

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 21 – 24 мая 2013 г.,
Чешская Республика, г. Кутна Гора

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 28 – 31 октября 2013 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 31 октября 2013 г.

Примечание: Теряет силу II издание Памятки Р755/6 от 12.10.2012 г.

P 755

КОНСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ И СКРЕПЛЕНИЙ ДЛЯ КРИВЫХ УЧАСТКОВ ПУТИ

Железобетонные шпалы, как и деревянные, могут применяться на всех участках железнодорожного пути, в том числе и в кривых его участках без ограничения их радиуса. В отличие от деревянных, конструкция железобетонных шпал для кривых малого радиуса и для переходных кривых имеет особенности, учитывающие разницу в ширине рельсовой колеи на этих участках.

1. Общие положения

1.1. Требования и необходимость в уширении колеи в горизонтальных кривых

При движении подвижного состава в горизонтальных кривых необходимо обеспечить его безопасное вписывание в колею. В целях этого производится увеличение нормальной колеи (уширение) в зависимости от радиуса кривой для предупреждения заклинивания. Уширение необходимо только в горизонтальных кривых малых радиусов – $R < 300$ м.

Переход от прямого участка пути к участку в кривой с уширением производится ступенчато или постепенно с шагом увеличения 1 мм/м или 2 мм/м. Шаги уширения могут варьироваться с различными градиентами – 5 мм; 2,5 мм; 2 мм.

При наличии переходной кривой переход к ступенчатому уширению располагается на ней, причем соответствующие длины определяются по формулам:

R, R_i – радиусы кривых, м

$$l = l' + \sum_{i=1}^4 l_i \quad \text{– длина переходного участка, м}$$

$$l' = \frac{R}{300} \cdot l \quad \text{– длина участка без расширения, м}$$

$$l_i = \frac{R}{R_i} \cdot l - \left(l' + \sum l_{i-1} \right) \quad \text{– длины участков с расширением, м}$$

При отсутствии переходной кривой, переход к ступенчатому уширению производится длинами по 5 м ($l_i = 5$ м).

2. Регулировка ширины колеи в кривых за счет конструкции шпал

Железобетонные шпалы всех видов имеют конструктивный размер между двумя точками на разных концах шпалы, фиксирующий ширину рельсовой колеи при каждом типе рельсового скрепления. Таким размером (К) является обычно расстояние между наружными упорными кромками углублений в

подрельсовых площадках разных концов шпалы (рисунок 2.1) или расстояние между центрами крайних крепежителей рельсов к шпале на разных ее концах (рисунок 2.2).

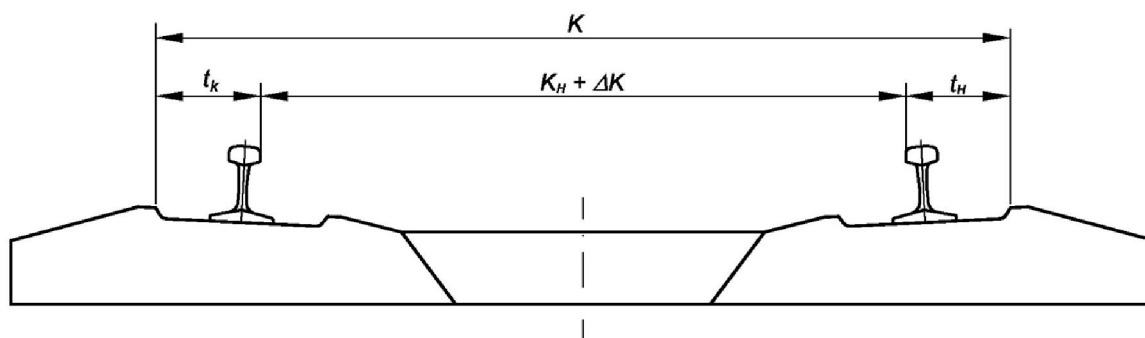


Рисунок 2.1

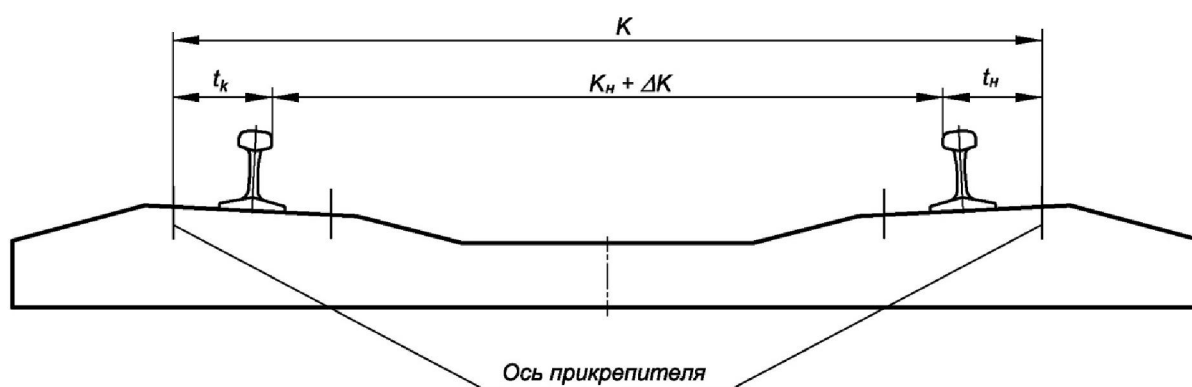


Рисунок 2.2

Этот размер складывается из следующих составляющих:

K_n – нормативная ширина рельсовой колеи на прямых участках пути данной железной дороги;

t_k – расстояние от внутренней кромки головки рельса до наружной упорной кромки углубления в бетоне подрельсовой площадки на каждом из концов шпалы или до упорной кромки или центра наружного анкера, забетонированного на каждом из концов шпалы;

ΔK – добавка ширины рельсовой колеи в кривом участке пути того или иного радиуса.

В общем случае величина K определяется зависимостью

$$K = K_n + 2t_k + \Delta K$$

На железных дорогах, где в прямых участках пути радиусом 350 м и более, установлено одинаковое значение ширины рельсовой колеи рекомендуется применять железобетонные шпалы с одним и тем же размером ширины K , т.е. без добавки ΔK .

На железных дорогах, где на кривых участках пути радиусом менее 350 м установлена большая ширина колеи, рекомендуется применять железобетонные шпалы с размером К увеличенным на величину добавки ΔK .

На участках переходных кривых для возможности постепенного изменения ширины рельсовой колеи с шагом увеличения в 2 мм, также рекомендуется применять железобетонные шпалы с переменным значением размера К. Шпала для переходных участков кривых должны поставляться полными комплектами. При этом число шпал с переменным значением размера К в пределах переходной кривой должно быть определено в зависимости от крутизны отвода ширины колеи при разных скоростях движения по кривой.

Изготовление шпал для кривых участков пути с измененным размером К целесообразно выполнить в тех же формах, но со смещением одного из ее концов на величину ΔK .

Все шпалы с измененными значениями размера К должны иметь на одном из концов специальную маркировку, содержащую букву К и две цифры значения ширины рельсовой колеи.

Ниже, в качестве примера, показаны размеры железобетонных шпал, применяемых в кривых малого радиуса и в переходных кривых на железных дорогах ОАО «РЖД».

У шпал для рельсового скрепления типа КБ таким размером (определяющим ширину колеи) является расстояние (а) между наружными упорными кромками углублений в подрельсовых частях разных концов шпалы, измеряемое на уровне верха кромок (рисунок 2.3, а).

У шпал для рельсового скрепления типа ЖБР таким размером является расстояние (а') между наружными плоскостями краев углублений в подрельсовых частях разных концов шпалы, измеряемое на уровне подрельсовых площадок (рисунок 2.3, б).

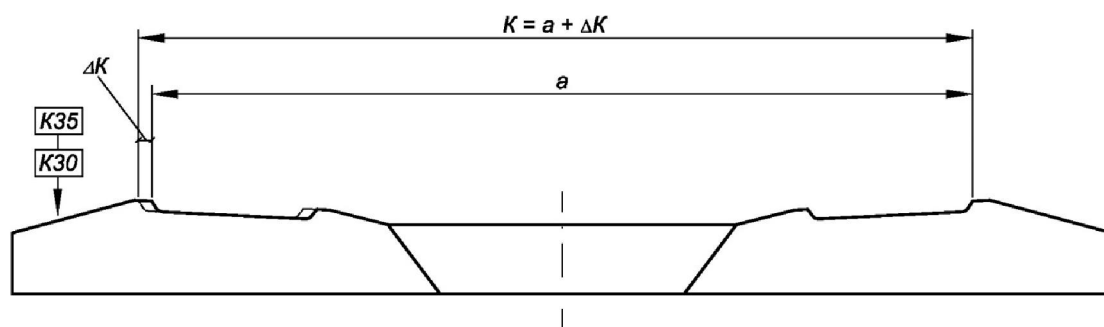
У шпал для рельсового скрепления типа АРС таким размером является расстояние (Амах) между наружными ребрами головок анкеров разных концов шпалы, измеряемое на уровне верха головок (рисунок 2.3, в).

На дорогах ОАО «РЖД», на которых в прямых участках пути и кривых радиусом 350 м и более установлено одно значение ширины рельсовой колеи 1520 мм, предусмотрено применять одни и те же типовые железобетонные шпалы с соответствующими размерами, определяющими эту ширину колеи.

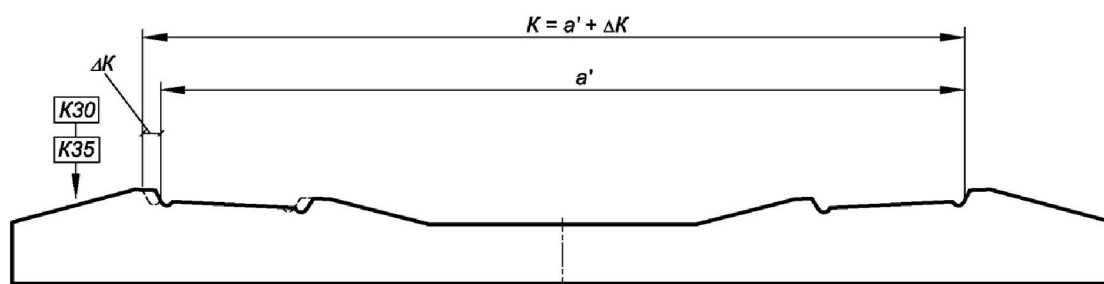
Маркировку таких шпал не содержит указаний о ширине колеи.

На кривых участках пути радиусом от 349 м до 300 м, где установлена ширина колеи 1530 мм, а на кривых радиусом 299 м и менее установлена ширина колеи 1535 мм, следует в кривых применять железобетонные шпалы с измененными значениями размеров а, а' и Амах.

а) шпала типа Ш1



б) шпала типа Ш3



в) шпала типа Ш-АРС

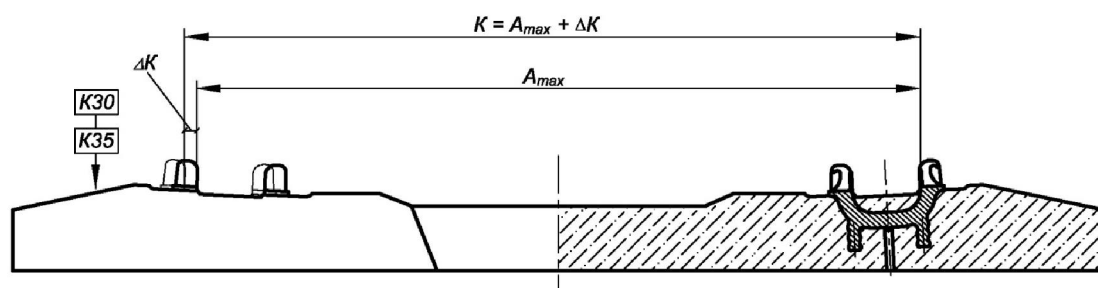


Рисунок 2.3

На участках переходных кривых для возможности постепенного изменения ширины рельсовой колеи от 1520 мм до 1530 мм или 1535 мм также рекомендуется применять железобетонные шпалы с переменными значениями размеров a , a' и A_{max} . Шаг изменения этих размеров предусмотрен в 2 мм.

Перечень типоразмеров шпал ОАО «РЖД» для разных значений ширины колеи при скреплениях типа КБ и ЖБР с измененными значениями a и a' представлен в таблице 2.1.

По всем параметрам и размерам, кроме расстояния, определяющего ширину колеи, шпалы для кривых меньшего радиуса полностью аналогичны типовым железобетонным шпалам.

Изготовление шпал для кривых малого радиуса и переходных участков производится в типовых шпальных формах. При этом перед формованием шпалы деталь формы, определяющая размер колеи, смещается на требуемую величину в сторону конца шпалы, на котором указывается типоразмер данной шпалы.

Таблица 2.1 - Типоразмеры шпал типов Ш1 и Ш3 для кривых участков пути

Типоразмер	Расчетная ширина колеи, мм	Значение размера, определяющего ширины колеи, мм	
		a	a'
-	1520	2016	1968
K22	1522	2018	1970
K24	1524	2020	1972
K26	1526	2022	1974
K28	1528	2024	1976
K30	1530	2026	1978
K32	1532	2028	1980
K35	1535	2031	1983

Шпалы для переходных участков должны поставляться полными комплектами, состав которых указан в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Число шпал в комплекте для переходной кривой

Радиус кривой, м	Типоразмер шпалы				
	K22	K24	K26	K28	K32
349-300	4	4	4	4	-
299 и менее	4	4	4	4	4

3. Регулировка ширины колеи в кривых за счет конструкции промежуточных креплений

3.1. Крепления типа СКД65

На железных дорогах Украины разработана, запатентована и внедрена конструкция промежуточного рельсового крепления для рельсов типа Р65 для кривых участков пути с радиусами 450 м и менее, которая получила название «тип СКД65»: для железобетонных шпал – СКД65-Б (рис. 3.1), а для деревянных шпал – СКД65-Д.

От крепления КБ новое крепление отличается конструкцией подкладки и наличием регулировочных карточек, которые устанавливаются вертикально между боковыми гранями подошвы рельса и ребрами подкладки. В узел промежуточного крепления одновременно укладывается набор из трех карточек толщиной 2 и 3 мм. Суммарная толщина трех карточек составляет 7 мм. Карточки изготавливаются из стали. От смещения вдоль рельса карточки фиксируются конструктивно клеммой. Для этого используют пазы верхней части карточки.

С помощью крепления СКД65-Б можно решить следующие задачи:

1) установить ширину колеи от 1520 до 1534 мм с железобетонными шпалами Ш1-1 в кривых участках радиусом менее 450 м, в том числе с плавной сменой ширины в зоне переходной кривой с шагом 1 мм;

2) при текущем содержании с помощью карточек крепления СКД65-Б можно регулировать ширину колеи в кривых участках на сужение – от 1 до 28 мм.

3) на участках пути, где существует сужение колеи (например, при применении старогодных рельсов), крепление СКД65-Б позволяет регулировать ширину колеи на уширение от 1 до 14 мм с шагом уширения 1 мм;

4) в местах, где выпракты пути в плане практически невозможна, например, на металлических мостах с плитами БМП, можно регулировать положение пути в плане путем поперечного перемещения рельсов в пределах от 1 до 7 мм с шагом регулировки 1 мм.

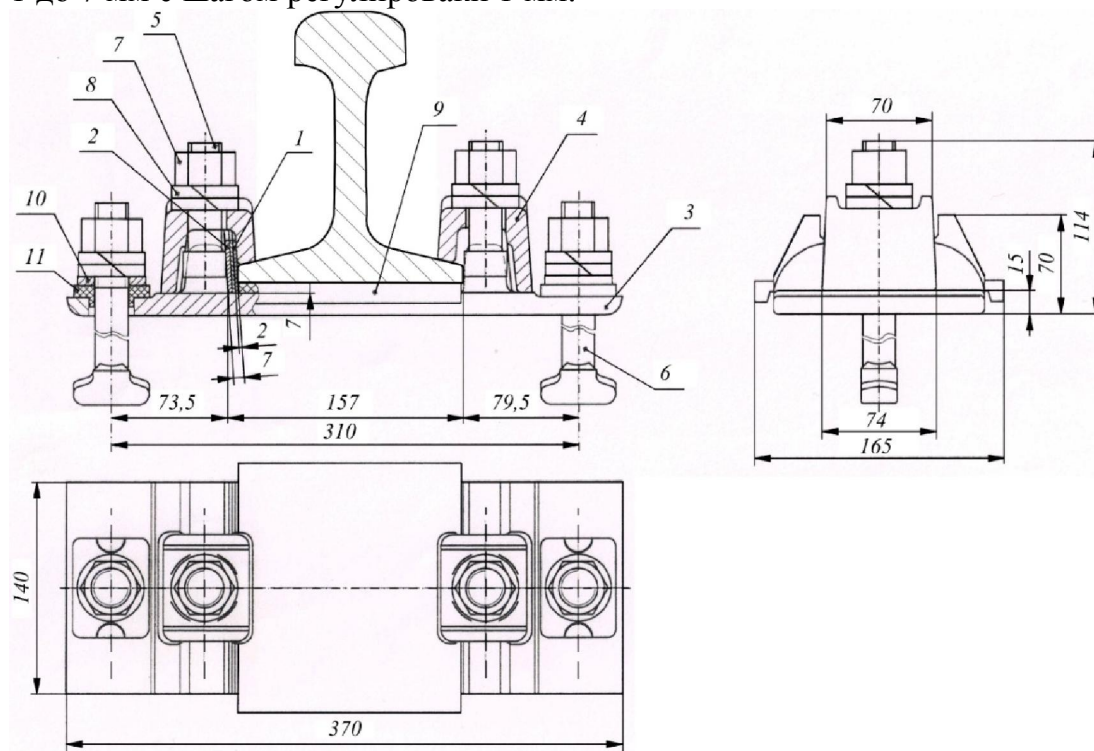


Рисунок 3.1 – Раздельное крепление типа СКД65-Б

1 – Регулирующая карточка толщиной 2 мм – 2 шт.; 2 – Регулирующая карточка толщиной 3 мм – 1 шт.; 3 – Подкладка 2КБЛ 65; 4 – Клемма ПКЛ; 5 – Болт клеммный; 6 – Болт закладной; 7 – Гайка; 8 – Шайба двухвитковая; 9 – Прокладка ПРБ-4; 10 – Шайба плоская ШП-1.1; 11 – Втулка изолирующая.

Кроме того создана типовая схема сборки рельсошпальной решетки в переходных кривых для участков пути с радиусами мене 450 м, показанная на рис. 3.2.

3.2. Скрепление типа КПП-5-К

Для кривых участков пути на железобетонных шпалах с рельсами Р65 ГП «Научно-конструкторское технологическое бюро путевого хозяйства Укрзализныци» разработало упругое скрепление типа КПП-5-К (рис. 2.3). Это скрепление позволяет регулировать ширину колеи в диапазоне от 1522 мм до 1534 мм.

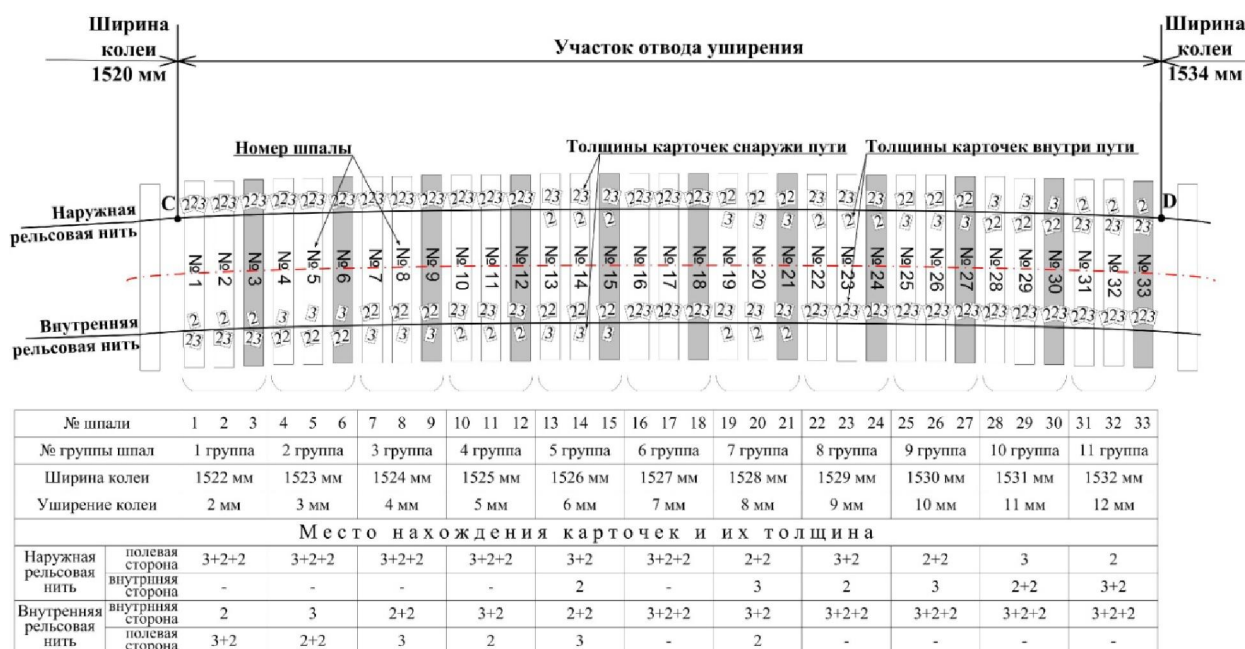


Рисунок 3.2 – Типовая схема раскладки карточек регулирования ширины колеи на отводе уширения для пути со шпалами типа Ш1-1, эпюра шпал 1840шт./км, радиус кривой 150...450 метров

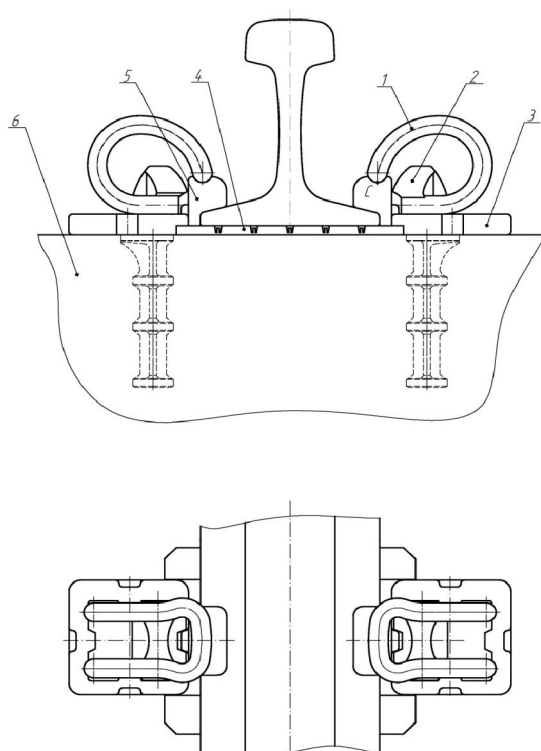


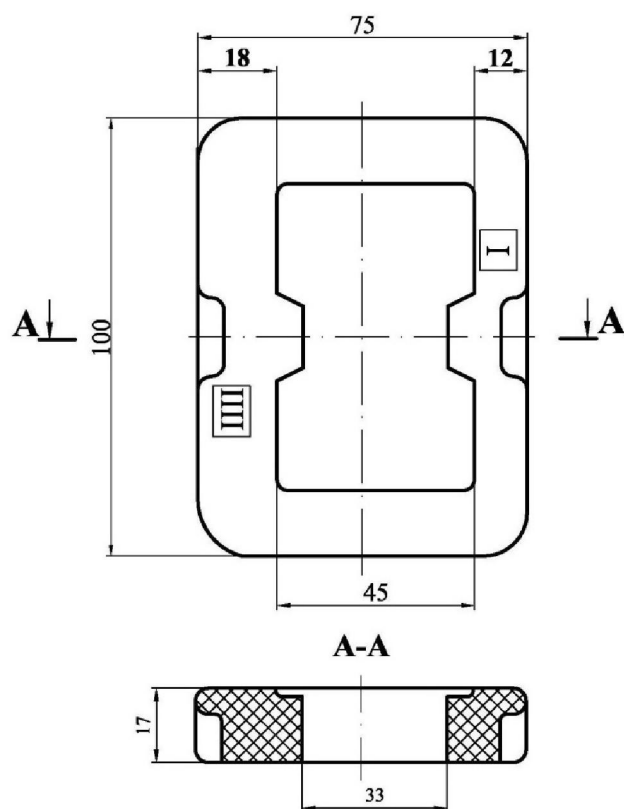
Рисунок 3.3 – Скрепление упругое типа КПП-5-К:

1 – клемма упругая типа КП-5.2; 2 – анкер АЗ-2-К; 3 – втулка регулировочная (ВР-65-К-1-4 или ВР-65-К-2-3); 4 – прокладка ПРП-3.2-К; 5 – вкладыш изолирующий ВИ-К; 6 – железобетонная шпала СБЗ-5.2

В скреплении типа КПП-5-К рельсы к шпалам крепятся упругими клеммами типа КП-5.2. Клемма устанавливается в анкер и за счет своих упругих свойств создает необходимое усилие прижатия подошвы рельса. Для электрической изоляции анкера и клеммы от рельса в анкер устанавливается изолирующий вкладыш, который опирается на подошву рельса и прижимается к ней упругой клеммой. Изолирующий вкладыш изготавливается из термопластмассы. Скрепление используется только с разработанными НКTB ЦП УЗ шпалами железобетонными типа СБЗ-5.2.

Изменение ширины колеи осуществляется при помощи надевающихся на анкер регулировочных втулок (рис. 3.4) путем изменения их положения относительно рельса на внутренней и внешней нитках пути. Размещение втулок в определенном порядке дает возможность за 6 ступеней регулировки изменить ширину колеи на 12 мм (2 мм – на одну ступень). Одна ступень регулировки выполняется на 7-8 шпалах.

а



б

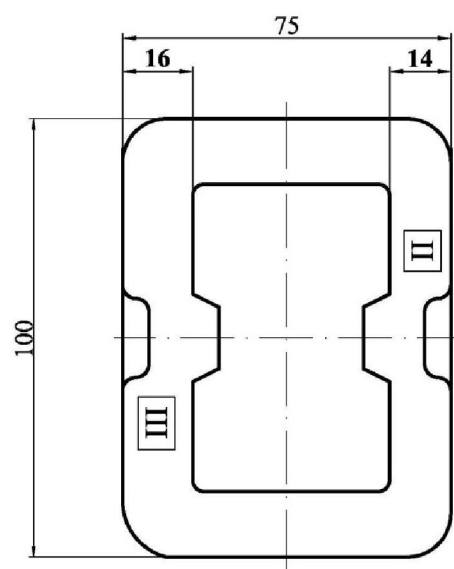


Рисунок 3.4 – Втулка регулировочная: а – ВР-65-К-1-4; б – ВР-65-К-2-3

Как пример, в таблице 3.1 приведена схема укладки регулирующих втулок на участке пути с эпюрой шпал 1840 шт./км длиной 30 м.

Таблица 3.1- Схема укладки регулирующих втулок

№ шпалы		1-8	9-16	17-24	25-32	33-40	41-48	49-55
Ширина колеи, мм		1522	1524	1526	1528	1530	1532	1534
Уширение колеи, мм		2	2	2	2	2	2	2
Положение регулировочных втулок согласно условных обозначений на ее верхней плоскости								
Внешняя рельсовая нитка	полевая сторона	III	III	III	III	III	II	I
	внутренняя сторона	I	I	I	I	II	III	III
Внутренняя	внутренняя	I	II	III	III	III	III	III

рельсовая нитка	сторона							
	полевая сторона	III	III	II	I	I	I	I

4. Конструкции железобетонных шпал и креплений для колеи 1435

4.1. Верхнее строение

Колея обеспечивается и поддерживается опорами рельсов – шпалами или монолитным основанием.

В горизонтальных кривых малых радиусов используются:

- деревянные шпалы с жесткими и упругими креплениями;
- железобетонные шпалы с упругими креплениями;
- стальные Y-шпалы с упругими креплениями.

Железобетонные шпалы предпочтительнее при балластном пути при более высокой нагрузке и скорости движения.

4.2. Виды конструкций

Конструкция шпал такая же, как и на пути в прямой. Уширение колеи обеспечивается посредством использования различных типов систем креплений – Vossloh, Pandrol, SB-3.

Для отдельных типов рельсов, различия в шпалах, в основном, заключаются в размерах подрельсовых площадок и расстоянии между ними (a , $L1$, $L2$).

В зависимости от типа креплений различаются два основных вида конструкций:

– со специально оформленными для крепления подрельсовыми площадками – оформленные желоба и забетонированные дюбели для креплений Vossloh (рис.4.1);

– без специально оформленных для крепления подрельсовых площадок – гладкие подрельсовые площадки и забетонированные анкерные элементы для крепления Pandrol, SB-3 (рис. 4.2).

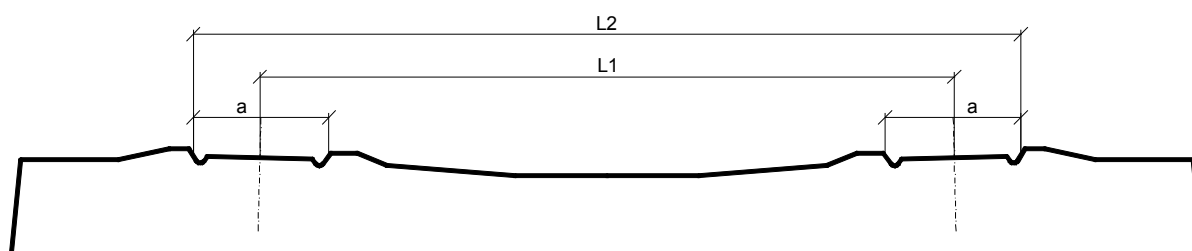


Рис. 4.1 Железобетонная шпала со креплением Vossloh

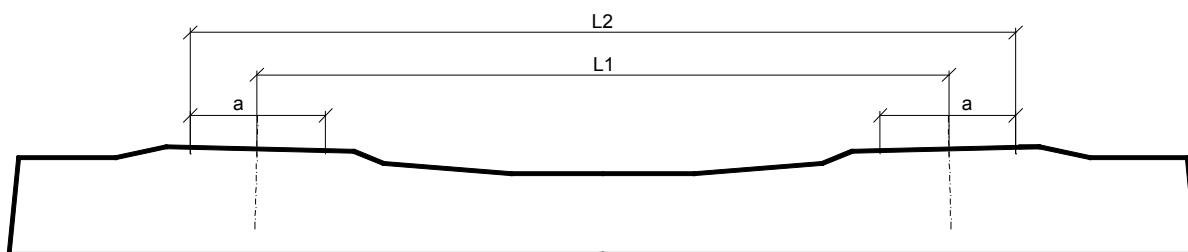


Рис. 4.2 Железобетонная шпала со креплениями Pandrol, SB-3

4.4. Упругие системы закрепления (скрепления)

4.4.1. Системы скрепления Vossloh для балластного пути

Основные элементы упругого скрепления SKL и W (SKL-1, W-14, W-21) (рис. 4.3):

- упругие стальные клеммы типа SKL (SKL-1, SKL-14, SKL-21);
- пластмассовые угловые вкладыши типа Wfp (Wfp3b для SKL-1, Wfp14K для SKL-14, Wfp21K для SKL-21);
- пластмассовые подрельсовые прокладки для соответствующего типа рельсов типа (2 разновидности – для рельсов типа 49 (54) kg/m и 60 kg/m);
- элементы для закрепления скоб (дюбели, шурупы 24x160 с шайбами).

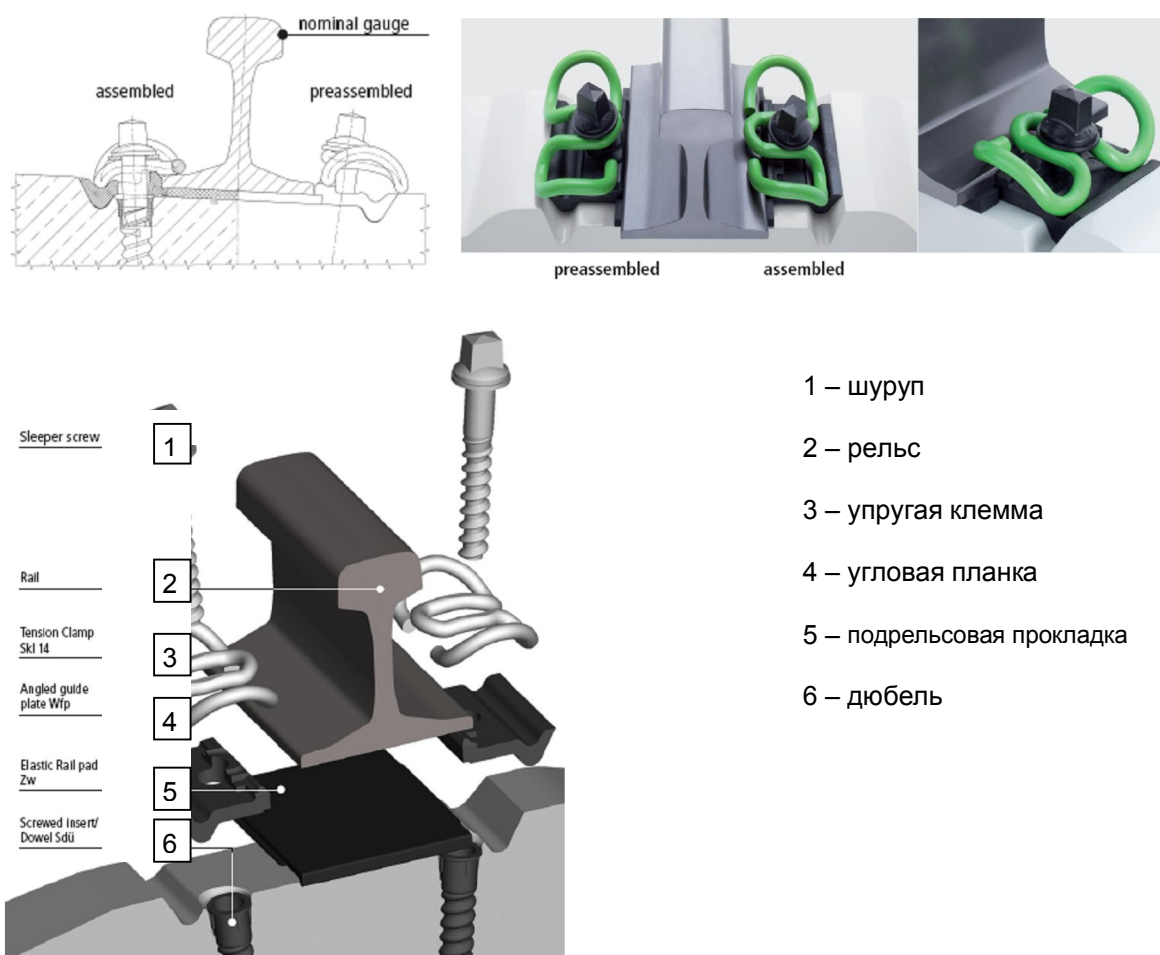


Рис. 4.3 - Скрепление W (Vossloh)

Уширение рельсовой колеи осуществляется посредством угловых планок, которые варьируют размерами (а, b, с) – по 5 разновидностям для каждого типа клеммы (рис. 4.4). Боковое регулирование максимумом на ± 5 mm на каждом рельсе или в общем для колеи ± 10 mm возможно шагами, кратными на 2,5 mm и зависит от размера а.

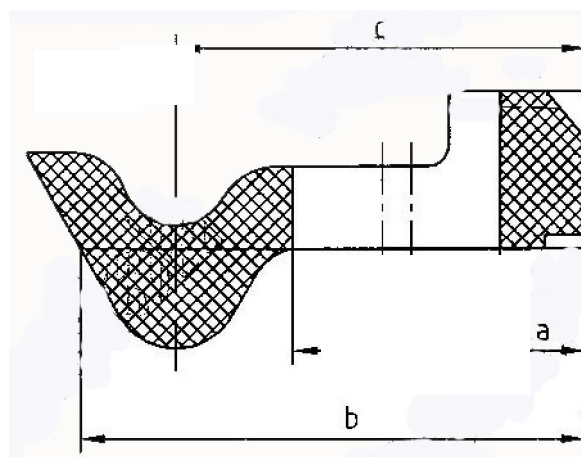


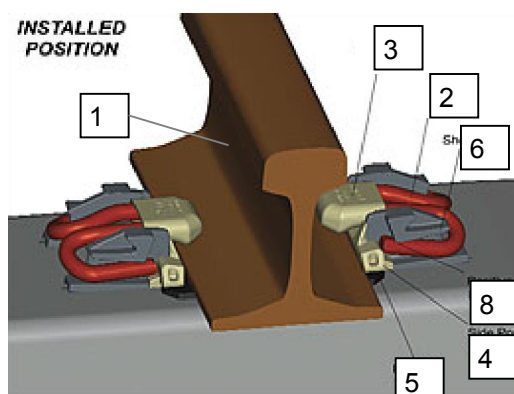
Рис. 4.4 - Поперечный разрез угловой планки для крепления W (Vossloh)

Угловая планка			a, mm
Wfp 3b-7	Wfp 14K-7	Wfp 21K-7	7,0
Wfp 3b-9,5	Wfp 14K-9,5	Wfp 21K-9,5	9,5
Wfp 3b-12	Wfp 14K-12	Wfp 21K-12	12,0
Wfp 3b-14,5	Wfp 14K-14,5	Wfp 21K-14,5	14,5
Wfp 3b-17	Wfp 14K-17	Wfp 21K-17	17,0

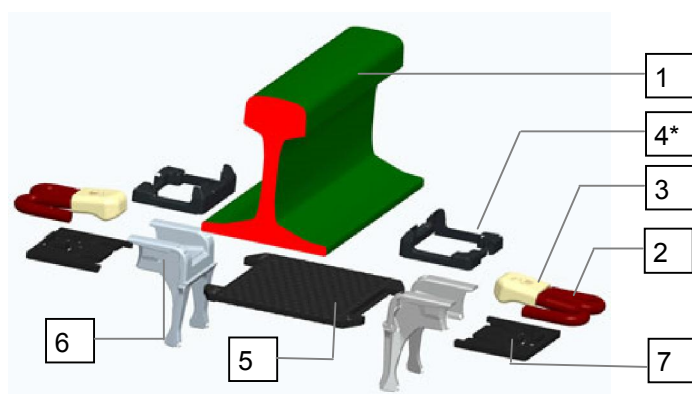
4.4.2. Системы крепления Pandrol для балластного пути

Основные элементы упругого крепления Fastclip (рис. 4.5):

- упругие стальные клеммы типа FC или FE (FC1500, FE1400);
- пластмассовые изоляторы для вершины клеммы;
- пластмассовые боковые изоляторы без/с опорой для пят клемм;
- резиновые подрельсовые прокладки;
- элементы для закрепления клемм (стальные опоры (держатели) без/с пластмассовыми уплотнительными прокладками).



Fastclip FC



Fastclip FE



Рис. 4.5 Скрепление Fastclip (Pandrol)

Уширение рельсовой колеи осуществляется при помощи боковых изоляторов, которые варьируют размерами – по 5 разновидностям (рис. 4.6). Боковое регулирование максимумом на ± 8 mm на каждом рельсе или в общем для колеи ± 16 mm возможно шагами, кратными 2,0 mm и зависит от размера а.

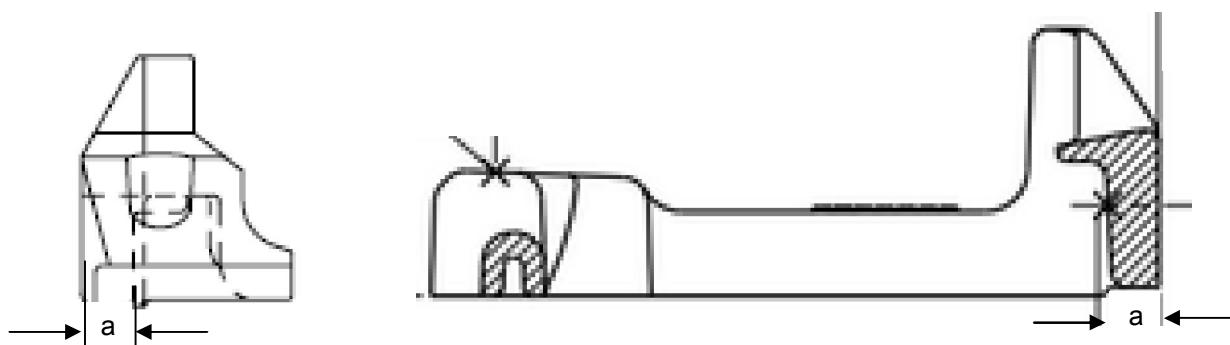


Рис. 4.6 - Поперечный разрез боковых изоляторов для крепления Fastclip (Pandrol)

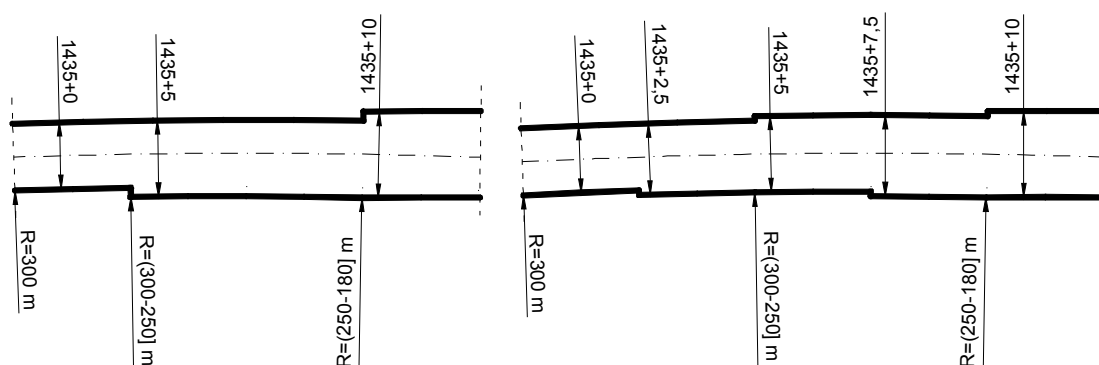
Боковой изолятор		a , mm
Fastclip FC	Fastclip FE	8,0
		10,0
		12,0
		14,0
		16,0

4.5. Реализация уширения рельсовой колеи

Существуют различные варианты уширения рельсовой колеи в зависимости от величины ее увеличения и расположения относительно оси пути (рис. 4.7 и рис. 4.8).

Число шпал, обеспечивающих определенную стоимость уширения, зависит от соответствующей густоты их распределения на 1 km пути и необходимой длины расположения уширения, определенной в п.1.

4.5.1 Железобетонные шпалы со креплениями Vossloh



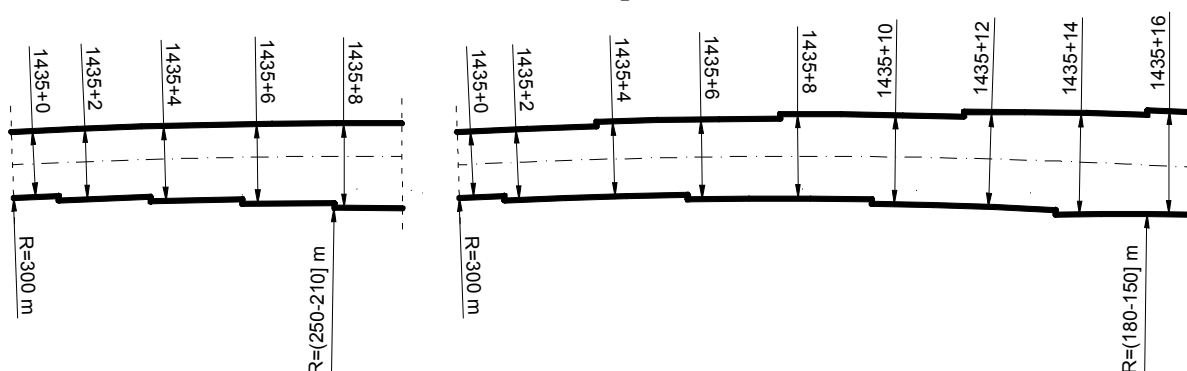
уширение шагом 5,0 mm

уширение шагом 2,5 mm

Рис. 4.7 - Варианты расположения уширения со креплениями Vossloh

Уширение, mm		0	+2,5	+5	+7,5	+10
Толщина угловых планок a , mm						
Наружный рельс	внешняя сторона	12	12	9,5	9,5	7
	внутренняя сторона	12	12	14,5	14,5	17
Внутренний рельс	внутренняя сторона	12	14,5	14,5	17	17
	внешняя сторона	12	9,5	9,5	7	7

4.5.2. Железобетонные шпалы со креплениями Pandrol



одностороннее уширение

двустороннее уширение

Рис. 4.8 Варианты расположения уширения со креплениями Pandrol

Уширение, mm			0	+2	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+16
Толщина боковых изоляторов a , mm											
Одностороннее уширение	Наружный рельс	внешняя сторона	16	16	16	16	16				
		внутренняя сторона	8	8	8	8	8				
	Внутренний рельс	внутренняя сторона	8	10	12	14	16				
		внешняя сторона	16	14	12	10	8				
Двустороннее уширение	Наружный рельс	внешняя сторона	16	16	14	14	12	12	10	10	8
		внутренняя сторона	8	8	10	10	12	12	14	14	16
	Внутренний рельс	внутренняя сторона	8	10	10	12	12	14	14	16	16
		внешняя сторона	16	14	14	12	12	10	10	8	8