

Н. Я. ГАРКАВИ, Е. Ф. ФЕДОРОВ, В. В. КАРПЕНКО, А. Н. ЗАБОЛОТНЫЙ,
И. В. КЛИМЕНКО (ДИИТ), О. Н. ЛИТВИНЕНКО (ИСЦ ГП Приднепровской ж. д.,
Днепропетровск)

К ВОПРОСУ О ВПИСЫВАНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ГАБАРИТ

Статья посвящена трем вопросам. 1. В нормативной литературе по вписыванию в габарит подвижного состава имеются ошибки и трудно понимаемые высказывания. 2. При ходовых испытаниях подвижного состава необходимо проверять достаточность заложенных в габарит запасов на динамику экипажа. 3. Приведены алгоритмы проектирования облика разных типов подвижного состава по условию вписывания в габарит.

Ключевые слова: габарит подвижного состава, строительное очертание, нормативная литература, неточности, натурные испытания, автоматическое проектирование

Постановка проблемы в общем виде

Понятия габарита подвижного состава, а также строительного и проектного очертаний подвижного состава введены в п. 1.1 ГОСТ 9238-83 [1]. Последний абзац вводной части и п. 4.10 стандарта [1] фактически нормируют Инструкцию по применению габаритов приближения строений и подвижного состава как обязательное приложение к стандарту [1]. Эта Инструкция состоит из двух частей: «Инструкции по применению габаритов подвижного состава ГОСТ 9238-83», имеющей код ЦВ/4422 [2], и «Инструкции по применению габаритов приближения строений ГОСТ 9238-83», имеющей код ЦП/4425 [3]. В Украине с 22.12.2008 г. (наказ Мінпромполітики України № 879) действует еще один документ – «Рухомий склад залізниць. Габарити рухомого складу. Методи визначення габаритних розмірів. СОУ МПП 45.060-252:2008» [4]. Этот документ в части методики проведения расчетов аутентичен Инструкции ЦВ/4422 [2]. Согласно п. 1.1.2 и п. 1.1.5 Инструкции ЦВ/4422 [2] ГОСТ 9238-83 [1] распространяется на следующие статические габариты: Т, Та, Тб, Тпр, Т'пр, Тц, 1-Т, 1-Та, 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ, предполагающие различные условия обращения подвижного состава. Статический габарит предполагает возможным самое «неудачное» сочетание выбранных зазоров, допустимых износов и перемещений (например, возможным считается одновременное понижение кузова относительно рамы тележки, включающее в себя суммарную осадку пружин: остаточную и под полной статической нагрузкой, и износ опорных поверхностей), а запасы на динамику подвижного состава и на наклонение кузова в кривой заложены в сам габарит. Поэтому ГОСТ 9238-83 [1]

распространяется только на скорости не выше 160 км/ч (допускаемая динамика подвижного состава нормируется соответствующими Нормами [5-7] в процентах от статического прогиба подвески, а в традициях отечественных вагоно- и локомотивостроения статический прогиб в мм примерно равен конструкционной скорости в км/ч). Габарит состоит из верхнего и нижнего очертаний. Нижние очертания определяют возможность (или невозможность) прохода данным подвижным составом сортировочных горок при разном положении замедлителей, а также путей, оборудованных устройствами для надвига вагонов. Интересно, что в соответствии с п. 3.2.3 стандарта [1] нижние очертания габаритов Т, Та, Тб, Тпр, Т'пр, Тц, 1-Та и 1-Т могут быть значительно расширены в своей нижней части для подвижного состава, предназначенного для эксплуатации на линиях, сооружения и устройства которых приведены в нижней части в полное соответствие с габаритом приближения строений С для станций. На каждой станции таких путей должно быть хотя бы по одному в каждом направлении (см. п. 2.1.5 Инструкции ЦП/4425 [3]), но посадочных платформ возле таких путей может и не быть. В соответствии с п. 3.2.2 стандарта [1] нижние очертания габаритов Т, Та и Тб могут быть еще более расширены для подвижного состава, предназначенного для эксплуатации на линиях, где высота низких платформ понижена до 200 мм.

Смысл строительного очертания подвижного состава

Допустим, мы строим строительное очертание вагона, вписываемого в габарит 1-Т (черт. 10, 11а), то есть это какой-то специализированный вагон с эксплуатационным ограни-

чением «через горки не пропускать». Из черт. 10 и черт. 11а стандарта [1] сформируем единое очертание габарита.

Построим мысленно вдоль прямого участка пути такой тоннель, который в точности повторит очертание габарита подвижного состава. Вдоль кривой радиусом $R=150$ м построим аналогичный тоннель, но его полуширину на каждой высоте сделаем на 180 мм больше, чем в очертании габарита (потому что для габаритов Т, Та, Тб, Тц, Тпр, Т'пр, 1-Т, 1-Та и точек 1-11 габарита 1-ВМ $K_3=180$ мм [1]). Мысленно сделаем пластилиновый вагон, в точности повторяющий во всех своих поперечных сечениях очертание габарита подвижного состава.

Теперь в прямом участке пути сделаем колею предельно допустимой ширины 1530 мм (см. п. 2.2.3.5 Инструкции ЦВ/4422 [2]), предельно, но допустимо утоньшим гребни колес, предельно сдвинем кузов вагона вправо. При этом выберем все зазоры между колеей и гребнями колес, выберем наибольшие гипотетически возможные поперечные зазоры буксы относительно колесной пары q' , рамы тележки относительно буксы q'' , надрессорной балки относительно рамы тележки (с учетом наибольшего гипотетически возможного изгиба пружин подвешивания) w' и пятника относительно подпятника w'' (см. форму П.1.1 Приложения 1 Инструкции ЦВ/4422 [2]). То, что не влезло в тоннель, обрежем. Потом так же сдвинем вагон влево. И обрежем то, что не влезло в тоннель. Пластилиновый вагон стал заметно уже.

Теперь максимально сдвинем одну тележку в колее и кузов относительно колесных пар этой тележки вправо, а вторую тележку в колее и кузов относительно колесных пар второй тележки – влево. Обрежем то, что выходит за пределы нашего тоннеля. Теперь первую тележку в колее и кузов относительно колесных пар первой тележки сдвинем влево, а вторую тележку в колее и кузов относительно второй тележки вправо. Опять обрежем то, что вышло за пределы тоннеля. Консольные части пластилинового вагона немного «заострились».

Теперь заедем на кривую и максимально сдвинем колесные пары тележек относительно рельсов и кузов вагона относительно колесных пар тележек внутрь кривой (гребни колес по-прежнему максимально изношены, а ширина колеи в кривой согласно п. 2.2.3.5 Инструкции ЦВ/4422 [2] стала 1546 мм). Очень возможно, что середина вагона по полуширине за пределы

«криволинейного тоннеля» вылезет. Обрежем то, что вылезло. Если мы что-то обрезали, то симметричный относительно продольной оси вагона вырез надо сделать и с другой стороны пластилинового вагона (что равносильно тому, что вагон развернули и все описанные в данном абзаце действия повторили).

Теперь в том же «криволинейном тоннеле» первую тележку и кузов относительно первой тележки максимально сместим наружу кривой (тележка окажется радиально установленной относительно кривой), а вторую тележку и кузов относительно нее максимально сместим внутрь кривой. Если часть консоли вылезла за очертание габарита наружу кривой, тоотрежем вылезшую часть и симметричные ей относительно продольной и поперечной оси вагона фрагменты пластилинового кузова.

Максимально загрузим вагон (при этом, возможно, вагон «прогнется», как балка на двух опорах), понизим все пружины на величину наибольшей гипотетически возможной остаточной (усталостной) осадки, понизим опорные поверхности на максимально допустимое истирание, а колеса по кругу катания обточим до минимально допустимого диаметра. Теперь пластилиновый вагон вылез за габарит снизу. Обрежем то, что вылезло. Вот этот оставшийся «обрубок» называется строительным очертанием вагона.

Неточности в нормативной литературе

В нормативной литературе по вписыванию подвижного состава в габарит [2, 4] имеются ошибки и трудно понимаемые высказывания.

1. При чтении п. 2.2.3 Инструкции ЦВ/4422 [2] не очевидно, что для габаритов Т, Та, Тб, Тц, Тпр, Т'пр, 1-Т, 1-Та и точек 1-11 габарита 1-ВМ при расчете E_0 , E_B , E_H для тележек и колесных пар $S=1530$ мм (а отрицательные значения $\Delta K'_0$, $\Delta K'_B$ и $\Delta K'_H$ принимаются равными нулю), а для кузова и укрепленных на нем частей $S=1530$ мм на прямой (то есть, когда $\Delta K_0 \leq -9$ мм, $\Delta K_B \leq -9$ мм, $\Delta K_H \leq -9\phi$ мм; при этом вместо $\Delta K_0 \leq -9$ мм принимается $\Delta K_0 = 0$, вместо $\Delta K_B \leq -9$ мм принимается $\Delta K_B = 0$, вместо $\Delta K_H \leq -9\phi$ мм принимается $\Delta K_H = 0$) и $S=1546$ мм на кривой (то есть, когда $\Delta K_0 > -9$ мм, $\Delta K_B > -9$ мм, $\Delta K_H > -9\phi$ мм). При этом $d = d' + 2t_{1,2}$, где $d'=1437$ мм для колеи 1520 мм и $d'=1358$ мм для колеи

1435 мм, а $t_{1,2}=25$ мм для вагонных колес и как правило $t_{1,2}=26$ мм для локомотивных колес и колес МВПС.

2. В формуле (2.10) Инструкции ЦВ/4422 [2] для двухосных и трехосных тележек должно быть $K_1=0$. А в формулах (2.11) и (2.12) для 4-, 8- и 16-осных тележек транспортеров и миксеров должны присутствовать K_1 (как они присутствуют в формулах (2.18), (2.19)), только значения K_1 для таких тележек не такие, как для кузова. Это объясняется тем, что тележки транспортеров и миксеров, зачастую, оборудуются «палубой» (к которой крепится автосцепное оборудование).

3. В формулах (2.34) и (2.47) вместо 871 должно быть 718.

4. В формулы (2.60)-(2.62) для двухосных и трехосных тележек должно быть $K_1=0$. Для 4-, 8- и 16-осных тележек транспортеров и миксеров K_1 в этих формулах должны присутствовать, однако, значения K_1 для таких тележек не такие, как для кузова.

5. Тележки подвижного состава в горки вписывать не надо. А при вписывании в горки кузова в формулах (2.87), (2.90) и (2.93) вместо « H_i^w » должно быть « $\max(h_{R_B}, H_i^w)$ » (при данном n_B) и « $\max(h_{R_H}, H_i^w)$ » (при данном n_H). Дело в том, что горка проходится на скоростях, близких к 0 км/ч, а непосредственно на горке никаких строений, возвышающихся над уровнем головок рельсов (УГР), быть не может. Здесь, как и в Инструкции ЦВ/4422 [2], n_B – расстояние от внутреннего сечения до направляющего, n_H – расстояние от наружного сечения до направляющего, h_{R_B} и h_{R_H} определяют согласно п. 2.5.2 и п. 2.5.3 Инструкции ЦВ/4422 [2]; H_i^w – высота от УГР i -й переломной точки габарита (например, для точки 13 чертежа 11Б стандарта [1] $H_{13}^w=100$ мм, а для точки 18 чертежа 11В этого же стандарта $H_{18}^w=130$ мм).

6. В п. 3.10 ГОСТ 9238-83 [1] рекомендуется увеличить высоту нижних необрешоренных частей в габаритах по черт. 11а и черт. 15а с 65 до 80 мм. Более того, в традициях отечественного вагоностроения принято включать в число допусков на высоту кузова от УГР так называемый допуск на установку автосцепки (украинские вагоностроительные заводы обычно при-

нимают этот допуск равным 20 мм, а московский ВНИИВ во времена СССР принимал этот допуск равным 40 мм). Интересно отметить, что локомотивам с длинной консолью, зачастую, «не хватает» заложенного в стандарт запаса на динамику подвижного состава при галопировании и при рекуперативном торможении под составом. Поэтому иногда целесообразно использовать при расчетах строительного очертания локомотивов «страховочный» допуск на понижение кузова (или хотя бы на понижение только консольной части кузова). Рискнем рекомендовать величину «страховочного» допуска, равную 40 мм (или хотя бы 20 мм). Необходимо отметить, что при приемочных или сертификационных ходовых испытаниях вертикальная динамика кузова проверяется [8] в том числе и на достаточность заложенных в габарит запасов на динамику испытанного подвижного состава. Если этих запасов окажется не достаточно (например, для высокоскоростного подвижного состава или для импортного подвижного состава на очень мягкой подвеске), то после ходовых испытаний вписывание в габарит придется откорректировать. Подобные корректировки окажутся значительно менее болезненными, если при расчете строительного очертания подвижного состава был введен «страховочный» допуск.

Странно, что за столько лет (с 1986 года) официальных изменений (исправлений) к Инструкции ЦВ/4422 не появилось. Еще более странно, что украинский отраслевой стандарт [4] все проблемные места Инструкции ЦВ/4422 [2] перекомпилировал.

Особенности натуральных испытаний вписывания подвижного состава в габарит

Как было сказано выше, в приемочных и сертификационных ходовых испытаниях подвижного состава необходимо убедиться, что динамические понижения всех деталей испытываемого подвижного состава, вписанных в строительное очертание подвижного состава, не превышают заложенных в ГОСТ 9238-83 [1] запасов на вертикальную динамику экипажа. При этом подразумевается, что в том случае, если вертикальная динамика кузова не превышает запасов между сплошной и штрихпунктирной линиями нижних очертаний габаритов, то и горизонтальная динамика всех точек подвижного состава при боковой качке окажется в заложенных в ГОСТ 9238-83 [1] запасах, а запас на понижение подвагонного оборудования в консолях подвижного состава при

галопировании ограничен снизу высотой от УГР двойного перекрестного стрелочного перехода 55 мм (см. черт.4 ГОСТ 9238-83 [1]).

Российский документ [8] требует во время сертификационных испытаний проверять вписывание испытуемого подвижного состава проходом через габаритную рамку. Инструкция ЦВ/4422 [2] не запрещает пользоваться рамкой, изготовленной по Методике [9], но считает такую проверку второстепенным методом внутризаводского контроля. Интересно, что ОНИЛ ДППС неоднократно испытывала подвижной состав российского производства, изготовленный с габаритными нарушениями, но получивший российский сертификат, так как он прошел габаритную рамку, которая была рассчитана на основании ошибочного строительного очертания (строительное очертание подвижного состава согласно Методике [9] является исходным для расчета габаритной рамки). К сказанному выше необходимо добавить, что рамка, изготовленная по Методике [9], всегда шире строительного очертания подвижного состава.

Для измерения ширины вагона по симметричным относительно продольной оси вагона деталям можно воспользоваться «измерительной» рамкой [10] (не соответствующей Методике [9]). Зная ширину рамки ($2B_{рам}$) и замерив двумя щупами расстояния от вертикальных стенок рамки до симметричных деталей ($y_{прав}$ и $y_{лев}$), ширину вагона по этим деталям легко определить ($2B_{ваг} = 2B_{рам} - y_{прав} - y_{лев}$), исключив при этом неточность установки вагона на рельсах и наклон кузова на заклиненных амортизаторах. Однако обмер вагона в приемочные и сертификационные испытания согласно Инструкции ЦВ/4422 [2] не входит.

САПР облика железнодорожного подвижного состава. Удовлетворение требованиям вписывания в габарит

В понятие облика входят:

- тип (назначение) подвижного состава;
- колея, габарит, условие прохода сортировочных горок;
- тип или конструкция тележки, осьность тележки n_T , осевая нагрузка $Q_{ос}$, приведенная база тележки p (см. п. 4.7 ГОСТ 9238-83 [1]);
- тип автосцепки и тип ударной розетки (для **грузовых вагонов**, кроме того, группа по условиям нерасцепляемости);

- база кузова ℓ ;
- длина кузова L (для **локомотивов, головных вагонов МВПС, бункерных вагонов, транспортеров и миксеров**, кроме того, может быть добавлено разрешение на «заужение» консольной части кузова), нависание кузова над автосцепкой за счет изогнутого лобового бруса для **крытого грузового вагона** $\Delta_{ав}$, для **цистерны** может быть указана только длина консольной части рамы цистерны (иногда с разрешением на «заужение»);
- длина бака для **цистерны** $L_{бака}$ (допускается указать нависание торца бака над автосцепкой $\Delta_{ав}$);
- ширина кузова $2B_B$ (для **цистерны** допускается не указывать);
- диаметр бака для **цистерны** D , для **бункерного вагона** может быть указан диаметр цилиндрической части бункера $D_{бу}$;
- высота боковых бортов $H_{ББ}$ для **полувагона, крытого грузового вагона, пассажирского вагона, локомотива, вагона МВПС**;
- высота открывающихся боковых бортов $H_{ББ}$ и форма откидывающихся торцовых бортов для **платформы**;
- высота $H_{бу}$ цилиндрической части бункера, количество $n_{бу}$ бункеров для **бункерного вагона** (в целях упрощения погрузки все бункеры бункерного вагона идентичны друг другу);
- допустимая форма крыши для **крытого грузового вагона, пассажирского вагона, локомотива, вагона МВПС**;
- контуры пространства для оборудования, устанавливаемого на **миксере**;
- высота пола H_n от УГР (для **платформы, полувагона, платформенного и корытообразного транспортера, крытого грузового вагона, пассажирского вагона, миксера, локомотива, вагона МВПС**);
- высота $H_{ПА}$, ширина $2B_{ПА}$ и контуры вида сверху на «палубу» для **миксера**.

Необходимо иметь в виду, что САПР не проектирует подвижной состав вместо конструктора, а только оказывает посильную помощь конструктору при проектировании подвижного состава.

Для каждого типа подвижного состава задача удовлетворения требованиям вписывания в габарит в рамках САПР облика вагона форму-

лируется по-своему, но очень грубо (и не совсем правильно) эту задачу можно сформулировать так: при заданных габарите, длине кузова L и минимально возможной длине консоли $n_{к, \min}$ определить наибольшую возможную ширину проектируемого вагона $2B_B$. Отметим, что при построении строительного очертания подвижного состава [1, 2] из трех характеристик: E_0 для шкворневого сечения, E_B для срединного сечения и E_H для крайнего консольного сечения, – величина E_0 всегда наименьшая. Величина E_B может оказаться равной E_0 , а может оказаться и наибольшей из трех. Величина E_H всегда больше E_0 , но не обязательно наибольшая из трех. Таким образом, варьируя длину консоли n_k при постоянной длине вагона L , можно найти такое значение длины консоли $n_{кон}$, при котором ширина вагона (ширина кузова) $2B_B$ определится выражением

$$2B_B = 2(B_{пола}^w - E), \quad (1)$$

где $B_{пола}^w$ — полуширина контура габарита на уровне пола,

$$E = \min_{n_k \in \Omega} E_{\max}, \quad (2)$$

при $\Omega = \left[n_{к, \min}, \frac{L}{2} - n_{2, \min} \right]$, $n_{к, \min}$ — минимально

возможная для данного типа тележки и для данного типа подвижного состава длина консоли кузова (определяется либо конструктором, либо ограничениями, наложенными автосцепным оборудованием), $n_{2, \min}$ — величина, несколько бóльшая, чем половина длины тележки по самым крайним точкам, $E_{\max} = \max(E_0, E_H, E_B)$, ℓ — определяемая длиной консоли $n_{кон}$ база вагона

$$\ell = L - 2n_{кон}, \quad (3)$$

а $n_{кон}$ — минимальная величина из тех n_k , при которых $E_{\max} = \min$, то есть

$$n_{кон} = \min \left(n_k : \left\{ \exists_{n_k \in \Omega} E_{\max} = \min \right\} \right). \quad (4)$$

Ниже приведены алгоритмы уточнения облика по условиям вписывания в габарит для некоторых типов подвижного состава.

1) Полувагоны, думпкары, платформы с неоткрывающимися бортами, платформы без бортов, платформы, которые могут эксплуатироваться с открытыми бортами.

Исходные данные. Габарит (перечисленные выше типы подвижного состава не могут быть в габарите Тц); длина кузова по лобовому брусу L ; приведенная база тележки p [1,2]; константы $n_{к, \min}$ и $n_{2, \min}$; высота пола H_n (иногда принимается на уровне высоких платформ $H_n = 1100$ мм); толщина пола с учетом плюсового допуска ΔH_n (только для **полувагонов, думпкаров, платформ с неоткрывающимися боковыми бортами и платформ без бортов**); для **платформ, которые могут эксплуатироваться с открытыми бортами**, – толщина бокового борта с учетом плюсового допуска ΔB_B ; константы: q' , q'' , w' , w'' ; понижения: осадка пружин под нагрузкой $f_1 + f_2$, остаточная (усталостная) осадка пружин $f_{01} + f_{02}$, понижение по радиусу при максимальном износе колес h_0 , предельный износ опорных поверхностей $\Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4$, износ шейки оси по радиусу Δh_1 , стрела прогиба кузова под нагрузкой, как балки на двух опорах, z ; т.п. [2].

Величины E , ℓ и $n_{кон}$ определяются согласно выражениям (2)-(4) настоящей статьи. С учетом возможного уменьшения строительной ширины вагона согласно п. 3.1.3 для габаритов Т, Та, Тб, п.3.1.9 для габаритов 1-Т, 1-Та и п. 3.3.2 для габарита 1-ВМ

$$B_B = \begin{cases} B_i^w - E \Leftarrow B_i^w - E \leq B_S; \\ B_S \Leftarrow B_i^w - E > B_S. \end{cases} \quad (5)$$

Здесь B_i^w — габаритная полуширина на уровне точки i . Номер точки i для **полувагона, думпкара, платформы с неоткрывающимися бортами и платформы без бортов** определяется зависимостью

$$i : \{ H_i^w + h_4 \leq H_n - \Delta H_n \leq H_m^w + h_4 \}, \quad (6)$$

где

$$m = \begin{cases} i-1 \Leftarrow H_i^w \neq H_{i-1}^w, \\ i-2 \Leftarrow H_i^w = H_{i-1}^w, \end{cases}$$

$i_{нижн} \geq i > 1$, для габаритов Т, Та, Тб, 1-Т и 1-Та $i_{нижн} = 13$, для габаритов Тпр и Т'пр $i_{нижн} = 7$, для габаритов 1-ВМ и 0-ВМ $i_{нижн} = 11$, для габарита 02-ВМ $i_{нижн} = 8$, для габарита 03-ВМ $i_{нижн} = 5$. Для габаритов Т, Та, Тб, но с удовлетворением п. 3.2.2 ГОСТ 9238-83 [1], если в формуле (6) $i=12$, то для формулы (5) это соответствует $i=10$; для габаритов 1-Т, 1-Та, но с удовлетворением п. 3.2.3 ГОСТ 9238-83 [1], если в фор-

муле (6) $i=13$, то для формулы (5) это соответствует $i=10$.

Для **платформы, которая может эксплуатироваться с открытыми бортами**, для габаритов Т, Та, Тб, 1-Т, 1-Та $i=10$ и $m=8$; для габаритов Тпр и Т'пр $i=7$ и $m=3$; для габаритов 1-ВМ и 0-ВМ $i=11$ и $m=9$; для габарита 02-ВМ $i=8$ и $m=7$; для габарита 03-ВМ $i=5$ и $m=4$. И других значений i и m в формуле (6) для такой платформы быть не может.

Величина h_4 определяется согласно формулам (2.65)-(2.71) Инструкции ЦВ/4422 [2] для срединного сечения, то есть

$$h_4 = f_1 + f_2 + f_{01} + f_{02} + h_0 + \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4 + z.$$

Правило определения B_s при $i=10$:

- для габаритов Т, Та, Тб $B_s=1800$ мм;
- для габаритов 1-Т, 1-Та $B_s=1625$ мм.
- Для габарита 1-ВМ при $i=11$ $B_s=1625$ мм.
- Во всех прочих случаях $B_s \rightarrow \infty$.

Для **платформ с неоткрывающимися бортами**, для **платформ без бортов**, для **полувагонов** и **думпкаров** строительная ширина пола (ширина кузова между боковыми бортами на уровне пола) равна величине $2B_{пола} = 2B_B$. Для **платформы, которая может эксплуатироваться с открытыми боковыми бортами**, строительная ширина кузова между боковыми бортами на уровне пола равна величине $2B_{пола} = 2(B_B - \Delta B_B)$.

Если предполагается возможность эксплуатации **платформы с открытыми боковыми бортами**, то высота бокового борта определяется из выражения $H_{ББ} = H_n - H_i^w - h_4$, где H_i^w – высота от УГР самой нижней переломной точки верхнего очертания габарита ($i=10$ для габаритов Т, Та, Тб, 1-Т, 1-Та; $i=7$ для габаритов Тпр, Т'пр; $i=12$ для габаритов Т, Та, Тб с учетом п. 3.2.2 ГОСТ 9238-83 [1]; $i=13$ для габаритов 1-Т, 1-Та с учетом п. 3.2.3 ГОСТ 9238-83 [1]; $i=11$ для габаритов 1-ВМ и 0-ВМ; $i=8$ для габарита 02-ВМ; $i=5$ для габарита 03-ВМ).

Для **полувагона, думпкара и платформы с неоткрывающимися бортами** строительная высота бокового борта (у строительной высоты допуск может быть только минусовым, плюсовым этот допуск быть не может)

$$H_{ББ} = H_j^w - H_n + H_x, \text{ где}$$

$$H_x = \begin{cases} F_1 \Leftarrow B_u^w - E < B_{пола} \leq B_j^w - E, \\ F_2 \Leftarrow B_v^w - E < B_{пола} \leq B_u^w - E, \\ F_3 \Leftarrow B_k^w - E < B_{пола} \leq B_v^w - E, \end{cases}$$

$$F_1 = \begin{cases} \frac{\Delta H_{j,u}}{B_j^w - B_u^w} (B_j^w - E - B_{пола}) \Leftarrow u \neq j, \\ 0 \Leftarrow u = j, \end{cases}$$

$$F_2 = \begin{cases} \Delta H_{j,u} + \frac{\Delta H_{u,v}}{B_u^w - B_v^w} (B_u^w - E - B_{пола}) \Leftarrow v \neq u, \\ \Delta H_{j,u} \Leftarrow v = u, \end{cases}$$

$$F_3 = \begin{cases} \Delta H_{v,j} + \frac{\Delta H_{v,k}}{B_v^w - B_k^w} (B_v^w - E - B_{пола}) \Leftarrow k \neq v, \\ \Delta H_{v,j} \Leftarrow k = v, \end{cases}$$

$$\Delta H_{j,u} = H_u^w - H_j^w,$$

$$\Delta H_{u,v} = H_v^w - H_u^w,$$

$$\Delta H_{v,k} = H_k^w - H_v^w,$$

$$\Delta H_{v,j} = H_v^w - H_j^w.$$

Здесь:

- в габаритах Т, 1-Т, 1-ВМ, 0-ВМ и 03-ВМ $j=4, u=3, v=2, k=1$;
- в габаритах Та и 1-Та $j=a_2, u=a_1, v=a, k=1$;
- в габарите Тб $j=a_2, u=\bar{b}_1, v=\bar{b}, k=1$;
- в габарите Тпр $j=2, u=1, v=1, k=(-1)$;
- в габарите Т'пр $j=3, u=3, v=(-3), k=(-1)$;
- в габарите 02-ВМ $j=3, u=2, v=1, k=1$.

Предельно возможные высоты неоткрывающихся бокового и торцового бортов **платформы** определяются так же, как и для полувагона.

Если предполагается возможность эксплуатации **платформы** с откинутыми (нависающими над автосцепкой) торцовыми бортами, то верхняя часть торцового борта должна иметь трапециевидную форму (нижняя часть – прямоугольная). Высота торцового борта при этом не может быть больше 180 мм [12-14], строительные (то есть без плюсовых допусков) высота прямоугольной части и ширина верхнего основания трапеции определяются вписыванием в габарит консольной части **платформы**.

Пояснение. Значения величин $n_{к, \min}$, $n_{2, \min}$, p может задать конструктор. В зависимости от типа тележки эти величины могут быть приняты согласно табл. 1. При проектировании **полувагонов** со стандартными люками конструктор может задать длину консоли 2025 или 3520 мм.

Таблица 1
Величины некоторых констант в зависимости от типа тележки

Тележка	n_T	$n_{к, \min}$	$n_{2, \min}$	p
18-100	2	1500	1500	1850
18-102	3	2238	2238	3500
18-522	3	2206	2207	3400
18-101	4	3100	3100	*

Для 4-, 8- и 16-осной тележки значение p определяется из выражения [1, 2]

$$p^2 = p_0^2 + p_1^2 + p_2^2 + \dots \quad (7)$$

Для тележки 18-101 в формулу (7) подставляются $p_0 = 1850$ мм, $p_1 = 3200$ мм [11] (см. табл. 1).

Кузов **думпкара** вписывается в габарит как кузов полувагона.

2) Крытый грузовой вагон.

Для крытого грузового вагона, кроме исходных данных, перечисленных для полувагона, должно быть введено так называемое «нависание пола над автосцепкой» $\Delta_{ав} \leq 180$ мм. Дело в том, что лобовой брус крытого грузового вагона обычно изогнут, как показано в [12] (то есть розетка относительно наружного края кузова как бы утоплена).

Для крытого грузового вагона, как и для полувагона, определяются ℓ , $n_{кон}$, $2B_{пола}$ и $H_{ББ}$. Необходимо обратить внимание на то, что величина $n_{кон}$ – это длина консоли по краю бокового борта (розетка относительно этого края бокового борта утоплена на величину $\Delta_{ав}$). $n_{кон}$ определяется по «модернизированной» формуле (4):

$$n_{кон} = \min \left(n_k : \left\{ \exists E_{\max} = \min \right\} \right)$$

$$\text{при } \Omega_1 = \left[n_{к, \min} + \Delta_{ав}, \frac{L}{2} - n_{2, \min} \right].$$

Строительное очертание выше переломной точки габарита с номером k ($k = a_2$ для габаритов Та, Тб и 1-Та, $k = 2$ для габарита Тпр, $k = 3$ для габаритов Тпр с учетом п. 3.1.7 ГОСТ 9238-83 [1] и 02-ВМ, $k = 4$ для габаритов Т, 1-Т, 1-ВМ, 0-ВМ и 03-ВМ) используется для проекти-

рования крыши (при использовании габарита Т'пр крыша может быть только плоской на высоте от УГР, соответствующей переломной точке $k = 3$).

3) Кузов **пассажирского, почтового, багажного вагона** и **реф-секция** проектируются так же, как и для крытого грузового вагона. Но «нависания пола над автосцепкой» у перечисленных вагонов нет (соответственно $n_{кон}$ определяется по «немодернизированной» формуле (4)). Кроме того, ширина пола и ширина вагона на высоте от УГР $h = 3000$ мм у этих вагонов могут быть разными.

4) Цистерны.

Цистерна может быть рамной и безрамной конструкции [15].

Исходные данные для цистерны примерно такие же, как и для крытого вагона: габарит (габарит для цистерны может быть любым, в том числе и Тц), L , p , $n_{к, \min}$, $n_{2, \min}$, q' , q'' , w' , w'' , $f_1 + f_2$, $f_{01} + f_{02}$, h_0 , Δh_1 , $\Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4$, z , $\Delta_{ав}$ (для цистерны это допустимое «нависание над автосцепкой» котла или жертвенной части котла цистерны). Для цистерны должны быть введены не только H_n (для цистерны безрамной конструкции H_n – высота от УГР верха рамы консоли) и ΔH_n , но, кроме того, еще примерная высота от УГР продольной оси цистерны H_R и минусовый допуск на диаметр котла цистерны ΔD . Для габарита Тц примерная величина H_R определяется из выражения

$$H_R = \begin{cases} H_6^w \Leftarrow H_7^w + h_4 \leq H_6^w; \\ H_7^w + h_4 \Leftarrow H_7^w + h_4 > H_6^w \end{cases}$$

Для всех прочих габаритов $H_R \approx 3000$ мм. Величина H_R в процессе вписывания в габарит будет уточнена.

Для «классической» цистерны с одним баком, как и для крытого грузового вагона, определяются ℓ , $n_{кон}$ ($n_{кон}$ определяется при $n_k \in \Omega_1$). Величины $2B_B$ и E для цистерны определяется на уровне H_R , $2B_{пола}$ определяется на уровне H_n (возможно, окажется, что $2B_{пола} < 2B_B$). «Нулевое приближение» строительной величины диаметра котла $D_x = 2B_B$. Уточнение величины H_R : $H_R = H_n + D_x / 2$ (для габарита Тц, если $H_n + D_x / 2 < H_7^w + h_4$, должно выполняться $H_R = H_7^w + h_4$).

Для проверки вписывания котла в верхнее очертание габарита сформируем множество пар чисел (Z_i, Y_i) по следующему правилу.

• Для габарита Т.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R; \\ Y_1 = B_6^w - E = 1875 - E; \\ Z_2 = H_4^w = 3850; \\ Y_2 = B_4^w - E = 1875 - E; \\ Z_3 = H_3^w = 4250; \\ Y_3 = B_3^w - E = 1600 - E; \\ Z_4 = H_2^w = 4500; \\ Y_4 = B_2^w - E = 1400 - E; \\ Z_5 = H_1^w = 5300; \\ Y_5 = B_1^w - E = 700 - E; \end{cases} \quad \begin{cases} Z_6 = 5300,1; \\ Y_6 = 0. \end{cases}$$

Всего 6 пар.

• Для габарита Та.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R; \\ Y_1 = B_6^w - E = 1875 - E; \\ Z_2 = H_4^w = 3850; \\ Y_2 = B_4^w - E = 1875 - E; \\ Z_3 = H_{a2}^w = 4350; \\ Y_3 = B_{a2}^w - E = 1875 - E; \\ Z_4 = H_{a1}^w = 4650; \\ Y_4 = B_{a1}^w - E = 1680 - E; \\ Z_5 = H_a^w = 5300; \\ Y_5 = B_a^w - E = 1200 - E; \end{cases} \quad \begin{cases} Z_6 = 5300,1; \\ Y_6 = 0. \end{cases}$$

Всего 6 пар.

• Для габарита Тб.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R; \\ Y_1 = B_6^w - E = 1875 - E; \\ Z_2 = H_4^w = 3850; \\ Y_2 = B_4^w - E = 1875 - E; \\ Z_3 = H_{a2}^w = 4350; \\ Y_3 = B_{a2}^w - E = 1875 - E; \\ Z_4 = H_{B1}^w = 4850; \\ Y_4 = B_{B1}^w - E = 1850 - E; \\ Z_5 = H_B^w = 5300; \\ Y_5 = B_B^w - E = 1500 - E; \end{cases} \quad \begin{cases} Z_6 = 5300,1; \\ Y_6 = 0. \end{cases}$$

Всего 6 пар.

• Для габарита Тц.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_0 - E \end{cases},$$

$$\text{где } B_0 = \begin{cases} B_6^w = 1875 \Leftarrow H_7^w + h_4 \leq H_6^w; \\ B_6^w - \frac{B_6^w - B_5^w}{H_5^w - H_6^w} (H_7^w + h_4 - H_6^w) \Leftarrow \\ \Leftarrow H_7^w + h_4 > H_6^w; \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z_2 = H_0 \\ Y_2 = B_0 - E \end{cases},$$

$$\text{где } H_0 = \begin{cases} H_6^w = 3000 \Leftarrow H_R < H_6^w; \\ H_R + 0,1 \Leftarrow H_R \geq H_6^w; \end{cases}$$

$$\begin{cases} Z_3 = H_5^w = 4050 \\ Y_3 = B_5^w - E = 1825 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_4 = H_4^w = 4320 \\ Y_4 = B_4^w - E = 1690 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_5 = H_3^w = 4750 \\ Y_5 = B_3^w - E = 1425 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_6 = H_2^w = 5000 \\ Y_6 = B_2^w - E = 1235 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_7 = H_1^w = 5200 \\ Y_7 = B_1^w - E = 1010 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_8 = H_1^w = 5200,1 \\ Y_8 = B_{-1}^w - E = 787,5 - E \end{cases}$$

(см. п.3.1.5 ГОСТ 9238-83 [1]);

$$\begin{cases} Z_9 = H_{1,1-T}^w = 5300 \\ Y_9 = B_{1,1-T}^w - E = 700 - E \end{cases}$$

(см. п.3.1.5 ГОСТ 9238-83 [1]);

$$\begin{cases} Z_{10} = 5300,1 \\ Y_{10} = 0 \end{cases}, \quad \begin{cases} Z_{-1} = H_7^w + h_4; \\ Y_{-1} = B_0 - E \end{cases},$$

$$\begin{cases} Z_{-2} = H_8^w = 2000 \\ Y_{-2} = B_8^w - E = 1725 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_{-3} = H_9^w = 1270 \\ Y_{-3} = B_9^w - E = 1700 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_{-4} = H_n < H_9^w = 1270 \\ Y_{-4} = B_9^w - E = 1700 - E \end{cases}$$

Всего 10 пар с положительными индексами и 4 пары с отрицательными индексами.

• Для габарита Тпр.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_5^w - E = 1775 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_2 = H_4^w = 4000 \\ Y_2 = B_4^w - E = 1775 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_3 = H_3^w = 4350 \\ Y_3 = B_3^w - E = 1775 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_4 = H_2^w = 4500 \\ Y_4 = B_2^w - E = 1775 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_5 = H_1^w = 5300 \\ Y_5 = B_1^w - E = 1200 - E \end{cases}; \begin{cases} Z_6 = 5300,1 \\ Y_6 = 0 \end{cases}$$

Всего 6 пар.

• Для габарита Т'пр.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_5^w - E = 1775 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_2 = H_4^w = 4000 \\ Y_2 = B_4^w - E = 1775 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_3 = H_3^w = 4350 \\ Y_3 = B_3^w - E = 1775 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_4 = H_3^w = 4350,1 \\ Y_4 = B_{-3}^w - E = 1520 - E \end{cases}$$

(см. п.3.1.7 ГОСТ 9238-83 [1]);

$$\begin{cases} Z_5 = H_2^w = 4500 \\ Y_5 = B_{2,1-T}^w - E = 1400 - E \end{cases}$$

(см. п.3.1.7 ГОСТ 9238-83 [1]);

$$\begin{cases} Z_6 = H_1^w = 5300 \\ Y_6 = B_{1,1-T}^w - E = 700 - E \end{cases}$$

(см. п.3.1.7 ГОСТ 9238-83 [1]);

$$\begin{cases} Z_7 = 5300,1 \\ Y_7 = 0 \end{cases} \quad \text{Всего 7 пар.}$$

• Для габарита 1-Т.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_6^w - E = 1700 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_2 = H_4^w = 4000 \\ Y_2 = B_4^w - E = 1700 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_3 = H_3^w = 4250 \\ Y_3 = B_3^w - E = 1600 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_4 = H_2^w = 4500 \\ Y_4 = B_2^w - E = 1400 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_5 = H_1^w = 5300 \\ Y_5 = B_1^w - E = 700 - E \end{cases}; \begin{cases} Z_6 = 5300,1 \\ Y_6 = 0 \end{cases}$$

Всего 6 пар.

• Для габарита 1-Та.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_6^w - E = 1700 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_2 = H_4^w = 4000 \\ Y_2 = B_4^w - E = 1700 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_3 = H_{a2}^w = 4350 \\ Y_3 = B_{a2}^w - E = 1700 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_4 = H_{a1}^w = 4650 \\ Y_4 = B_{a1}^w - E = 1680 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_5 = H_a^w = 5300 \\ Y_5 = B_a^w - E = 1200 - E \end{cases}; \begin{cases} Z_6 = 5300,1 \\ Y_6 = 0 \end{cases}$$

Всего 6 пар.

• Для габарита 1-ВМ.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_8^w - E = 1700 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_2 = H_4^w = 3850 \\ Y_2 = B_4^w - E = 1700 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_3 = H_3^w = 4250 \\ Y_3 = B_3^w - E = 1600 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_4 = H_2^w = 4500 \\ Y_4 = B_2^w - E = 1400 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_5 = H_1^w = 4700 \\ Y_5 = B_1^w - E = 1160 - E \end{cases}; \begin{cases} Z_6 = 4700,1 \\ Y_6 = 0 \end{cases}$$

Всего 6 пар.

• Для габарита 0-ВМ.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_8^w - E = 1625 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_2 = H_4^w = 3500 \\ Y_2 = B_4^w - E = 1625 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_3 = H_3^w = 3800 \\ Y_3 = B_3^w - E = 1460 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_4 = H_2^w = 4200 \\ Y_4 = B_2^w - E = 1130 - E \end{cases};$$

$$\begin{cases} Z_5 = H_1^w = 4650 \\ Y_5 = B_1^w - E = 720 - E \end{cases}; \begin{cases} Z_6 = 4650,1 \\ Y_6 = 0 \end{cases}$$

Всего 6 пар.

- Для габарита 02-ВМ.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_8^w - E = 1575 - E \end{cases}; \\ \begin{cases} Z_2 = H_3^w = 3500 \\ Y_2 = B_3^w - E = 1575 - E \end{cases}; \\ \begin{cases} Z_3 = H_2^w = 1805 \\ Y_3 = B_2^w - E = 1395 - E \end{cases}; \begin{cases} Z_4 = H_1^w = 4650 \\ Y_4 = B_1^w - E = 690 - E \end{cases}; \\ \begin{cases} Z_5 = 4650,1 \\ Y_5 = 0 \end{cases}. \text{ Всего 5 пар.}$$

- Для габарита 03-ВМ.

$$\begin{cases} Z_1 = H_R \\ Y_1 = B_5^w - E = 1575 - E \end{cases}; \\ \begin{cases} Z_2 = H_4^w = 3220 \\ Y_2 = B_4^w - E = 1575 - E \end{cases}; \\ \begin{cases} Z_3 = H_3^w = 3670 \\ Y_3 = B_3^w - E = 1350 - E \end{cases}; \\ \begin{cases} Z_4 = H_2^w = 3980 \\ Y_4 = B_2^w - E = 1040 - E \end{cases}; \\ \begin{cases} Z_5 = H_1^w = 4280 \\ Y_5 = B_1^w - E = 440 - E \end{cases}; \begin{cases} Z_6 = 4280,1 \\ Y_6 = 0 \end{cases}.$$

Всего 6 пар.

Контроль вписывания котла в габарит осуществляется следующим способом. При $\Delta\alpha = 1^\circ$ для каждого $h \approx (0 < j \cdot \Delta\alpha \leq 90^\circ)$ определяются координаты точки окружности $y_{o,j}, E_0$:

$$\begin{cases} y_{o,j} = \frac{D_x}{2} \cos(j \cdot \Delta\alpha), \\ h_j = H_n + \frac{D_x}{2} (1 + \sin(j \cdot \Delta\alpha)). \end{cases} \quad (8)$$

Используя сформированные множества пар чисел, для каждого j из выражения $Z_i \leq h_j \leq Z_{i+1}$ определяется i . По этому i находится Y :

$$Y = Y_i - \frac{Y_i - Y_{i+1}}{Z_{i+1} - Z_i} (h_j - Z_i).$$

Если $y_{o,j} \leq Y$, значит, j -я точка окружности в габарит вписана. Если $y_{o,j} > Y$, значит, j -я точка окружности в габарит не вписана. Откорректируем величину диаметра котла: $D_x := D_x - 2\Delta D$, откорректируем величину H_R , после чего продолжим проверку вписывания, начиная с точки j (см. формулу (8)), на которой вписывание не осуществилось. Для габари-

та Тц вписывание проверяется и для отрицательных индексов j

$$0 > j \cdot \Delta\alpha \geq -\arctg\left(\frac{H_R - H_n}{B_7^w - B_9^w}\right),$$

которые соответствуют $(-1) > i \geq (-4)$.

5) Бункерный вагон.

Количество и размещение бункеров на бункерном вагоне обычно определяется количеством и конструкцией погрузочного и (реже) разгрузочного оборудования у отправителя и получателя. Все бункеры бункерного вагона совершенно идентичны, так как погрузка во все бункеры производится одновременно и с однотипного погрузочного оборудования. Диаметр цилиндрической части бункера (для цилиндрических бункеров) определяется шириной вагона на высоте ≈ 3000 мм.

Исходные данные для проектирования бункерного вагона должны быть следующими: габарит (габарит Тц для бункерного вагона быть не может), $p, n, n_{2,\min}, q', n_n, n_e, w'', f_1 + f_2, f_{01} + f_{02}, h_0, \Delta h_1, \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4, z$, высота верха рамы $H_n, \Delta H_n$. Кроме того, должны быть введены проектируемое количество бункеров $n_{БВ}$ и требование конструктора к расположению бункеров (ставится или не ставится бункер на консоль, допускается или не допускается располагать бункер или часть бункера над тележкой).

Примерная величина базы бункерного вагона (при разрешении располагать часть бункера над тележкой) определяется следующим способом.

На высоте от УГР $h \approx 3000$ мм определяется номер переломной точки $i: \{H_i^w \leq h < H_{i+1}^w\}$, габаритная полуширина на высоте этой переломной точки принимается равной строительному радиусу бункера $D_{БВ} \approx 2B_i^w$. После этого принимается

$$\ell \approx n_{БВ} D_{БВ} \quad (9)$$

(для бункерного вагона, у которого никакая часть бункера не должна располагаться над тележкой, $\ell \approx 2n_{2,\min} + n_{БВ} D_{БВ}$). При данной величине базы определяются E_0 и E_e для $n_e = \ell/2$. После чего уточняются величины $D_{БВ} = 2(B_i^w - E_e)$ и ℓ по формуле (9). Величину ℓ конструктор в диалоговом режиме должен либо принять, либо уточнить (в помощь конструктору должны быть выведены значения E_0, E_e и $D_{БВ}$).

Если консоль бункерного вагона используется в основном для установки автосцепного оборудования, то эта консоль может быть «заужена» в соответствие со строительным очертанием вагона.

Высота от УГР верхней точки цилиндрической части бункера и часть габарита, которая используется для проектирования крыши бункера, определяются, как для пассажирского вагона.

б) Локомотивы, головной вагон дизель- или электропоезда, рельсовый автобус.

Перечисленные выше типы подвижного состава могут иметь «зауженную» (трапециевидную, «заостренную») консольную часть. В таком случае длина консоли может быть достаточно большой, а база кузова настолько малой, что при $n_B = \ell/2$ окажется, что $E_B = E_0$ (или $E_B \rightarrow E_0$). Однако, конструктор должен иметь возможность при желании «оптимизировать» консоль по формулам (2)-(4).

При проектировании перечисленных выше типов подвижного состава строительное очертание выше переломных точек, перечисленных для крытого грузового вагона, используется для проектирования крыши и надкрышевого оборудования.

Кузов **локомотива** может на разных высотах от УГР иметь разную ширину (за счет того, что на высоте нижних точек верхнего очертания габарита строительная ширина может быть меньше, чем на высоте «более высоких» переломных точек, боковой борт может иметь ступенчатую форму).

Необходимо отметить, что антенны радиосвязи согласно п. 1.2.7 Инструкции [2] иногда могут вписываться в «более широкий» габарит, чем кузов, а шарнирно укрепленные на кузове зеркала заднего вида и параваны согласно п. 1.2.6 могут вписываться в очертание, которое шире основного контура габарита на 150 мм.

При вписывании в габарит **электровоза** или **электропоезда**, кроме прочих, необходимо выполнять требования к пантографу и воздушному зазору согласно п. 1.3.3 Инструкции [2].

7) Платформенный транспортер, корытообразный транспортер, миксер.

Миксер и **транспортер** могут проектироваться по традиционной схеме: когда кузов, оборудованный автосцепками, опирается пятниками на две многоосные тележки. Консоль такого подвижного состава может быть «заужена», тогда база вагона $\ell \approx 2n_{2,\min} + L_n$ определяется длиной пола рабочей части кузова L_n .

Вторая схема проектирования исходит из того, что многоосная тележка **миксера** или **транспортера** оборудуется палубой с укрепленной под ней автосцепкой. Собственно миксер (транспортер) при этом опирается на подпятники, расположенные на палубах тележек, форма консоли кузова определяется строительным очертанием кузова.

В обеих схемах «оптимизация» консоли не предусмотрена.

Пол **миксера** (**транспортера**) может располагаться очень низко (значительно ниже уровня высоких платформ). В остальном проектирование **миксера** и **корытообразного транспортера** практически не отличается от проектирования полувагона, а проектирование **платформенного транспортера** напоминает проектирование платформы без бортов.

К вопросу о выходных формах САПР

САПР должна включать в себя вывод строительных очертаний проектируемого подвижного состава в нескольких сечениях по всей длине кузова (зависимость от расстояния до направляющего сечения n высот от УГР и полуширин строительного очертания каждой переломной точки). Отметим, что подвагонное оборудование вписывается с учетом п. 2.2.4, п. 2.2.5, п. 2.3.2-2.3.9, п. 2.4, п. 2.5.1.5, п. 2.5.1.9, п. 2.5.2, п. 2.5.3, п. 2.6.3 Инструкции ЦВ/4422 [2]. « n » понимается так, что направляющее сечение обозначается n_0 , наружные сечения обозначаются n_n , внутренние сечения обозначаются n_e [1, 2]. Вывод координат строительных очертаний всех переломных точек подвагонного оборудования (если необходимо, с учетом п. 3.2.2 и п. 3.2.3 ГОСТ 9238-83 [1]) обязателен. Из строительных очертаний, соответствующих переломным точкам верхнего очертания габарита, обязательно выводить следующие.

• Для **платформы, платформенного и корытообразного транспортера.**

- ♦ В габарите Т, Та, Тб, 1-Т, 1-Та – 4, 6, 8-10.
- ♦ В габарите Тпр – 2-7.
- ♦ В габарите Т'пр – 3-7.
- ♦ В габарите 1-ВМ, 0-ВМ – 4, 5, 8-11.
- ♦ В габарите 02-ВМ – 3, 5, 7, 8.
- ♦ В габарите 03-ВМ – 4, 5.

• Для **полувагона** – те же и следующие переломные точки.

- ♦ В габаритах Т, 1-Т, 1-ВМ, 0-ВМ, 03-ВМ – 1-3.
- ♦ В габарите Та, 1-Та – a , a_1 , a_2 .
- ♦ В габарите Тб – b , b_1 , a_2 .

- ◆ В габарите Т_{пр} – 1.
- ◆ В габарите Т'_{пр} – переломные точки габарита 1-Т согласно п. 3.1.7 ГОСТ 9238-83 [1].
- ◆ В габарите 02-ВМ – 1, 2.
 - Для **крытого грузового, бункерного, пассажирского, почтового и багажного вагонов, вагона реф-секции, хоппера.**
 - ◆ Все переломные точки, соответствующие габариту, в который вписывается вагон.
 - ◆ В габарите Т'_{пр}, кроме того, – переломные точки габарита 1-Т согласно п. 3.1.7 ГОСТ 9238-83 [1].
 - Для **миксера.**
 - ◆ Те же, что и для крытого грузового вагона.
 - Для **миксера и транспортера, спроектированных по второй схеме**, кроме строительного очертания кузова, должно выводиться строительное очертание палубы.
 - Для **цистерны.**
 - ◆ Те же, что и для крытого грузового вагона.
 - ◆ Кроме того, в габарите Т_ц все точки верхнего очертания, включая точки габарита 1-Т согласно п. 3.1.5 ГОСТ 9238-83 [1].
 - Для **локомотива и вагона МВПС.**
 - ◆ Все переломные точки, соответствующие габариту, в который вписывается вагон.
 - ◆ Кроме того, в габаритах Т и 1-Т – a , a_1 , a_2 .
 - ◆ Кроме того, в габаритах Т и 1-Т – точки, которые шире основного контура габарита на 150 мм.
 - Для **электровоза и вагона электропоезда**, кроме прочего, необходимо вывести границы допустимой установки пантографа и минимальную величину воздушного зазора согласно п.1.3.3 Инструкции [2].

Выводы

В статье дано неформальное определение понятия строительного очертания железнодорожного подвижного состава, перечислены неточности, обнаруженные в нормативной литературе по вписыванию подвижного состава в габарит, отмечены особенности натуральных испытаний вписывания подвижного состава в габарит, описаны элементы САПР железнодорожного подвижного состава, касающиеся удовлетворения требованиям вписывания подвижного состава в габарит.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 9238-83. Габарит приближения строений и подвижного состава ж. д. колеи 1520 (1524) мм [Текст].

2. Инструкция по применению габаритов подвижного состава ГОСТ 9238-83. ЦВ/4422 [Текст]. – М. : МПС, 1986. – 160 с.
3. Инструкция по применению габаритов приближения строений ГОСТ 9238-83. ЦП/4425. – М. : МПС, 1988. – 144 с.
4. Рухомий склад залізниць. Габарити рухомого складу. Методи визначення габаритних розмірів. СОУ МПП 45.060-252:2008 [Текст]. – 124 с.
5. Нормы для расчета и проектирования вагонов ж. д. МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М. : ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.
6. Нормы для расчета и оценки прочности несущих элементов, динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов ж. д. МПС РФ колеи 1520 мм [Текст] – М. : МПС РФ, ВНИИЖТ, 1998. – 145 с.
7. Нормы расчета и оценки прочности несущих элементов и динамических качеств моторвагонного подвижного состава ж. д. МПС РФ колеи 1520 мм. – М.: МПС РФ, ВНИИЖТ, 1997. – 147 с.
8. Подвижной состав МПС и промышленного транспорта ж. д. колеи 1520 мм. Типовая методика испытаний по воздействию на путь. ТМ 14-01-02 [Текст]. – ИЦЖТ ФГУП ВНИИЖТ, 2002. – 38 с.
9. Методика расчета габаритной рамки для контроля размеров вновь построенного подвижного состава. № С-40010 [Текст]. – М. : МПС СССР, ВНИИЖТ, 1978. – 50 с.
10. Коротенко, М. Л. Особенности приемки подвижного состава зарубежного изготовления в части вписывания в габарит по ГОСТ 9238-83 [Текст] / М. Л. Коротенко, Н. Я. Гаркави. // Вісник ДНУЗТ. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 23. – 2008. – С. 38-40.
11. Грузовые вагоны колеи 1520 мм ж.д. СССР. – М. : Транспорт, 1982. – 112 с.
12. Коломийченко, В. В. Автосцепное устройство подвижного состава [Текст] / В. В. Коломийченко, Н. Г. Беспалов, Н. А. Семин. – М. : Транспорт, 1980. – 185 с.
13. Разработка алгоритмов и программного обеспечения подсистемы проектировочных расчетов в САПР конструирования вагонов [Текст] : отчет о НИР, № ГР 01870097057. – Д. : ДИИТ, 1988. – 11 с.
14. Рыжов, А. В. САПР «грузовой вагон» на первых этапах проектирования. Организация управляющей подсистемы [Текст] / А. В. Рыжов, Н. Я. Гаркави, В. А. Гречин, Н. О. Драгунова. // Проблемы механики железнодорожного транспорта. Повышение надежности и совершенствование конструкций подвижного состава [Текст] : тезисы докладов. – Д. : ДИИТ, 1984. – С.44-45.

15. Морчиладзе, И. Г. Железнодорожные цистерны. Конструкции, техническое обслуживание и ремонт [Текст] / И. Г. Морчиладзе, А. П. Никодимов, М. М. Соколов, А. В. Третьяков. – М. : ИБС-Холдинг, 2006. – 516 с.

Поступила в редколлегию 22.11.2011.
Принята к печати 24.11.2011.

Н. Я. ГАРКАВИ, Є. Ф. ФЕДОРОВ, В. В. КАРПЕНКО, О. М. ЗАБОЛОТНИЙ,
І. В. КЛИМЕНКО, О. Н. ЛИТВИНЕНКО

ДО ПИТАННЯ ПРО ВПISУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ У ГАБАРИТ

Стаття присвячена трьом питанням. 1. У нормативній літературі по вписуванню в габарит мають місце помилки, а також висловлення, які важко зрозуміти. 2. При ходових випробуваннях рухомого складу необхідно перевіряти достатність закладених у габарит запасів на динаміку екіпажа. 3. Наведено алгоритми проектування вигляду різних типів рухомого складу за умови вписування в габарит.

Ключові слова: габарит рухомого складу, будівельний обрис, нормативна література, неточності, натурні випробування, автоматичне проектування

N. Ya. GARKAVI, Ye. F. FEDOROV, V. V. KARPENKO, O. M. ZABOLOTNYI,
I. V. KLIMENKO, O. N. LITVINENKO

ABOUT FITTING OF THE ROLLING STOCK INTO THE GAUGE

The article is devoted to three issues. 1. In the normative literature about fitting of the rolling stock into the clearance diagrams, there are the mistakes and the expressions what are difficult to be understood. 2. During running test of the rolling stock, it is necessary to check sufficiency of the allowances for vehicle dynamics provided into the clearance diagrams. 3. The algorithms of the designing of the look of the different types of the rolling stock regarding as to fit into the clearance diagrams are presented.

Keywords: gauge of rolling stock, building outline, normative literature, inexactnesses of final product, full-scale test, automatic designing