

УДК 624.21.037

## **Особенности капитального ремонта автомобильной эстакады с применением современных материалов**

**Шалинский В.В., к.т.н.**

ООО «Укринсталькон им. В.Н. Шимановского», Украина

**Анотація.** Викладено технічний стан основних конструкцій естакади через шлюзи автодорожного переходу по спорудах греблі ДніпроГЕС. Зазначено причини виникнення та методи усунення виявлених дефектів. Обґрунтовано вибір використаних матеріалів та конструкцій.

**Аннотация.** Изложено техническое состояние основных конструкций эстакады через шлюзы автодорожного перехода по сооружениям плотины ДнепроГЭС. Указаны причины возникновения и методы устранения обнаруженных дефектов. Обоснован выбор использованных материалов и конструкций.

**Abstract.** The technical condition of basic road-transport bridge structures on buildings of DniproGES weir is expounded. Reasons of occurrence and methods of removal of found out defects are indicated. The choice of used materials and constructions is grounded.

**Ключевые слова:** коррозия, деформационный шов, усиление конструкций.

**Введение.** На протяжении последних лет в Украине наблюдается тенденция увеличения количества чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Главным образом, это обусловлено высокой степенью изношенности конструкций зданий и сооружений, а также низкой культурой их эксплуатации, практически, во всех отраслях хозяйства. В частности, это касается и транспортных сооружений: мостов, эстакад, путепроводов и др. Причем неудовлетворительное техническое состояние транспортных сооружений становится особо опасным в случае их расположения в непосредственной близости от ответственных объектов класса ССЗ [1] – электростанций, объектов промышленности, связанных с вредным производством и пр. В качестве примера рассмотрим автодорожный переход по сооружениям ДнепроГЭС (рис. 1), состоящий из комплекса сооружений:

- эстакада через шлюзы длиной 352,00 м;
- эстакада сопряжения плотины с левым берегом длиной 111,50 м;
- расширение автопроезда на плотине длиной 666,00 м;
- мост через аванкамеру длиной 319,75 м;
- земляная вставка длиной 136,57 м.

В соответствии с поручением Президента Украины №1-1/1445 от 06.07.2010 г. в рамках программы проектных работ «ГЭС «Укрэнерго». Реконструкция. II очередь. Автодорожный переезд филиала «Днепровская ГЭС» институтом ООО «Укринсталкон им. В. Н. Шимановского» проведено обследование конструкций перечисленных выше сооружений, в том числе, и эстакады через шлюзы (рис. 2, 3).

**Конструкция обследованного сооружения.** Эстакада через шлюзы представляет собой криволинейную в плане, пространственно работающую, неразрезную шестипролетную раму по схеме:  $2 \times 56 + 2 \times 64 + 2 \times 56 = 352$  м с гибкими промежуточными стойками опор и массивными устоями. Ригель рамы состоит из криволинейной в плане главной балки замкнутого коробчатого трапециевидального сечения и стальной ортотропной плиты проезжей части. Промежуточные стойки опор металлические, жестко прикрепленные к главной балке и фундаментам. Крайние опоры – массивные железобетонные устои. Все горизонтальные усилия и крутящие моменты, возникающие при эксцентричном расположении временной нагрузки, а также вызванные кривизной сооружения в плане, передаются на устои и воспринимаются шарнирно закрепленными концами пролетного строения и широко разнесенными опорными частями. Все конструкции выполнены цельносварными. Материал конструкций пролетного строения и стоек промежуточных опор – низколегированная сталь марки 09Г2С по ГОСТ 5058-65\*.



Рис. 1. Автодорожный переход по сооружениям ДнепроГЭС

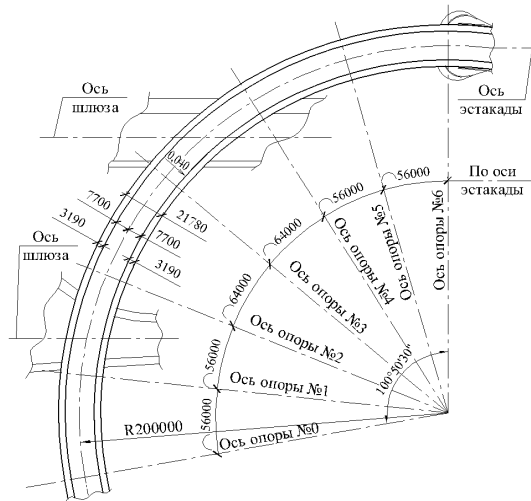


Рис. 2. План естакады через шлюзы

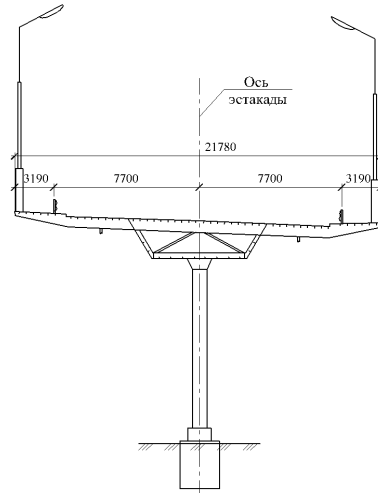


Рис. 3. Поперечное сечение эстакады через шлюзы

**Результаты обследования и устранение дефектов.** По результатам обследования эстакады было установлено наличие ряда дефектов.

*Пролетное строение.* Наиболее опасным и требующим немедленного устранения из числа обнаруженных дефектов была трещина и частичный разрыв стенки тяги на опоре № 0 (рис. 4). Следует отметить, что основным назначением указанной и остальных тяг, размещенных в крайних блоках пролетного строения эстакады (рис. 5), является передача продольных усилий от пролетного строения через звенья на устои. Выход из работы хотя бы одной из тяг привел бы к изменению характера работы всего сооружения, перераспределению внутренних усилий в нем и значительному увеличению усилий и напряжений в крайних металлических опорах по осям № 1 и № 5. Во избежание этого в срочном порядке было разработано решение по устранению данного дефекта путем вырезания поврежденного участка тяги и установки на его место новой детали (рис. 6, а–в). При этом, присоединение новой детали к стенке и диафрагме пролетного строения предусматривалось через уголок с помощью сварки с последующим выполнением ультразвукового контроля качества сварных швов. Такое решение обусловлено значительными действующими нормальными усилиями в элементе, достигающими 3500 кН и невозможностью восстановления изначального проектного решения ввиду характера повреждения тяги. Кроме того, во избежание возможной потери устойчивости вертикального листа устанавливаемой детали, который является продолжением стенки существующей тяги, было решено

повысить жесткость указанного листа дополнительными горизонтальными ребрами. Соединение новой детали с тягой предусмотрено выполнить с помощью накладок на высокопрочных болтах.



Рис. 4. Трещина и смещение кромок в стенке тяги

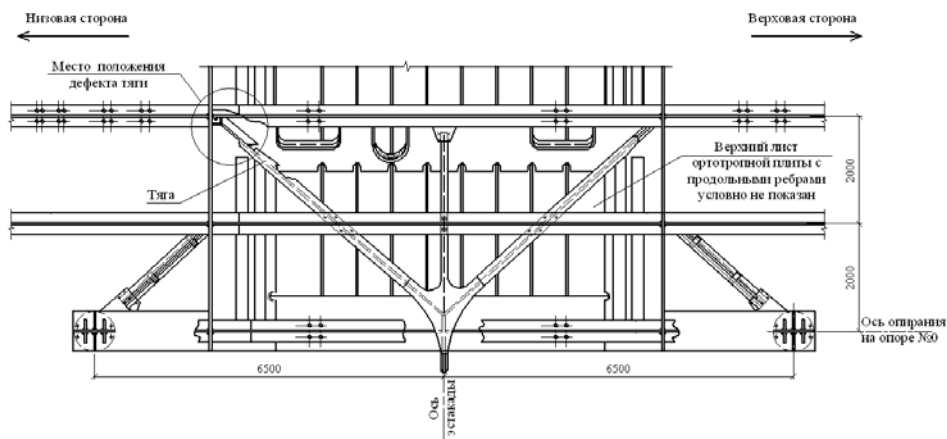


Рис. 5. Фрагмент плана пролетного строения эстакады

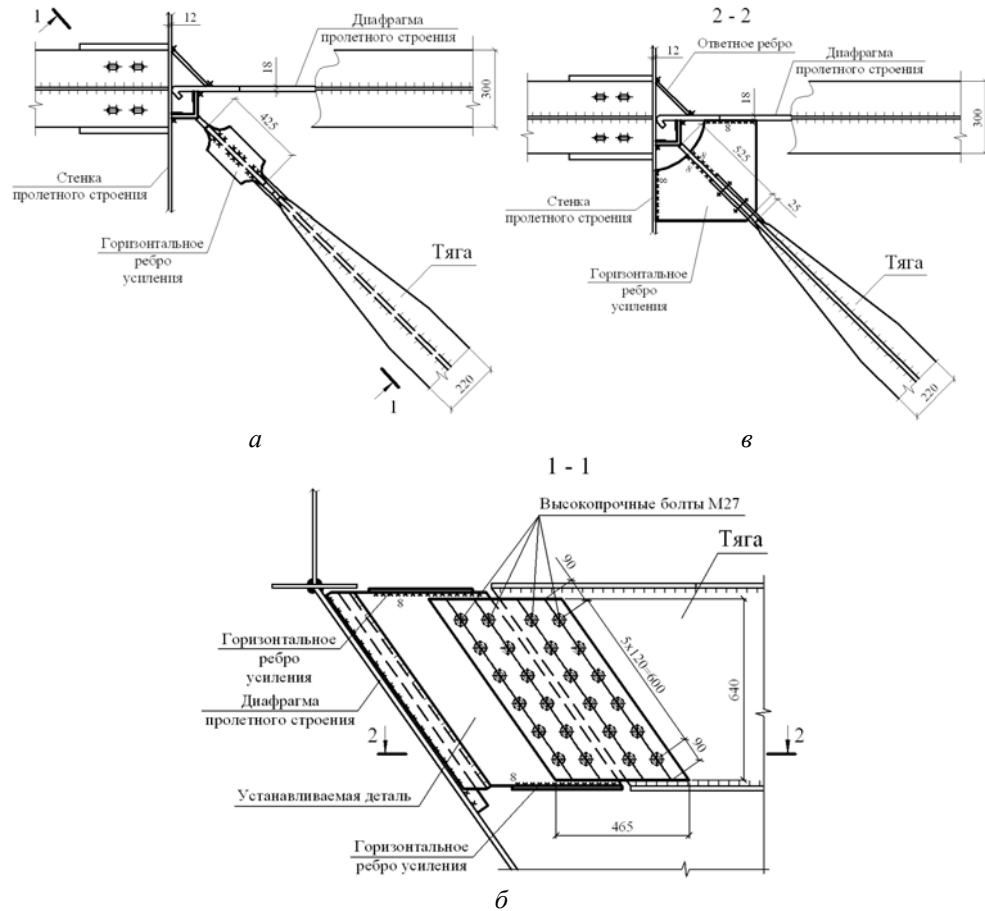


Рис. 6. Узел усиления тяги:  
а – вид сверху; б – разрез 1-1; в – разрез 2-2

По результатам обследования также было установлено, что антикоррозионное покрытие наружной поверхности пролетного строения находится в неудовлетворительном состоянии (рис. 7). Следы поверхностной коррозии, общая площадь которой составила около 15 % общей площади поверхности пролетного строения, обнаружены, главным образом, на консольной части ортотропной плиты, что стало следствием протекания агрессивной воды через незагерметизированные отверстия плиты под болты ранее демонтированного барьерного ограждения. Длительное воздействие коррозии в указанных местах привело к ослаблению сечений поперечных балок консольной части ортотропной плиты (рис. 8). Для восстановления несущей способности поперечных балок, последние были усилены (рис. 9). С целью защиты металлоконструкций пролетного

строения от коррозии принято решение о выполнении антикоррозионных работ по их защите путем применения системы покрытий производства «Welesgard». Данная антикоррозионная система покрытий наносится на поверхность металлоконструкций после предварительной очистки, обезжиривания и обеспыливания и при этом состоит из трех слоев:

1-й слой – WG-Ferrogalvanic – однокомпонентная полиуретановая антикоррозионная грунтовка на основе растворителя, твердеющая при соединении с атмосферной влагой (толщина сухой пленки – 80 мкм);

2-й слой – WG-Weleflex – однокомпонентное полиуретановое покрытие, твердеющее при соединении с атмосферной влагой (толщина сухой пленки – 100 мкм);

3-й слой – WG-Welesilver – однокомпонентное отверждаемое влагой полиуретановое покрытие (толщина сухой пленки – 60 мкм).



Рис. 7. Разрушение антикоррозионного покрытия пролетного строения



Рис. 8. Ослабленные сечения поперечных балок

Также отметим, что из-за разрушения гидроизоляции проезжей части вода и мусор через технологические отверстия в ортотропной плите попали внутрь коробки пролетного строения. По всей его длине в указанных местах обнаружены места разрушения грунтовки, следы ржавчины (рис. 10). На участках пролетного строения между опорами № 0 и № 1, а также опорами № 5 и № 6 выявлено разрушение антикоррозионного покрытия металла внутренней поверхности коробки главной балки, а именно: нижнего пояса, продольных ребер и нижней части стенок, что обусловлено попаданием воды внутрь коробки через короба для коммуникаций в местах деформационных швов (рис. 11). Причиной этому послужило отсутствие водоотводных лотков под деформационными швами (рис. 12). Антикоррозионную защиту металлоконструкций внутри коробки пролетного строения предусмотрено восстановить.

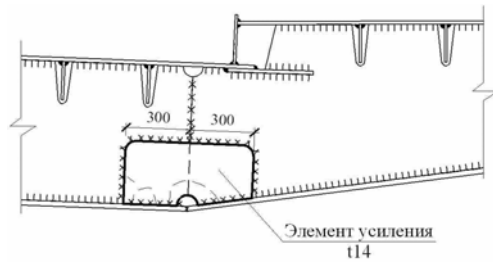


Рис. 9. Узел усиления поперечных балок



Рис. 10. Место разрушения грунтовки, поверхностная коррозия



Рис. 11. Разрушение антикоррозионного покрытия, мусор



Рис. 12. Отсутствие водоотводных лотков под деформационным швом

*Опоры.* Из дефектов опор отметим незначительную коррозию (менее 3 % сечения) металла основания колонн в местах их заделки в бетон фундаментов в виде коррозионной шейки (рис. 13). Также установлено, что вся поверхность колонн, как и пролетного строения, нуждается в обновлении антикоррозионной защиты (рис. 14). С целью антикоррозионной защиты колонн также предусмотрено использование покрытий производства «Welesgard».

*Проезжая часть и тротуары.* Выявлено, что уравнивательные приборы деформационных швов находятся в расстроенном состоянии: пружины не выполняют свои функции – некоторые разрушены коррозией, а у остальных нет возможности прижимать скользящие листы (рис. 15), вследствие чего возникает высокая динамическая нагрузка от транспорта на опорные узлы пролетного строения. Ввиду того, что данная

конструкция деформационных швов физически и морально устарела, их было решено заменить на современные, хорошо зарекомендовавшие себя в мировой практике мостостроения деформационные швы фирмы Mauger Söhne (рис. 16). Указанные швы в полной мере решают две основные задачи функционирования деформационных швов: передачи нагрузок и водонепроницаемости.



Рис. 13. Коррозия металла основания колонн



Рис. 14. Разрушение антикоррозионной защиты колонн и пролетного строения



Рис. 15. Разрушение уравнивательных приборов деформационных швов

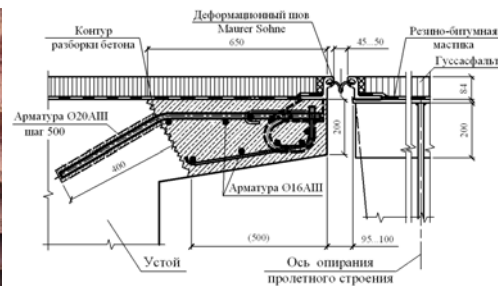


Рис. 16. Узел установки деформационных швов Mauger Söhne

Что же касается покрытия проезжей части, то оно находится в неудовлетворительном состоянии: обнаружены множественные продольные и поперечные трещины, наплывы и колейность у бордюров, сдвиг асфальтобетонного покрытия в сторону тротуара с внешней стороны кривой (рис. 17). При этом толщина асфальтобетонного покрытия на 3–5 см превышает проектную, что приводит к дополнительной нагрузке на эстакаду. После проведенных многочисленных ремонтов состав асфальтобетона не соответствует проектному, который с добавками



эпоксидной смолы должен обладать гидроизоляционными и сдвигоустойчивыми свойствами. Покрытие тротуаров также не выполняет свои защитные функции: асфальтобетон пористый, с разрушениями, а также с участками, разобранными до металла плиты при ремонте барьерного ограждения, на всем протяжении тротуаров (рис. 18). Исходя из этого, было принято решение о полной замене существующего асфальтобетонного покрытия проезжей части и тротуаров на покрытие из гусасфальта – очень плотного водонепроницаемого литого асфальта, поразительная долговечность которого связана с оптимальным соотношением жесткости и упругости материала. Это покрытие в настоящее время должным образом оценено в Европе. Согласно рекомендациям разработчиков гусасфальта, использование последнего предусмотрено совместно с метакрилатной гидроизоляцией «Eliminator». В таком сочетании покрытие должно работать на стальной плите эстакады не менее 20–25 лет.



Рис. 17. Дефекты асфальтобетонного покрытия проезжей части



Рис. 18. Разрушение асфальтобетонного покрытия тротуаров

Также обнаружено, что нижняя тетива перильного ограждения, состоящая из гнутого профиля, по всей её длине имеет коррозионные дыры, а в отдельных местах находится в аварийном состоянии – разрушено крепление перильного ограждения к пролетному строению (рис. 19). Поэтому для устранения аварийного состояния перил их нижнюю тетиву было решено полностью заменить.

Согласно проекту эстакады водоотвод с проезжей части предусматривался через отверстия в бортовом листе тротуаров со стороны верхнего бьефа со сбросом воды непосредственно на территорию шлюзов. Однако в настоящий момент отверстия забиты асфальтобетоном. Здесь следует отметить, что согласно действующим нормам [2] неорганизованный сброс

воды с пролетных строений не допускается. При этом рекомендуется выводить воду через водоотводные трубки к магистральной трубе или открытому лотку. В связи с этим было разработано проектное решение по устройству организованного сброса воды.



Рис. 19. Коррозионные дыры в нижней тетиве перильного ограждения

### **Выводы**

Эксплуатация мостовых сооружений без надлежащего контроля состояния конструкций путем проведения плановых обследований согласно требованиям [3] и [4], а также своевременного проведения текущих и капитальных ремонтов по результатам проведенных обследований приводит к снижению показателей, характеризующих эксплуатационную пригодность мостовых сооружений и их конструкций выполнять проектные функции, а также способствует необходимости дополнительных затрат для восстановления проектных характеристик мостов.

При разработке проектных решений по восстановлению исходных эксплуатационных характеристик мостовых сооружений рекомендуется использовать современные более совершенные конструкции и материалы, хорошо зарекомендовавшие себя в мировой практике мостостроения.

### **Литература**

- [1] Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14-2009. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с. – (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Державні будівельні норми України).
- [2] Мости та труби. Основні вимоги проектування : ДБН В.2.3-22:2009. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 73 с. – (Споруди транспорту. Державні будівельні норми України).
- [3] Мости та труби. Обстеження та випробування : ДБН В.2.3-6:2009. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 63 с. – (Споруди транспорту. Державні будівельні норми України).
- [4] Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів : ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 – Офіц. вид. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 45 с. – (Національний стандарт України).

*Надійшла до редколегії 07.07.2014 р.*