

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАМНЫХ ПУТЕПРОВОДОВ

Мирошниченко С.В.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Обследование ряда рамных путепроводов, которые находятся в ведении Южной железной дороги, а также промышленных предприятий, выявили схожесть дефектов этих сооружений [1]. Обследование выполнялось специалистами кафедры строительных материалов, конструкций и сооружений Украинской государственной академии железнодорожного транспорта с февраля 2004 по июль 2007 г.

Обследование включало:

- анализ данных карточки искусственного сооружения;
- анализ предыдущих результатов обследования путепроводов;
- испытание путепроводов нагружением с замерами деформаций (с помощью прогибомеров) и напряжений (с помощью тензометрических датчиков) в наиболее поврежденных конструкциях и узлах;
- обмеры путепроводов с составлением обмерочных чертежей;
- анализ напряженно-деформированного состояния конструкций путепроводов методом конечных элементов с помощью программного комплекса ЛИРА 9,0–9,2.

Наиболее подробно анализируем дефекты и методы их устранения на примере двух путепроводов:

- путепровод железнодорожный однопутный, расположенный на 802 км ПК2 участка Гребёнка – Черкассы (Гребенка – Бахмач – им. Т. Шевченко) Южной железной дороги (рис. 1);
- путепровод железнодорожный однопутный, расположенный на перегоне ст. Сартана – ст. Сортировочная ОАО МК «Азовсталь» (рис. 2).

Схожесть этих путепроводов также подчеркивает то, что оба имеют сверху один неэлектрифицированный путь, езда осуществляется на балласте, под путепроводом проходит двухпутный электрифицированный участок (в первом случае Гребенка-Полтава, во втором – Мариуполь-Донецк), оба путепровода расположены под углом к нижним путям.

Путепровод на 802 км участка Гребёнка – Черкассы возведен в 1912 г. по расчетным нормам 1907 г. В 1941 г. путепровод был взорван, его часть между нынешними опорами №№ 2' и 5 (включительно) была разрушена. В 1949 г. вместо разрушенных рам были устроены новые.

К 2000 г. на ригели были уложены новые балластные корыта из железобетонных блоков, в 2005 г. деревянные шпалы заменены железобетонными.

Путепровод на перегоне ст. Сартана – ст. Сортировочная ОАО МК «Азовсталь» был построен в 1934 году. В настоящее время он соединяет два металлургических гиганта: «Азовсталь» и «Завод Ильича».

Дефекты и повреждения этих двух путепроводов также имеют схожий характер.

1. Тротуары засыпаны щебнем.
2. Осыпается защитный слой на ригелях рам и стойках, местами обнажена ржавая арматура.
3. Обильное выщелачивание из-под плит балластного корыта.
4. На некоторых опорах имеются сколы бетона с оголением ржавой рабочей арматуры.

Кроме того, на путепроводе ОАО МК «Азовсталь» наблюдается негабаритность между стойками путепровода и путями Донецкой железной дороги.

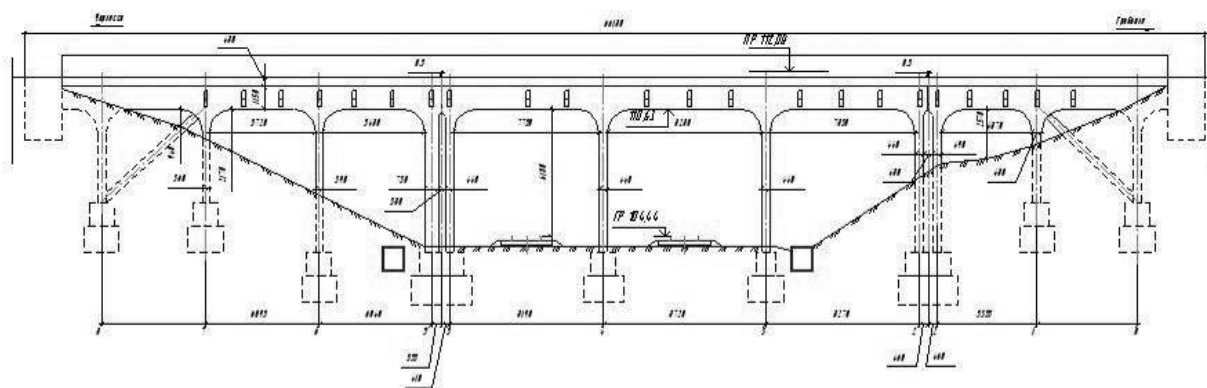


Рис. 1. Конструктивная схема путепровода, расположенного на 802 км участка Гребёнка – Черкассы



Рис. 2. Общий вид путепровода, расположенного на перегоне ст. Сартана – ст. Сортировочная ОАО МК «Азовсталь»

Для восстановления эксплуатационных свойств этих сооружений была разработана технология ремонта с помощью металоинъекционной обоймы [2].

Основное преимущество металлоинъекционной обоймы – полная изоляция сооружения от агрессивной среды извне и внутри, в том числе от действия электрических токов.

Ремонт железобетонного рамного путепровода на участке Гребенка – Черкассы Южной ж.д. был произведен силами кафедры БМКС УкрГАЖТ с привлечением студентов в сентябре-октябре 2006 г.

Примененные материалы, конструктивные решения и технологии:

- усиление стоек монолитными железобетонными вкладышами из бетона оптимального состава с добавкой-суперпластификатором С-3 (рис. 3);
- усиление вутов на стойке № 2' металлоинъекционной рубашкой (рис. 4);
- усиление наружных ригелей металлоинъекционными рубашками-полуобоймами в пролетах: № 0÷1 со стороны ст. Дарница, № 2'÷3 со стороны ст. Гребенка, № 5'÷6 с обеих сторон (рис. 3);
- инъектирование в конструкции суперпластифицированной цементно-водной суспензии (СПЦВС), в том числе с минеральным наполнителем, заделка повреждений полимерцементным раствором оптимального состава;
- нанесение на поверхности конструкций антикоррозионных составов: ЗС-1М серо-бежевого и ЗС-3М черного.

Большое внимание следует уделять подготовке металлических листов обоймы. Толщина листов может находиться в пределах 2-3 мм, если речь идет только об изоляции сооружения, и до 10 мм, если параллельно решается вопрос усиления конструкции. Поверхность листов должна быть тщательно очищена от масляных загрязнений, окалина и ржавчины, при этом в случае применения для очистки гидropескоструйных аппаратов поверхность, которая будет обращена наружу конструкции, необходимо сразу после обработки хорошо высушить и покрыть первым слоем защитного состава. Это связано с тем, что поверхность металла после гидropескоструйной обработки становится сильно активной, и на ней практически сразу происходит окисление.

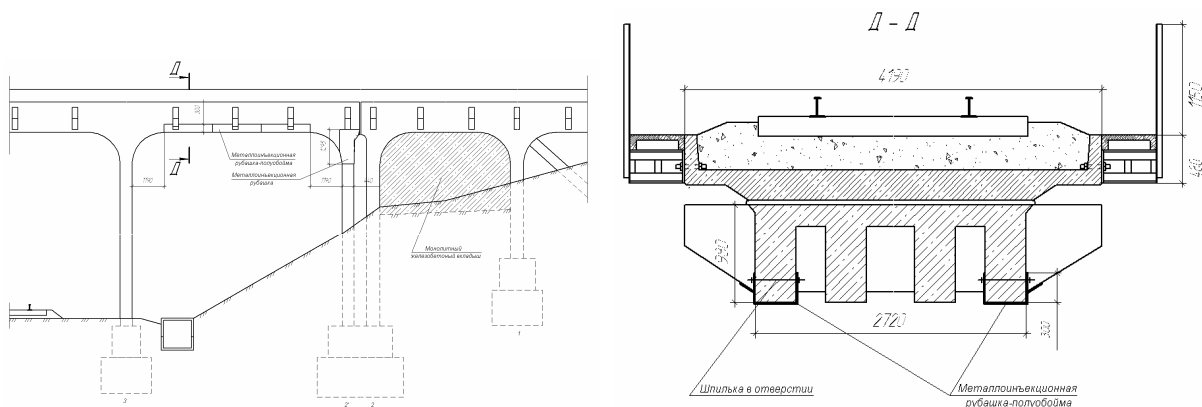


Рис. 3. Конструкции усиления путепровода, расположенного на 802 км участка Гребёнка – Черкассы



Рис. 4. Повреждение вута и его усиление металлоинъекционной рубашкой

Капитальный ремонт железобетонного путепровода в г. Мариуполе (ООО МК “Азовсталь”) проводил ООО “Трансстрой” по проектным решениям УкрГАЗТ (май 2007 г. – нгоябрь 2007 г.).

Примененные материалы, конструктивные решения и технологии:

- усиление стоек металлоинъекционными обоймами (рис. 5) с нагнетанием в обойму СПЦВС с добавкой-суперпластификатором С-3;
- усиление наружных ригелей металлоинъекционными рубашками-полуобоймами;
- инъектирование в конструкции суперпластифицированной цементно-водной суспензии СПЦВС, заделка повреждений полимерцементным раствором оптимального состава;
- нанесение на поверхности конструкций антикоррозионных составов: ЗС-1М серо-бежевого и ЗС-3М черного.



Рис. 5. Повреждения стоек путепровода и их усиление при помощи металлоинъекционной обоймы

Причины разрушения этих путепроводов также схожие. Трещины возникли от вертикальной нагрузки, в том числе при многократном повторении циклов нагружений [3; 4], которые привели к разрыву бетона в поперечном к вертикальным силам направлении. Существенное влияние, видимо, оказали силы разрыва в бетоне из-за возникновения токов утечки в стойках при движении поездов и электрокоррозии бетона [5, 6]. Состояние стоек путепровода на Южной ж.д. несколько лучше в связи с тем, что они более массивные и соответственно имели больший запас прочности. Соответственно усиление стоек этого путепровода носило локальный характер. В случае с путепроводом ООО «Азовсталь» стойки находились в аварийном состоянии и требовали немедленного усиления, причем проведения его при движении поездов и с увеличением подмостового габарита. В таком случае можно было применить только усиление с помощью металлоинъекционной обоймы. Совместную работу обоймы с телом конструкции обеспечивали анкера, вклеенные в бетон и приваренные к обойме, а также заполнение обоймы под давлением, что позволяет создать небольшое предварительное натяжение в металле обоймы.

Кроме того, общеизвестно, что сталебетонные конструкции (бетон в стальной обойме) имеют намного большие несущую способность, надежность и долговечность, чем аналогичные сечения железобетонные. Наиболее эффективным является применение толщины наружного стального листа толщиной 2-4 мм. Сталебетонные конструкции при этом выдерживают значительные сжимающие нагрузки, т.к. стальной наружный лист расположен в зоне максимальных напряжений, он имеет намного большую площадь сечения, чем отдельные арматурные стержни, при этом увеличиваются площадь бетонного ядра и его прочность в условиях объемного напряженного состояния (обжатия стальной обоймой).

В случае нагнетания СПЦВС под обойму достигается эффект дополнительной пропитки старого разрушенного бетона суспензией с повышенной проникающей способностью и заполнения всех полостей, в том числе и недобетонированных при строительстве.

Завершающим этапом ремонта обоих путепроводов было покрытие их защитными составами, как металла, так и бетона (рис. 6). Это позволяет исключить коррозию металла и прекратить карбонизацию бетона, что в итоге продлевает долговечность конструкции



Рис. 6. Общий вид путепровода, расположенного на 802 км участка Гребёнка – Черкассы, после проведения ремонтных работ

Литература

1. Основные факторы трещинообразования и разрушения опор мостов через реки на электрифицированных участках железных дорог / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, С.В. Мирошниченко, В.А. Лютый, Д.А. Плугин // Дороги і мости: Зб. наук. Праць. – Київ: ДерждорНДІ, 2007. – Вип. 7. – Т.ІІ (Міжнар. наук.-техн. конфер. «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення. – Київ, 21-23 червня 2007). – С. 121-127.
2. Повышение долговечности массивных бутобетонных опор с каменной облицовкой/ Мирошниченко С.В., Лютый В.А. // Зб. «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво», № 73, Київ, НТУ, 2006. С. 225-228.
3. Долговременная ползучесть бетона и напряженно-деформированное состояние железобетонных изделий и конструкций / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, С.Н. Кудренко, О.А. Калинин, С.В. Мирошниченко, Л.В. Трикоз, А.В. Никитинский, В.А. Лютый // Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті: Зб.наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2004. – Вып.63. – С. 5-47.
4. Основные факторы трещинообразования и разрушения опор мостов через реки на электрифицированных участках железных дорог / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, С.В. Мирошниченко, В.А. Лютый, Д.А. Плугин // Дороги і мости: Зб. наук. праць.- Київ: ДерждорНДІ, 2007. – Вип.7. – Т.ІІ (Міжнар. наук.-техн. конфер. «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення. – Київ, 21-23 червня 2007). – С.121-127.
5. Электокоррозия железобетонных мостов и других искусственных сооружений / А.Н. Плугин, А.А. Скорик, А.А. Плугин, С.В. Мирошниченко, О.А. Калинин, И.В. Подтележникова, О.С. Герасименко, В.А. Лютый // Залізничний транспорт України. – 2004. – № 1. – С. 11-13.
6. Экспериментальное определение потенциалов в конструкциях железнодорожных мостов на электрифицированных участках пути / А.Н. Плугин, Д.А. Плугин, В.А. Лютый, И.В. Подтележникова, О.С. Борзяк, А.А. Плугин // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво.- Київ: НТУ, 2006. – № 73 (6-й український міжгалузевий науково-практичний семінар «Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення», Київ, 26-28 червня 2006 р.). – С. 253-257.