

*«Конструкции
верхнего строения пути
Петербургского метрополитена»*

Начальник Службы пути ГУП «Петербургский метрополитен»

Колодкин Михаил Николаевич

Введение



Введение

Проектирование Петербургского метрополитена началось в 1938 году. К строительству приступили в 1941 году, но в связи с началом второй мировой войны оно было остановлено. Строительство продолжилось в 1947 году. Первая очередь от станции Автово до станции Площади Восстания была сдана в эксплуатацию 15 ноября 1955 года.

24 из 72 станций метрополитена расположены в центре города на островах дельты реки Невы. Из-за высокой водонасыщенности грунтов, большинство тоннелей имеет значительную глубину залегания и проходит в слое кембрийских глин. Петербургский метрополитен является самым глубоким в мире по средней глубине залегания станций, самая глубокая станция – Адмиралтейская – глубина 86 м.

Введение



Введение

Основные технико-экономические показатели Петербургского метрополитена

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение
1	Эксплуатационная длина линий	км	124,8
2	Развернутая длина путей	км	378,4
3	Количество линий	линия	5
4	Количество станций	станция	72
5	Количество вестибюлей	вестибюль	83
6	Количество станций, примыкающих к вокзалам и железнодорожным станциям	станция	12
7	Количество депо	депо	6

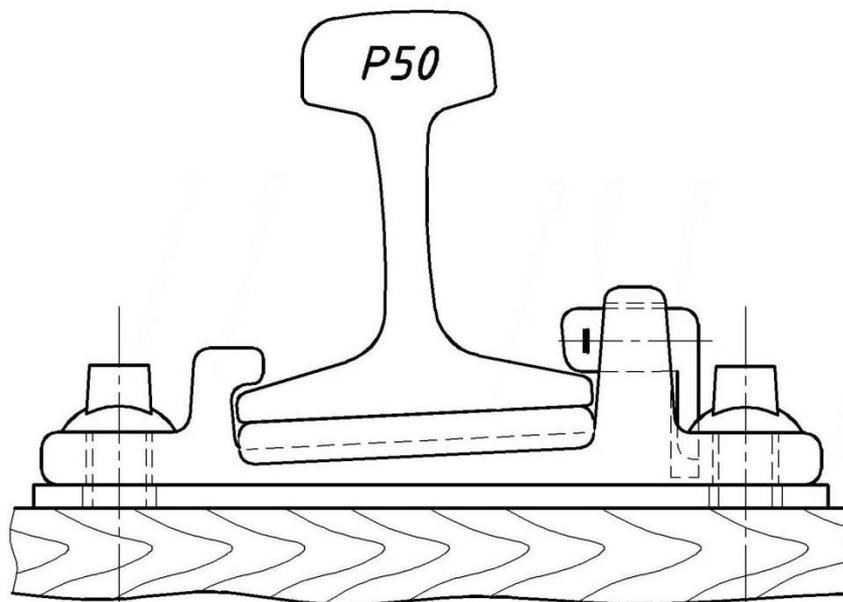
Введение

Строящиеся участки Петербургского метрополитена.

- 1. Линия 4, участок от станции «Спасская» до станции «Горный институт» - длина 7,9 км.
Планируемый пуск – в сентябре 2024 года*
- 2. Линия 6, участок от станции «Путиловская» до станции «Юго-Западная» - длина 12,1 км.
Планируемый пуск – июнь 2025*

Типовые конструкции ВСП метрополитена. «Метро»

Подкладка «Метро» на деревянной шпале

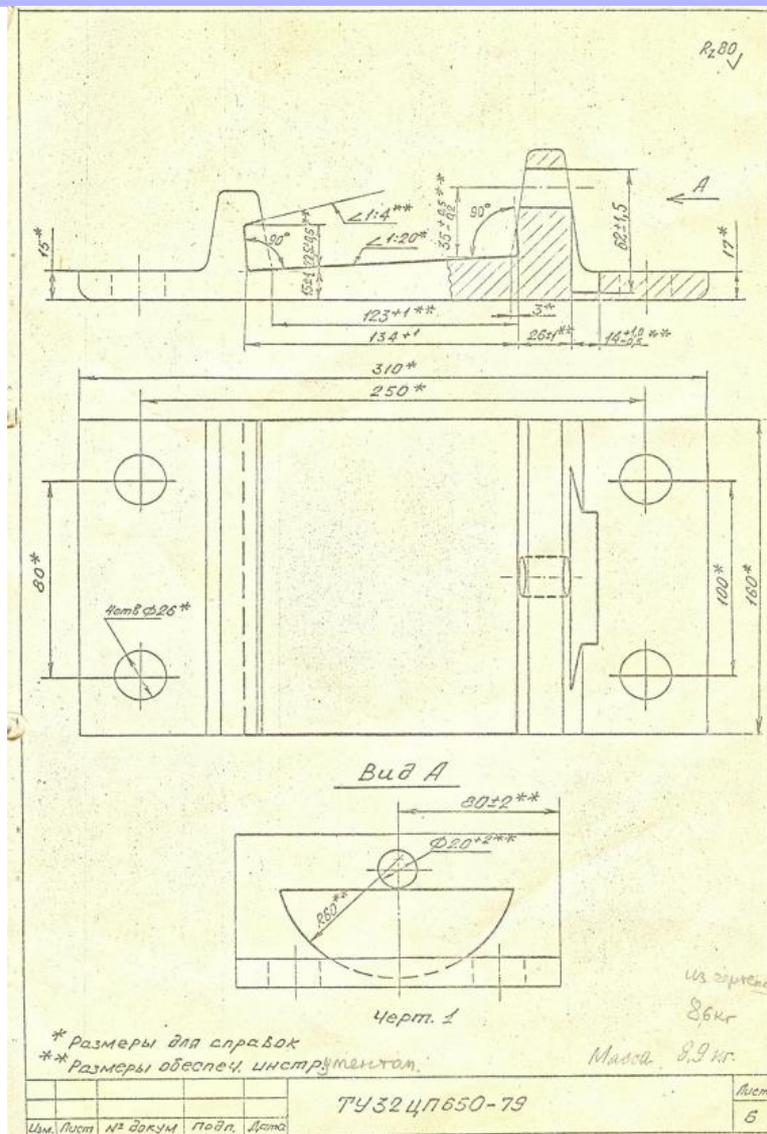


Типовой, классической конструкцией пути, с начала пуска Петербургского метрополитена в 1955 году, является путь с рельсами Р50 на деревянных шпалах (полушпалках) втопленных в путевой бетон с подкладкой типа «Метро». Рельс свободно лежит в подкладке, удерживаясь от выкантовки с помощью «зуба» и маятникового штыря. Подкладка прикрепляется к рельсу через фанерную карточку путевыми шурупами. Между подошвой рельса и подкладкой укладывается 10 мм прокладка - «двузубка»

Типовые конструкции ВСП метрополитена. «Метро»



Типовые конструкции ВСП метрополитена. «Метро»



Типовые конструкции ВСП метрополитена. «Метро»

Недостатки:

- подверженность гниению и растрескиванию деревянных шпал, нормативный средний срок службы которых – 20 - 30 лет;
- необходимость частых перешивок и выправок при поддержании нормативного положения пути из-за разработки шурупных отверстий;
- проблема утилизации деревянных шпал III класса опасности на полигонах;
- пожароопасность в тоннеле;
- необходимость применения противоугонов для закрепления рельсов от угона;
- одиночный излом шурупов в кривых участках пути.

Достоинства:

- хорошая упругость пути;
- ремонтпригодность;
- деревянные шпалы являются диэлектриком.

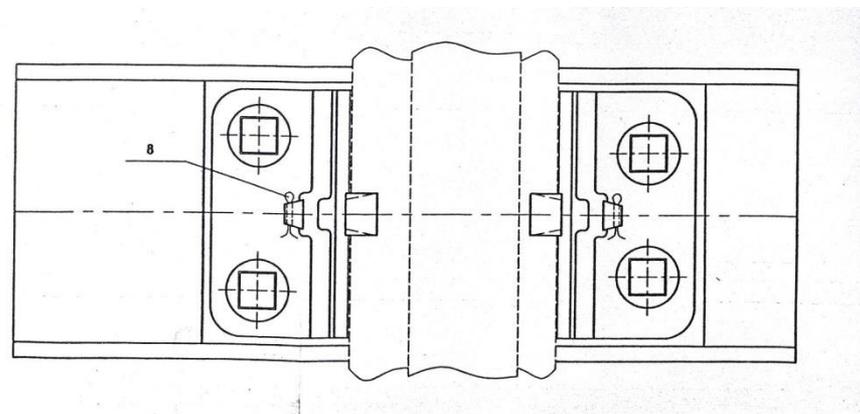
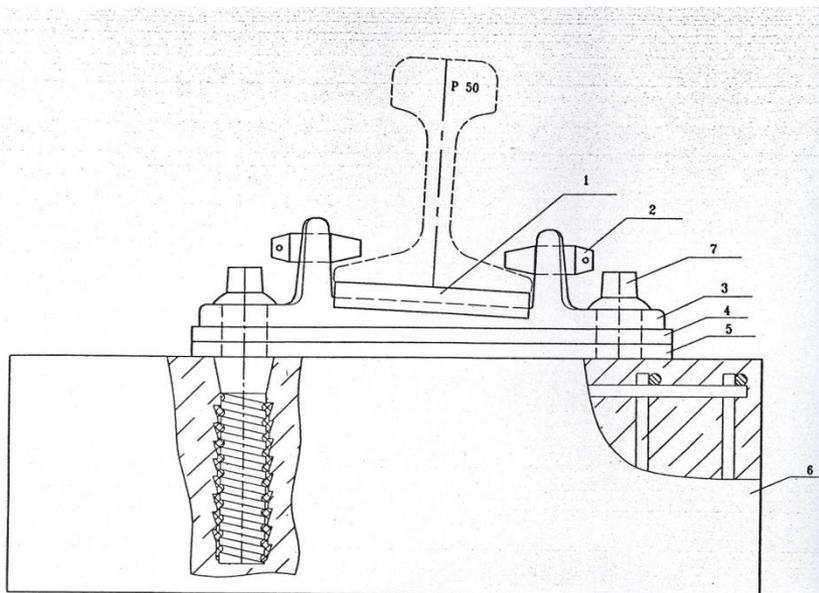
Типовые конструкции ВСП метрополитена. СМШ на СГ

Подкладка СМШ на опоре СГ



В 2000 году, Службой пути внедрены и в настоящее время активно применяются опоры СГ с подкладками типа СМШ. На настоящий момент на 19 станциях (в пределах платформ) уложены опоры СГ с подкладками СМШ.

Типовые конструкции ВСП метрополитена. СМШ на СТ



Подкладка СМШ является аналогом подкладки Метро, но вместо «зуба» имеет вторую реборду с отверстием для установки маятникового штыря. Конструкция опоры состоит из бетонной армированной полушпалы, на которую с помощью четырех шурупов закрепляется двухребордная литая металлическая подкладка. Между подкладкой и полушпалой устанавливаются две прокладки из резины и фанеры. Под подошвой рельса располагается резиновая прокладка. В реборды подкладки вставляются два штыря, которые удерживают рельс от опрокидывания.

Типовые конструкции ВСП метрополитена. СМШ на СТ

При строительстве Фрунзенского радиуса принята за основной тип ВСП и уложена на всей линии.

Достоинства:

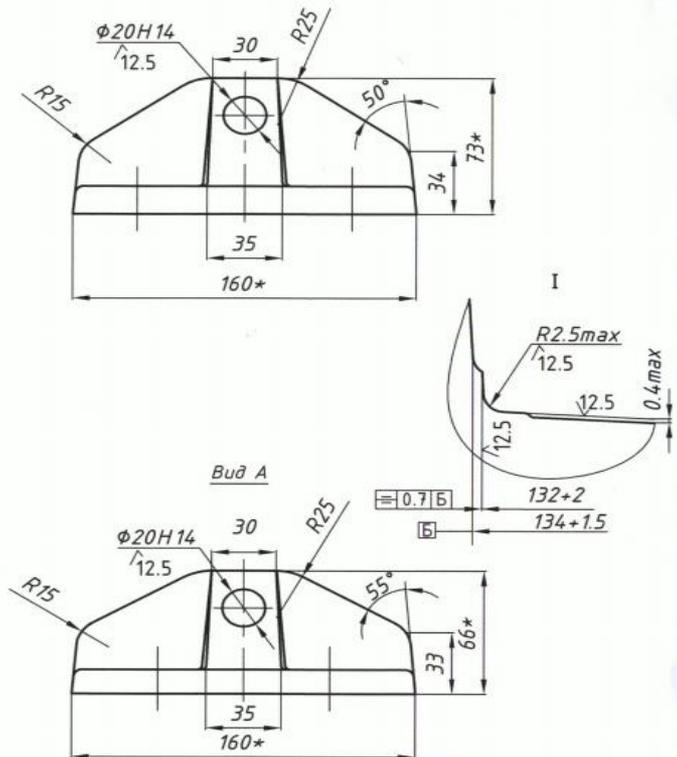
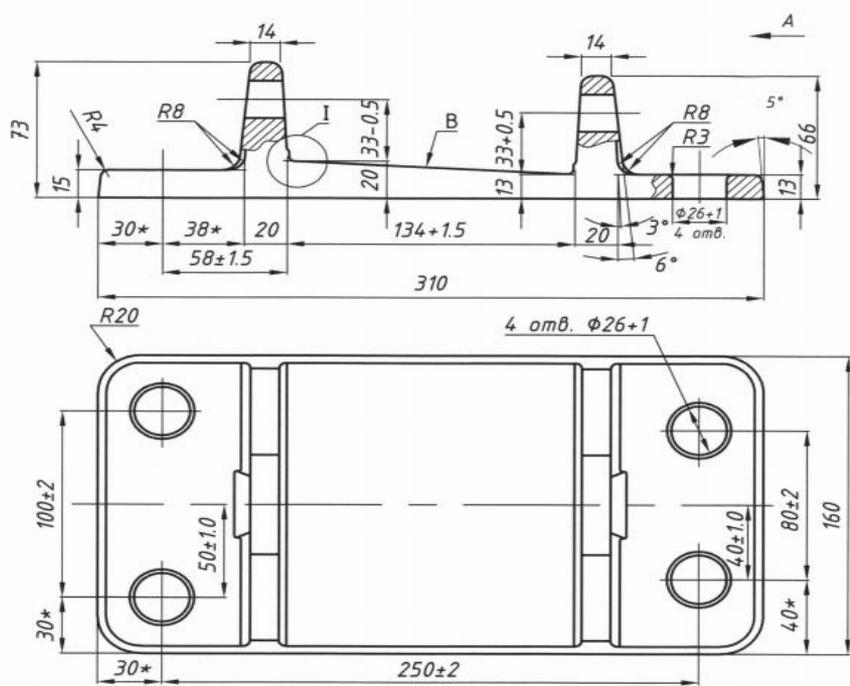
- длительный срок службы ж/б опор;
- стабильности удержания ширины колеи и уровня;
- возможность замены рельсов без выкантовки, т.к. отсутствует зуб, как на подкладке типа «Метро»;
- изготавливаются в РФ.

Недостатки:

- сложности при выставлении в проектное положение при монтаже;
- неремонтопригодность в случае нарушения конструкции (необходимо вырубать и ставить новую опору);
- повышенная жесткость пути, высокий уровень шума и вибрации;
- необходимость использования противоугонов;
- одиночные изломы шурупов в кривых участках пути.

Типовые конструкции ВСП метрополитена. СМШ на СТ

Перв. примен.
Справ. №
Взам. шиф. №
Инв. № дубл.
Площ. и дата
Инв. № подл.



1. Отливка 3 группы ГОСТ 977-88.
2. Точность отливки - 10-10 ГОСТ 26645-85.
3. Неуказанные литейные уклоны по ГОСТ 3212-80.
4. Неуказанные литейные радиусы - R3.
5. На поверхности отливки допускаются без исправления отдельные раковины диаметром до 4 мм и глубиной до 3 мм общей площадью до 0,8% от площади рассматриваемой поверхности.
6. Трещины, спай и другие дефекты, нарушающие сплошность металла на отливке не допускаются.
7. Неплоскостность основания отливки не более 1,0 мм.
8. Размер между ребрами 134+1,5 проверяется на высоте 10 мм от поверхности В.
9. Поверхность В на детали может иметь вид как литой поверхности, так и поверхности обработанной "как чисто".
10. * Размеры для справки.

Согласовано:  Главный инженер службы Пути
М.Н. Каладжин

				Т93-02-01ПКЛ	
Изм/Лист	№ докум	Подп.	Дата	Подкладка литая раздельного крепления СМШ-4	
Разраб.	Курбатов	<i>Курбатов</i>	14.11.10		
Провер.	Иванкович	<i>Иванкович</i>	14.11.10		
Т.контр.	Федоров	<i>Федоров</i>		Ст. 25Л ГОСТ 977-88	
Н.контр.	Половинко	<i>Половинко</i>			
Утв.	Ковалев	<i>Ковалев</i>		Лит. Масса, кг Масштаб 1:1 7,5 1:2	
				Лист Листов 1	
				000 "ТехноМаш-СпецСтрой"	

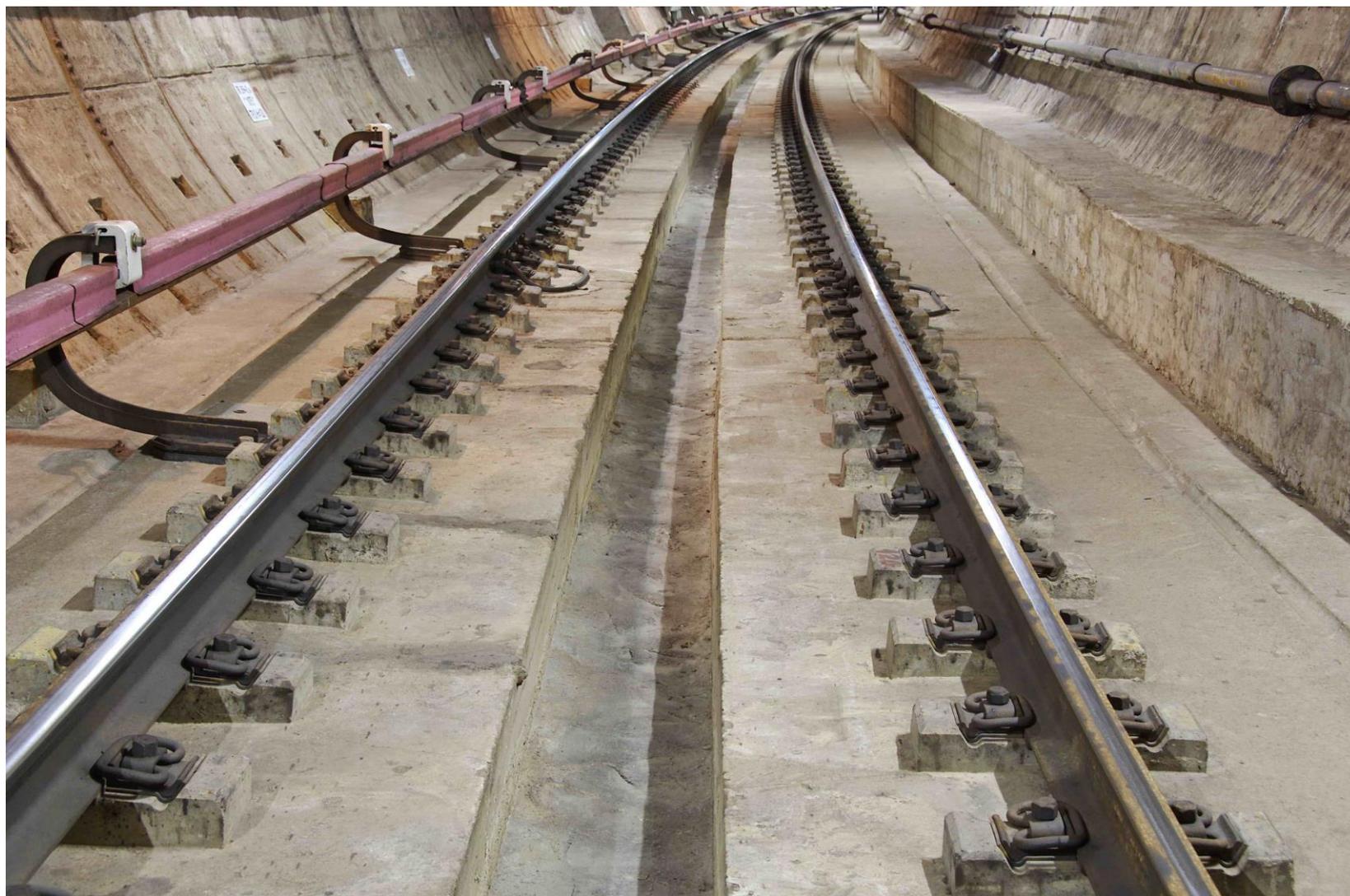
Типовые конструкции ВСП метрополитена. ЖБР

Скрепление ЖБР-50ШД

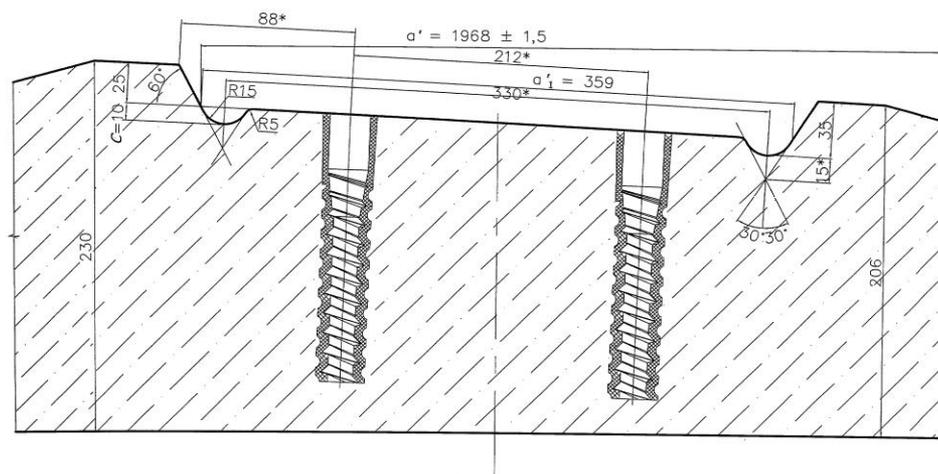
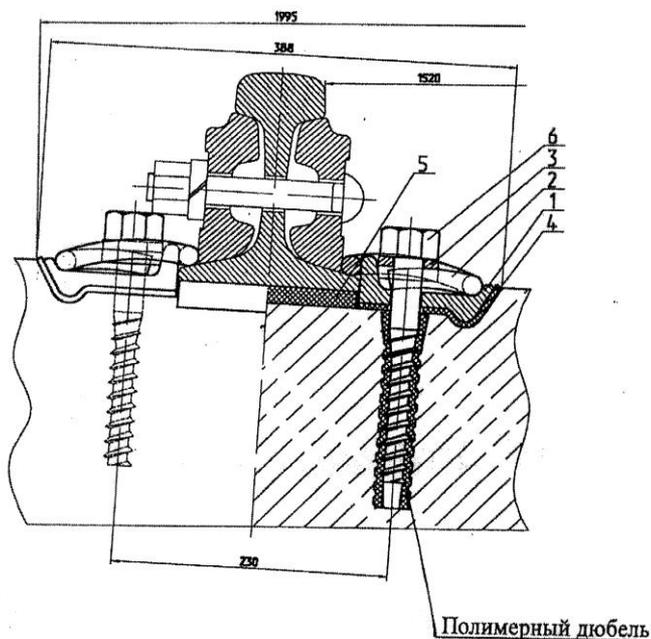
Является аналогом шурупно-дюбельного рельсового скрепления ЖБР-65 Ш, применяемого на сети железных дорог ОАО «РЖД». Скрепление безподкладочного типа.

Разработано ВНИИЖТ с участием ЛМГТ в рамках проектирования Ф-1 в 2007 году и предназначено для применения в тоннеле на прямых и радиусах не менее 400 м. Служит для крепления рельсов типа Р50 к опорам железобетонным (шпалам-коротышам) или шпалам железобетонным.

Типовые конструкции ВСП метрополитена. ЖБР



Типовые конструкции ВСП метрополитена. ЖБР



В 2008 году на Ф-1 уложен опытный участок длиной 600 м на скреплениях данного типа на участке Звенигородская-Обводный канал

Типовые конструкции ВСП метрополитена. ЖБР



Типовые конструкции ВСП метрополитена. ЖБР

Достоинства:

- длительный срок службы ж/б опор;
- стабильности удержания ширины колеи и уровня;
- сокращение расходов на текущее содержание.

Недостатки:

- повышенная жёсткость пути, приводящее к возникновению волнообразного износа рельсов;
- повышенный шум и вибрация;
- из-за монолитности конструкции повышенная передача нагрузок от подвижного состава на тоннель;
- неремонтопригодность в случае нарушения конструкции (необходимо вырубать и ставить новую опору);
- возможное нарушение электроизоляции при повреждении пластикового дюбеля;
- отрясение опор от путевого бетона с образованием микротрещин.

Типовые конструкции ВСП метрополитена. System 300

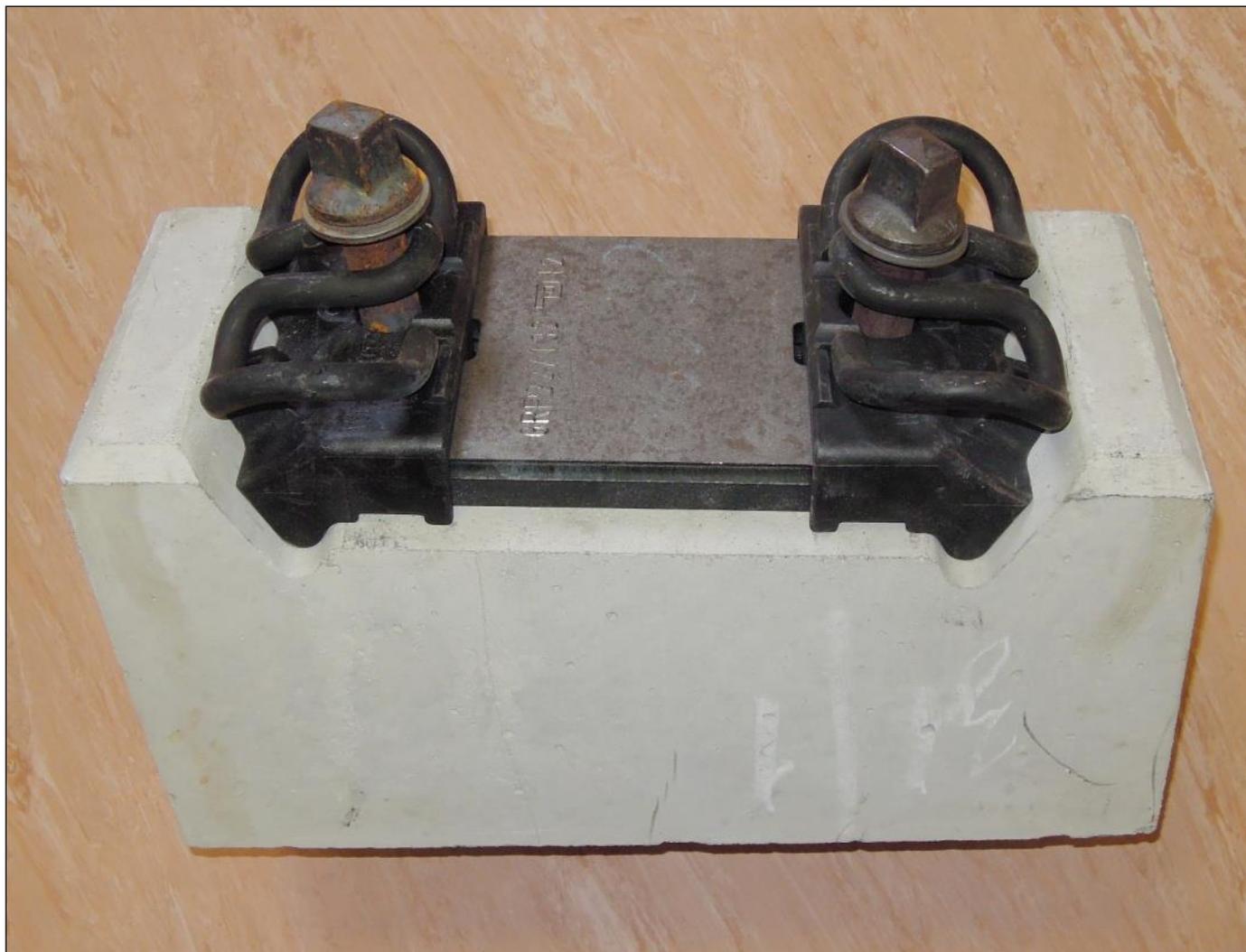
Железобетонные опоры со креплением Vossloh System 300 UTS

В 2010 году Службой пути совместно со специалистами фирмы Vossloh, ОАО Ленметрогипротранс и ЗАО «Железобетонные конструкции и детали» разработана новая конструкция для типового пути метрополитена на базе крепления Vossloh System 300 UTS.

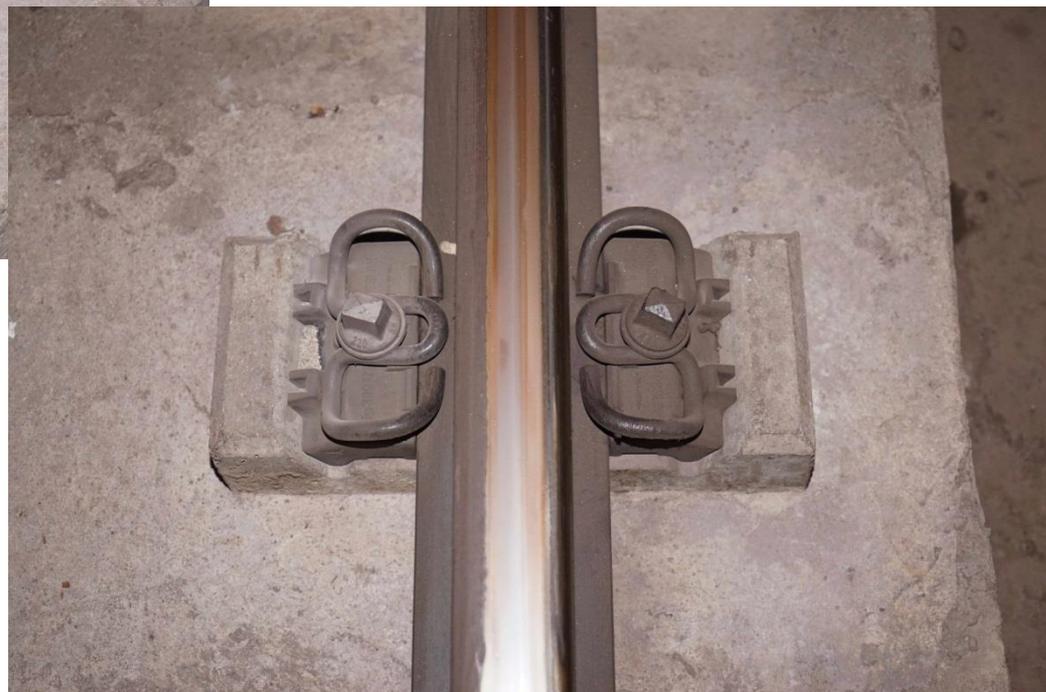
Скрепление System 300 UTS предназначено для укладки в тоннелях глубокого заложения и имеет среднюю степень шумо виброзащиты, за счёт работы упругой клеммы, металлической пластины, распределяющей нагрузку и упругой прокладки из специальной резины.

Опытный участок с данным креплением был уложен на участке Площадь Мужества – Политехническая.

Типовые конструкции ВСП метрополитена. System 300



Типовые конструкции ВСП метрополитена.



Типовые конструкции ВСП метрополитена. System 300



*Виброзащитные конструкции ВСП
метрополитена. Щебень и подбалластные маты.*

Путь на участке «Размыв» Лесная – Площадь Мужества

В 2004 году, при восстановлении движения на участке «Лесная – Площадь Мужества», был устроен путь на щебне с деревянными шпалами со скреплением типа «КД». Под щебень проложили два слоя упругих матов Sedrapur.

*Виброзащитные конструкции ВСП
метрополитена.*



*Виброзащитные конструкции ВСП
метрополитена.*



Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. Щебень и подбалластные маты.

Достоинства:

- высокая упругость пути;
- вибро и шумозащитная конструкция.

Недостатки:

- с течением времени щебень загрязняется и требует замены;
- требуется периодическая подбивка пути шпалоподбойками;
- ограниченный срок службы деревянных шпал.

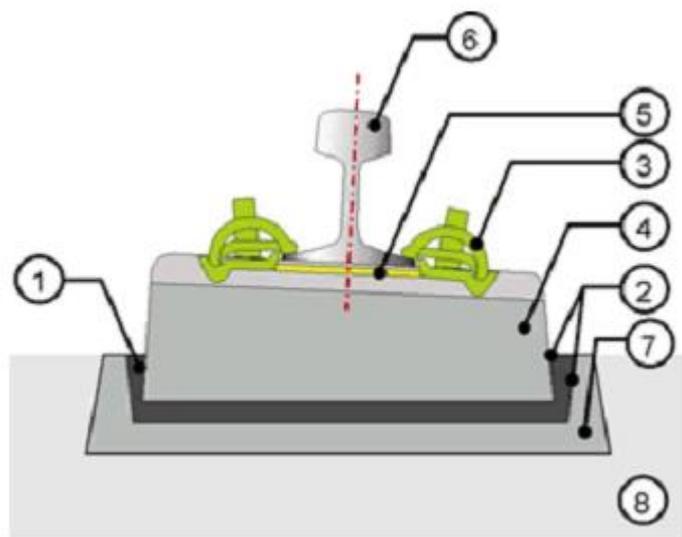
*Виброзащитные конструкции ВСП
метрополитена. Tines EBS*

Блоки EBS TINES.



Виброзащитные конструкции ВСИ метрополитена. Tines EBS

Блоки EBS TINES.



1. Изоляция блочной опоры – заливочная масса
2. Грунтующее покрытие
3. Упругая клемма
4. Бетонный опорный блок
5. Рельсовая прокладка
6. Рельс
7. Сборное гнездо опорного блока
8. Бетонное основание

Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. Tines EBS

Блоки EBS TINES.

Блоки польской фирмы Тинес со креплением Vossloh были уложены в пределах станционной платформы на 1 пути станции «Международная». Блоки имеют достаточную степень шумо-виброзащиты.

Блоки изготавливаются в Польше и полностью изготовлены из импортных комплектующих.

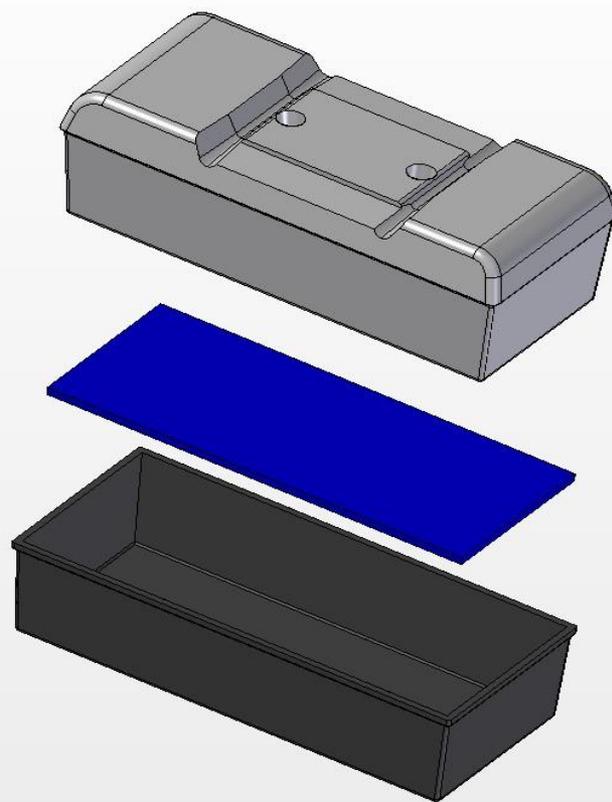
Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. LVT

Блоки LVT.

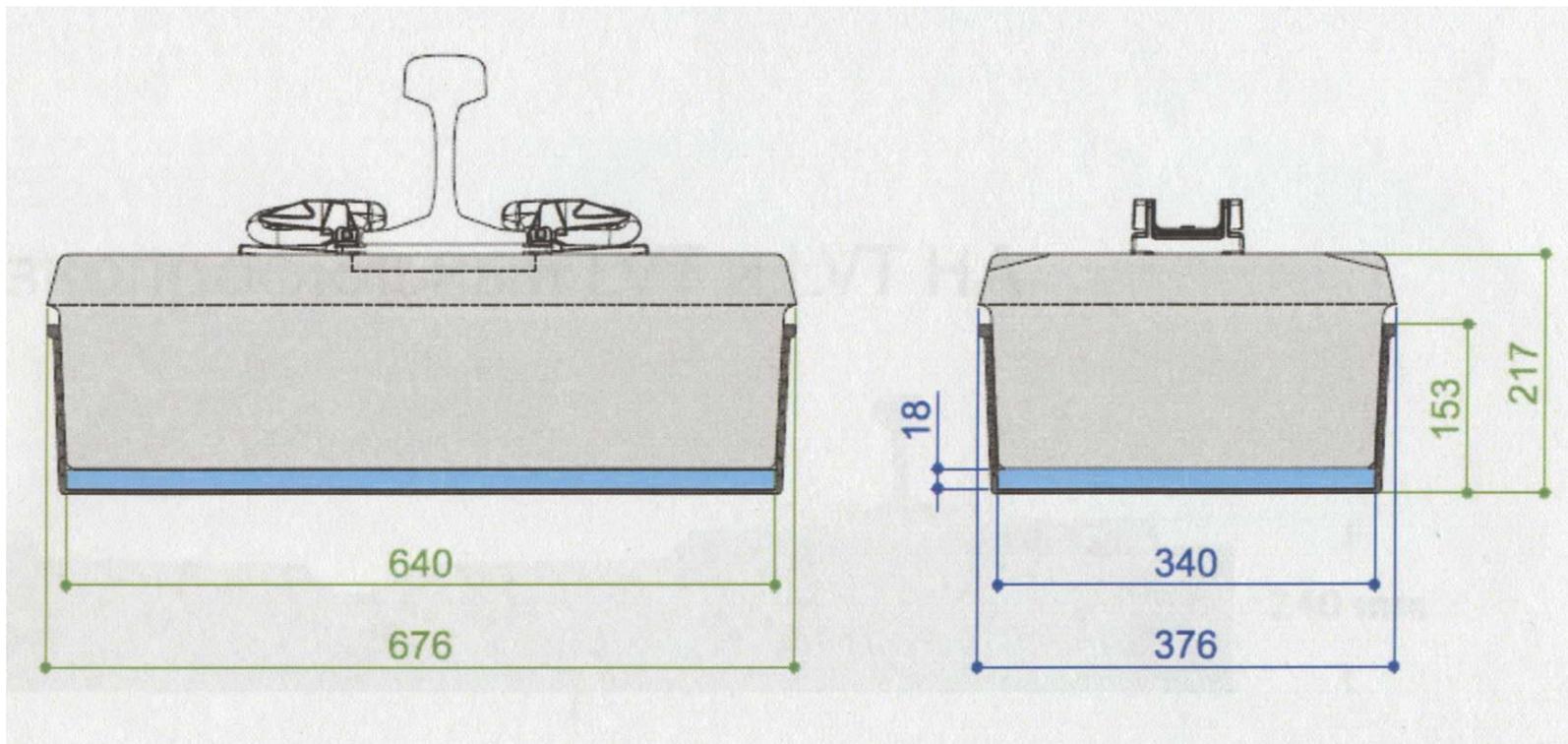
В 2015-2016 годах на ст. «Фрунзенская» была проведена опытная эксплуатация виброзащитной конструкции пути LVT (low vibration track – путь пониженной вибрации) фирмы ОАО «РЖДстрой». Были уложены блоки со скреплением APC-4 для рельса Р50.

Блоки активно применяются в Мосметро и заложены на строящихся участках Петербургского метрополитена на перегонах, где предъявляются повышенные требования по шумовиброзащите. Изготавливаются в РФ и комплектуются отечественным скреплением APC

*Виброзащитные конструкции ВСП
метрополитена. LVT*



Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. LVT



*Виброзащитные конструкции ВСП
метрополитена. LVT*

«Фрунзенская»



Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. Vossloh W30

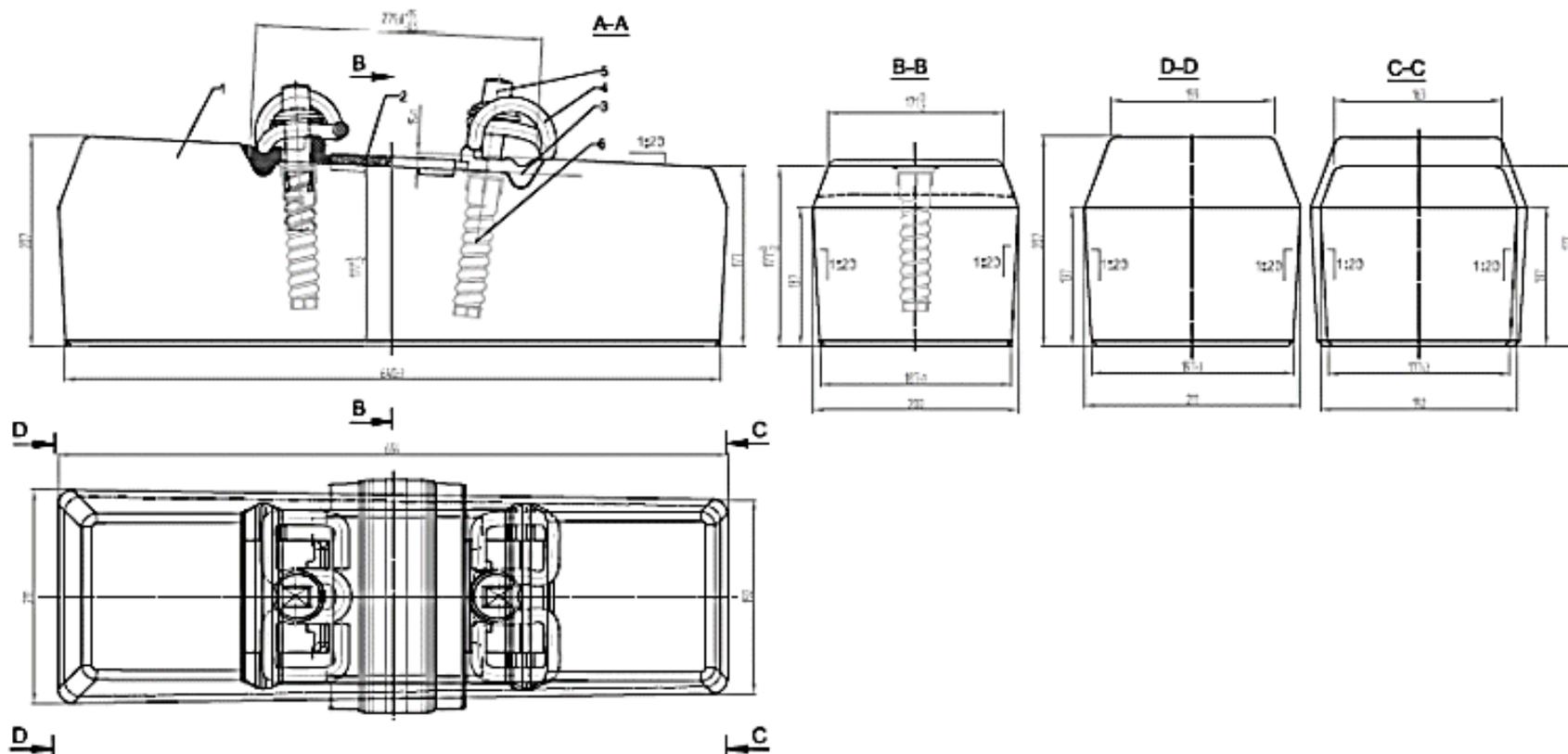
Скрепление Vossloh W30.

В 2019-2020 годах на перегоне станции «Автово» - станции «Ленинский проспект» на участке II главного пути от ПК13+55 до ПК13+35 были уложены блоки LVT-M со скреплением Vossloh W30 для рельсов Р50, для проведения опытной эксплуатации.

По результатам опытной эксплуатации установлено, что скрепление Vossloh W30 на полушпалах LVT-M с учётом особенностей устройства пути в метрополитене возможно использовать на станциях и в местах, где необходимо снижение вибрации, передаваемой на тоннельную обделку и грунтовый массив, в том числе на кривых малых радиусов.

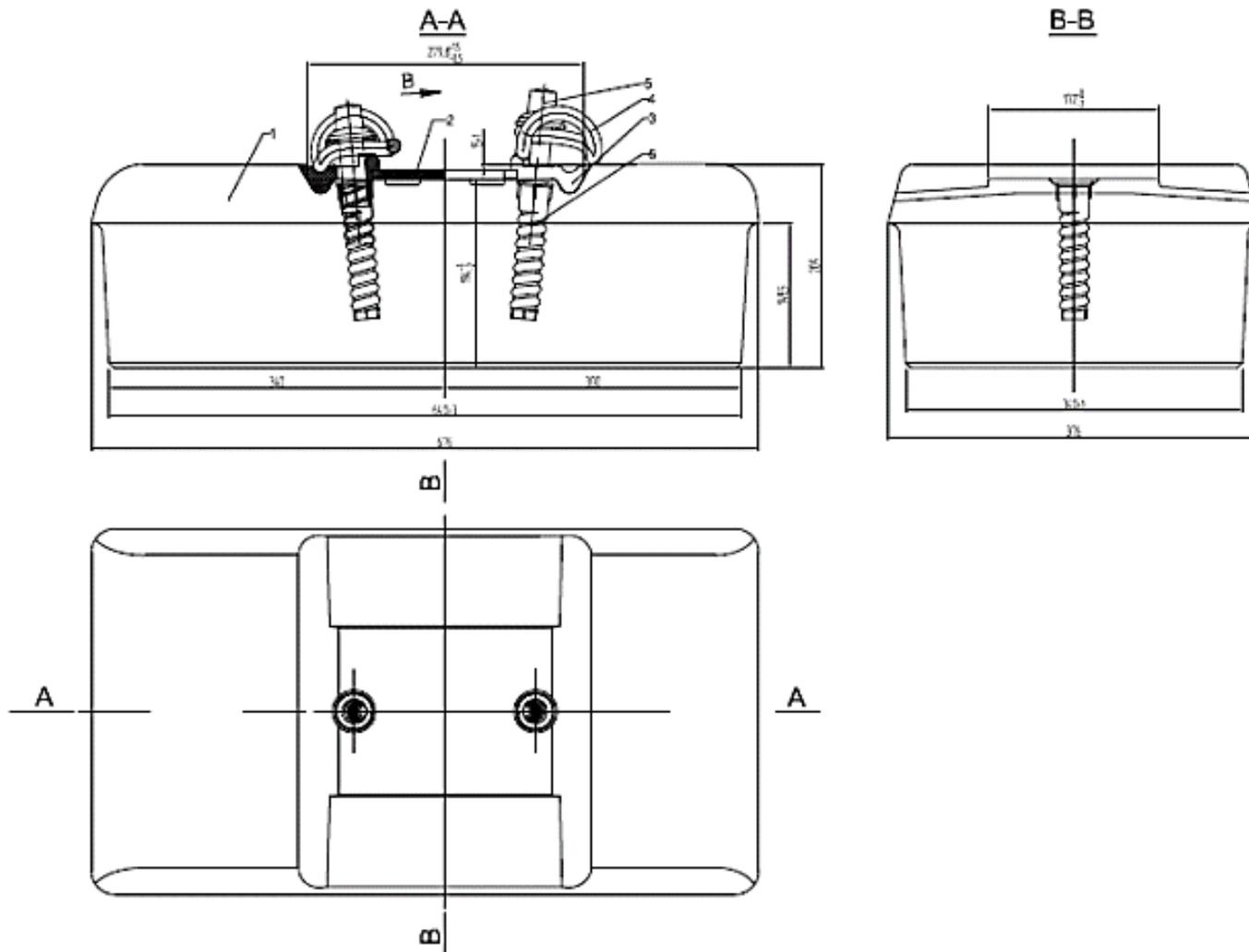
Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. Vossloh W30

Скрепление Vossloh W30 на опоре LVT-M.



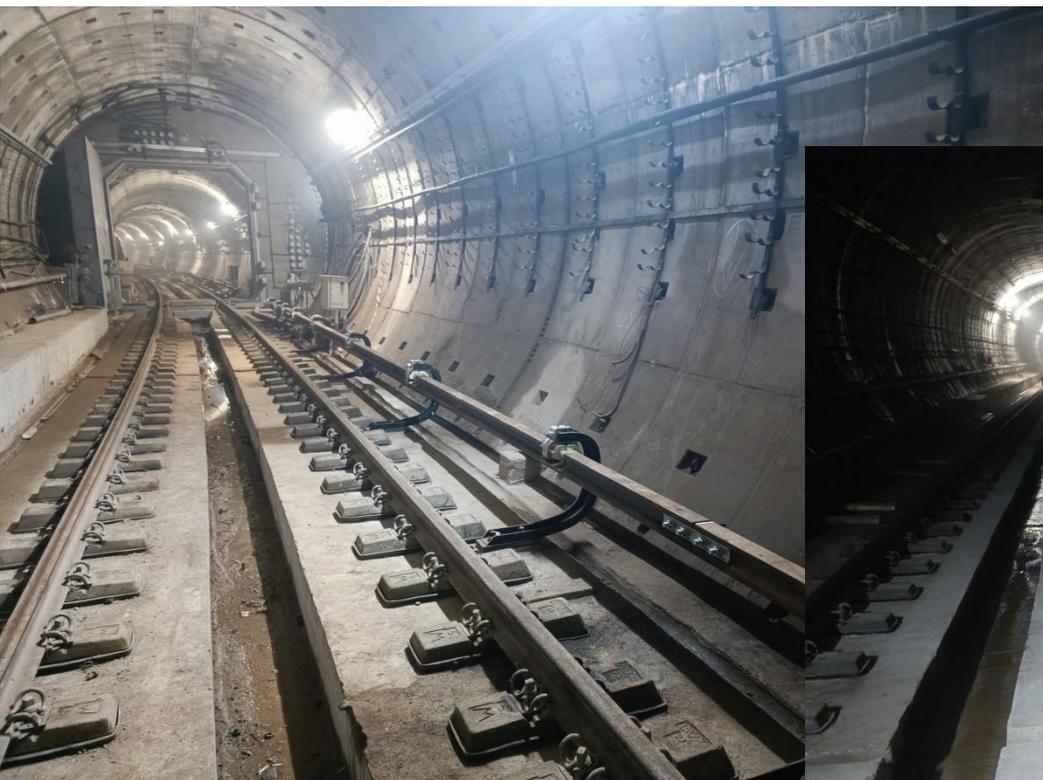
*Виброзащитные конструкции ВСИ
метрополитена. Vossloh W30*

Скрепление Vossloh W30 на опоре LVT-M-1.



Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. Vossloh W30

Скрепление Vossloh W30 (LVT-M) на строящихся участках.



Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. Vossloh W30

Скрепление Vossloh W30 (LVT-M-1) на строящихся



Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. СРБП-300УТС-50

Скрепление СРБП-300УТС-50.

В период с 05.10.2023 по 05.04.2024 на перегоне станции «Площадь Мужества» - станция «Политехническая» на участке I главного пути ПК199+32-ПК199+37 проводилась опытная эксплуатация скрепления СРБП-300УТС-50 производства ЗАО «ЖБКиД».

Скрепление является отечественным аналогом скрепления Vossloh System 300UTS.

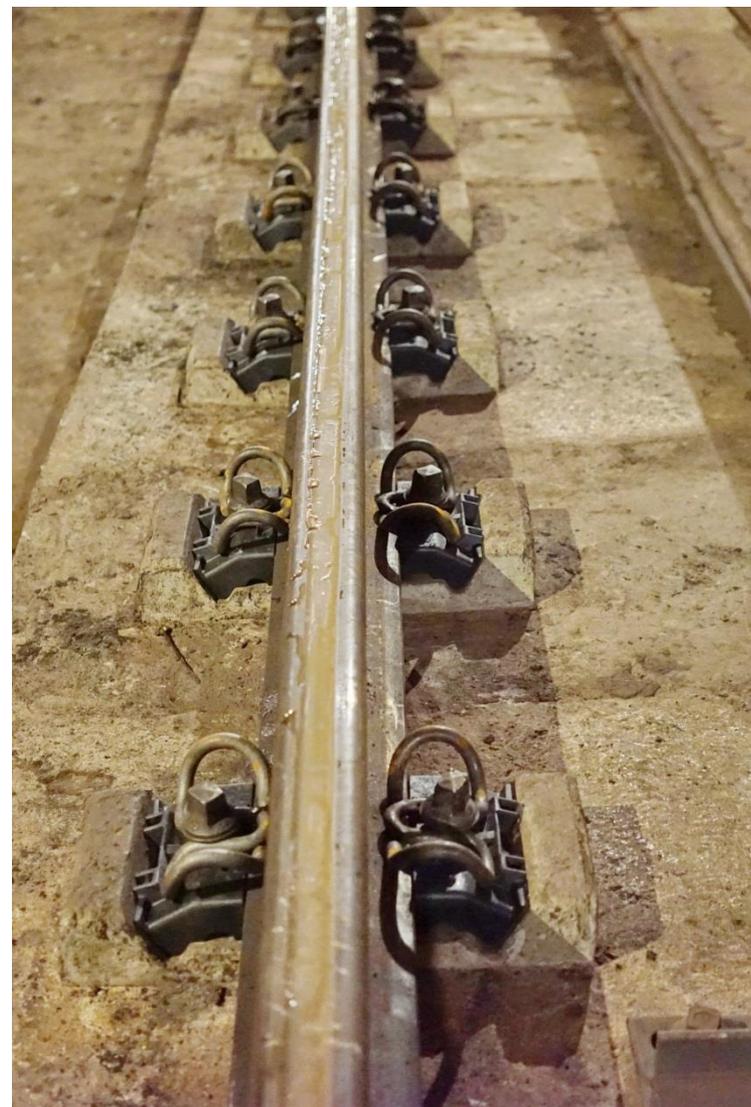
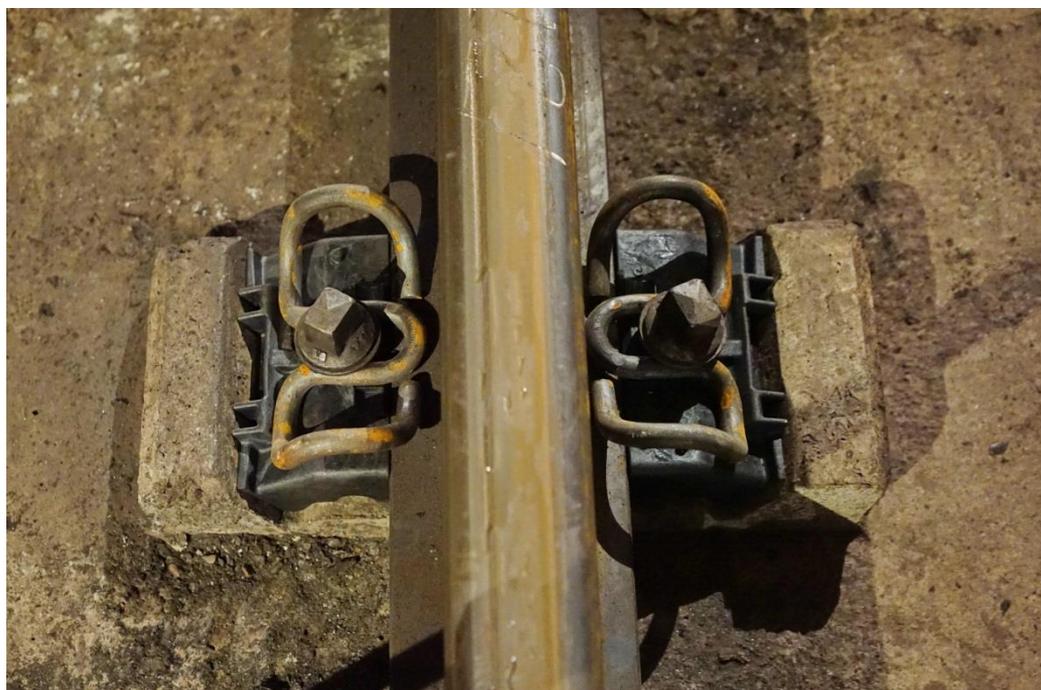
Системы скреплений предназначены для эксплуатации на линиях городского рельсового транспорта колеи 1520 мм и на путях внеуличного транспорта метрополитенов. Минимальный радиус кривой - 100 м.

Результаты опытной эксплуатации положительные.

Блок с элементами скрепления прошёл испытания на пульсаторе в ПГУПС

*Виброзащитные конструкции ВСП
метрополитена. СРБП-300УТС-50*

Скрепление СРБП-300УТС-50.



Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. ЭкоПластика

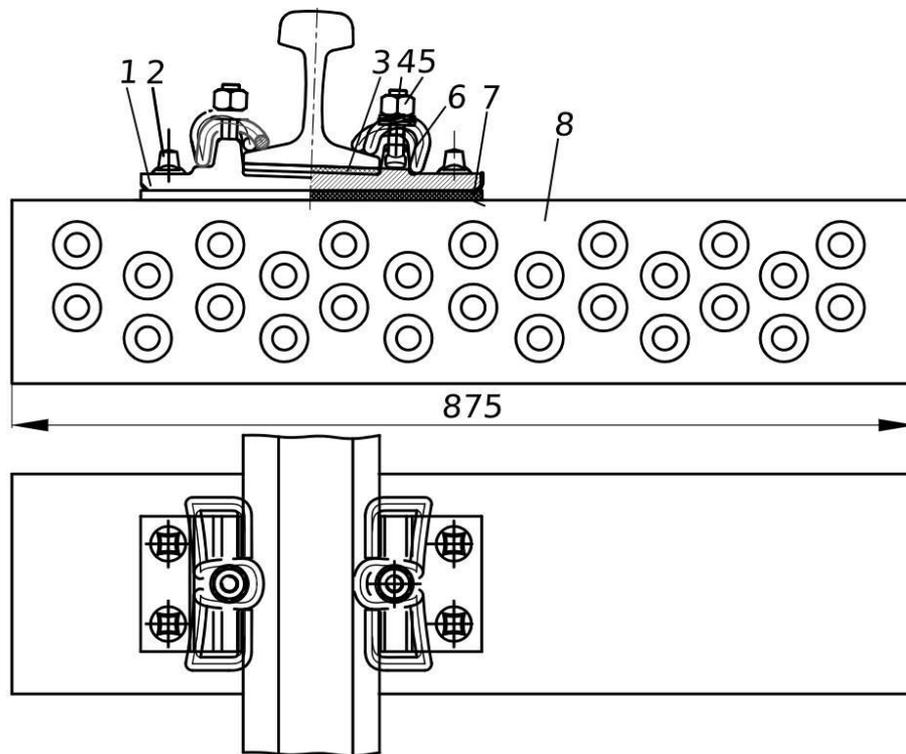
Рельсовая система «ЭкоПластика КД-50-М».

В период с 05.08.2023 по 05.05.2024 на участке I линии перегона станции «Выборгская» – станция «Лесная» от ПК164+78 до ПК164+70 по II главному пути проводилась опытная эксплуатация рельсовой системы «ЭкоПластика КД-50-М» производства ООО «АКСИОН РУС».

Результаты опытной эксплуатации положительные.

Виброзащитные конструкции ВСП метрополитена. ЭкоПластика

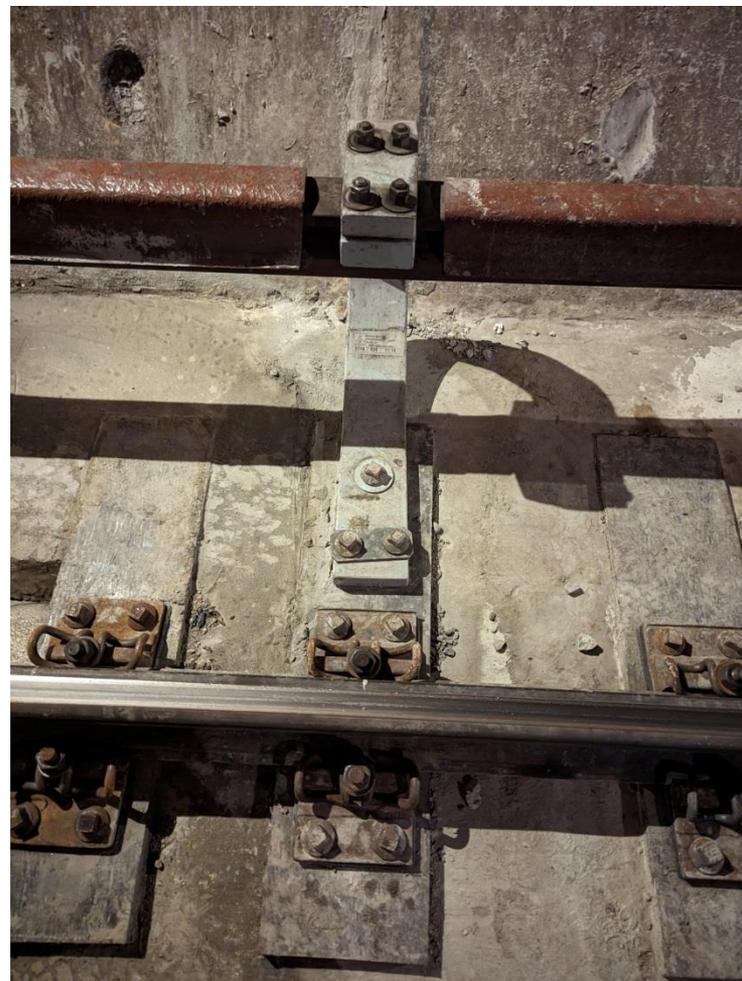
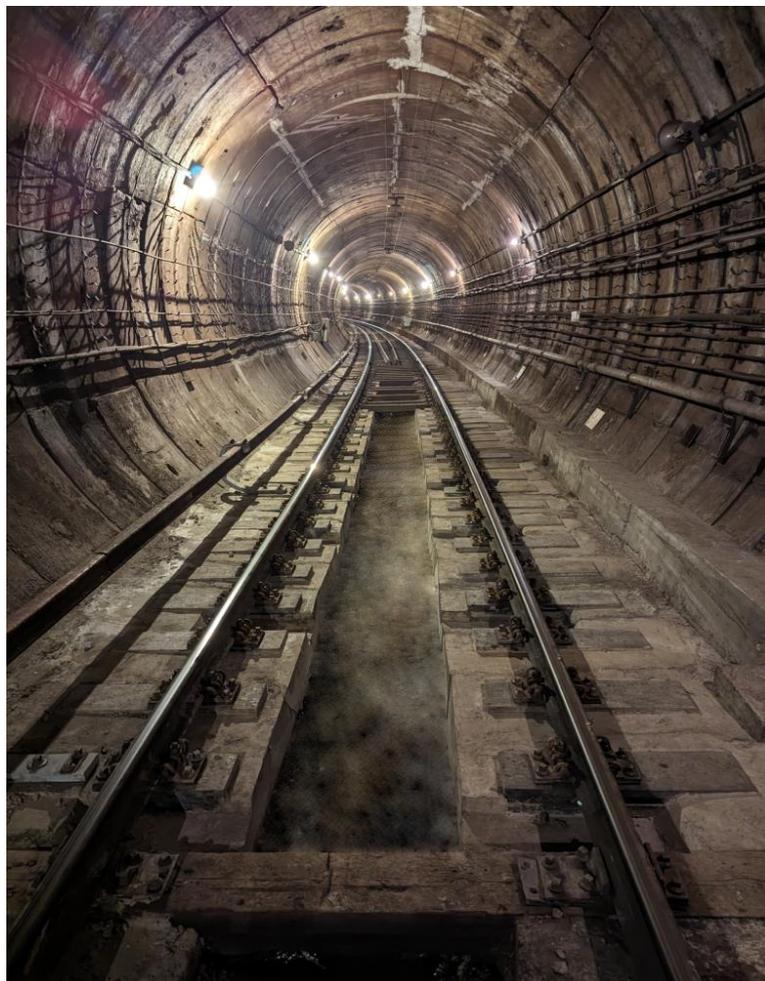
Рельсовая система «ЭкоПластика КД-50-М».



1. Подкладка КД-50
2. Путьевой шуруп
3. Подрельсовая прокладка
4. Клеммный болт
5. Гайка
6. Упругая клемма СКЛ 12-32 (ОП 105)
7. Прокладка под подкладку
8. Композитная полушпала

*Виброзащитные конструкции ВСП
метрополитена. ЭкоПластика*

Перегон станции «Выборгская» – станция «Лесная».



Выводы и предложения.

В завершение обзора можно констатировать следующие наметившиеся тенденции в развитии конструкций пути для метрополитена Санкт-Петербурга:

- постепенный и планомерный отход от использования деревянных шпал и полушпалков в конструкции пути;
- переход на устройство пути на железобетонных опорах (полушпалках) или сплошном бетонном основании;
- применение современных рельсовых скреплений, имеющих достаточное количество упругих элементов, предназначенных для понижения жёсткости пути;
- применение различных конструкций пути по степени виброзащитности, исходя из глубины заложения тоннелей, и расположения объектов на поверхности.
- ориентация на отечественного изготовителя, либо локализации.

Выводы и предложения.

- при эксплуатации путевого хозяйства современных метрополитенов, помимо требований безусловного обеспечения безопасности движения поездов с установленными скоростями, добавляются повышенные требования к обеспечению комфортности перевозок – снижение шума и вибрации.
- шумо-виброзащитные конструкции пути имеют дополнительные упругие элементы, и увеличенную стоимость, по сравнению с типовыми.
- всё более актуальным становятся вопросы шлифования рельсов для предотвращения возникновения волнообразного износа рельсов

Спасибо за внимание!