

Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г.И. Носова»

**Кафедра горных машин и транспортно-технологических  
комплексов**

## **ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ**

Методические указания для выполнения лабораторной работы по  
дисциплине “Транспортные машины ” для студентов  
специальности 150402

Магнитогорск  
2012

Составители:            А.Д. Кольга  
                                  А.Н. Портнов

Изучение конструкции железнодорожного пути: методические указания к лабораторной работе по курсу “Транспортные машины” для студентов спец. 150402. Магнитогорск. МГТУ, 2012. - 26 с.

В методических указаниях рассматривается конструкция железнодорожного пути и его элементов.

Рецензент

© Кольга А.Д.,  
Портнов А.Н., 2012

# Лабораторная работа

## ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Ознакомление с устройством верхнего и нижнего строения железнодорожного пути, с основными его элементами, параметрами и условиями эксплуатации.
2. Классификация образца рельса (тип, основные параметры и размеры).

### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

#### Назначение, элементы и типы нижнего и верхнего строения пути

Железнодорожный путь состоит из нижнего и верхнего строений. *Нижнее строение пути* — элемент железнодорожного пути, на котором размещается верхнее строение пути. К нижнему строению относится земляное полотно или искусственные сооружения.

*Земляное полотно* представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки поверхности земли и предназначенных для укладки верхнего строения пути, обеспечения устойчивости и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и долговечным, требующим минимальных расходов на его устройство, содержание и ремонт, а также обеспечивающим возможность механизации работ. Выполнение указанных требований достигается правильным выбором грунтов для насыпей и их тщательным уплотнением, приданием земляному полотну очертаний, способствующих надежному отводу воды, укреплением откосов насыпей и выемок.

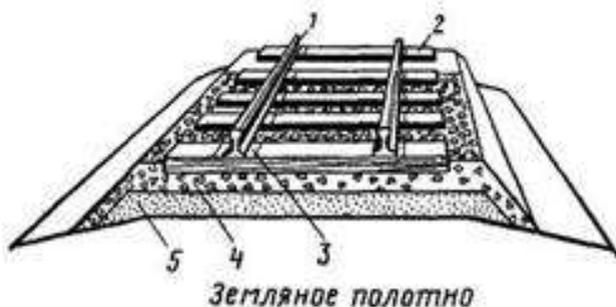
*Искусственные сооружения* обеспечивают возможность пересечения железной дорогой водных преград, других железнодорожных линий, автодорог, глубоких ущелий, горных хребтов, застроенных городских территорий, а также безопасный проход людей через пути и устойчивость земляного полотна в сложных геологических и гидрологических условиях. К

искусственным сооружениям относятся мосты, виадуки, трубы, тоннели, подпорные стены, галереи, селеспуски и др.

На мостах и виадуках нижнее строение обычно называют «мостовым полотном»; в тоннелях — «бетонным основанием».

*Верхнее строение* пути представляет собой комплексную конструкцию, включающую балластный слой, шпалы, рельсы и рельсовые скрепления, противоугоны, стрелочные переводы, мостовые и переводные брусья. Верхнее строение пути служит для направления движения подвижного состава, восприятия силовых воздействий от его колес и передачи их на нижнее строение пути.

Рельсы, соединенные со шпалами, образуют рельсошпальную (путевую) решетку. При этом шпалы заглубляются в балластный слой, укладываемый на основную площадку земляного полотна.



**Рис. 1. Элементы верхнего строения пути:** 1 — рельсы, 2 — шпалы, 3 — промежуточные рельсовые скрепления, 4 — балласт, 5 — песчаная подушка

Верхнее строение пути работает в сложных условиях, подвергаясь воздействию проходящих поездов, атмосферных осадков, ветра, колебаний температуры, при этом оно должно быть достаточно прочным, устойчивым, долговечным и экономичным. Тип верхнего строения пути в значительной мере определяется мощностью укладываемых рельсов и зависит от грузонапряженности линии, осевых нагрузок, скоростей движения поездов.

В зависимости от грузонапряженности на магистральных железных дорогах установлены три типа верхнего строения пути (таблица 1).

Таблица 1

Тип верхнего строения пути	Грузонапряженность, млн.т км/км в год	Округленная масса рельсов на главных путях, кг/м	Род и тип шпал	Число шпал на 1 км, шт		Род балласта
				На прямых	В кривых при $R \leq 1200$ м и при $V > 120$ км/ч, $R \leq 2000$ м	
Особо тяжелый	Более 50	75	Железобетонные и деревянные пропитанные, I типа	1840	2000	Щебень на песчаной подушке, асбестовый
Тяжелый	25-50	65	То же	1840	2000	То же
Нормальный	До 25	50	То же	1840	2000	То же, а также карьерный графий, ракушка

### **Балластный слой**

Основным назначением балластного слоя является восприятие давления от шпал и равномерное распределение его на основную площадку земляного полотна, обеспечение устойчивости шпал под воздействием вертикальных и горизонтальных сил, обеспечение упругости подрельсового основания и возможности выправки рельсо-шпальной решетки в плане и профиле, отвод от нее поверхностных вод.

Балластный слой не должен задерживать на своей поверхности воду, предохранять основную площадку от переувлажнения. Материал для балласта должен быть прочным, упругим, устойчивым под нагрузкой и атмосферными воздействиями,

дешевым. Кроме того, он не должен дробиться при уплотнении, пылить при проходе поездов, раздуваться ветром, размываться дождями, прорастать травой. В качестве балласта используют сыпучие, хорошо дренирующие упругие материалы: щебень, гравий, песок, отходы асбеста, ракушечник. Балластом на магистральных линиях обычно служит щебень фракции 25-60 мм, на менее деятельных линиях - гравий, доменные шлаки, песок.

Лучшим материалом для балласта является щебень из естественного камня, валунов и гальки. Песчаный балласт является наихудшим из балластов, поэтому его применяют только на малодетальных линиях, станционных путях и в качестве подушки под щебеночный и асбестовый балласт.

Балластный слой укладывается в путь в виде призмы, которая имеет откосы крутизной, как правило, 1:1,5 и верхнюю часть, ширина которой устанавливается техническими условиями.

В процессе эксплуатации балласт загрязняется, что ухудшает его дренирующие свойства. В связи с этим щебеночный балласт периодически очищают, а гравийный и песчаный заменяют и пополняют. Для снижения затрат труда на устранение расстройств балластного слоя и повышения его стабильности применяют обработку щебня вяжущими полимерными материалами. Для уменьшения засорения балласта и снижения потерь грузов в пути запрещена погрузка сыпучих грузов в вагоны с неисправным полом и дверями, погрузка угля с «шапкой», которая сдувается ветром и осыпается на путь. Применяется обработка сыпучих грузов в вагонах после погрузки специальными растворами, образующими прочную пленку, препятствующую выдуванию груза.

## **Шпалы**

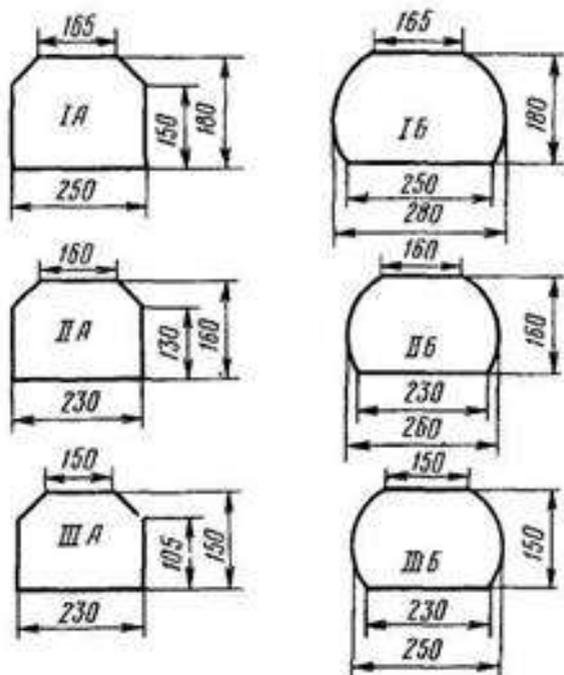
Шпалы являются основным видом подрельсовых оснований и служат для восприятия давления от рельсов и передачи его на балластный слой. Кроме того, шпалы предназначены также для крепления к ним рельсов и обеспечения постоянства ширины колеи. Помимо шпал, к подрельсовым основаниям относятся мостовые и переводные брусья, отдельные опоры в виде полушпал, а также сплошные опоры в виде плит и рам. Шпалы

должны быть прочными, упругими, дешевыми и обладать достаточным сопротивлением электрическому току. Эпюра шпал (число шпал на 1 км) обычно равна 1440-2200 шт/км (на отечественных ж. д.- 1840-2000 шт/км).

Порядок расположения шпал по длине рельсового звена, как выше упоминалось, называют эпюрой шпал. На железных дорогах России применяют четыре эпюры, соответствующие укладке 1440, 1600, 1840 и 2000 шпал на 1 км пути.

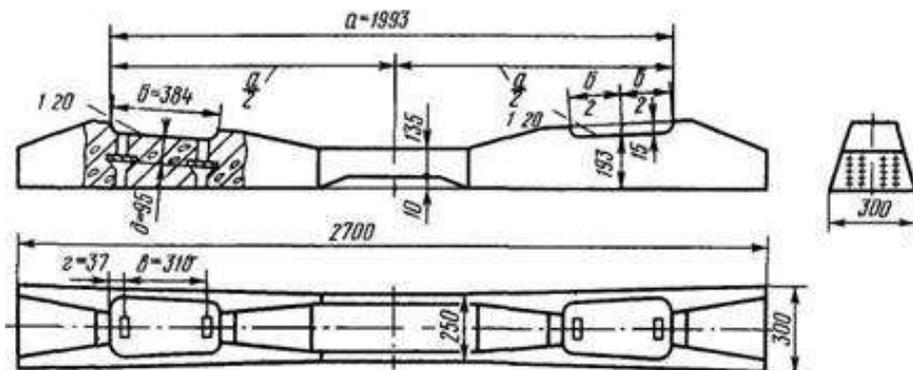
Материалом для шпал служит дерево, железобетон, металл. На всех железнодорожных магистралях мира более мощные рельсы обычно укладывают на железобетонные шпалы. На тех железных дорогах, где не предъявляются требования к скоростям движения и само движение не напряженное, широко используются деревянные шпалы, в некоторых странах — металлические. Около 90% всех шпал на железных дорогах мира составляют деревянные, пропитанные масляными антисептиками. Достоинством этих шпал является легкость, упругость, простота изготовления, удобство крепления рельсов, высокое сопротивление токам рельсовых цепей. Недостатком деревянных шпал является сравнительно небольшой срок службы (15—18 лет) и значительный расход деловой древесины. Для изготовления деревянных шпал обычно используются сосна, ель, пихта, лиственница, реже кедр, бук, береза.

По форме поперечного сечения деревянные шпалы изготовляют двух видов: обрезные А, опиленные с четырех сторон, и брусковые Б, имеющие опиленные поверхности только сверху и снизу. Это позволяет использовать для изготовления шпал бревна различных диаметров. Как обрезные, так и брусковые шпалы могут быть трех типов. Тип I предназначен для главных путей магистральных железных дорог, тип II — для станционных и подъездных путей и тип III — для путей промышленных предприятий. Стандартная длина деревянных шпал 2750 мм, а для особо грузонапряженных участков по заказу МПС изготовляют шпалы длиной 2800 мм.



**Рис. 2. Поперечные профили деревянных шпал**

Еще в 1957 г. на железных дорогах СССР получили широкое применение железобетонные шпалы с предварительно напряженной арматурой. Достоинством их является долговечность (40—50 лет), обеспечение высокой устойчивости пути, плавность движения поездов, что объясняется одинаковыми размерами и равной упругостью шпал. Кроме того, применение железобетонных шпал позволяет сберечь древесину для других нужд народного хозяйства. Благодаря указанным качествам они уложены уже на главных путях всех основных направлений сети и в том числе на участках скоростного движения поездов.



**Рис. 3. Железобетонная шпала**

К недостаткам железобетонных шпал относятся большая масса, токопроводимость, высокая жесткость, сложность крепления рельсов к шпале. Для повышения упругости пути на железобетонных шпалах под рельсы укладывают амортизирующие прокладки. Во избежание утечки электрического тока рельсовые скрепления имеют специальную конструкцию с электроизоляционными деталями. Железобетонные шпалы изготовляют из тяжелого бетона с арматурой из стальной углеродистой холоднотянутой проволоки периодического профиля диаметром 3 мм.

Металлические шпалы не получили в нашей стране распространения из-за большого расхода металла, подверженности коррозии, электропроводности, большой жесткости и неприятного шума при движении поездов.

### Рельсы

Рельсы предназначены для направления движения колес подвижного состава, восприятия нагрузки от него и передачи ее на шпалы. Кроме того, рельсы используются на участках с автоблокировкой как проводники сигнального тока, а при электротяге — обратного тягового тока.

Для надежной работы рельсы должны быть достаточно прочными, долговечными, износоустойчивыми, твердыми и в то же время нехрупкими, так как они воспринимают ударно-динамическую нагрузку. Материалом для рельсов служит высокопрочная углеродистая сталь. В зависимости от массы и поперечного профиля рельсы подразделяются на типы Р50, Р65 и Р75. Буква Р означает «рельс», а цифра - округленную массу 1 м в килограммах. Буква "П" в индексе означает "промышленный".

### **Классификация рельс**

По типам:

- рельс Р50;
- рельс Р65;
- рельс Р65К;
- рельс Р75 и т.п.

По категориям качества:

- термоупрочненные высшего качества — В;
- термоупрочненные — Т1, Т2;
- нетермоупрочненные — Н.

По наличию болтовых отверстий:

- с отверстиями на обоих концах;
- без отверстий.

По способу выплавки стали:

- мартеновская сталь — М;
- конвертерная сталь — К;
- электросталь — Э.

По виду исходных заготовок:

- из слитков;
- из непрерывно-литых заготовок (НЛЗ).

По способу противоблоксной обработки:

- из вакуумированной стали;
- прошедшие контролируемое охлаждение;
- прошедшие изотермическую выдержку.

По назначению:

- крановые рельсы КР70, КР80, КР100, КР120, КР140 — ГОСТ 4121-96;

- рельсы железнодорожные узкой колеи Р8, Р11, Р18, Р24, Р33, Р43 — ГОСТ 6368-82;
- рельсы для путей промышленного железнодорожного типа РР50, РР65, РР75 — ГОСТ Р 51045-97;
- железнодорожные ширококолейные рельсы Р50, Р65, Р75.

Поскольку наибольшее воздействие на рельс оказывает вертикальная нагрузка, стремящаяся изогнуть его, наиболее рациональной формой рельса считается двутавровая, обеспечивающая одновременно и меньший расход металла.

Основные размеры рельсов разных типов даны в таблице 2.

Таблица 2

Тип рельса	Масса, кг/м	Размеры, мм					
		Высота, мм			Ширина головки понизу, мм	Толщина шейки, мм	Ширина подошвы
		рельса	головки	подошвы			
Р75	74,41	192	55,3	32,3	75	20	150
Р65	64,72	180	45	30	75	18	150
Р50	51,67	152	42	27	72	16	132
Р43	44,65	140	42	27	70	14,5	114
Р33	33,57	128	37	23	60	12	110
Р24	24,90	108	32	17	51	10,5	92
Р18	18,06	90	20,9	15	40	10	80

Рельсы широкой колеи, предназначенные для железнодорожных путей и стрелочных переводов промышленных предприятий производятся по ГОСТ Р 51045-97 и подразделяются на 3 типа: РР50, РР65 и РР75. Изготавливают из углеродистой стали 76 и углеродистой микрелегированной стали 76Ф, 76Т и 76Ц. Узкоколейные железнодорожные рельсы производятся по ГОСТ 6368-82 из мартеновской стали и применяются для укладки на железных дорогах узкой колеи и подземных путях шахт.

Выбор того или иного типа рельсов зависит от грузонапряженности линии, нагрузок и скоростей движения поездов. На линиях скоростного движения пассажирских поездов укладывают рельсы Р65. Рельсы выпускают стандартной длины 25 м. Кроме того, для укладки в кривых изготавливают укороченные рельсы длиной 24,92 и 24,84 м. В качестве уравнивающих рельсов

при бесстыковом пути, а также при укладке стрелочных переводов используют рельсы прежней стандартной длины (12,5 м) и укороченные (12,46; 12,42 и 12,38 м).

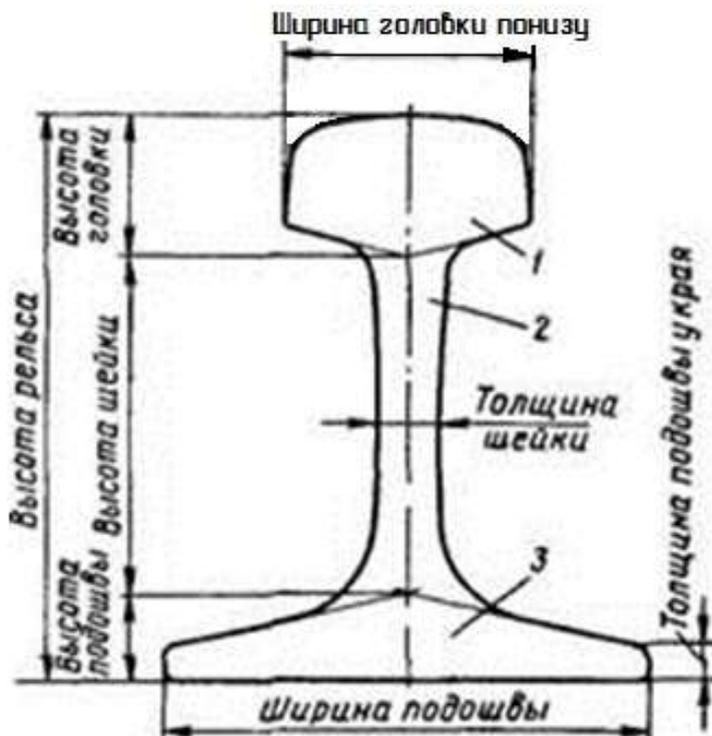


Рис. 4. Профиль рельса: 1 – головка рельса, 2 – шейка, 3 – подошва.

Сроки службы рельсов измеряются количеством проследовавшего по ним тоннажа и в среднем до их перекладки составляют для термически упрочненных рельсов Р65 - 500 млн. т брутто, а для Р50 — 350 млн. т. Срок службы рельсов Р75 примерно на 30 % выше, чем для Р65. Повышение сроков службы рельсов достигается комплексом взаимосвязанных мероприятий: увеличением массы рельсов, повышением качества рельсовой стали, ее термоупрочнением и легированием,

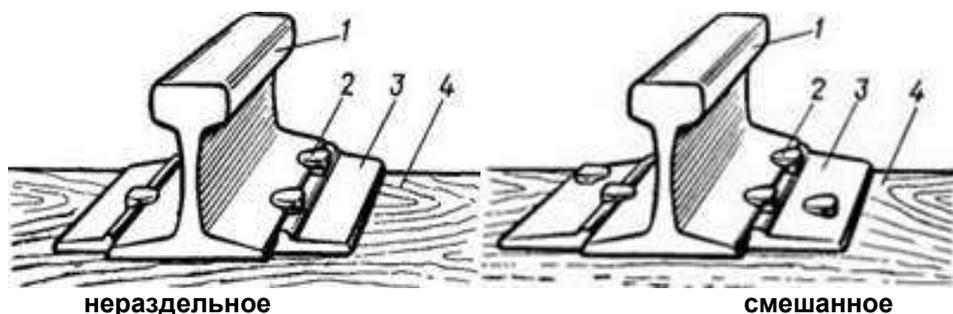
совершенствованием поперечных профилей, улучшением условий работы рельсов за счет бесстыкового пути, шлифовки поверхности катания и смазки боковой рабочей грани головки в кривых и др. Для замены выявленных дефектных рельсов на каждом километре пути имеется так называемый километровый запас рельсов, хранящихся на специальных станках.

### **Рельсовые скрепления. Противоугоны**

Рельсовый путь представляет собой две непрерывные рельсовые нити, расположенные на определенном расстоянии друг от друга. Это обеспечивается за счет крепления рельсов к шпалам и отдельных рельсовых звеньев между собой. Рельсы к шпалам крепят с помощью промежуточных скреплений, которые должны обеспечивать надежную и достаточно упругую связь рельсов со шпалами, сохранять постоянство ширины колеи и необходимую подуклонку рельсов, не допускать продольного смещения и опрокидывания рельсов. При железобетонных шпалах они должны, кроме того, обеспечивать электрическую изоляцию рельсов и шпал.

Промежуточные скрепления бывают трех основных видов: нераздельные, смешанные и отдельные. При нераздельном скреплении рельс и подкладки, на которые он опирается, крепятся к шпалам одними и теми же костылями или шурупами, а при смешанном скреплении подкладки, кроме того, крепятся к шпалам дополнительными костылями (Рис. 5.).

Смешанное костыльное скрепление с клинчатыми подкладками с уклоном 1:20 широко распространено на дорогах нашей страны. Его преимуществами являются простота конструкции, небольшая масса, сравнительная легкость зашивки, перешивки и разборки пути. Однако такое скрепление не гарантирует постоянства ширины колеи и способствует механическому износу шпал.



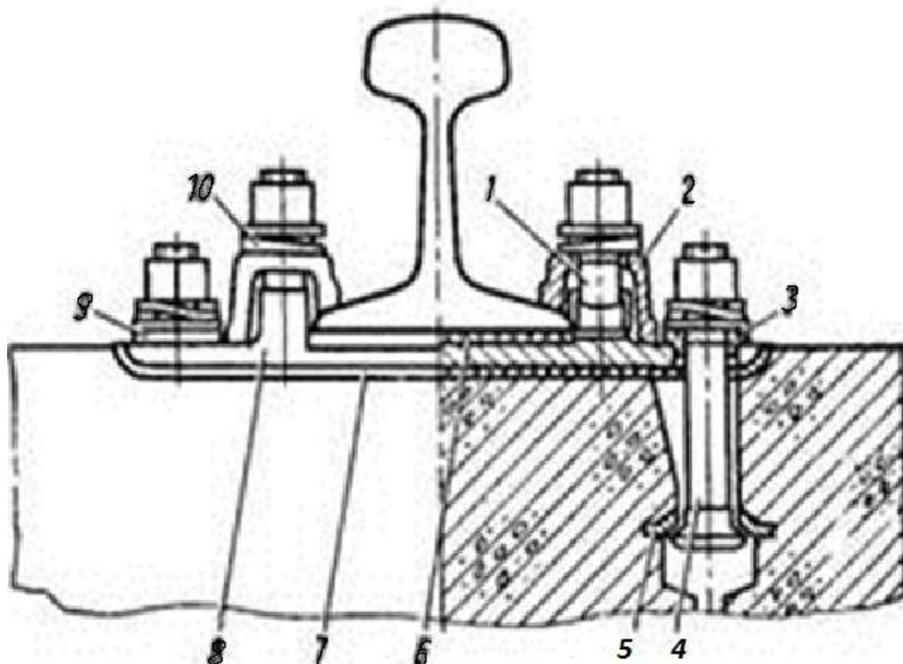
**Рис. 5. Промежуточные костыльные крепления для деревянных шпал:** 1 — рельс, 2 — костыль, 3 — подкладка, 4 — шпала.

При раздельном креплении рельс крепится к подкладкам жесткими или упругими клеммами и клеммными болтами, а подкладки к шпалам — болтами или шурупами (Рис. 6.). Достоинствами раздельных креплений являются возможность смены рельсов без снятия подкладок, большое сопротивление продольным усилиям, обеспечение постоянства ширины колеи. Поэтому постепенно переходят к нему, хотя оно несколько дороже и сложнее по конструкции. Кроме того, раздельное крепление не требует дополнительного закрепления пути от угона и дает снижение эксплуатационных расходов по сравнению с другими видами креплений.

Соединение рельсовых звеньев между собой осуществляется с помощью *стыковых креплений*, основными элементами которых являются накладки, болты с гайками и пружинные шайбы (Рис 7.). Стыковые накладки предназначены для соединения рельсов и восприятия в стыке изгибающих и поперечных сил. Двухголовые накладки изготовляют из высокопрочной стали и подвергают закалке. Болты, как и накладки, должны обладать высокой прочностью. Под их гайки для обеспечения постоянного натяжения подкладывают пружинные шайбы. В последнее время переходят на применение шестидырных накладок.

По расположению относительно шпал различают стыки на весу, на шпалах и на сдвоенных шпалах. В качестве стандартных

приняты стыки на весу, обеспечивающие большую упругость и удобство подбивки балласта под стыковые шпалы.



**Рис. 6. Раздельное скрепление типа КБ для железобетонных шпал:** 1 — клеммный прижимной болт, 2 — клемма, 3 — изолирующая втулка, 4 — закладной болт, 5 — анкерная шайба, 6 — прокладка, 7 — резиновая подкладка, 8 — подкладка металлическая, 9 — плоская шайба; 10 — шайба пружинная двухвитковая.

Так как с изменением температуры длина рельсов меняется, между торцами рельсов в стыках оставляют зазор, наибольшая величина которого во избежание сильных ударов колес подвижного состава не должна превышать 21 мм.

Каждой температуре рельсов соответствует определенный стыковой зазор:

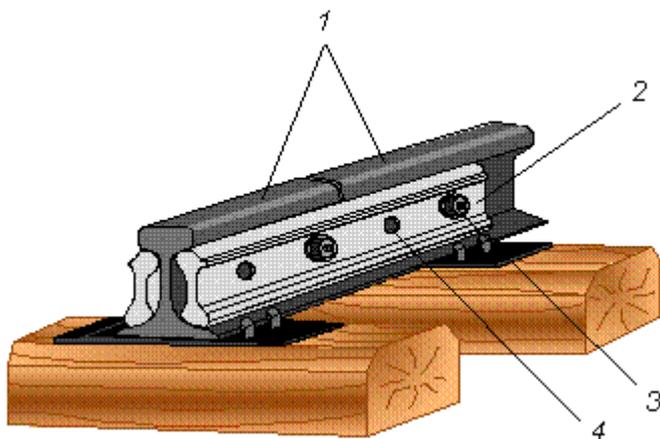
$$l_3 = \gamma l_p (t_{\max} - t)$$

где:  $\gamma$  - коэффициент линейного расширения стали;

$l_p$  - длина рельса, м;

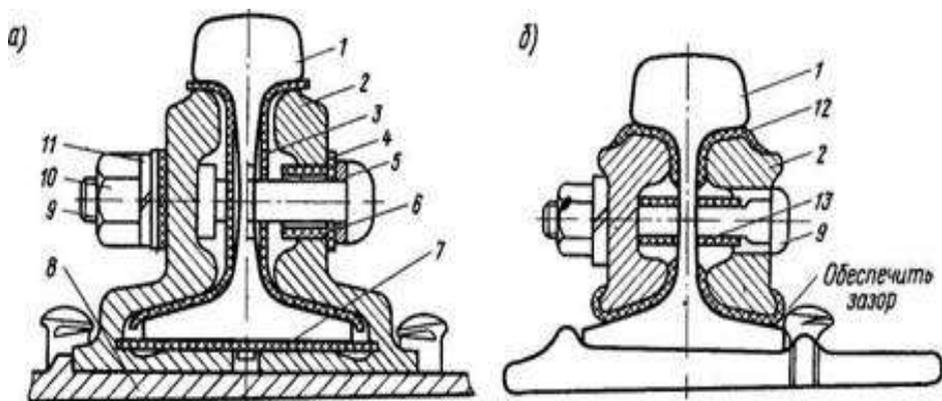
$t_{\max}$  - наибольшая температура в данной местности;

$t$  - температура укладки рельса.



**Рис. 7. Стыковая двухголовая накладка:** 1 – соединяемые рельсы; 2 – накладка; 3 – болт с гайкой; 4 – болтовое отверстие.

Для возможности некоторого перемещения концов рельсов в стыках болтовые отверстия в рельсах делали овальными (больший диаметр вдоль рельса) или круглыми, но большего диаметра, чем болты. Вновь выпускаемые рельсы имеют круглые отверстия, что повышает прочность рельсов и упрощает технологию их изготовления.



**Рис. 8. Поперечный разрез изолирующего стыка:**

а — с объемлющими металлическими накладками,

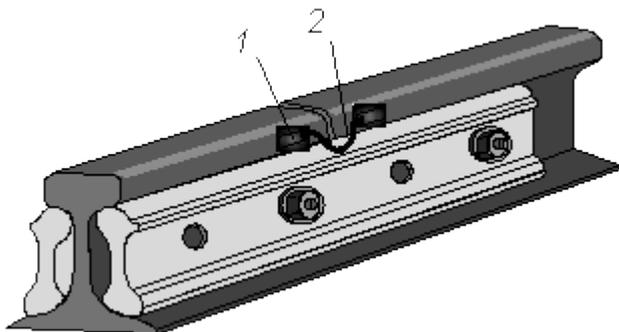
б — клееболтового,

1 — рельс, 2 — накладка, 3 — прокладка боковая, 4 — планка из фибры или полиэтилена под болты, 5 — стопорная планка, 6 — втулка, 7 — изолирующая прокладка нижняя, 8 — подкладка, 9 — болт стыковой, 10 — гайка, 11 — шайба, 12 — изоляция из стеклоткани, пропитанной эпоксидным клеем, 13 — изоляция на болте.

На линиях с автоблокировкой на границах блок-участков устраивают *изолирующие стыки*, чтобы электрический ток не мог пройти от одного из соединяемых рельсов к другому. Существует два типа изолирующих стыков: с металлическими объемлющими накладками и клееболтовые (Рис. 8.). В стыках первого типа изоляцию обеспечивают постановкой прокладок и втулок из фибры, текстолита или полиэтилена. В стыковом зазоре также ставится прокладка из текстолита или трикопа, имеющая очертания рельса.

В последнее время все шире применяются клееболтовые стыки, в которых металлические стыковые накладки, изолирующие прокладки из стеклоткани и болты с изолирующими втулками склеиваются эпоксидным клеем с концами рельсов в монолитную конструкцию.

На линиях с электрической тягой и автоблокировкой для беспрепятственного прохождения через стык тока ставят специальные *стыковые соединители* в виде стального или медного троса приваренного к головке рельса (Рис. 9.).

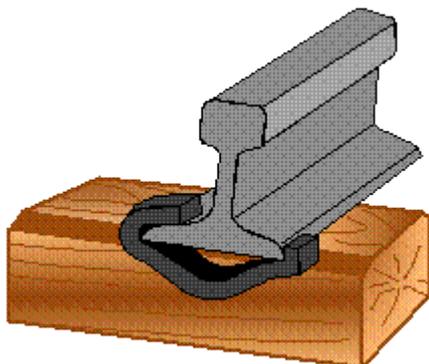


**Рис.9. Приварной стыковой соединитель:** 1 – манжета; 2 – трос.

Под действием сил, которые создаются при движении поездов по рельсам и в особенности при торможении на затяжных спусках, может происходить продольное перемещение рельсов по шпалам или вместе со шпалами по балласту, называемое *угоном пути*. На двухпутных участках угон происходит по направлению движения, а на однопутных линиях угон бывает двусторонний.

Наилучшим способом предотвращения угона пути является применение щебеночного балласта и отдельных промежуточных скреплений, которые обеспечивают достаточное сопротивление продольному перемещению рельсов и не требуют дополнительных средств закрепления.

При нераздельном и смешанном скреплениях для предотвращения угона пути применяют противоугоны. Стандартные противоугоны — это пружинные, представляющие собой пружинную скобу, защемляемую на подошве рельса и упирающуюся в шпалу. Самозаклинивающийся противоугон состоит из скобы и клина с упором, который прижимается к шпале и при перемещении рельса заклинивается все сильнее.



**Рис. 10. Пружинный противоугол.**

*Пружинные противоуголы* (Рис. 10.) легче клиновых, состоят из одной детали, хорошо работают как на однопутных, так и на двухпутных линиях, уход за ними требует меньших затрат рабочей силы. Противоуголы устанавливают от 18 до 44 пар на 25-метровом звене.

### **Бесстыковой путь**

Конструкция верхнего строения пути может быть звеньевой с рельсами длиной обычно до 60 м (на отечественных ж. д.- 25 м) и бесстыковой, уложенной сварными плетями длиной 1500-2500 м (до размеров блок-участков). Рельсы звеньевой пути при колебаниях температуры изменяют свою длину за счет стыковых зазоров, размеры которых не должны превышать 22-24 мм (наибольший конструктивный зазор). В бесстыковом пути подвижными являются лишь концевые участки протяженностью до 55-65 м. Средняя часть сварной плети не перемещается, и изменение температуры на 1 °С в ней вызывает увеличение или уменьшение напряжений в рельсах примерно на 2,5 МПа.

Бесстыковой путь является наиболее прогрессивной и совершенной конструкцией, обеспечивающей более плавное движение поезда. За счет устранения стыков снижается динамическое воздействие на путь, существенно уменьшается износ колес подвижного состава и сопротивление движению

поездов, что сокращает расход топлива и электроэнергии на тягу поездов. Резкое сокращение числа стыковых скреплений за счет сварки отдельных звеньев в плети дает экономию металла до 1,8 т на каждый километр пути, позволяет снизить расходы на содержание и ремонт пути. Срок службы рельсов бесстыкового пути возрастает примерно на 20 % по сравнению со стыковым, деревянных шпал—на 8—13 %, балласта (до очистки) — на 25 %, а затраты труда на текущее содержание пути снижаются на 10—30%. На высокоскоростных линиях бесстыковой путь укладывается на железобетонные шпалы.

Для бесстыкового пути рельсовые плети изготавливают, как правило, из термически упрочненных рельсов Р65 или Р75 стандартной длины, не имеющих болтовых отверстий. Сваривают рельсы электроконтактным способом на стационарных или передвижных контактно-сварочных машинах. Длина сварных плетей на сети железных дорог РФ обычно принимается не более 800 м, что соответствует длине составов специальных поездов из платформ, оборудованных роликами, которыми плети доставляются на перегон. При необходимости длину плетей увеличивают до 950 м, для чего к плети длиной 800 м на месте укладки приваривают плеть длиной 150 м. Минимальная длина рельсовых плетей равна 250 м, однако при техническом обосновании и в коротких тоннелях применяют и более короткие плети, но не менее 150 м.

Между сварными плетями укладывают две—четыре пары уравнильных рельсов длиной 12,5 м или переменной длины (12,5; 12,46; 12,42; 12,38 м) для возможности сезонной регулировки длины плетей перед летними и зимними периодами. Весь комплект уложенных в путь уравнильных рельсов называется уравнильным пролетом. Для обеспечения необходимой прочности пути рельсовые стыки в уравнильных пролетах соединяют только шести-дырными накладками и стыковыми болтами из стали повышенной прочности.

Одна из основных особенностей бесстыкового пути состоит в том, что хорошо закрепленные рельсовые плети при повышении или понижении температуры не могут изменять свою длину. Из-за этого в них возникают значительные продольные растягивающие

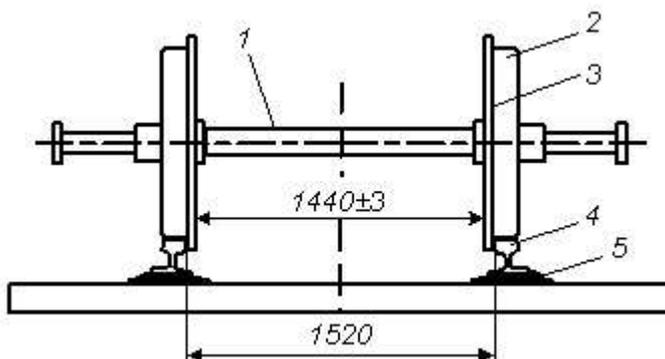
или сжимающие силы, достигающие 100— 200 кН, которые в жаркую погоду могут привести к выбросу пути в сторону, а в сильный мороз — к излому плети с образованием опасного зазора. Поэтому бесстыковой путь обычно укладывают на железобетонных шпалах с отдельным креплением и щебеночном балласте. Балластную призму тщательно уплотняют.

Существует два способа эксплуатации бесстыкового пути. Первый способ, являющийся наиболее эффективным и широко применяемым, предусматривает крепление рельсов на постоянный температурный режим эксплуатации. Второй способ, применяемый при больших перепадах температур по сезонам года, предусматривает сезонные разрядки температурных напряжений с креплением плетей два раза в год: на летний и зимний режимы. При этом ослабляют крепления рельсов со шпалами, начиная от концов плети, и снимают уравнильные рельсы. Снятие напряжения в плетях сопровождается удлинением или укорочением их, после чего укладываются новые уравнильные рельсы длиннее или короче прежних.

Применение бесстыкового пути особенно эффективно на участках скоростного движения поездов, где к верхнему строению пути предъявляются повышенные требования. Особое внимание при этом уделяется предотвращению и устранению волнообразного износа поверхности катания рельсов, который ликвидируется шлифовкой их специальными рельсошлифовальными поездами. Путь надежно крепят от угона. При смешанном креплении рельсы крепят на каждом конце шпалы пятью костылями.

### **Устройство рельсовой колеи**

Устройство рельсовой колеи тесно связано с конструкцией и размерами колесных пар подвижного состава. Колесная пара включает в себя стальную ось, на которую наглухо насажены колеса, имеющие гребни (рис. 11.).



**Рис. 11. Колесная пара на рельсовой колее:** 1 – стальная ось; 2 – колесо; 3 – направляющий гребень; 4 – рельс; 5 – подкладка под рельс.

Поверхность катания колес подвижного состава в средней части имеет уклон 1:20. Это обеспечивает их более равномерное изнашивание, повышенное сопротивление действию горизонтальных сил, направленных поперек пути, меньшую чувствительность колесных пар к неисправностям пути и препятствует появлению желоба на поверхности катания. В соответствии с этим рельсы также устанавливаются с уклоном 1:20. При деревянных шпалах это достигается за счет клинчатых подкладок, а при железобетонных – соответствующим наклоном поверхности шпал в зоне опирания рельсов.

Колесные пары соединяют по две жесткой рамой тележек. Жесткое соединение колесных пар обеспечивает их устойчивое положение на рельсах.

Расстояние между внутренними гранями головок рельсов называется шириной колеи. Эта ширина складывается из расстояния между колесами (рис. 11.) 1440 мм ± 3 мм, двух толщин гребней 25–33 мм и зазоров между колесами и рельсами, необходимых для свободного прохождения колесных пар. Ширина нормальной (широкой) колеи, принятая в России, составляет 1520 мм.

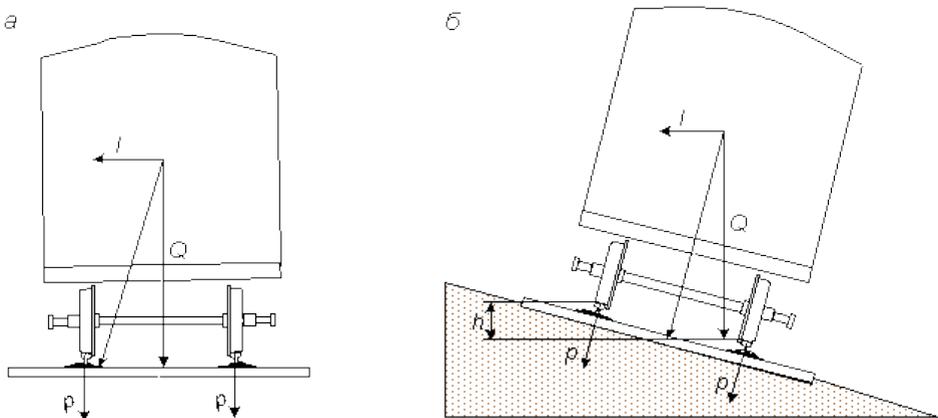
*На прямых участках* пути верхние части головок рельсов обеих нитей должны находиться на одном уровне. На всем протяжении прямых участков пути разрешается сооружать одну рельсовую нить на 6 мм выше другой. Стыки на обеих рельсовых нитях располагают точно один против другого по наугольнику, что по сравнению с расположением стыков вразбежку уменьшает число ударов колесных пар о рельсы, а также позволяет монтировать и менять рельсошпальную решетку целыми звеньями с помощью путеукладочных машин.

*В кривых участках* устройство пути имеет ряд особенностей, основными из которых являются:

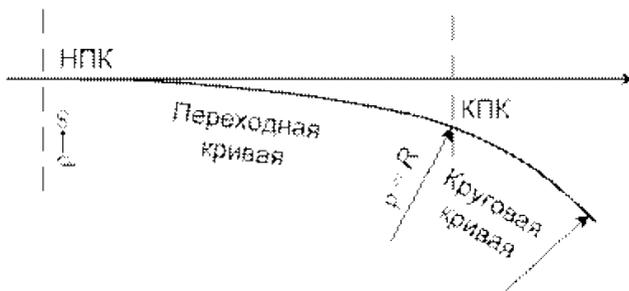
- возвышение наружного рельса над внутренним;
- наличие переходных кривых;
- уширение колеи при малых радиусах;
- применение укороченных рельсов на внутренней рельсовой нити;
- усиление пути;
- увеличение расстояния между осями путей двух- и многопутных линий в соответствии с требованиями габарита.

*Возвышение наружного рельса* предусматривается для того, чтобы нагрузка на рельсовые нити была примерно одинаковой с учетом действия центробежной силы  $l$  (рис. 12.). Величина возвышения  $h$  зависит от массы поезда, скорости движения и радиуса кривой и максимально составляет 150 мм.

*Наличие переходных кривых* связано с необходимостью плавного сопряжения кривой с примыкающей прямой как в плане, так и в профиле пути. Переходная кривая (рис. 13.) имеет переменный радиус, уменьшающийся от бесконечно большого до радиуса  $R$  круговой кривой.



**Рис. 12. Нахождение экипажа в кривой:** а – при нахождении головок рельсов в одном уровне; б – при наличии возвышения наружного рельса над внутренним;  $I$  – центробежная сила;  $Q$  – вес экипажа;  $P$  – сила реакции опоры.

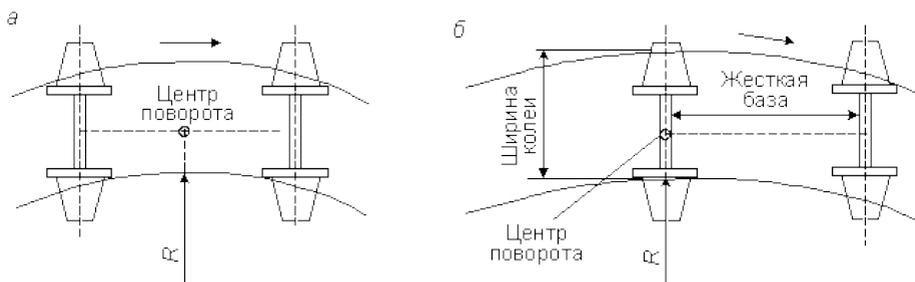


**Рис. 13. План переходной кривой:** НПК – начало переходной кривой; КПК – конец переходной кривой;  $r$  – переменный радиус переходной кривой;  $R$  – радиус круговой кривой

*Уширение колеи* обеспечивает вписывание подвижного состава в кривые. Так как колесные пары жестко закреплены в раме тележки всегда параллельно друг другу, в кривой только одна колесная пара может расположиться по радиусу, а остальные находятся под углом к нему. Это требует увеличения зазора между

гребнями колес и рельсами во избежание заклинивания колесных пар (рис. 14).

*Укладка укороченных рельсов* во внутреннюю рельсовую нить необходима для исключения разбежки стыков. Так как внутренняя нить в кривой короче наружной, применение рельсов одинаковой длины вызвало бы забегание стыков вперед на внутренней нити. Для предотвращения разбежки стыков каждому радиусу кривой соответствует своя величина укорочения рельса. В целях унификации установлены стандартные укорочения рельсов длиной 25 м – 80 и 160 мм. Укладку укороченных рельсов во внутреннюю нить чередуют с укладкой рельсов нормальной длины так, чтобы забегание стыков не превышало половины укорочения, т. е. 40 и 80 мм.



**Рис. 14. Схема вписывания в кривую двухосной тележки:** а – заклиненное вписывание; б – свободное вписывание

*Усиление пути* в кривых осуществляют при радиусе кривой, не превышающем 1200 м, для обеспечения равнопрочности с примыкающими прямыми участками. Для этого увеличивают число шпал, укладываемых на 1 км пути, устанавливают несимметричные подкладки с большим плечом на наружной стороне, ушивают балластную призму с наружной стороны кривой.

## 2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Изучить методические указания и цель выполнения работы. Изучение рельсов проводится на специально подготовленных образцах. С помощью замеров образца рельса определить его тип, основные параметры и размеры. Результаты замеров свести в табл. 3 по форме 1.

Таблица 3  
(Форма 1)

Тип рельса	Масса, кг/м	Размеры, мм					
		Высота, мм			Ширина головки понизу, мм	Толщина шейки, мм	Ширина подошвы
		рельса	головки	подошвы			

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы, краткое описание ее цели и содержания.
2. Таблица с результатами замеров.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные элементы верхнего строения пути. Назначение верхнего строения пути.
2. Назовите основные материалы, используемые в качестве балласта.
3. Назначение шпал. Виды шпал, их достоинства и недостатки.
4. В чем состоит назначение рельсов?
5. Что такое рельсовые скрепления? Какими они бывают?
6. Как обеспечивают прохождение тока через стык?
7. Что такое угон пути и как его предупреждают?
8. Что представляет собой бесстыковой путь?
9. Применение бесстыкового пути.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Клемма пружинная прутковая для крепления рельсов (ГОСТ 32.156-2000 ОП 105 Ту)

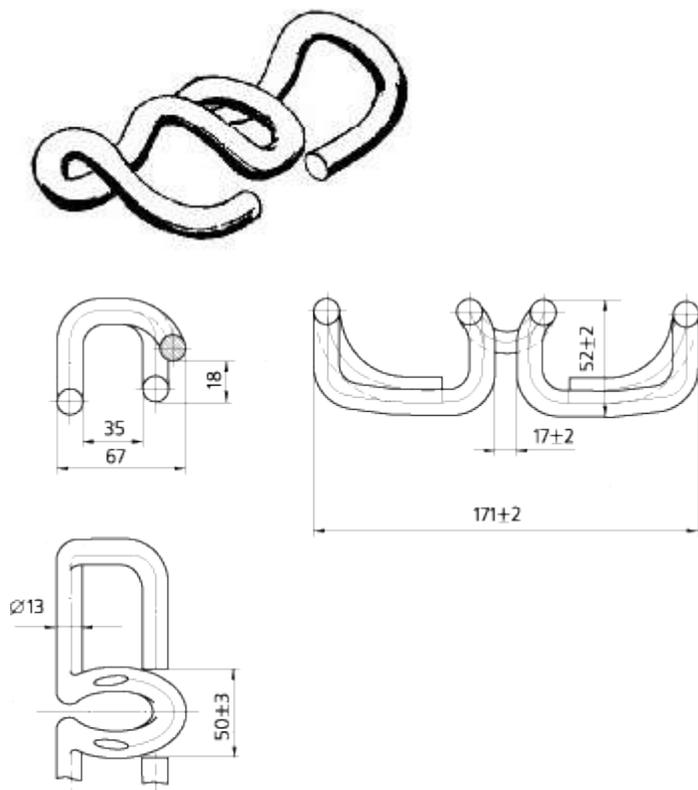


Рис. П1. Пружинная клемма ОП 105

Пружинные клеммы применяются для крепления рельсов к металлическим подкладкам в отдельных скреплениях типов КБ, КД и стрелочных переводах.

Марка стали - 40С2.

Теоретическая масса 1 шт. - 0,58 кг.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Железные дороги: общий курс : учеб. для вузов / М.М. Уздин, Ю.И. Ефименко, В.И. Ковалев [и др.]; под ред. М.М. Уздина. – 5-е изд. – СПб. : Информ. центр «Выбор», 2002. – 368 с.
2. Общий курс железных дорог : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Ю.И. Ефименко, М.М. Уздин, В.И. Ковалев [и др.] ; под ред. Ю.И. Ефименко. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.
3. Правила технической эксплуатации железных дорог РФ/ МПС РФ. – М. : Транспорт, 2000. – 190 с.
4. Железнодорожные станции и узлы : учеб. пособие / Ю.И. Ефименко, С.И. Логинов, В.Е. Павлов [и др.]. – СПб. : ПГУПС, 1996. – 202 с.
5. Путьвое хозяйство ; под ред. И.Б. Лехно. – М. : Транспорт, 1990.