

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД
по инфраструктуре и подвижному составу
13-15 мая 2024 года, Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД
по инфраструктуре и подвижному составу
5-7 ноября 2024 года, Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 7 ноября 2024 года.

P 773/14

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО КОНСТРУКЦИЯМ БЕЗБАЛЛАСТНОГО
МОСТОВОГО ПОЛОТНА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТАХ**

1. ВВЕДЕНИЕ

Мостовое полотно часть железнодорожного моста, совокупность всех элементов, расположенных на пролетном строении, непосредственно воспринимающая силовые воздействия от колёс подвижного состава и передающая их на конструкцию пролётного строения. Кроме того, к элементам мостового полотна относятся конструкции тротуаров, перильное ограждение, системы водоотвода, охранные приспособления и пр. Различают два основных типа мостового полотна – безбалластное мостовое полотно и мостовое полотно на балласте. Предметом рассмотрения этой памятки есть безбалластное мостовое полотно.

На железнодорожных мостах безбалластное мостовое полотно применяется с начала строительства железных дорог. На первых железных дорогах использовались классические системы с использованием деревянных мостовых брусьев, прикрепляемых к конструкциям пролетных строений.

В настоящее время на железнодорожных мостах применяется мостовое полотно следующих типов:

- на деревянных поперечинах (мостовом бруссе) – $V_{\max} \leq 120-160$ км/ч;
- на металлических поперечинах – $V_{\max} \leq 140$ км/ч;
- на сборных железобетонных плитах – $V_{\max} \leq 140-160$ км/ч;
- на монолитной железобетонной плите – V более 160 км/ч;
- с непосредственным креплением рельсов к стальной ортотропной плите – V более 160 км/ч;

В качестве индивидуальных проектных решений могут применяться иные типы и конструкции безбалластного мостового полотна.

Рекомендации по укладке бесстыкового пути на мостах без балласта определены в памятках Р 708 «Рекомендации по укладке бесстыкового пути на мостах без балласта» (IV издание от 25 октября 2018 года), Р 708/1 «Рекомендации по конструкции и техническим условиям уравнильных приборов, применяемых в бесстыковом пути на мостах» (II издание от 23 октября 2009 года) и Р 776 «Условия укладки бесстыкового пути на больших мостах без уравнильного прибора» (I издание от 30 октября 2015 года).

Для снижения сил продольных сопротивлений на мостах, рекомендуется применение рельсовых скреплений раздельного типа, в том числе без прижатия подошвы рельса, например, КБ с подрезанными клеммами. Окончательная конструкция укладки пути определяется проектом.

2. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Памятка определяет сферу применения отдельных конструкций, может быть использована специалистами путевого хозяйства при проектировании безбалластного мостового полотна на железнодорожных мостах, разработке национальных нормативно технических документов.

Памятка содержит основные требования к конструкции безбалластного мостового полотна. В Памятке представлены отдельные чертежи, определены основные требования к материалам, изделиям.

3. МОСТОВОЕ ПОЛОТНО НА ДЕРЕВЯННЫХ ПОПЕРЕЧИНАХ – МОСТОВЫХ БРУСЬЯХ

3.1. Общие требования.

Мостовое полотно на деревянных поперечинах (мостовых брусьях) применяется, в основном, на мостах прошлых лет постройки, рекомендуется при скоростях движения поездов 120÷160 км/час. Окончательно скорость движения поездов определяется национальными нормативными документами в зависимости от типа верхнего строения пути и прочих технических характеристик.

В данном типе мостового полотна в качестве подрельсового основания используется деревянный брус. Длина брусьев 3,25 м.

Для обеспечения проектной долговечности брусья пропитывают антисептиками. Рекомендуется проводить пропитку древесины, влажность которой не превышает 25 % и обеспечивать глубину пропитки не менее 85 % толщины заболони. Если заболонь имеет толщину до 20 мм, она должна пропитываться полностью. Глубина проникновения антисептика в обнаженную ядровую древесину должна быть не менее 5 мм. Места врубок и стенки отверстий, сделанных в брусьях после пропитки, рекомендуется обработать антисептиком.

Таблица 1. Рекомендуемое сечение мостовых брусьев

Расстояние между осями продольных балок (ферм) b, м	Сечение мостового бруса, мм	
	с контррельсами	с контруголками
До 2,0	200×240	200×240
2,0 до 2,2	220×240 220×260	200×240
2,2 до 2,3	220×280	220×260
2,3 до 2,5	240×270 240×300 260×300	220×280

*Окончательно поперечное сечение мостового бруса определяют расчетом.

Мостовые брусья укладывают строго по наугольнику с расстоянием в свету не более 15 и не менее 10 см. У поперечных балок расстояние между осями мостовых брусьев не должно превышать 55 см.

На существующих мостах в отдельных случаях по индивидуальному проекту допускается укладка мостового бруса с большим расстоянием между осями, но в любом случае не более 70 см.

На мостах с косыми пролетными строениями допускается веерное расположение

части мостовых брусьев.

Укладка мостовых брусьев на верхние пояса поперечных балок не допускается. Между мостовыми брусьями и поясами поперечных балок должен быть зазор не менее 15 мм.

Для уменьшения износа мостовых брусьев под рельсовыми подкладками рекомендуется укладывать упругие прокладки.

Для предупреждения провала колес, сошедшего с рельсов подвижного состава над всеми поперечными балками, устраивают переходные столики, а при контруголках и охранных уголках - подвесные мостики. Кроме этого рекомендуется для предотвращения провала колес сошедшего с рельсов подвижного состава, а также в качестве противопожарного мероприятия укладывать поверху мостового бруса стальной лист толщиной 10-12 мм. (рис-1).



Рис 1. Общий вид мостового полотна с защитой стальным листом.

3.2. Мостовое полотно на деревянных брусках с креплением к продольным балкам проезжей части лапчатыми болтами

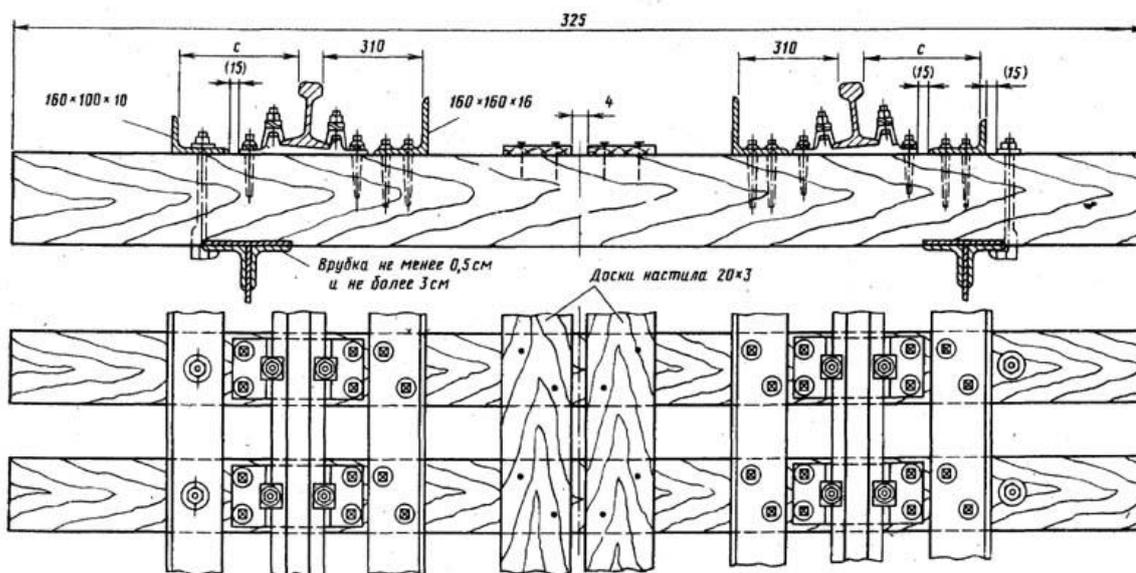


Рис.2. Мостовое полотно на деревянных поперечинах (мостовом брусе)

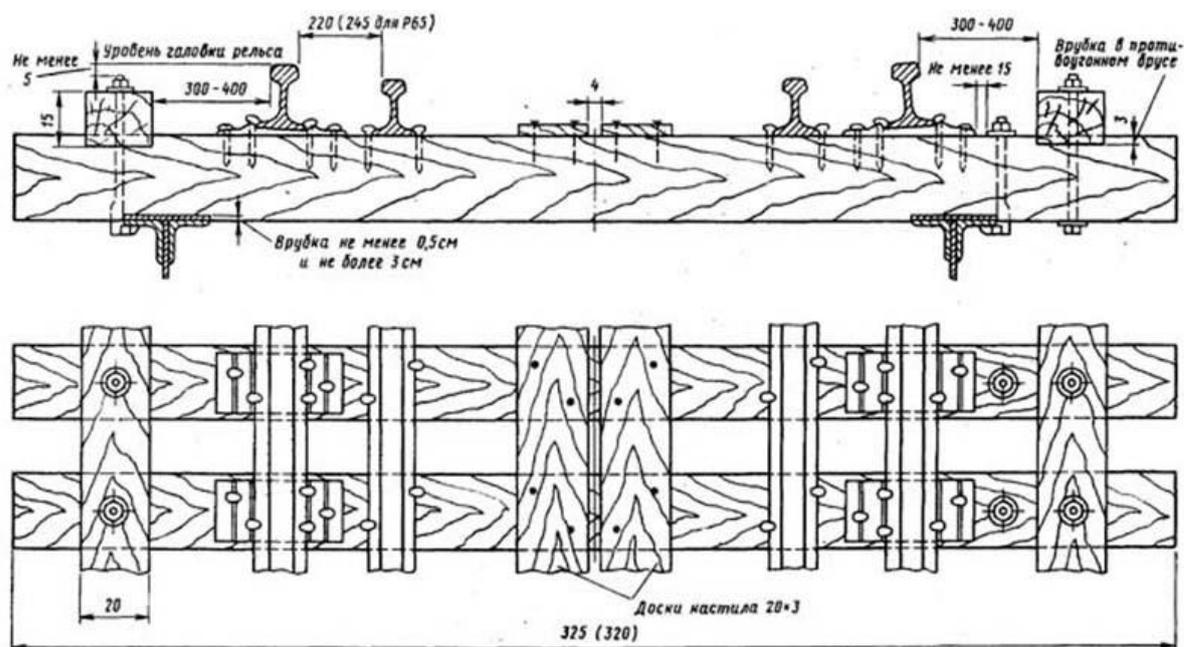


Рис. 3. Мостовое полотно на мостовых брусках с контррельсами и противоугонными (охранными) брусками прикреплению лапчатым болтом.

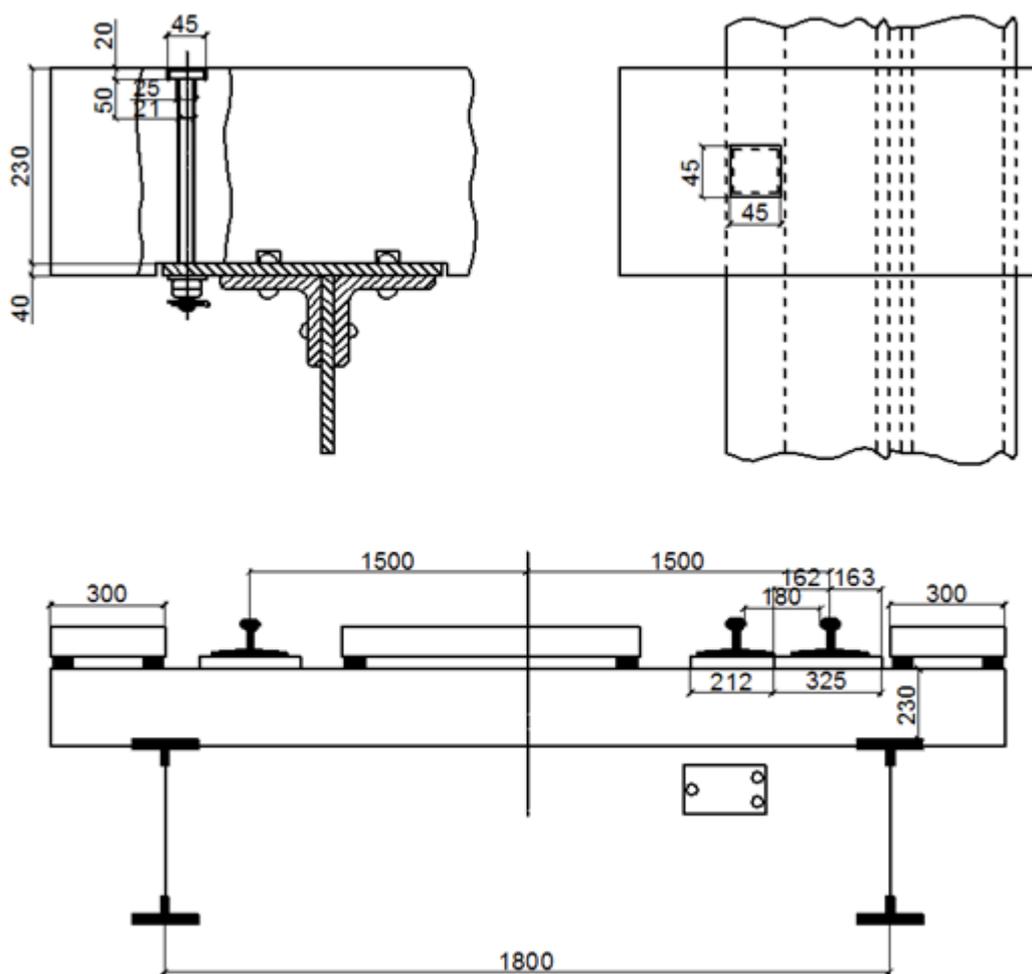


Рис 4. Крепление деревянных мостовых брусьев к продольной балке вертикальным болтом

3.3. Мостовое полотно на деревянных брусьях с креплением к продольным балкам проезжей части с использованием центрирующих элементов





Рис. 5. Мостовое полотно на деревянных мостовых брусках, прикрепленных к продольной балке моста центрирующими элементами и горизонтальными болтами.

Здесь центрирующая планка установлена на продольной балке с помощью стального «L»-образного элемента. Мостовые брусья прикрепляются горизонтальными болтами через отверстия в вертикальной стенке «L»-образного элемента. Стальная пластина привинчена к мостовым брускам.

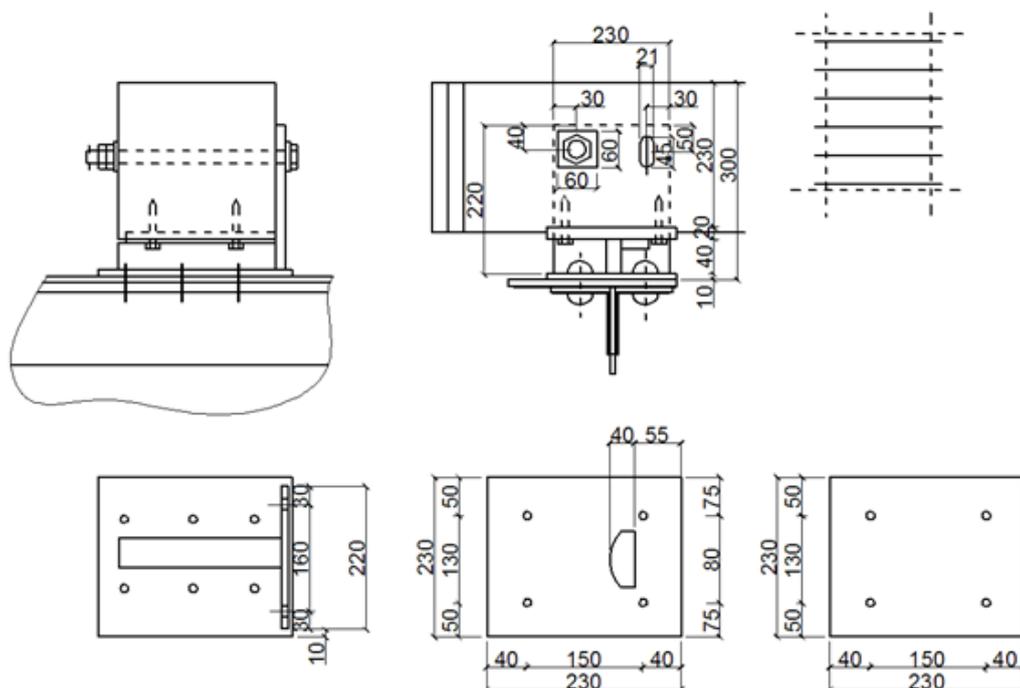


Рис. 6. Мостовое полотно с центрирующими элементами

Недостатком этого решения является выпадение болтов и подкладки.

В модернизированном варианте центрирующую планку приваривают к "L"-образному элементу. Фиксирующие стальные пластины прикрепляют к продольной балке болтами или заклепками.

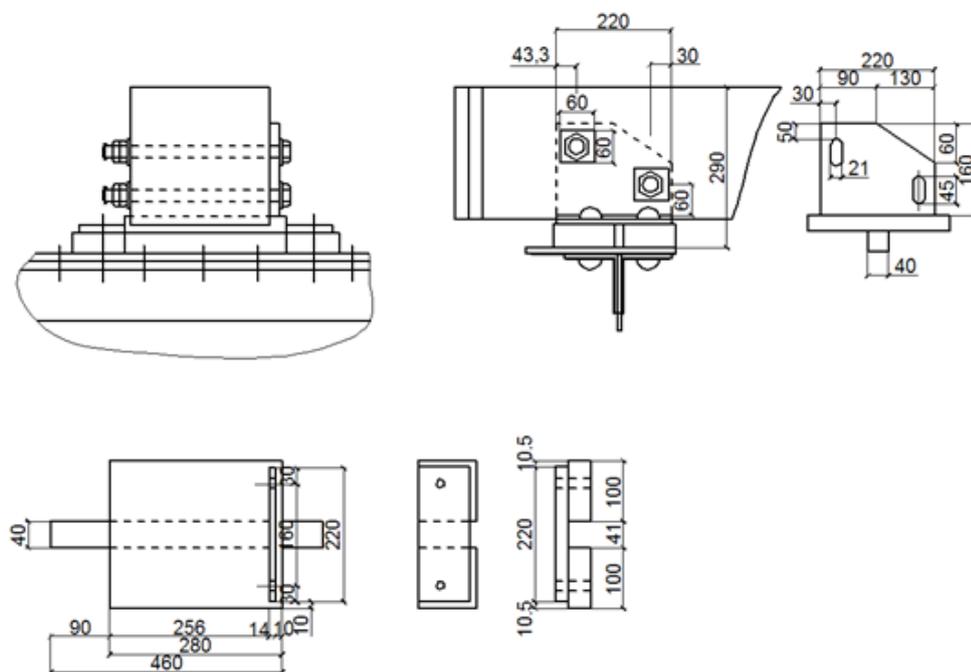


Рис. 7. Прикрепление сваркой центрирующей планки к "L"-образному элементу

Недостатком этого решения является отсутствие вертикального прикрепления железнодорожного пути, поэтому у поперечных балок должны были быть установлены отдельные прикрепляющие элементы по всей длине моста.

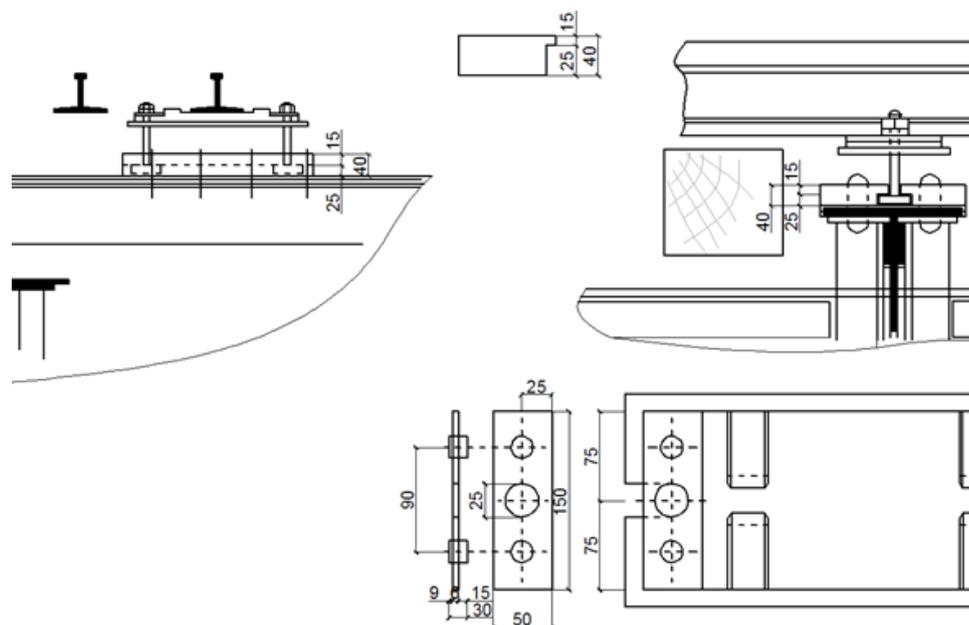


Рис. 8. Прикрепление сваркой центрирующей планки к продольной балке

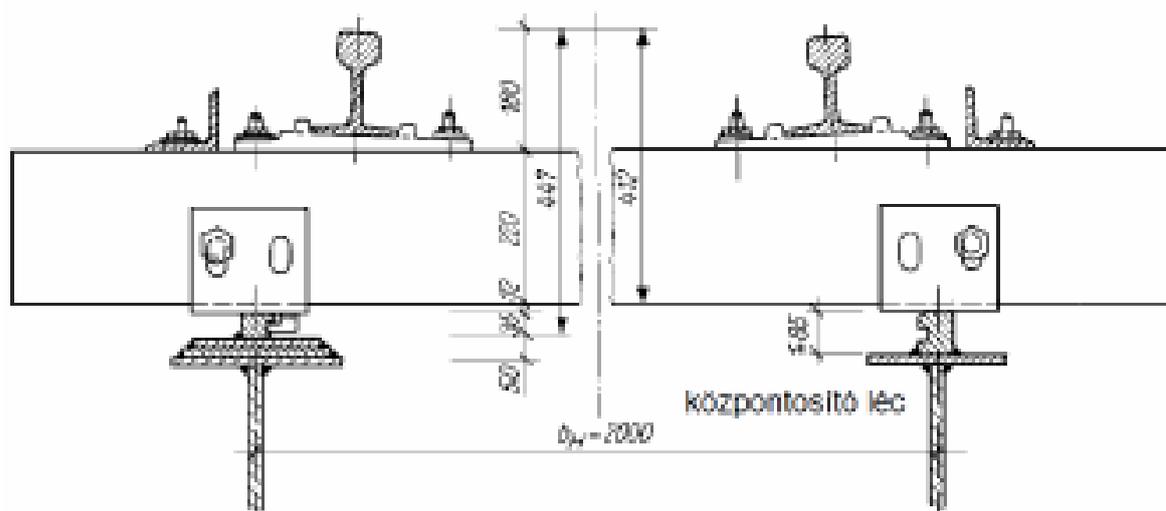


Рис. 9. Прикрепление ребра к продольной балке сваркой

Конструкция рис. 8 применяется до скорости $V \leq 120$ км/час для деревянных мостовых брусьев, до $V \leq 160$ км/час для синтетических брусьев.

Надежное крепление деревянного мостового бруса и центрированную передачу нагрузки от подвижного состава обеспечивают специальные стальные конструкции, закрепляемые на продольных балках пролетных строений рис 4.



Рис. 10. Крепление мостовых брусьев горизонтальным болтом с опиранием на специальную конструкцию.

Контррельсы при использовании клемно-шурупного скрепления прикрепляют к каждому третьему брусю.

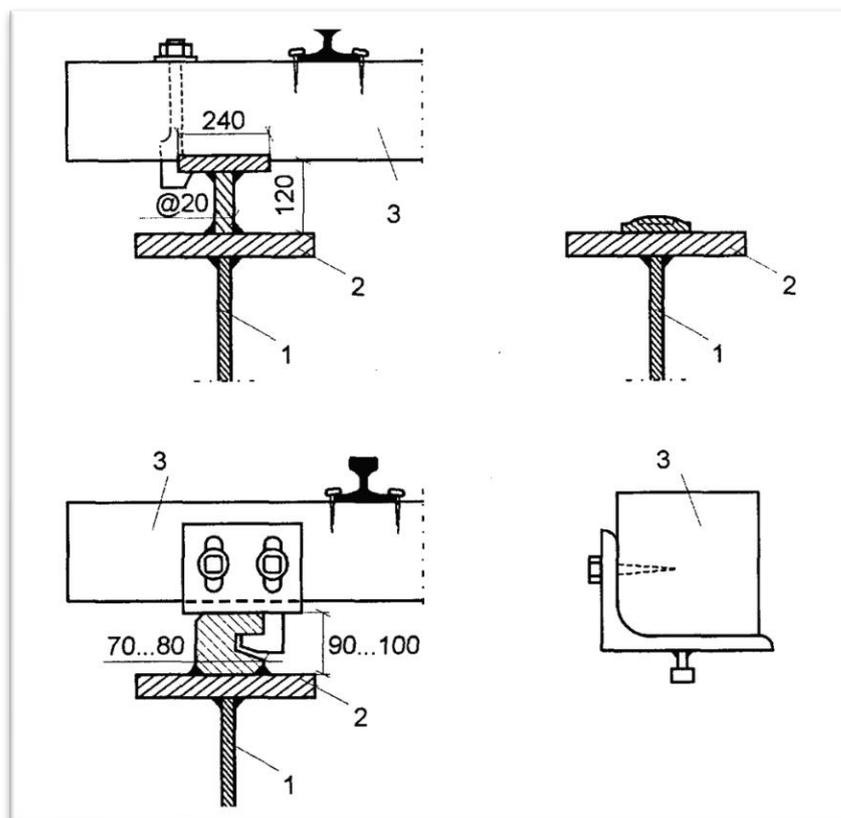


Рис. 11. Конструкции центраторов

3.4. Мостовое полотно на деревянных брусках с непосредственной укладкой на плиту пролетного строения с использованием специальных конструкций



Рис. 12. Металлические конструкции для непосредственной укладки мостовых брусков на железобетонную плиту.



Рис. 13. Укладка брусьев с непосредственным опиранием на железобетонную плиту пролетного строения.

Конструкция применяется под укладку верхнего строения пути с рельсами 49 кг/п.м. или 60 (65) кг/ п.м. с жестким или упругим креплением. На пролетном строении предварительно закрепляют стальные конструкции, состоящие из горизонтального опорного листа $\delta = 12 \div 16$ мм к которому приваривают вертикальные ребра с отверстиями под установку горизонтального болта или шпильки. При данной конструкции мостового полотна допускает укладку как звеньевого, так и бесстыкового пути. Допустимая скорость движения поездов 70-120 км/час.

4. МОСТОВОЕ ПОЛОТНО НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОПЕРЕЧИНАХ

4.1. Мостовое полотно на металлических поперечинах устраивается на мостах с рельсами типов Р65 и Р75 (рис. 6). Детали крепления рельсов и охранных приспособлений показаны на рис. 7. Расстояние между осями металлических поперечин должно быть не более 600 мм.

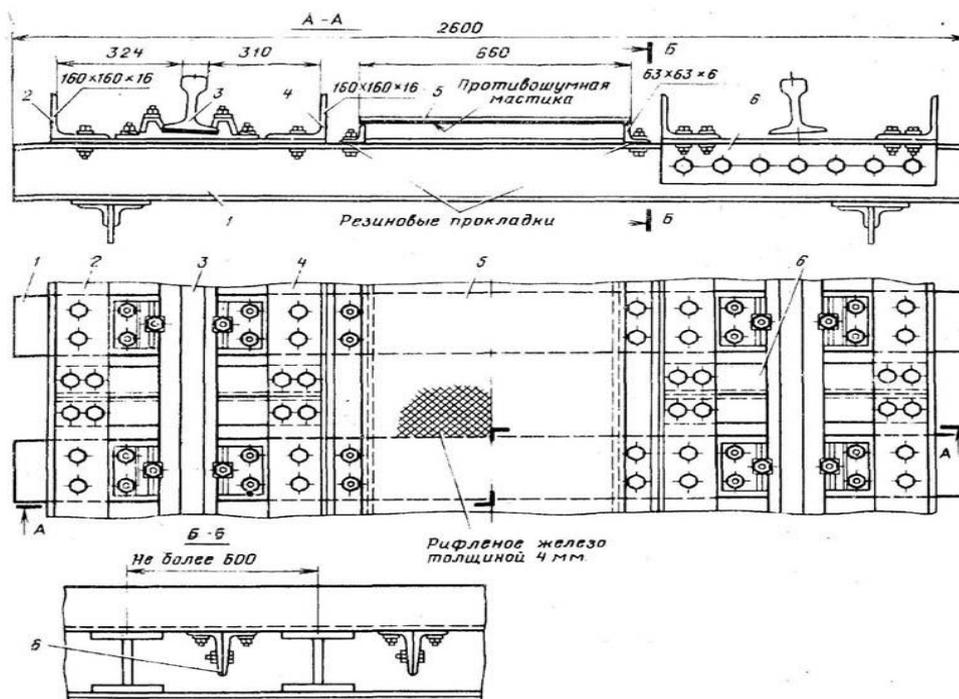


Рис. 14. Мостовое полотно на металлических поперечинах:

1 – металлическая поперечина; 2 – охранный уголок; 3 – путевой рельс со скреплениями; 4 – контруголок; 5 – металлический настил; 6 – подвесной мостик.

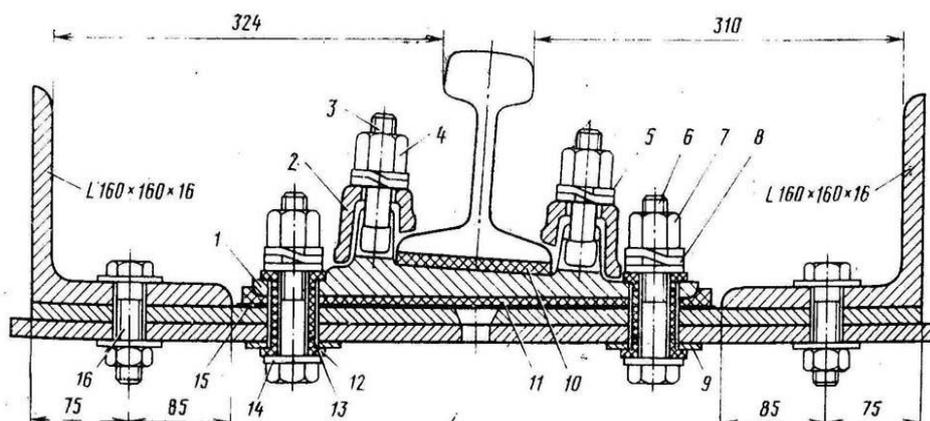


Рис. 15. Крепление рельсов Р65 и охранных приспособлений к металлическим поперечинам при автоблокировке:

1 - рельсовая подкладка типа КД; 2 - клемма промежуточная; 3 - болт клеммный М22 длиной 75 мм; 4 - гайка путевая М22; 5 - шайба пружинная двухвитковая; 6 - болт для прикрепления рельсовой подкладки М22 длиной 115 мм; 7 - гайка М22; 8 - шайба пружинная путевая; 9 - шайба клинчатая; 10 - амортизирующая кордовая прокладка под подошву рельса; 11 - амортизирующая кордовая прокладка под подкладку; 12 - текстолитовая изолирующая втулка; 13 - текстолитовая фибровая или полиэтиленовая изолирующая втулка В22; 14 - шайба черная 22; 15 - полиэтиленовая изолирующая прокладка; 16 - высокопрочный болт М22 длиной 70 мм с гайкой и двумя шайбами

4.2. Контруголки укладывают на всех мостах при длине мостового полотна на металлических поперечинах более 5 м или расположенных в кривых радиусом менее

1000 м. Противоугонные (охранные) уголки укладывают на всех мостах. Для предупреждения провала колес сошедшего с рельсов подвижного состава над всеми поперечными балками, а также между поперечинами при расстоянии между ними в свету более 20 см устраивают подвесные мостики.

4.3. Рекомендуемая скорость движения поездов до 140 км/час.

Мостовое полотно с ездой на SBS (steel beam bridge sleepers) стальные мостовые брусы



Рис. 16. Конструкция мостового полотна на металлических поперечинах SBS.



Рис. 17. Общий вид мостового полотна на металлических поперечинах типа «I» от компании Thyssen Krupp.

5. МОСТОВОЕ ПОЛОТНО НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВЫХ БРУСЬЯХ

5.1. Безбалластное мостовое полотно на железобетонных брусьях применяют на металлических железнодорожных мостах. Рекомендуемая скорость движения поездов по мостам с безбалластным мостовым полотном 80–100 км/час. Конструкция мостового полотна показана на рис. 18.

5.2. Обязательным элементом при укладке железобетонной шпалы является башмак шпалы, который крепится к замененному верхнему поясу продольных балок с помощью заклепок с потайной головкой.

5.3. В U-образном башмаке – по оси продольной балки – размещается центрирующая планка специальной конструкции, которая может быть изготовлена из стального фасонного проката I 100-308 или U 100-308 (Рис. 19).

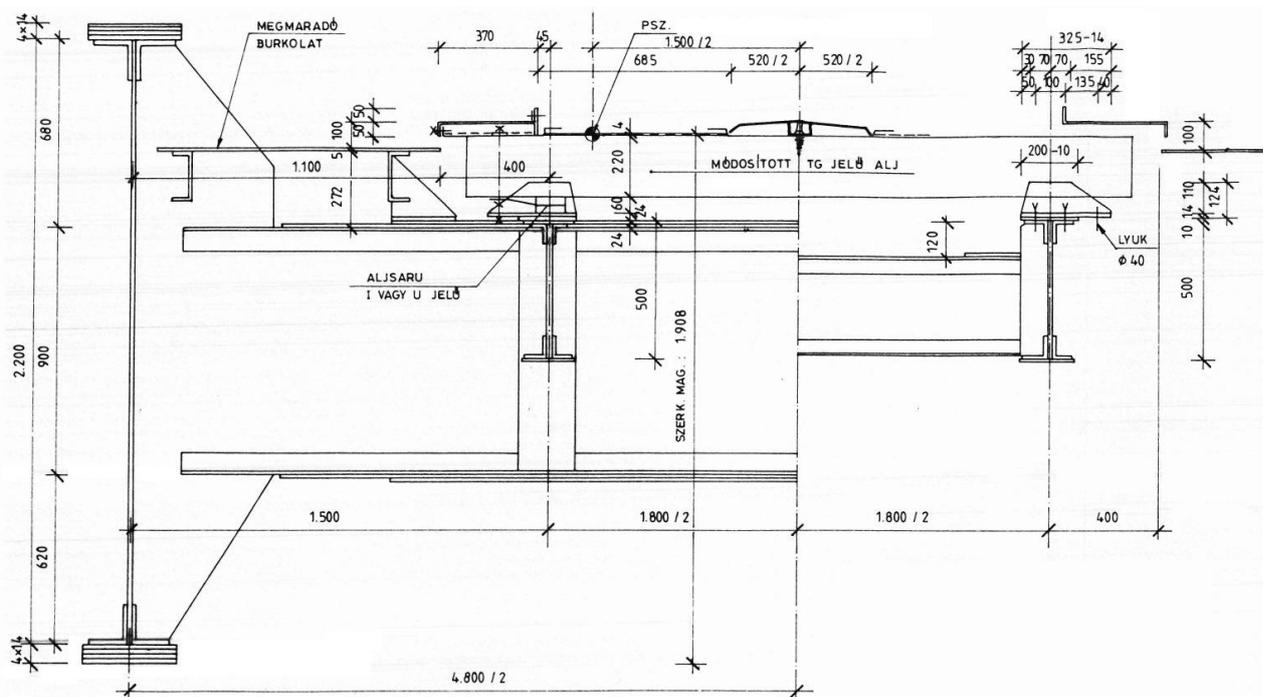


Рис. 18. Поперечное сечение балочного пролетного строения с мостовым полотном с железобетонными шпалами.

5.4. Пустота горизонтального фасонного проката «I» или «U» заполняется твердой резиновой прокладкой твердости Шор 60 из неопрена, которая входит в полость и выступает из нее на 5 мм, обеспечивая упругую опору.

5.5. Верхняя резиновая прокладка выполнена с вертикальной стенкой. Стенки заполняют зазор между вертикальными стенками башмака и боковой поверхностью железобетонной шпалы, не позволяя шпале перемещаться по оси пути, т.е. они обеспечивают сопротивление (поглощение тормозных и разгонных усилий), наподобие сопротивления балласта в балластном пути (Рис. 20).

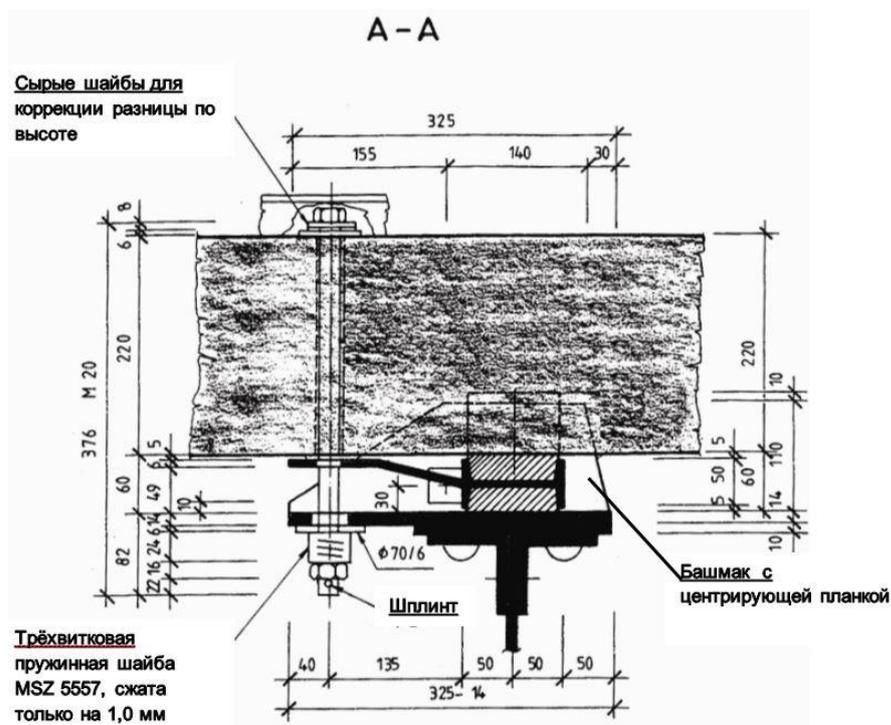


Рис. 19. Поперечный вид конструкции прокладного шара под железобетонным брусом.

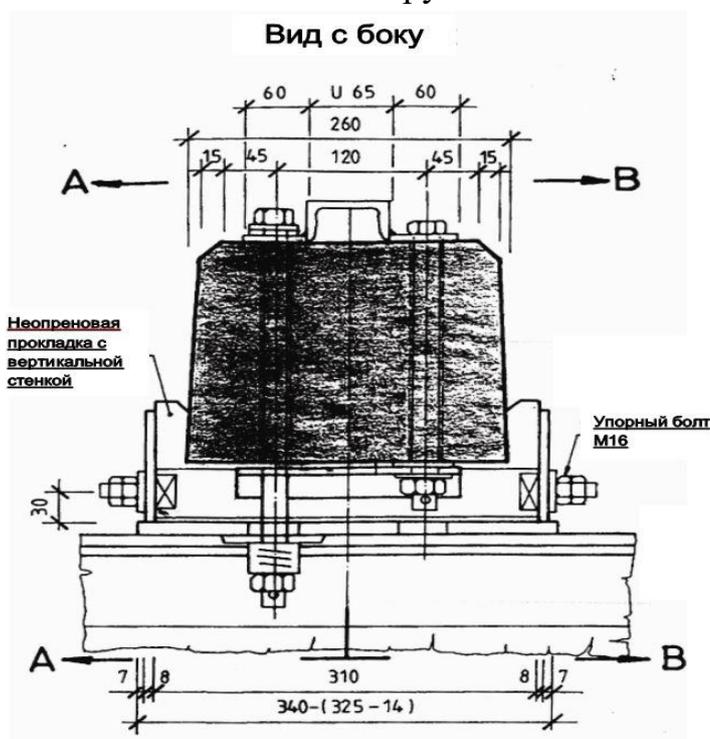


Рис. 20. Вид с боку конструкции башмака и неопреновой прокладки с вертикальной сткнкой

5.6. Чтобы иметь возможность выбрать более подходящую центрирующую планку, на одной стороне моста были установлены башмаки с маркировкой «L», а с другой - башмаки с маркировкой «U». Центрирующая планка с маркировкой

«U» не имеет нижней резиновой прокладки, она опирается спиной на башмак (рис. 5). Башмак крепится к ж.б. шпале болтом М 20х280 через приваренный к нему крылатый лист. Шпала защищена от поперечного перемещения упорными болтами М16, удерживающими центрирующие планки (Рис. 21). Боковое выталкивающее усилие передается через эти болты на мостовую конструкцию через башмак. Упорные болты с квадратной головкой. Головка болта расположена эксцентрично по отношению к стержню болта. Степень эксцентриситета в направлении четырех сторон 6-8-10-12 мм. Его роль - исправление поперечных отклонений из-за неточного исполнения конструкции моста.

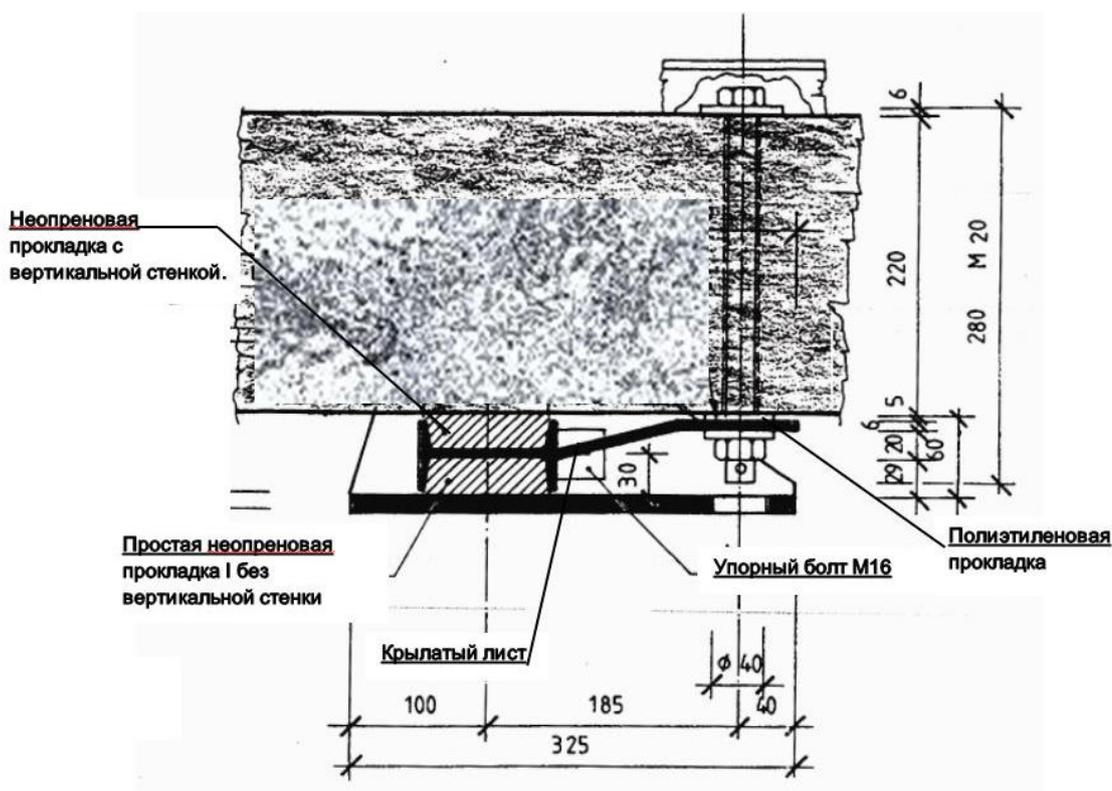


Рис. 21. Поперечный вид опирания на продольную балку железобетонного бруса.

5.7. Опорные болты должны были быть установлены после того, как железнодорожный путь, размещенный на конструкции моста, который отрегулирован по оси пути.

5.8. Вертикальное крепление железобетонной шпалы обеспечивается болтами М 20х376. Ограниченное вертикальное перемещение шпалы нужно было обеспечить с учетом извилистого движения рельса во время движения. Для этого предназначена трёхвитковая пружинная шайба, используемая на нижнем конце болта, которая должна быть сжата только на 1,0 мм с помощью зажимной гайки во время установки. В этом случае (с учетом полного хода пружины

трёхвитковой пружинной шайбы в 5,0 мм) железобетонная шпала практически может подняться на 4,0 мм против постоянно увеличивающейся силы пружины.



Рис. 22. Башмаки шпал на верхнем поясе продольной балки.



Рис. 23 Система креплений

6. БЕЗБАЛЛАСТНОЕ МОСТОВОЕ ПОЛОТНО НА СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТАХ

6.1. Безбалластное мостовое полотно на сборных железобетонных плитах применяют на металлических железнодорожных мостах в районах с расчетной сейсмичностью не выше за 8 баллов, расположенных на прямых участках пути с уклонами до 8‰. При больших уклонах допускается укладка мостового полотна на железобетонных плитах по индивидуальным проектам. Рекомендуемая скорость движения поездов по мостам с безбалластным мостовым полотном 140-160 км/час.

6.2. Безбалластное мостовое полотно состоит из отдельных железобетонных плит, рельсового пути, охранных устройств и прокладного слоя

под плитами. Плиты полотна укладываются на верхние пояса главных или продольных балок пролетного сооружения через прокладной слой и закрепляются высокопрочными шпильками, затянутыми на проектное усилие 80 кН (8 тс).

6.3. Рельсовая колея и охранные устройства укладываются непосредственно на плиты. Вес одного погонного метра полотна равна 1,6 т.

Для гидроизоляции плит должны использоваться эпоксидные или эпоксидно-полиуретановые композиции.

Гидроизоляция стыков и овальных отверстий выполняется с применением полимерных герметизирующих материалов.

6.4. Поперечное сечение безбалластного мостового полотна приведено на рис. 18.

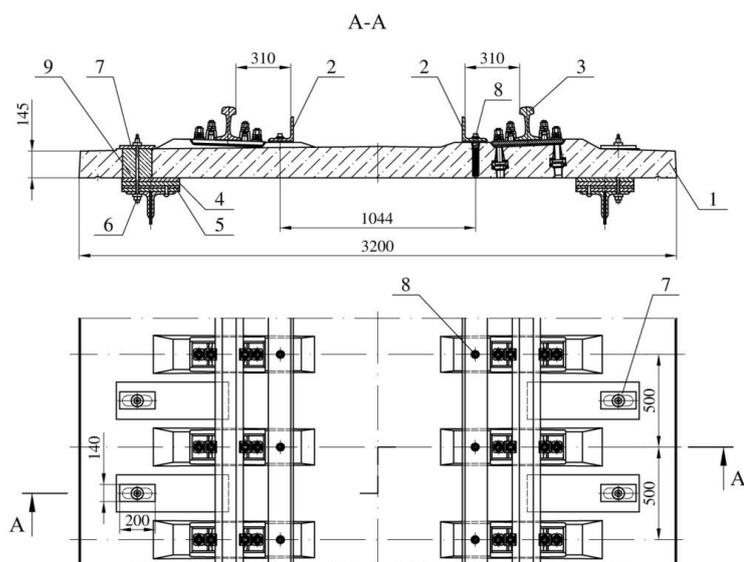


Рис. 18. Безбалластное мостовое полотно на плитах с креплением контруголков путевым шурупом.

Условные обозначения: 1 - безбалластная железобетонная плита; 2 - контруголок; 3 - рейка со креплением; 4 - прокладочный слой; 5 - балка моста; 6 - высокопрочная шпилька крепления плиты; 7 - шайба 140 мм x 200 мм; 8 - шуруп крепления контруголка; 9 – герметик.

В качестве охранных приспособлений могут использоваться контррельсы.

В качестве прокладного слоя рекомендуется использовать стандартные сертифицированные самовыравнивающиеся полимерцементные смеси, обеспечивающие быстрый набор прочности $R_{ст} = 40 - 50$ МПа за первые сутки и $R_{ст}$ не менее 80 МПа через 28 суток или полимеркомпозиционные составы, обеспечивающие быстрый набор прочности от 45 до 60 МПа в течение первых суток, и до $R_{ст}=80-90$ МПа в течение следующих 7 дней, что дает возможность их использования при выполнении ремонтных работ.

Плиты мостового полотна прикрепляют к балкам высокопрочными шпильками с внешней стороны верхних поясов через 500 мм по длине моста.

Для крепления плит БМП могут использоваться приварные шпильки типа **NELSON**. Сварка выполняется контактно-дуговой сваркой.

При использовании в качестве прокладного слоя самовыравнивающих минеральных или композитных смесей рекомендуется применять плиты с регулировкой проектного положения в профиле (рис.19).

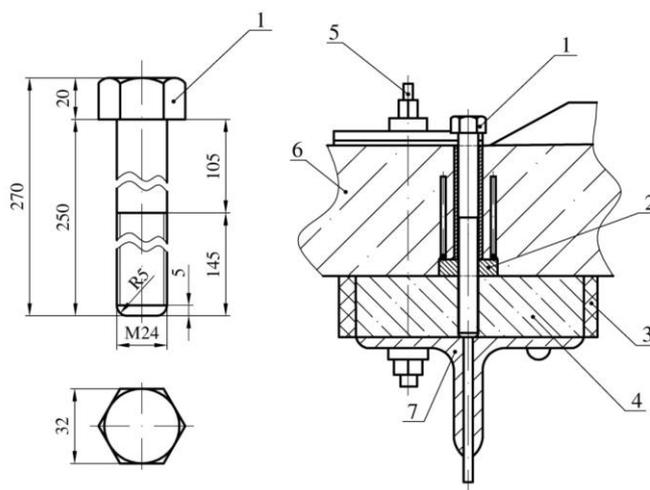


Рис. 19. Регулирующий узел

Условные обозначения: 1 – болт регулирующий; 2 – закладная деталь; 3 – опалубка (вспененный полиэтилен); 4 – прокладной слой; 5 – высокопрочная шпилька; 6 – плита; 7 – балка моста.

7. БЕЗБАЛЛАСТНОЕ МОСТОВОЕ ПОЛОТНО НА МОНОЛИТНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЕ

7.1. Безбалластное мостовое полотно на монолитной железобетонной плите широко применяется при модернизации или сооружении новых скоростных железнодорожных линий, обеспечивает скорость движения поездов более 160 км/час. Верхнее строение пути устраивают из рельсов весом 49/60/65 кг/м.

7.2. Наиболее распространенные системы безбалластного мостового полотна на монолитной железобетонной плите: GETRAC, RHEDA 2000, EDILON, ZÜBLIN, SONNEVILLE, MAXBÖGL, HEITCAMP, CDM, Leonhard Weiss.

7.2.1. Монолитная система RHEDA 2000 может использоваться на мостах, а также при устройстве пути на перегонах и в тоннелях. Составляющими этой системы являются: двухблочные бетонные шпалы с решетчатыми арматурными каркасами, упругая фиксация рельсов, бетонный несущий слой и дополнительно гидравлически связанный несущий слой.

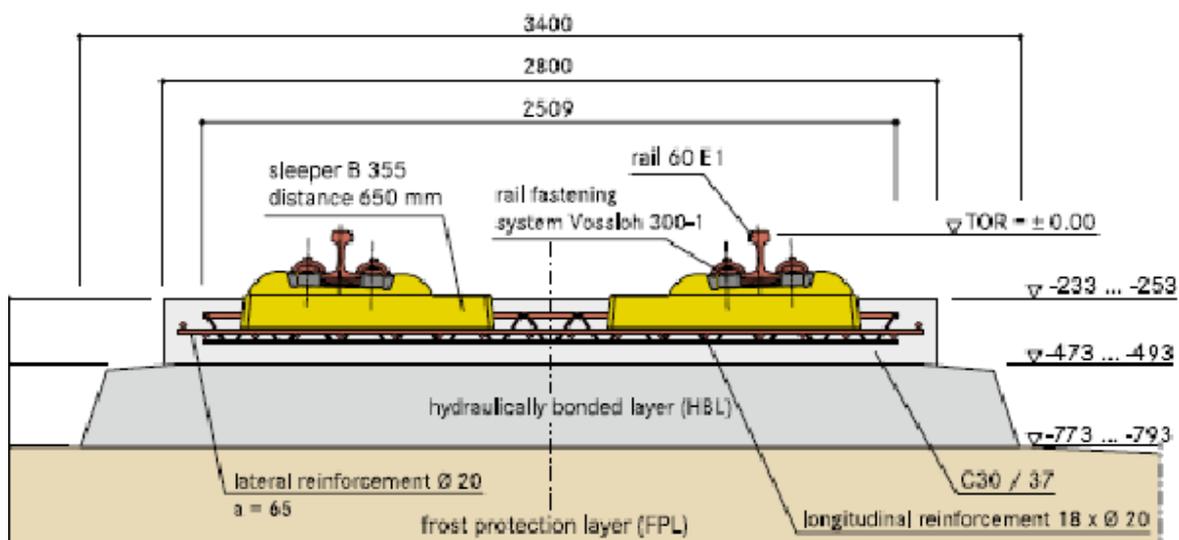


Рис. 20. Общий вид конструкции



Рис. 21. Путь установлен в проектное положение перед укладкой бетона

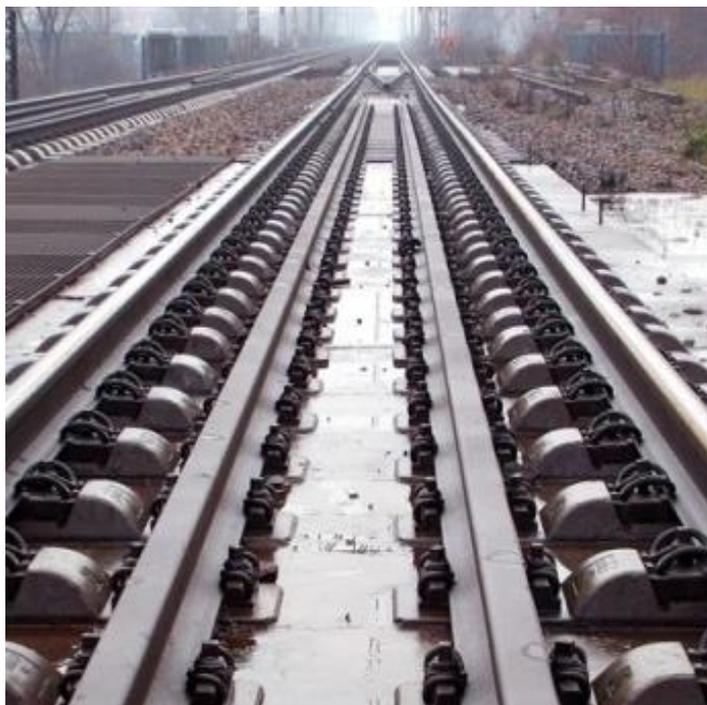


Рис. 22. Общий вид пути на мосту

7.2.2. Монолитная система типа EDILONEDS (EmbeddedBlockSystem) с дискретным креплением рельсов.

В этой системе рельсы прикрепляются к отдельным бетонным опорным блокам, закрепленным в бетонных или стальных коробах с использованием эластичного наполнителя из полиуретановой смолы. Такая конструкция обеспечивает гашение вибрации и упругую передачу нагрузки от подвижного состава.

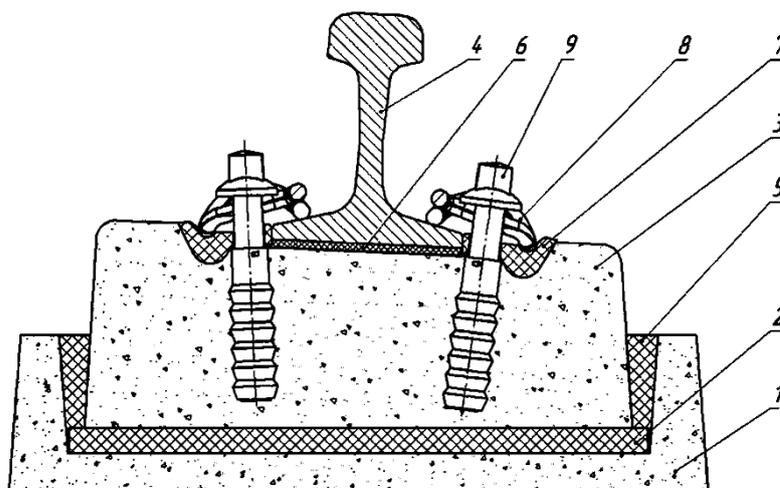


Рис. 23. Система рельсовых опорных блоков в защитном слое

1 – короб опорный; 2 – прокладка упругая виброизоляционная; 3 – блок опорный; 4 – рельс; 5 – упругий защитный слой (виброизоляция опорного блока); 6 – прокладка подрельсовая; 7 – угловая направляющая; 8 – клемма пружинная; 9 – шуруп.

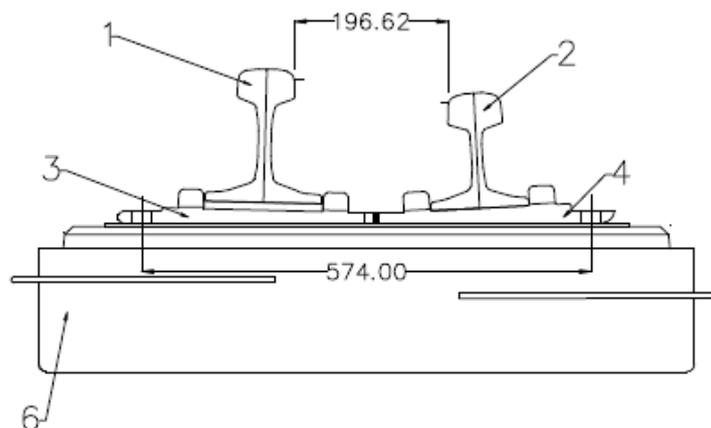


Рис. 24. Рельсовые опорные блоки в защитном слое с контррельсами на мостах

1 – рельс, 2 – контррельс, 3, 4 – прокладка подрельсовая, 6 – лоток опорный



Рис. 25. Общий вид безбалластного пути на опорных блоках.

7.2.3. Монолитная система типа EDILON ERS с непрерывным креплением рельсов.

Железобетонная или монолитная бетонная плита с двумя каналами для рельсов или ортотропная стальная плита со стальными каналами. Рельсы крепятся в каналах с помощью массы Edilon Corkelast® на основе полиуретановой смолы и он линейно поддерживается антивибрационной подушкой под названием Edilon Resilient Strip. Данная система позволяет использовать сборную железобетонную плиту с каналами для путевых рельсов.

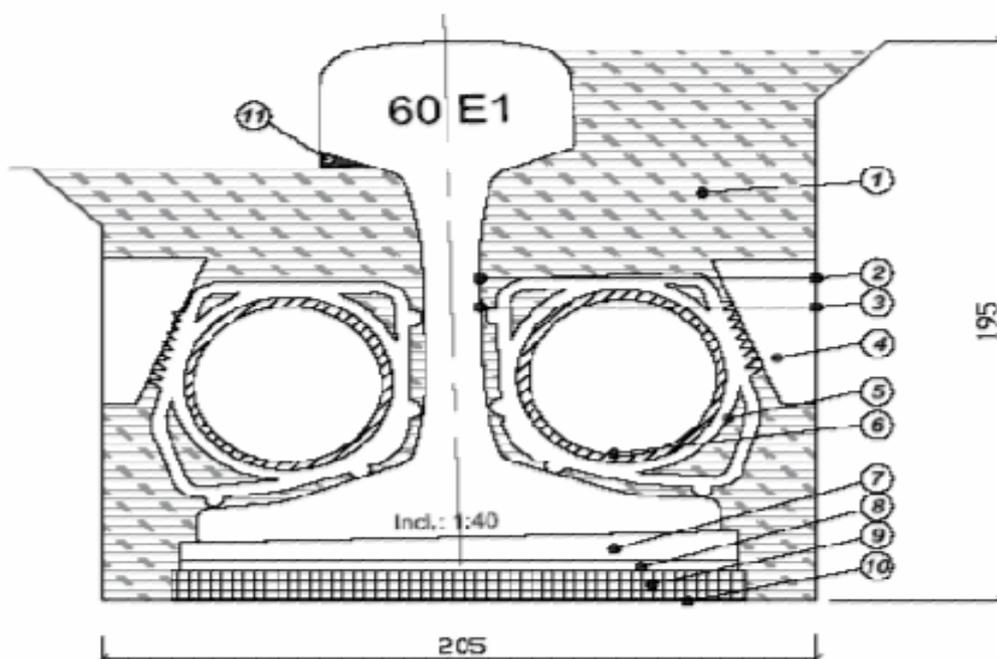
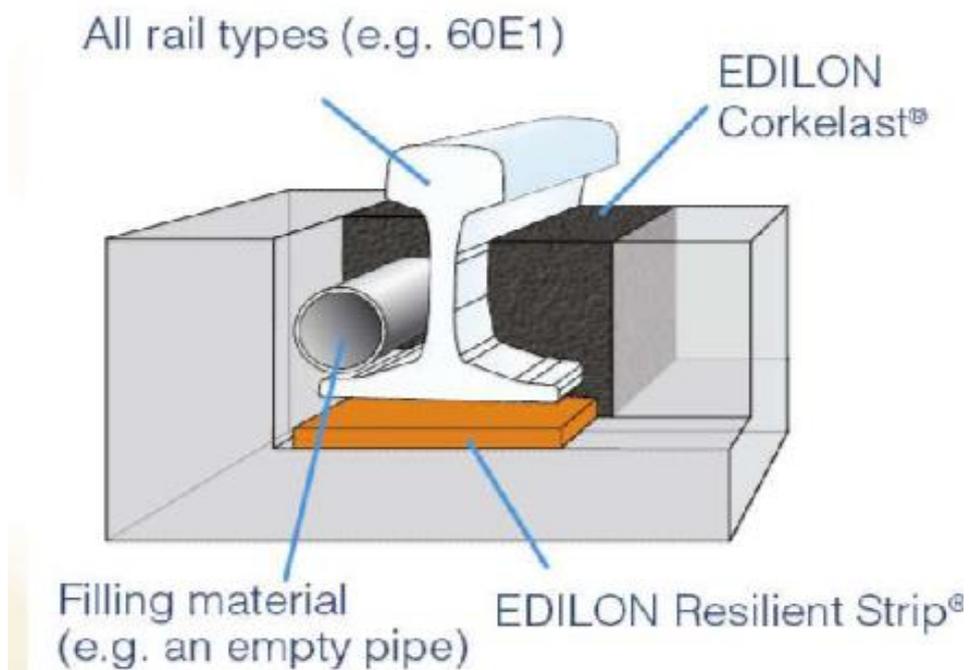


Рис. 26. Встроенная блочная система - с коробкой из сборного железобетона

1. покрытие несущего блока - масса Edilon Corkelast, 2 железобетонный короб,
3. железобетонный несущий блок, 4. полиэтиленовая труба, 5. крепежная стальная прокладка, 6. опорная накладка, 7. эластичный зажим, 8. винт, 9. рельс,
10. антивибрационная накладка - Edilon Resilient Strip

8. БЕЗБАЛЛАСТНОЕ МОСТОВОЕ ПОЛОТНО С КРЕПЛЕНИЕМ РЕЛЬСОВ К СТАЛЬНОЙ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЕ

8.1. Безбалластное мостовое полотно с непрерывным креплением рельсов к стальной ортотропной плите типа EDILON ERS

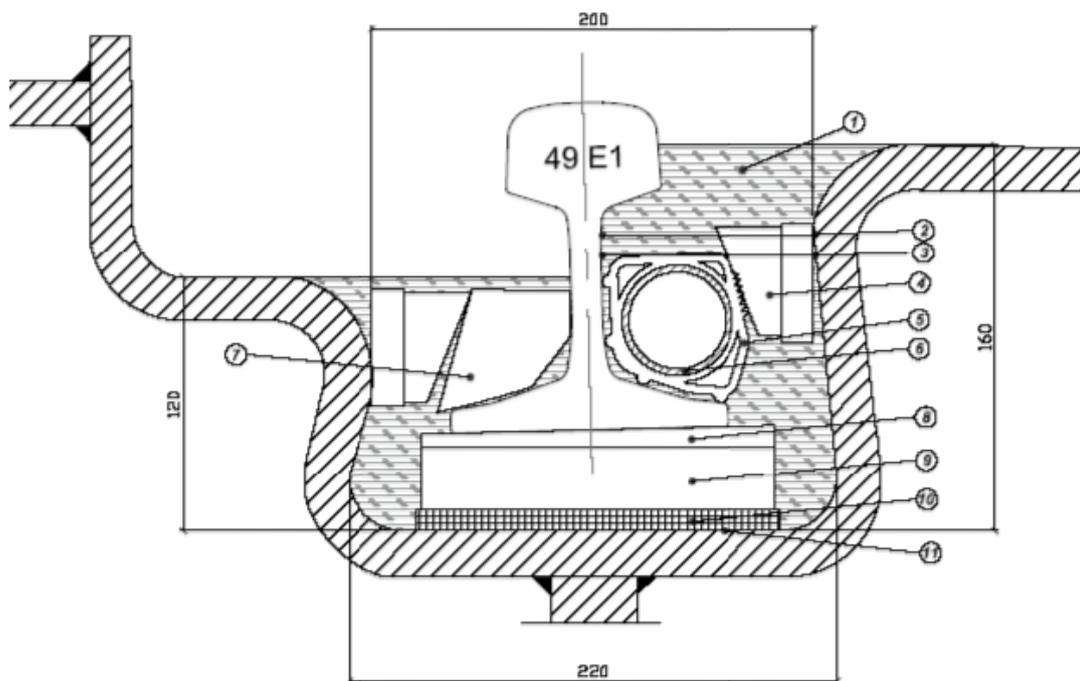


Рис. 27. Встроенная блочная система со стальным желобом

1. покрытие несущего блока - масса Edilon Corkelast, 2. стальной жёлоб, 3. железобетонный несущий блок, 4. полиэтиленовая труба, 5. крепежная стальная прокладка, 6. опорная накладка, 7. эластичный зажим, 8. винт, 9. рельс, 10. антивибрационная накладка - Edilon Resilient Strip



Рис. 28. Упругое прикрепление рельса в продольном стальном желобе на ортотропной несущей плите (система EDILON ERS) на железнодорожном мосту через реку Дунай в Будапеште. Скорость движения поездов 160 км/ч.

8.2. Безбалластное мостовое полотно с дискретным креплением рельсов к стальной ортотропной плите

Дискретное упругое крепление на стальных плитах моста скрепление типа «К». Подкладку через упругую прокладку прикрепляют болтами к стальной несущей плите пролетного строения. Вторая подкладка представляет собой переделанную подкладку типа «К». Рекомендуется использовать на временных пролетных строениях при скорости движения поездов до скорости $V \leq 100-120$ км/ч.

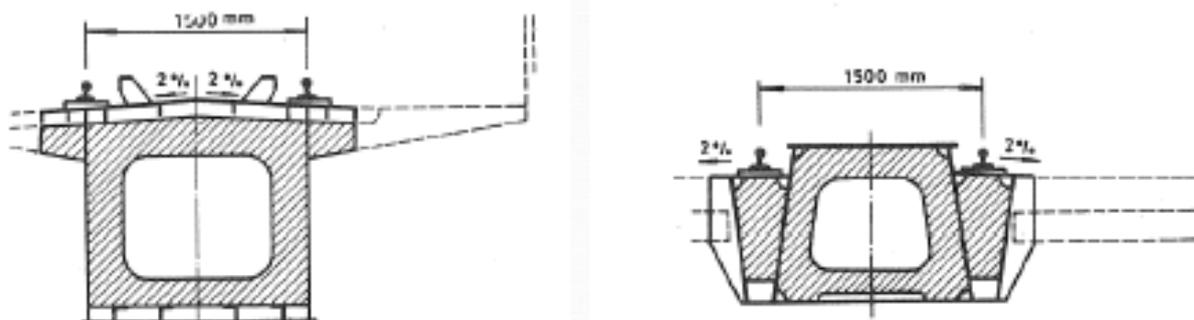
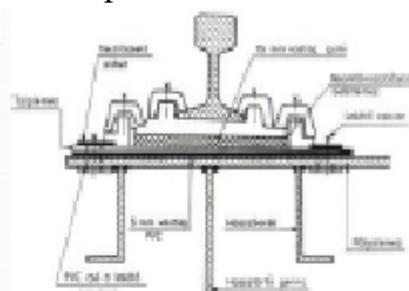
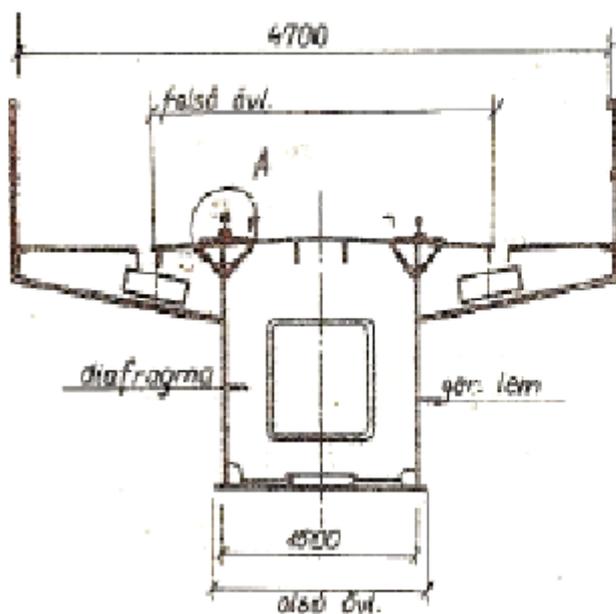
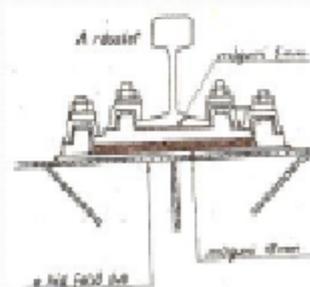


Рис. 29. Общий вид пролетного строения

Сварное или болтовое крепление



болтовое



сварное

Рис. 30. Схема прикрепления элементов верхнего строения пути.



Рис. 31. Непосредственное прикрепление верхнего строения пути к плите пролетного строения



Рис. 32. Общий вид мостового полотна на временном пролетном строении

Сборно-разборное, простое в монтаже пролетное строение длиной $L_t = 13.2$ м - 30.8 м, строительной высотой $H_k = 1.14$ м - 1.34 м, с непосредственным креплением верхнего строения пути к плите пролетного строения. Максимальная скорость поезда 100 км/ч.

9. БЕЗБАЛЛАСТНОЕ МОСТОВОЕ ПОЛОТНО НА СБОРНЫХ ПЛИТАХ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ. 7. БЕЗБАЛЛАСТНОЕ МОСТОВОЕ ПОЛОТНО НА СБОРНЫХ ПЛИТАХ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

9.1. Общие требования.

Безбалластное мостовое полотно на композитных плитах предназначено для применения на металлических пролетных строениях железнодорожных мостов независимо от величины их расчетной нагрузки на железных дорогах колеи 1520 мм и 1435 мм.

Безбалластное мостовое полотно на композитных плитах обладает высокой стабильностью положения элементов; предохраняет от загрязнения и коррозии верхние пояса балок и связи между ними; дает возможность заменять мостовое полотно на деревянных поперечинах без подъема или опускания пути на подходах; обеспечивает безопасный проход по мосту колесных пар в случае схода с рельсов; является более легкой конструкцией мостового полотна по сравнению с железобетонными плитами БМП и имеет длительный срок службы – не менее 50 лет. Общий вид мостового полотна на композитных плитах представлен на рис. 33.



Рис 33. Общий вид мостового полотна на композитных плитах.

Безбалластное мостовое полотно на композитных плитах укладывается на пролетных строениях мостов, расположенных на прямых участках пути с уклоном 8‰ и менее в районах с расчетной сейсмичностью не более 8 баллов при расстояниях между главными или продольными балками от 1700 до 2200 мм.

Допускается укладка плит КБМП, изготовленных по индивидуальному проекту на мостах с расстоянием между главными балками более 2200 мм.

Плиты безбалластного мостового полотна из композитного материала – состоящего из основы (матрицы) – стекловолокна, объединенной клеющими смолами.

При составлении схемы раскладки плит КБМП на пролетном строении рекомендуется использовать минимальное число марок плит. На пролетных строениях с ездой понизу у поперечных балок следует укладывать плиты меньшей длины. На пролетных строениях с ездой понизу плиты раскладываются по панелю.

Плиты должны укладываться по всей длине пролетного строения, ширина швов между ними должна равняться 10 ± 5 мм. В отдельных случаях допускается ширина шва до 25 мм. Швы между плитами над поперечными балками должны располагаться по их осям, за исключением швов над опорными балками.

Свес крайней плиты полотна с пролетного строения должен быть меньше расстояния между концом пролетного строения и шкафной стенкой устоя и не превышать 10 см. При назначении величины свеса следует также учитывать перемещение подвижного конца пролетного строения.

Опираение одной плиты на два смежных пролетных строения не допускается.

Укладка безбалластного мостового полотна на плитах КБМП возможна при строительстве, капитальном ремонте мостов, замене железобетонных плит при необходимости, замене мостовых брусьев на эксплуатируемых мостах. Устройство безбалластного мостового полотна производится по проекту, утвержденному в установленном порядке.

При раздельном скреплении на плитах КБМП под подошву рельса, а также между подкладкой и шпалой укладываются прокладки, выполняющие роль амортизаторов и изоляторов. При укладке бесстыкового пути каждый узел скреплений должен обеспечивать нормативное прижатие рельса к основанию. Это достигается затяжкой гаек болтов и шурупов промежуточных скреплений с проектными крутящими моментами.

9.2. Конструкция КБМП

Безбалластное мостовое полотно состоит из отдельных плит КБМП, сопряжения между плитами и верхними поясами главных или продольных балок, элементов прикрепления плит к балкам, рельсового пути и охранных устройств. Общий вид плиты см. на рисунке 34.



Рис. 34. Общий вид плиты KBMP.

В плите KBMP имеются сквозные отверстия для крепления ее высокопрочными шпильками к пролетному строению, а также отверстия с закладными деталями для крепления рельсовых подкладок и контруголок к плите.

Закладные детали для крепления подрельсовых подкладок должны соответствовать применяемому рельсовому скреплению.

Закладной дюбель для крепления контруголка должен обеспечивать расстояние от внутренней поверхности вертикальной полки до головки рельса, равное 310 мм.

Отклонение любой точки поверхности плиты из плоскости её опирания не должно превышать одного миллиметра. Расстояние от центров подрельсовых площадок до этой плоскости должно быть 170 мм \pm 5 мм.

По длине вдоль пути плиты подразделяют на четыре типа: КП1 (КПП1), КП2 (КПП2), КП3 (КПП3), КП4 (КПП4) длиной соответственно 1390, 1490, 1890 и 1990 мм. Возможно изготовление и применение плит KBMP других размеров, согласно индивидуальным проектам, как по длине вдоль пути, так и по ширине плит. Для укладки стыков уравнильных должны применяться плиты аналогичные указанным с расположением шурупных дюбелей в соответствии с расположением его скреплений. Общий вид плиты KBMP показан на рисунках 35 – 36.

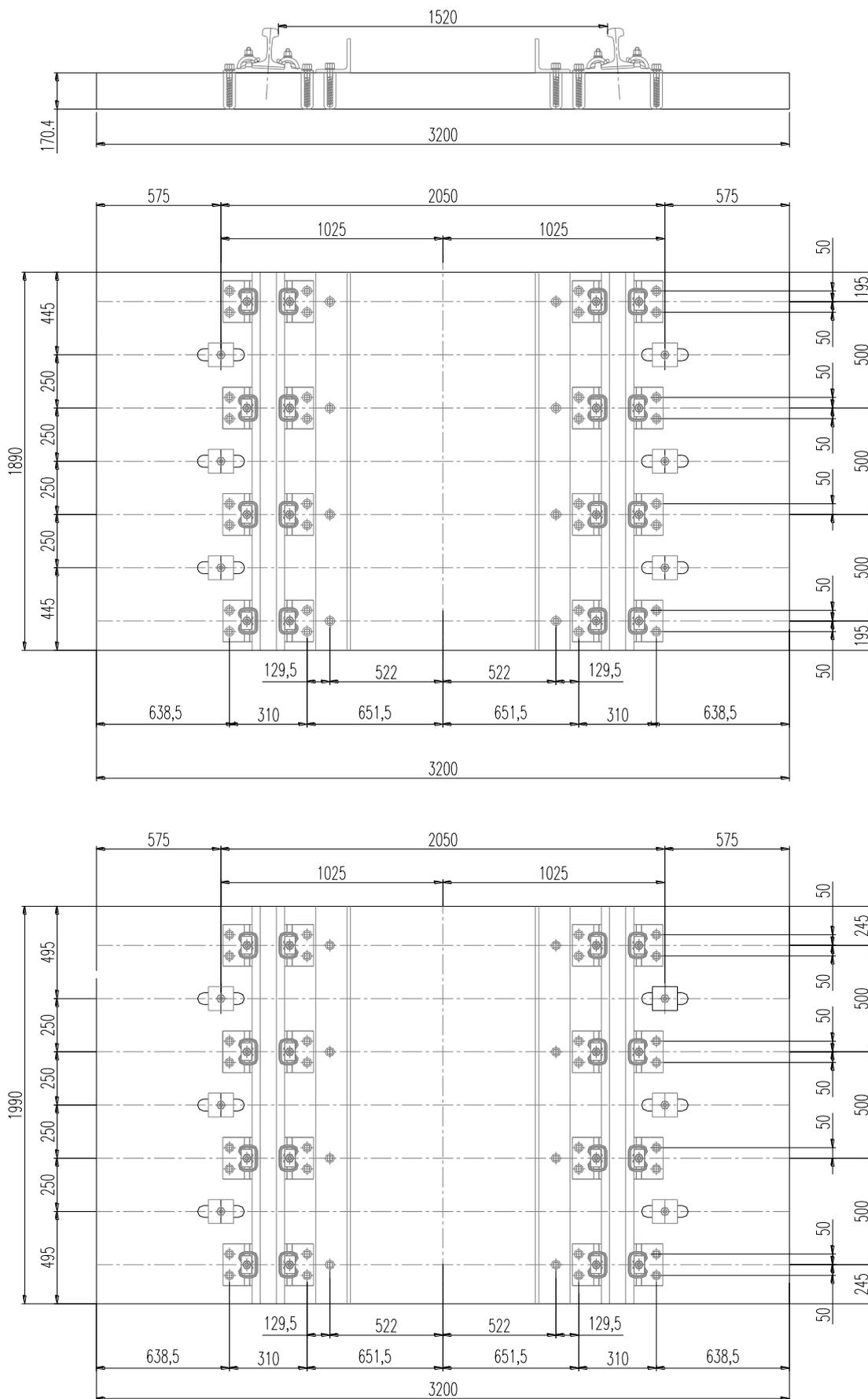


Рис. 36. Плиты типа КПЗ и КП4

Максимальная скорость движения поезда по мостовому полотну из композитных плит 200 км/час.

Крепление плит к пролетному строению обеспечивают шпильками М22х370 мм из стали марки 40Х. Соединение плит с пролетным строением выполняют с использованием прокладного слоя. В качестве прокладного слоя используют:

- двухслойную конструкцию из антисептированной древесины и полосовой резины;
- цементно-песчаный раствор или мелкофракционный бетон;
- композитные прокладки и полосовая резина.

9.3. Конструкция прокладного слоя

9.3.1. Комбинированный прокладной слой из антисептированной древесины и резины

Соединение плиты с верхним поясом балки пролетного строения представляет собой двухслойную конструкцию: верхний слой – полосовая резина (типа ИРП-1347-1 толщиной 5 мм или аналогичная по своим жесткостным характеристикам), нижний – антисептированная древесина, как показано на рис. 37.

Сплошные по длине каждой плиты деревянные прокладки толщиной не менее 25 мм заготавливаются заранее из обрезной доски хвойных пород или из обрезной доски лиственных твёрдых пород в соответствии с проектом.

Толщину прокладного слоя выбирают с учетом фактического профиля верхних поясов балок и проектного профиля рельсового пути на мосту. Общая толщина прокладного слоя может варьироваться от 25 до 75 мм.

Для компенсации деформаций обжатия деревянной доски после установки, их толщина при заготовке должна быть увеличена из расчета 1 мм на каждый сантиметр.

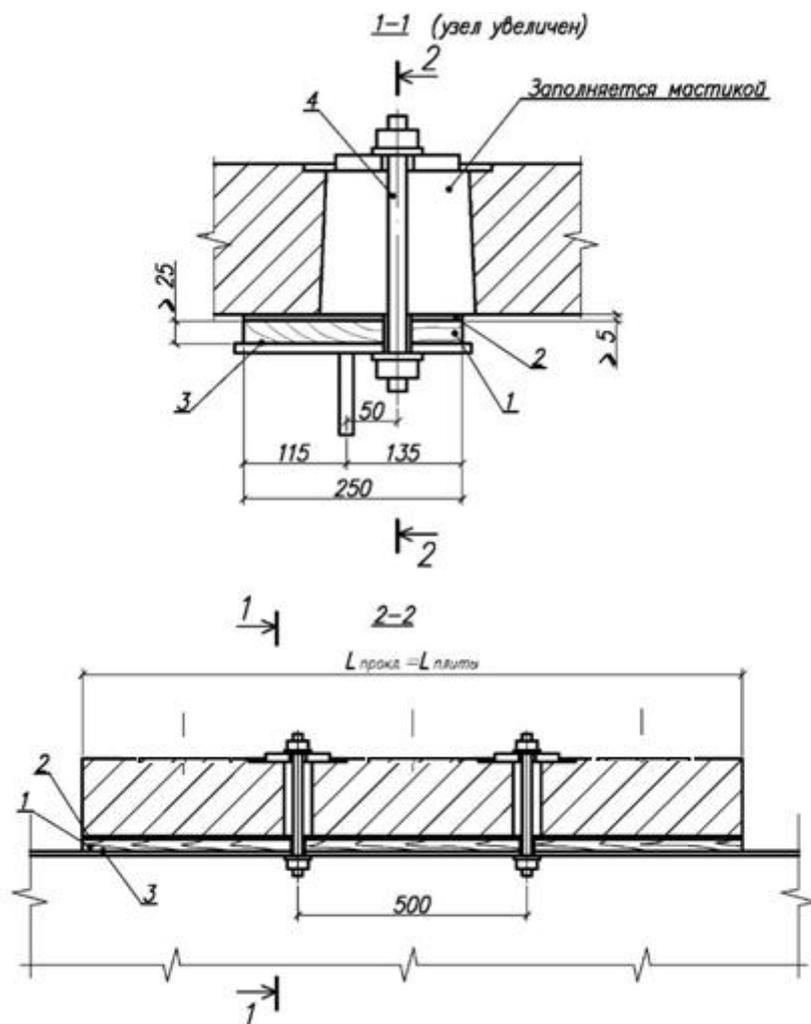
Деревянные прокладки должны после окончания механической обработки пропитываться масляными антисептиками. В качестве антисептиков можно использовать каменноугольное масло или масло сланцевое.

С нижней стороны досок высверливаются отверстия под головки болтов или заклепок для плотного сопряжения с верхним поясом балок. Места отверстий размечаются по месту. Прокладки промаркировать несмываемой краской.

В целях обеспечения плотного прилегания к поверхности пояса балки доски укладываются по слою битумной мастики, предназначенной для антикоррозионной обработки металлических поверхностей, имеющей в составе раствор нефтяного битума, полимеров и адгезионных добавок в органических растворителях. Ее адгезия с металлом должна составлять не менее 0,5 МПа, вязкость 30-60 сек при массовой доле летучих веществ не более 50 – 65%, это предотвращает попадание

влаги под доски и повышает срок их службы.

После выверки положения плит следует установить шпильки крепления. Затяжка шпилек производится в два этапа (последовательно по кругу до 5 – 6 тс, до 8 тс) с усилием 8 тс.



1 – деревянная прокладка; 2 – резиновая прокладка (резинокорд); 3 – слой битумной мастики; 4 – шпилька крепления

Рис. 37. Прокладной слой из антисептированной древесины и резины (пример плита КП)

9.3.2 Прокладной слой из цементно-песчаного раствора или мелкофракционного бетона

Конструкция сопряжения плиты КБМП с верхним поясом балки представляет собой слой цементно-песчаного раствора, уложенного по всей длине и ширине верхних поясов балок с разрывами над поперечными балками, как показано на рис. 38.

Толщина прокладного слоя назначается с учетом профиля верхних поясов балок и проектного профиля рельсового пути, но не менее 25 мм.

До устройства монолитного прокладного слоя плиты КБМП временно опираются на верхние пояса балок через отдельные прокладки из антисептированной древесины твердых пород (дуба, бука), устанавливаемые по оси балок под каждой подрельсовой площадкой.

Цементные прокладки между плитами и балками устраиваются из цементно-песчаного раствора марки не ниже М 200 с подвижностью по расплыву 12 – 14 см

В качестве составных частей цементно-песчаного раствора применяют цемент высоких марок, песок, воду и специальные добавки.

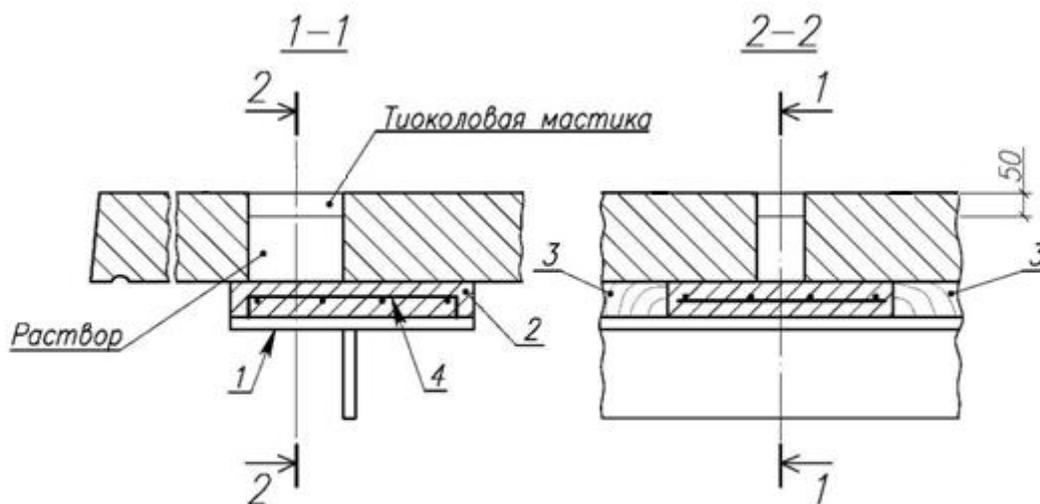


Рис. 38. 1 - продольная балка; 2 - мелкозернистый бетон (шпильки и заполнение овальных отверстий условно не показано); 3 - деревянная прокладка; 4 - армокаркас.

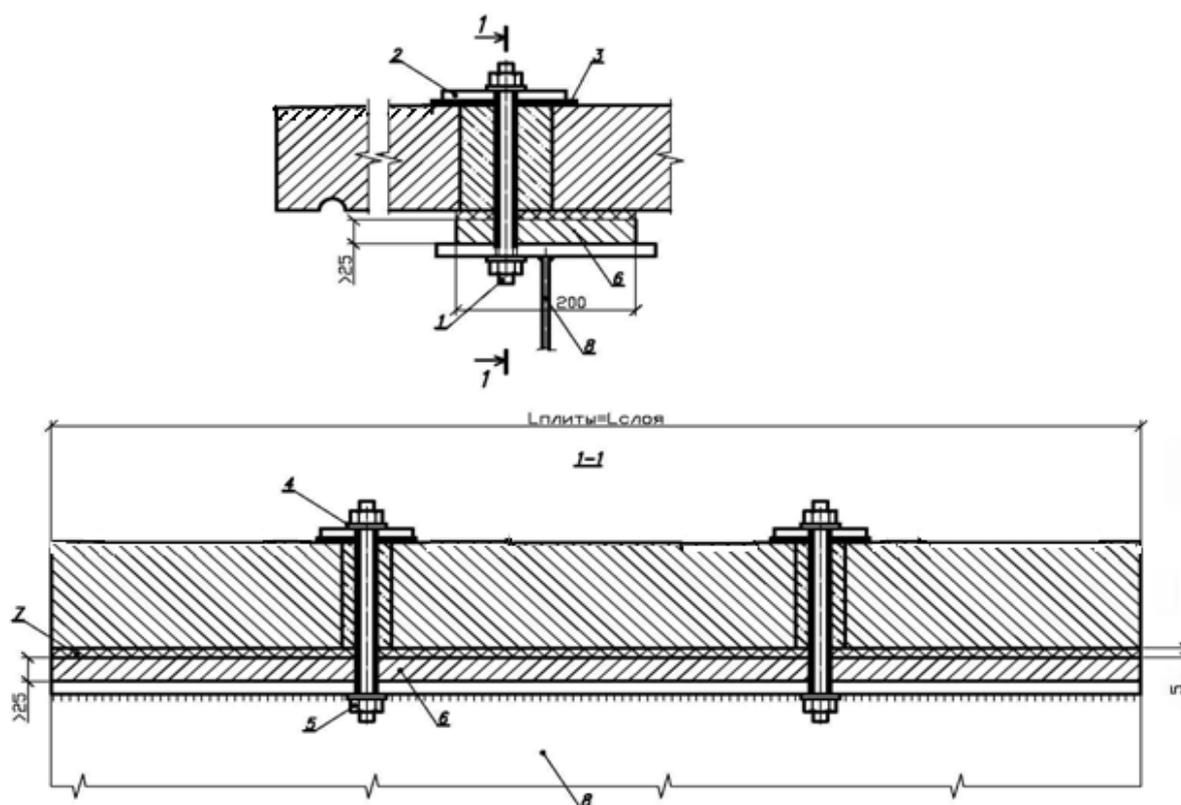
Для изготовления деревянных опорных прокладок должны применяться отборные лесоматериалы твердых пород: дуб, бук (после пропитки), удовлетворяющие по качеству требованиям проекта.

Рекомендуются прокладки размером в плане 250x100 мм. Прокладки должны быть однослойными. Толщина прокладок назначается с учетом профиля верхних

поясов балок и проектного профиля рельсового пути.

9.3.3. Устройство комбинированного прокладного слоя из композитной прокладки и резины

Конструкция сопряжения плиты КБМП с верхним поясом балки представляет собой двухслойную конструкцию: верхний слой – полосовая резина по техническим характеристикам соответствующая марки ИРП-1347 толщиной 5 мм, нижний – полимерная прокладка из стеклопластика, как показано на рис. 39.



1 – шпилька высокопрочная; 2 – шайба 200x110x20; 3 – резиновая прокладка 200x110x3; 4 – шайба; 5 – гайка; 6 – композитная прокладка; 7 – резина марки ИРП-1347-1; 8 – балка пролетного строения

Рис. 39. Прокладной слой из композитной прокладки и резины (пример плита КП)

Толщину полимерных прокладок выбирают с учетом фактического профиля верхних поясов балок и проектного профиля рельсового пути на мосту. Общая толщина прокладного слоя может варьироваться от 25 до 75 мм.

Общая высота композитной прокладки и резиновой полосы определяется как разность отметок низа плит, расположенных по проектному очертанию профиля

пути, и отметок верхних поясов балок с учетом их прогиба от собственного веса безбалластного мостового полотна.

Композитные прокладки должны изготавливаться из стеклопластика.

Упругий слой изготавливается из резиновой смеси по техническим характеристикам соответствующая типа ИРП-1347 толщиной 5 мм.

С нижней стороны композитных прокладок при необходимости высверливаются отверстия под головки болтов или заклепок для плотного сопряжения с верхним поясом балок. Отверстия размечаются по месту. Композитные прокладки рекомендуется промаркировать несмываемой краской.

Перед укладкой прокладного слоя композитную прокладку склеивают с резиной клеем, в соответствии с проектом.

После выверки положения плит КБМП через овальные отверстия, предназначенные для прикрепления последних к пролетным строениям, извлекают маячные болты и устанавливают шпильки прикрепления. Затяжка шпилек производится в два этапа (последовательно по кругу до 5 – 6 тс, до 8 тс) с усилием 8 тс.

После выверки положения плит устанавливают шпильки прикрепления. Затяжка шпилек производится в два этапа (последовательно по кругу до 5 – 6 тс, до 8 тс) с усилием 8 тс.

9.4. Особенности содержания плит КБМП

При алюмотермитной сварке рельса, сварке контруголка на плитах КБМП необходимо закрывать открытые поверхности плиты защитным экраном, для исключения повреждений. В качестве экрана укладывать стальной лист толщиной не менее 1 мм, размерами в плане 280*500 мм.

После укладки плит необходимо в течение первой недели ежедневно, а затем в течение первого месяца один раз в неделю контролировать величину натяжения шпилек, и при их ослаблении ниже 6 тс, доводить до 8 тс. После стабилизации величины натяжения усилия в шпильках необходимо проверять не реже одного раза в полгода.

Приложение 1

Основные характеристики безбалластного мостового полотна

№ п/п	Тип безбалластного мостового полотна	Макс. уклон $^{\circ}/_{\infty}$	Макс. скорость движения поезда км/час	Тех. возможность укладки на кривой R_{\min} кривой - м	Проектн. срок службы лет.
1.	На деревянных брусках с креплением к продольным балкам пролетных строений лапчатыми болтами	До $8^{\circ}/_{\infty}$ или по проекту	120-140	250- 1000	6-12
2.	На деревянных брусках с креплением к продольным балкам пролетных строений с использованием центрирующих устройств	До $8^{\circ}/_{\infty}$ или по проекту	120-160	250-1000	6-12
3.	На деревянных брусках с их непосредственной укладкой на плиту пролетного строения	По проекту	70-120	250-1000	10-12
4.	На металлических поперечинах	По проекту	140-160	1000	50
5.	На сборных железобетонных плитах с прокладным слоем из деревянных прокладок	До $8^{\circ}/_{\infty}$ или по проекту	140-160	1000	15-40
6.	На сборных железобетонных плитах с прокладным слоем из железобетона или композитного материала	До $8^{\circ}/_{\infty}$ или по проекту	140-160	1000	15-40
7.	На монолитной железобетонной плите с непрерывным креплением рельсов	По проекту	Более 160	1000	50
8.	На монолитной железобетонной плите с дискретным креплением рельсов	По проекту	Более 160	1000	50
9.	С непосредственным непрерывным креплением рельсов к стальной (ортотропной) плите	По проекту	160	1000	50
10.	С непосредственным непрерывным креплением рельсов к стальной (ортотропной) плите	По проекту	140	1000	20
11.	На сборных композитных плитах	До $8^{\circ}/_{\infty}$	200	1000	50

Примечания:

1 – на всех типах мостового полотна возможна укладка бесстыкового пути по специальному проекту.

2 – окончательные технические характеристики - тип применяемого рельсового скрепления; скорость движения поездов; устройство рельсового пути на кривой определяется проектом.