

**СУЩЕСТВУЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ С ПЕРЕМЕННОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ В
ЗОНЕ СОПРЯЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА С
МОСТОМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ**

Меҳмонов Машхурбек Ҳусен ўғли

кандидат техн. наук (PhD), доцент

Маматов Илхомбек Ориф ўғли

студент магистратуры, группа МТТУФ-3

Ташкентский государственный транспортный университет (Узбекистан)

**ИНФОРМАЦИЯ О
СТАТЬЕ**

АННОТАЦИЯ:

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 26.12.2025

Revised: 27.12.2025

Accepted: 28.12.2025

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА:**

*жесткость земляного
полотна, переходный
участок, переменная
жесткость, опоры
моста, остаточные
деформации, георешетка*

В статье приведены существующие конструкции и схематические виды переходного участка с переменной жесткостью в зоне сопряжения железнодорожного земляного полотна с мостом, а также способ выбора конструкции переходного участка с учетом различной степени жесткости земляного полотна и моста на переходных участках.

Условия работы железнодорожного пути в зоне примыкания насыпи к устоям мостов. Опыт эксплуатации железных дорог и многочисленные исследования, выполненные в нашей стране и за рубежом показывают, что в зоне примыкания земляного полотна к искусственным сооружениям наблюдается интенсивное расстройство колеи. Это связано с тем, что путь на подходах к мостам находится в специфических условиях, осложняющих его работу. К ним, прежде всего, относится резкое изменение жесткости. Жесткость пути зависит от типа рельсов и модуля

упругости подрельсового основания [1]. Причем, при увеличении модуля упругости подрельсового основания возрастает и жесткость пути. Таким образом, резкое изменение жесткости пути возникает из-за того, что модуль упругости подрельсового основания на подходе к мостовому устью в несколько раз меньше, чем для безбалластного пути на мосту [2, 3].

Многолетний опыт эксплуатации железнодорожных мостов в нашей стране и за рубежом показывает, что перед устоями образуются так называемые «предмостовые ямы», т.е. происходит прогрессирующее во времени накопление остаточных деформаций в балластном слое и земляном полотне. Обусловлено это явление следующими обстоятельствами:

1. Путь на мостах с безбалластным мостовым полотном является достаточно стабильным и безосадочным. В то же время на примыкающих подходах происходит накопление осадок уплотненного балласта под рельсошпальной решеткой. За год величина осадок может составлять 5-10 мм в зависимости от грузонапряженности линии.

2. Верхний слой насыпи толщиной до 2-3 метров также может давать осадки под вибродинамическим воздействием поездов. Этому способствуют загрязнение балласта и более высокий уровень вибродинамического воздействия, передающийся земляному полотну в зоне устоев. Ориентировочно верхний слой насыпи может давать остаточные деформации несколько миллиметров за год в зависимости от грузонапряженности линии.

3. В отдельных случаях остаточные деформации на уровне верхнего строения пути могут образовываться за счет осадки слабых, периодически подтопляемых оснований.

4. По мере накопления остаточных деформаций в балласте и насыпи увеличивается динамическое воздействие экипажей поезда на верхнее строение пути и основную площадку, что, в свою очередь, обуславливает увеличение интенсивности накопления остаточных деформаций.

Следствием этих деформаций являются «висячие» шпалы, под которыми образуются люфты до 5-10 мм, вызывающие потайной толчок при проходе поездов, в результате чего возникают оголенные торцы шпал и отсутствие обочин в зоне примыкания к устоям мостов.

За рубежом, в частности в Германии, Франции [4] при строительстве новых главных путей и на существующих линиях на участке сопряжения земляного полотна

и устоев мостов устраивают переходные зоны в виде клиньев из гравийно-песчаной смеси, в том числе обработанной цементом. Применяют также усиление верхнего строения пути путем укладки дополнительных контррельсов до 4 штук в переходной зоне длиной по 20-30 м с заходом на мост до 5 м.

Испытания, проведенные в Германии, показали, что контррельсы сглаживают неровности в переходной зоне, но не устраняют причин появления остаточных деформаций в балласте и насыпи. Со временем на расстоянии 1-3 м от устоя появляются несколько «висячих» шпал с люфтами под подошвой до 3 мм [4].

В нашей стране были разработаны принципиально новые конструктивные решения верхнего строения пути в зонах примыкания к устоям 10 мостов с безбалластным мостовым полотном, которые будут описаны ниже.

Конструкция участка переходного пути с использованием железобетонных коробов представлена на рис. 1.

Плавность изменения жесткости пути достигается постепенным изменением высоты коробов от максимальной у устоя моста до минимальной в месте сопряжения с обычным путем. Поскольку разновысокие короба засыпаются балластом, то получаемая таким образом разная мощность балластного слоя и создает плавное изменение модуля упругости подрельсового основания на переходном участке пути.

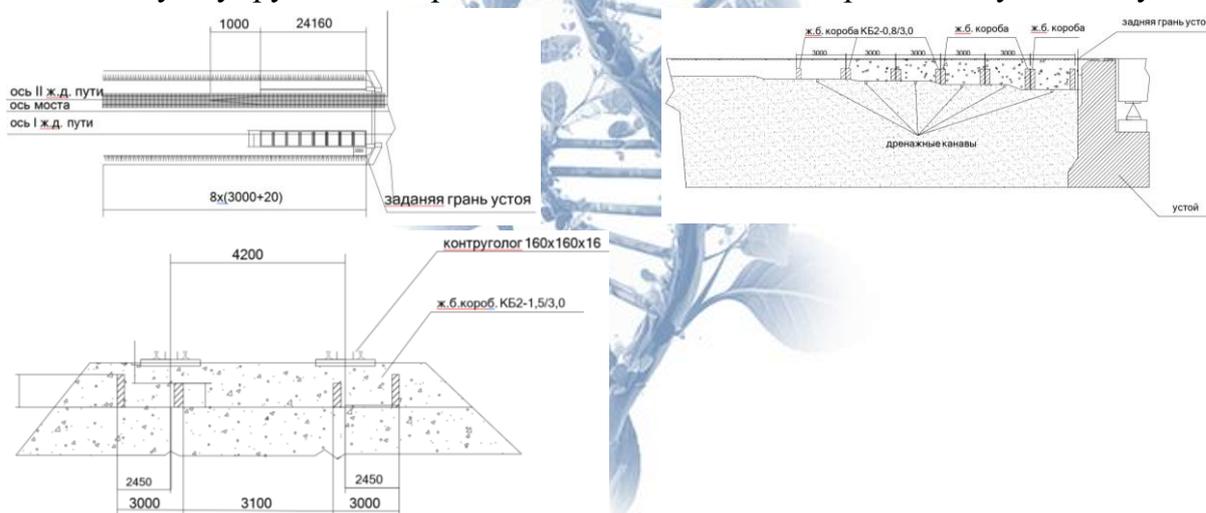


Рис. 1. Конструкция переходного участка из железобетонных коробок

Конструкция участка переходного пути с подбалластными железобетонными плитами. Конструкция участка переходного пути с подбалластными железобетонными плитами приведена на рис. 2.

Для плавного увеличения жесткости пути применяются плоские железобетонные плиты переменной ширины. В данной конструкции использованы железобетонные плиты покрытий городских дорог и индивидуальной проектировки применительно к ним. Набор плит, начиная от задней грани устоя, состоит из комплекта плит трехступенчатого переходного участка пути переменной жесткости.

В необходимых случаях на основную площадку земляного полотна для предотвращения явлений пучения зимой в пределах переходного участка рекомендуется укладка подстилающих плит из экструзионного полистирола толщиной 4-5 см с пределом прочности не менее 4 кг/см с постепенным отводом теплозащитного покрытия на последующих 15-25 м.

Работы по устройству конструкции переменной жесткости из железобетонных плит производились, в частности, на подходах к мосту через реку Амур у города Хабаровск [5]. Технология предусматривала полную механизацию работ и применение конструкций индустриального изготовления. В качестве жесткого слоя использовались железобетонные плиты П4-3 с размерами в плане 2x3,2 м, непригодные по дефектности для укладки в мостовое полотно.

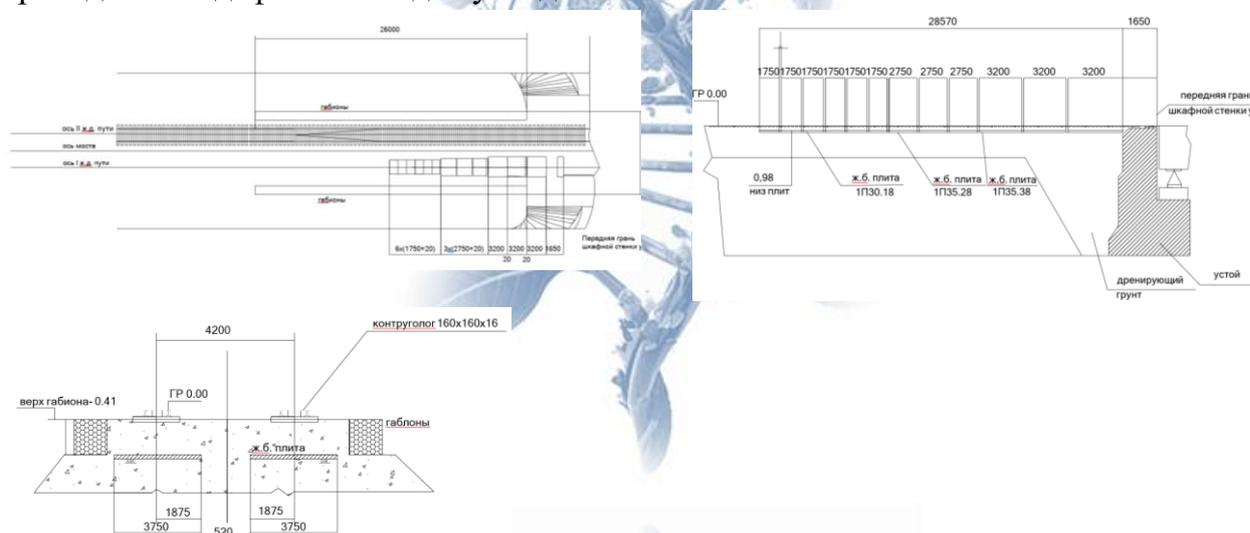


Рис. 2. Конструкция участка переходного пути с подбалластными железобетонными плитами

Конструкция участка переходного пути с применением габионов представлена на рис. 3.

Переходный участок с применением габионов устраивается посредством замены грунта насыпи на щебень, укладываемый с послойным уплотнением между стенками из габионов, заполненных камнем. Габионные конструкции изготавливаются в соответствии с [6, 7, 8].

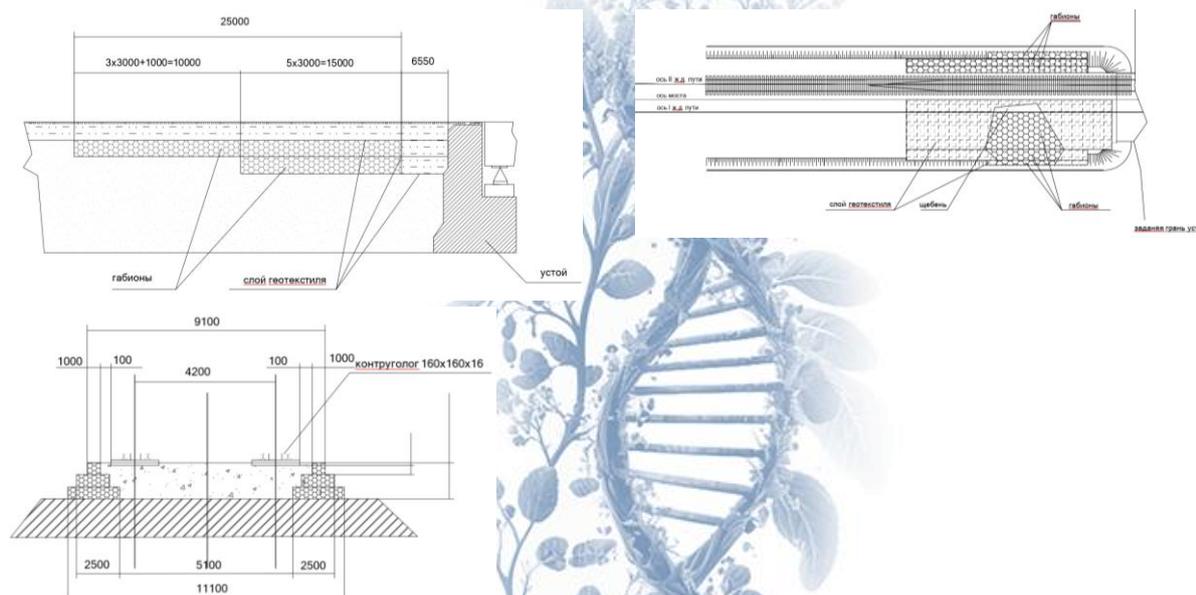


Рис. 3. Конструкция участка переходного пути с применением габионов

Георешетка представляет собой рулонный материал, выпускаемый в виде сплошного перфорированного листа из полимерных материалов. Высокая прочность и жесткость георешетки достигается за счет технологической операции по упорядочиванию молекулярной структуры материала в главных направлениях за счет вытягивания. Количество слоев и характеристики георешетки должны определяться из конкретных инженерно-геологических условий и грузонапряженности линии.

Конструкция участка переходного пути с применением георешеток представлена на рис. 4.

Увеличения жесткости пути можно добиться также закреплением подбалластного слоя цементацией.

Этот способ приводит к созданию прочного грунтобетонного слоя, воспринимающего нагрузку, передаваемую балластом без остаточных деформаций.

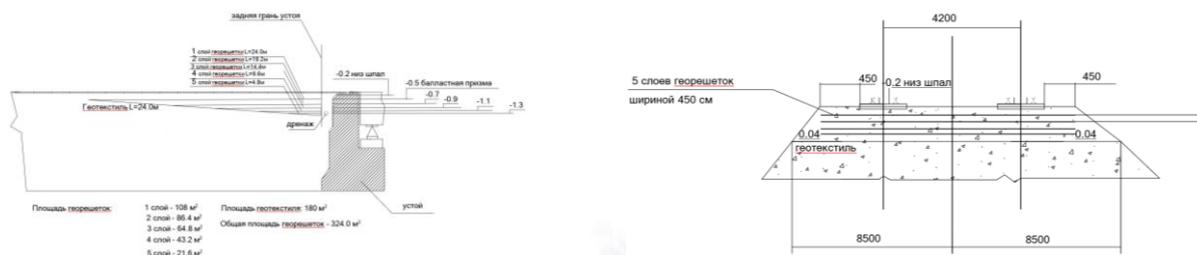


Рис. 4. Конструкция участка переходного пути с применением георешеток

За счет плавного изменения толщины закрепленного слоя в зоне сопряжения земляного полотна с мостами можно добиться постепенного изменения жесткости пути.

Стабилизирующее действие закрепленного слоя сводится не только к распределению поездажной нагрузки на большую площадь основной площадки, но, что важнее, к усилению прочности грунта, ограничивая темп накопления остаточных деформации подбалластного слоя. Кроме того, нет необходимости вырезать деформируемую часть земляного полотна.

Еще одним достоинством метода является утилизация балластных загрязнителей путем вовлечения их в процессы структурообразования подбалластной плиты.

Учитывая преимущества метода устройства грунтобетонного слоя различной толщины, а также то, что технологии производства работ по устройству участков переменной жесткости из железобетонных коробов, железобетонных плит и георешеток достаточно подробно разработаны, в настоящей работе поставлена задача по разработке технологии производства работ по устройству конструкции переменной жесткости на основе закрепленного цементацией подбалластного слоя.

Выводы

1. Состояние железнодорожного пути на подходах к мостовым переходам требует повышенного внимания, так как перед устоями происходит накопление остаточных деформаций в балластном слое и земляном полотне.

2. Появление деформаций связано, прежде всего, с резким изменением жесткости пути.

3. Существующие конструктивные решения позволяют добиться достаточно плавного изменения жесткости на подходах к мостам за счет суммарного изменения жесткости верхнего строения пути и грунтов насыпи.

Литература

1. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь. - Изд. 3-е. - М.: Транспорт, 1987.-479 с.
2. Клинов СИ. Железнодорожный путь на искусственных сооружениях. - М.: Транспорт, 1990. - 144 с.
3. Коншин Г.Г., Волковицкий М.Б., Яковлева Е.В. Больше внимания земляному полотну на подходах к мостам // Путь и путевое хозяйство. - 1993.-№11.-С. 16-17.
4. Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen - EB GEO. Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DG GT) — Berlin: Ernst, 1997. 174 p.
5. Стоянович Г.М., Марченко Л.Н., Пунатенко В.В., Змеев К.В. Конструкция переменной жесткости // Путь и путевое хозяйство. - 2000 - №1 С. 29-31.
6. ГОСТ Р 52132-2003. Изделия из сетки проволочной крученой с шестиугольными ячейками для габионных конструкций. Технические условия. М.: Госстандарт России, 2003. - 15 с.
7. Ашниз Е.С. Усиление основной площадки земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. - 2004. - №4. -С. 19-33.
8. Руководство по применению полимерных материалов (пенопластов, геотекстилей, георешеток, полимерных дренажных труб) для усиления земляного полотна при ремонтах пути // МПС России. - М.: ИКЦ «Академкнига» 2002. — 110 с.