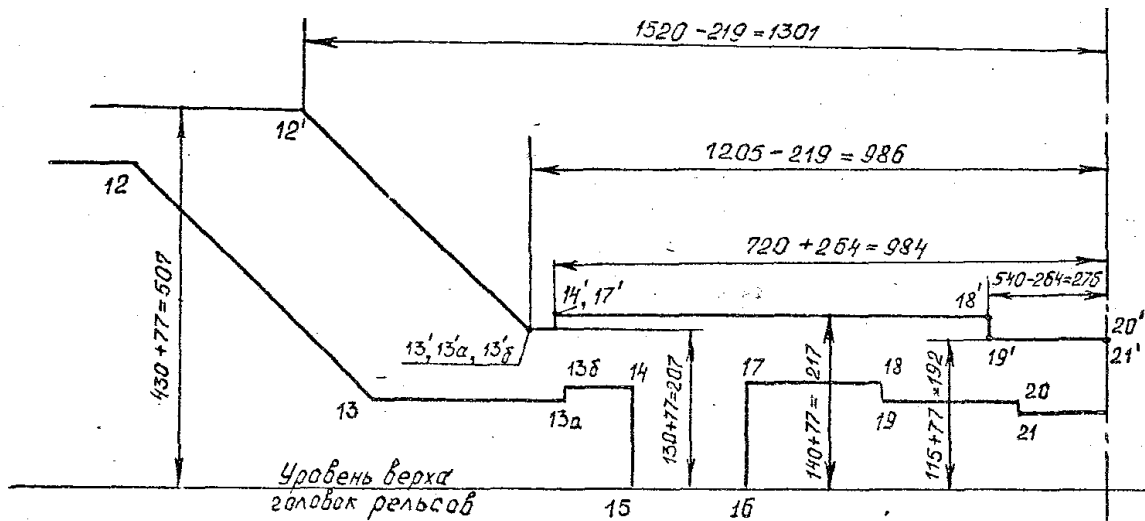


Рис. 6. Максимально допустимое строительное очертание кузова в концевых поперечных сечениях при вписывании в нижнее очертание габарита 1-ВМ_{st}

6. Определение проектных очертаний и вписывание в них различных частей вагона

В связи с тем, что проектируемый вагон не должен выходить за пределы строительного очертания не только по номинальным размерам, но и с учетом конструктивных и технологических допусков, то номинальные конструктивные размеры вагона должны быть меньше полученных строительных очертаний на величину этих допусков. Поэтому для каждой части кузова определяются возможные плюсовые допуски, на которые уменьшаются, затем размеры соответствующих строительных очертаний и получают, таким образом, проектные очертания.

Проверка соответствия кузова, тележки и других частей вагона строительному и проектному очертаниям осуществляется графически путем их нанесения на одном чертеже, выполненном в масштабе 1:10 или 1:20. На этих чертежах должны быть проставлены все габаритные размеры рассматриваемой части вагона /координаты всех угловых точек/ и основные размеры строительного и проектного очертания /рис. 10/.

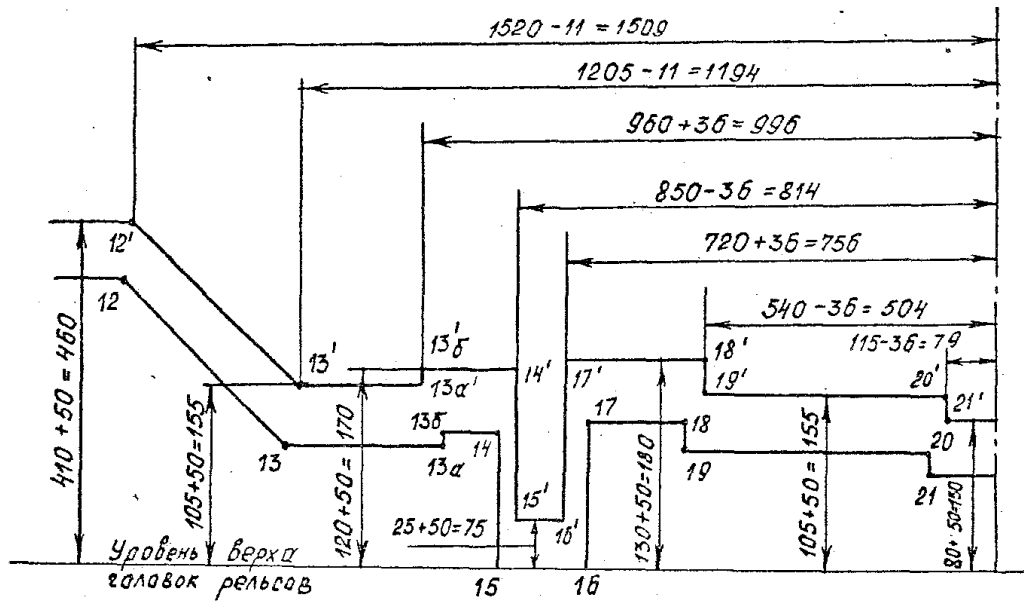


Рис. 7. Максимально допустимое строительное очертание рамы тележки в направляющих поперечных сечениях при вписывании в нижнее очертание габарита 1-ВМ_{st}

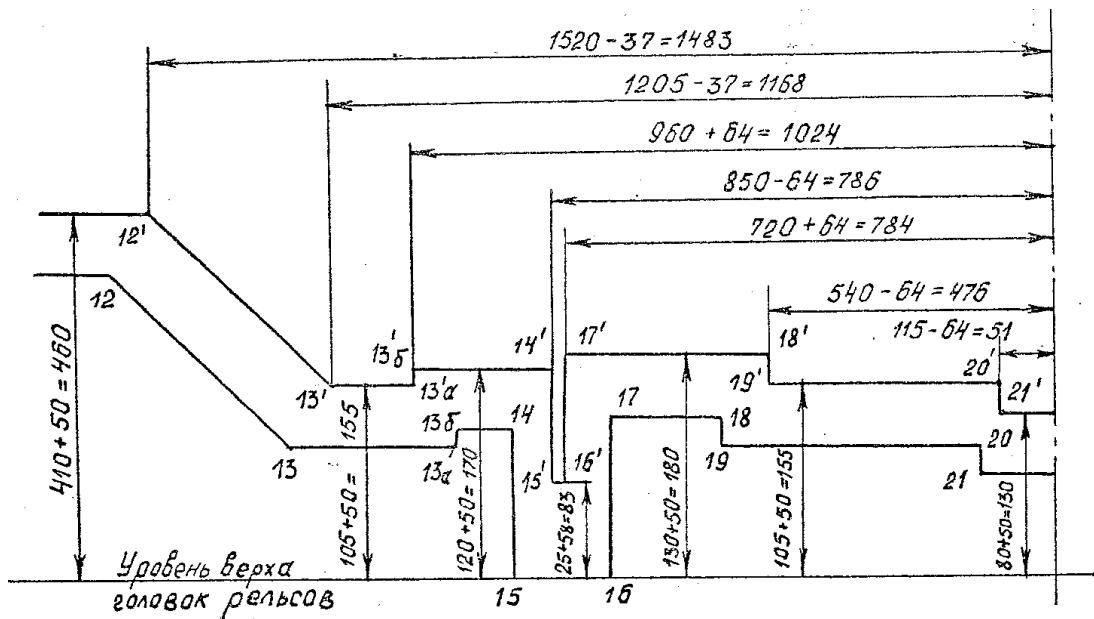


Рис. 8. Максимально допустимое строительное очертание рамы тележки в поперечных сечениях по ее концам при вписывании в нижнее очертание габарита 1-ВМ_{st}

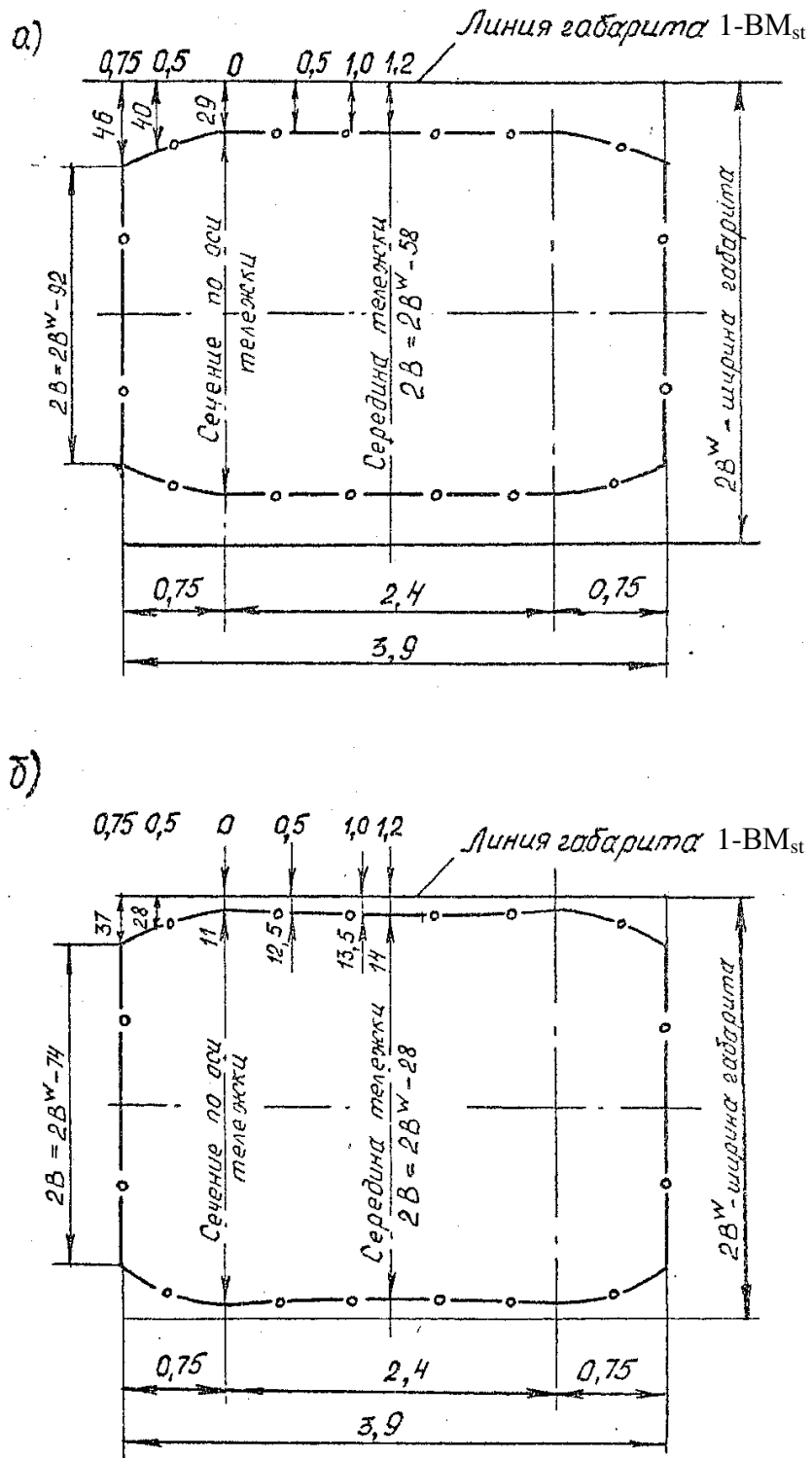


Рис. 9. Горизонтальная габаритная рамка рамы тележки КВЗ-ЦНИИ тип 1, вписываемой в габарит для точек с координатами 1675, 1435 мм и всех вышележащих точек (а) и для точки с координатами 1520 и 1435 мм (б).

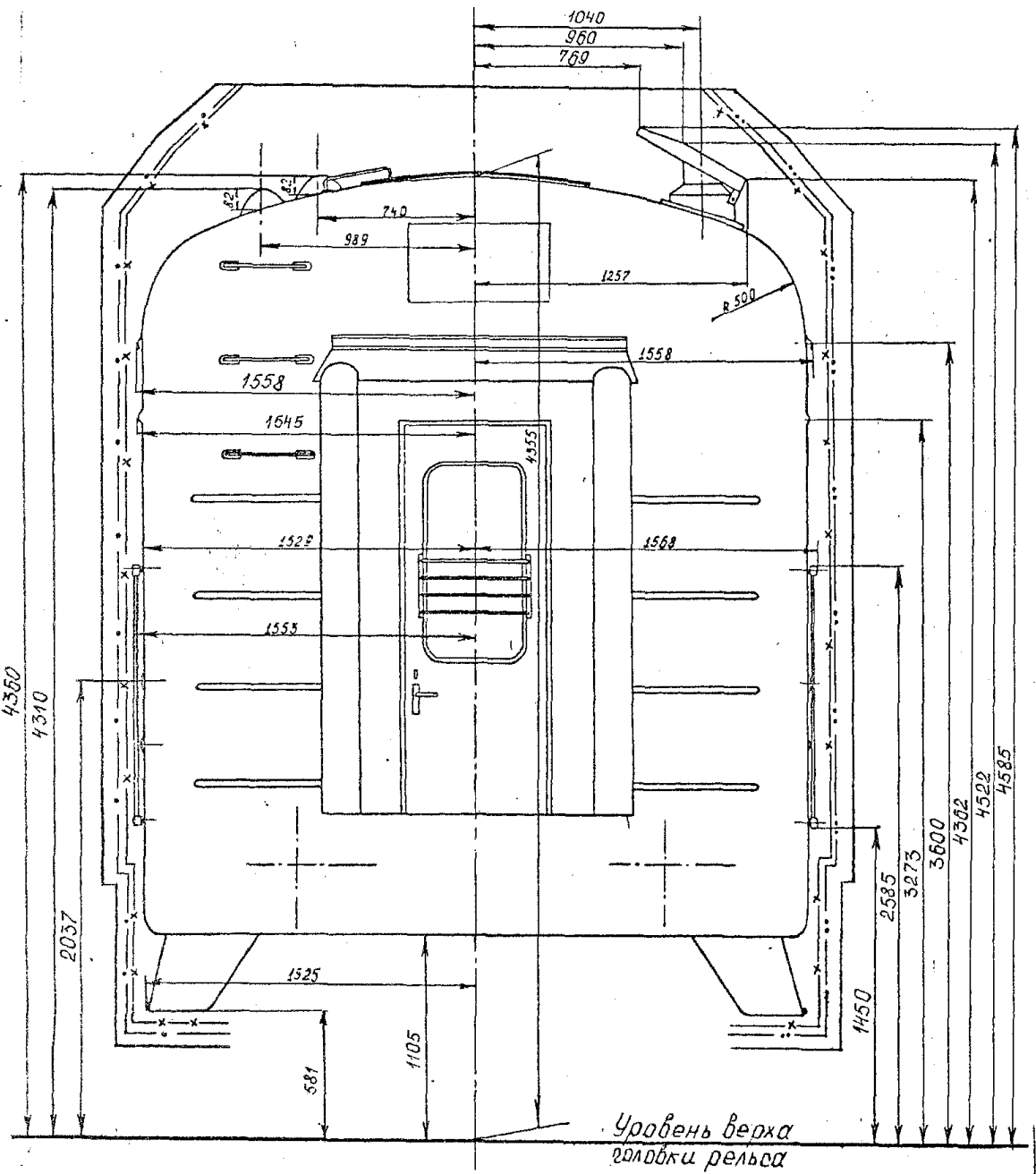


Рис. 10. Проверка вписывания кузова пассажирского вагона в габарит 1-ВМ_{st}.

- - габарит 1-ВМ_{st};
- . — - строительное очертание для концевого сечения кузова;
- . . — - строительное очертание для среднего сечения кузова;
- x — - проектное очертание.

7. Проверка размеров вагона из условия его пропуска по вертикальной кривой горба сортировочной горки.

Высота H_H нижних частей вагона во внутренних сечениях должна отвечать условию (2.13):

$$H_H \geq h_i + h_{R_i}$$

Для кузова найдено, что $h_i = 113$ мм. Смещение находим по формуле /2.14/ при $\tilde{n}_i = 0,5 \ell$, т.е.

$$\begin{aligned} h_{R_i} &= 2n_i(\ell - n_i) + 0,5\rho^2 = \\ &= 2 \cdot 8,5(17 - 8,5) + 0,5 \cdot 2,4^2 = 147 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Тогда

$$H_H = 113 + 147 = 260 \text{ мм.}$$

Таким образом, высота деталей вагона в наихудшем /среднем/ сечении должна быть не менее 260 мм.

**ПРИМЕР РАСЧЕТА ДОПУСТИМЫХ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ
ПРОЕКТИРУЕМОГО ВАГОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КИНЕМАТИЧЕСКОГО ГАБАРИТА**

Пример расчета горизонтальных ограничений и вписывания кузова
пассажирского вагона в кинематический габарит GC

Исходные параметры:

a = 17 м;	h ₀ = 700 мм;	h ₁ = 0,1 м;
n _i = 8,5 м;	q = 8 мм;	h ₂ = 1,59 м;
n _a = 3,3 м;	G ₂ = 425 кН;	h ₃ = 0,25 м;
s = 1465 мм;	G ₁ = 35.8 кН;	η ₀ = 0,5°;
d = 1410 мм;	C ₁ = 5290 кН/м;	b ₁ = b ₂ = 1,013 м.
W _∞ = W _{i(R=200)} = W _{a(R=200)} = 34 мм;	C ₂ = 1495 кН/м;	
P = 2,4 м;	C ₃ = 695 кН/м;	

В соответствии с формулой (2.59) определяем коэффициент наклона кузова S₂ :

$$S_2 = \frac{\left(1 - \frac{0,25}{1,59}\right) * \left(1 - \frac{35,8 * 0,1 + 425 * 1,59}{2 * 5290 * 1,013^2}\right) + \frac{1495}{5290} * \left(\frac{1,013}{1,013}\right)^2 * \left(1 + \frac{35,8 * 0,1}{425 * 1,59} + \frac{425}{1,59 * 695}\right)}{\frac{2 * 1495 * 1,013^2}{425 * 1,59} - \left[\frac{1495}{5290} * \left(\frac{1,013}{1,013}\right)^2 * \left(1 + \frac{35,8 * 0,1}{425 * 1,59}\right)\right] - \left[\left(1 - \frac{0,25}{1,59}\right) * \left(1 - \frac{35,8 * 0,1 + 425 * 0,25}{2 * 5290 * 1,013^2}\right)\right]} = 0,346$$

$$z = (0,346 / 30) * (h^W - 700) = 0,0115 * (h^W - 700)$$

$$\alpha = 0, \quad \text{т.к. } 0,000833 * (17 * 8,5 - 8,5^2 + 0,25 * 2,4^2) = 0,061 \leq 0,072$$

$$\beta = 0, \quad \text{т.к. } 0,000833 * (17 * 3,3 + 3,3^2 - 0,25 * 2,4^2) = 0,054 \leq 0,072$$

$$E_0 = 0,5 * (1465 - 1410) + 8 + 34 + 0,0115 * (h^W - 700) = 69,5 + 0,0115 * (h^W - 700) \text{ мм;}$$

$$E_i = 0,5 * (1465 - 1410) + 8 + 34 + 0.0115 * (h^W - 700) + (2,5*(17*8,5-8,5^2 + 0,25*2,4^2) - 180) = 73.7 + 0.0115 * (h^W - 700) \text{ мм};$$

$$E_a = 0,5 * (1465 - 1410)*(3,3+17)/17+(8+34)*(2*3,3+17)/17+0.0115 * (h^W - 700)=91.14+0.0115 * (h^W - 700) \text{ мм}.$$

Определяем наибольшую допускаемую строительную ширину кузова вагона на высоте точек габарита GC (таблица 1) по формуле:

$$2B_{k(o,i,a)} = 2B^W - 2E_{(o,i,a)}$$

Таблица 1

Обозначение	Номер точки габарита GC				
	1	2	3	4	5
h^W	4700	3550	1170	400	400
B^W	1540	1645	1620	1620	1520
E_0	115.6	102.3	74.9	66.0	66.0
E_i	119.8	106.6	79.1	70.3	70.3
E_a	137.2	124.0	96.6	87.7	87.7
$2Bk_0$	2849	3085	3090	3108	2908
$2Bk_i$	2840	3077	3082	3099	2899
$2Bk_a$	2806	3042	3047	3065	2865

Максимально допускаемая номинальная ширина кузова меньше строительной ширины на величину плюсового допуска, равного 15 мм.

С учетом результатов расчетов, приведенных в таблице 1 на рисунке 1 приводится чертеж вписывания концевого, срединного и направляющего сечений кузова пассажирского вагона в кинематический габарит GC.

