

## ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА ОПОР ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Балдин Данил Юсупович, магистрант*

*базовой кафедры АО «Мостострой-11» «Искусственные сооружения на  
транспорте способы их возведения и эксплуатации»  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень  
(Научный руководитель – Краев Ан. Н., канд. техн. наук, доцент)*

Транспортные сооружения играют важную роль в жизни населения, так как по ним происходит движение транспортных средств, использующихся во всех сферах общества. Особая важность сооружений влечет за собой необходимость тщательного контроля их состояния.

Условия эксплуатации, своевременность ремонта и усиления – это необходимые условия, по которым оценивается надежность и долговечность транспортного сооружения.

По мере эксплуатации транспортного сооружения на первом этапе выполняется уход за сооружением. В процессе эксплуатации материалы, из которых изготовлено сооружение, подвергаются физическому и моральному износу. Моральный износ, связан с грузоподъемностью транспортного сооружения, допустимым скоростным режимом, интенсивностью потока и безопасностью движения. На последнем этапе эксплуатации сооружению требуются его ремонт или усиление.

В процессе функционирования сооружение должно проходить профилактику, должны осуществляться планово-предупредительные ремонты, данные мероприятия существенно увеличат срок службы сооружения.

Одной из самых ответственных составляющих транспортного сооружения являются его опоры, которые воспринимают нагрузки от пролетного строения и передают их на грунтовое основание, поэтому своевременное повышение срока службы опор является важнейшим мероприятием.

На большинстве транспортных сооружений, возведенных до второй половины XX века опоры представляют из себя монолитные конструкции из бутовой кладки, бетона и бутобетона, которые при эксплуатации в агрессивной среде быстро теряют эксплуатационные качества.

Опоры подразделяются на крайние и промежуточные. Промежуточная опора преимущественно состоит из фундамента, тела и оголовка, в ней выделяются следующие зоны:

- надводная – незатопляемая, на 1 метр выше поверхности грунта при отсутствии ледохода и выше ледохода при его наличии;
- подводная – на пол метра ниже уровня промерзания грунта или наинизшего уровня поверхности льда;
- переменного уровня воды – между надводной и подводной.

Зона переменного уровня воды является самой неблагоприятной. Повреждения образуются чаще всего в этой зоне.

Температурное, силовое и влажностное влияния на сооружение приводят к нарушению формы и целостности его элементов, называемым повреждением.

Несмотря на то, что опоры нуждаются в усилении реже, чем пролетные строения, долговечность мостового сооружения определяется в первую очередь по состоянию опор.

Основными причинами снижения эксплуатационных характеристик опор транспортного сооружения являются:

- технологические решения низкого качества при возведении опор;
- низкий уровень работы служб при эксплуатации;
- эксплуатация опор в неблагоприятных природно-климатических условиях.

Ремонт необходим при появлении хотя бы одной из причин.

Повреждения опор подразделяются на следующие разновидности:

- частичное или полное разрушение подферменных труб и сливных площадок на оголовке опоры;
- разрушение раствора в швах между облицовочными камнями тела опоры;
- разрушение поверхностных слоев кладки опоры;
- глубинное расстройство кладки опоры;
- трещины в опоре;
- разрушение подводной части русловой опоры;
- общие деформации опор.

Неудовлетворительные условия опирания пролетных строений вызывают дефекты **подферменных плит**. Вертикальные трещины, прорезающие на большую глубину, могут появляться вследствие большого трения в подвижных опорных частях и их заклинке. (Рис. 1, а).

**Сливные площадки подферменных плит** разрушаются по причине устройства без необходимых уклонов для отвода воды с оголовков опоры из раствора низкой плотности с тонким слоем нанесения.

**Выветривание кладки** приводит к недостаточной прочности наружных слоев, неровности поверхностей, сетке мелких трещин, кавернам.

Интенсивными для выветривания являются зоны истирающего действия ледохода и переменного уровня воды.

**Вывал облицовочных камней** приводит к разрушению кладки опоры, а потеря связи между облицовкой и ядром опоры происходит из-за разрушения раствора в швах кладки.

Прочность кладки бетонных опор снижается из-за недостаточного уплотнения бетонной смеси, замораживания бетона кладки в процессе твердения, выщелачивания бетона при несоответствующем водоотводе.

**Глубинное расстройство кладки опоры** происходит по причине того, что в опорах из бутовой кладки со слабым раствором, который со временем выщелачивается, кладка опор становится рыхлой, появляются каверны.

Одним из серьезных повреждений опор являются **трещины**. С течением времени от массивных, каменных опор стали переходить к опорам из бетона, что механизировало строительство и ускорило ввод объектов, но в бетонных опорах стали обнаруживаться трещины. Были попытки увеличить расход цемента, что привело к образованию еще больших трещин. Также не помогло использование поверхностных арматурных сеток.

Вертикальные трещины по оси моста наиболее характерны для бетонной опоры. (Рис.1,б). Они возникают при бетонировании в холодное время года. Температурно-инертное массивное ядро охлаждается медленнее, чем наружный слой бетона, из-за этого возникают растягивающие температурные напряжения. Трещины возникают из-за того, что внешний слой как бы натягивается на внутренний слой опоры, который препятствует изменению контура.

В зоне контакта фундамента и надфундаментной части также появляются вертикальные трещины. Трещины возникают из-за бетонирования в холодное время года, когда бетонная смесь укладывается на замороженный фундамент. Холодный фундамент препятствует процессу увеличения опоры в размерах по периметру из-за экзотермического выделения тепла. Часто по причине этого возникает трещина, общая для фундамента и нижней части тела опоры. (Рис.1, б)

В опорах в виде замкнутых контуров, заполненных бетонной смесью, также возникают вертикальные трещины. (Рис. 1, г). Трещины образуются также в холодный период, их появлению способствует влага, находящаяся в бетоне заполнения. Дополнительные усилия в контуре возникают по причине того, что при замерзании происходит увеличение объема льда. Также трещины образуются по причине отличия бетона оболочки и бетона заполнения по характеристикам.

Уменьшению трещинообразования может способствовать понижение массивности конструкции, когда происходит отказ от массивной опоры, при

этом перепад температур наружных слоев и ядра поперечного сечения опоры будет меньше.

В зоне контакта фундамента с облегченной частью опоры появляются температурные трещины (Рис.1, д) в пустотелых опорах. Стенка рвется из-за того, что массив препятствует ее уменьшению, когда резко понижается температура воздуха, при этом тонкая стенка охлаждается быстрее. Переход от массивной части опоры к пустотелой сопровождается появлением вертикальных трещин, потому что в полости оболочки накапливается вода конденсата.

**Нитеобразные разрушения кладки** обнаруживаются, когда обследуется подводная часть промежуточной опоры. Из-за недостаточной прочности материала кладки разрушение по глубине может достигать одного метра. Происходят также вывалы облицовочных камней, когда разрушения начинаются со швов камней облицовки и переходят на тело опоры.

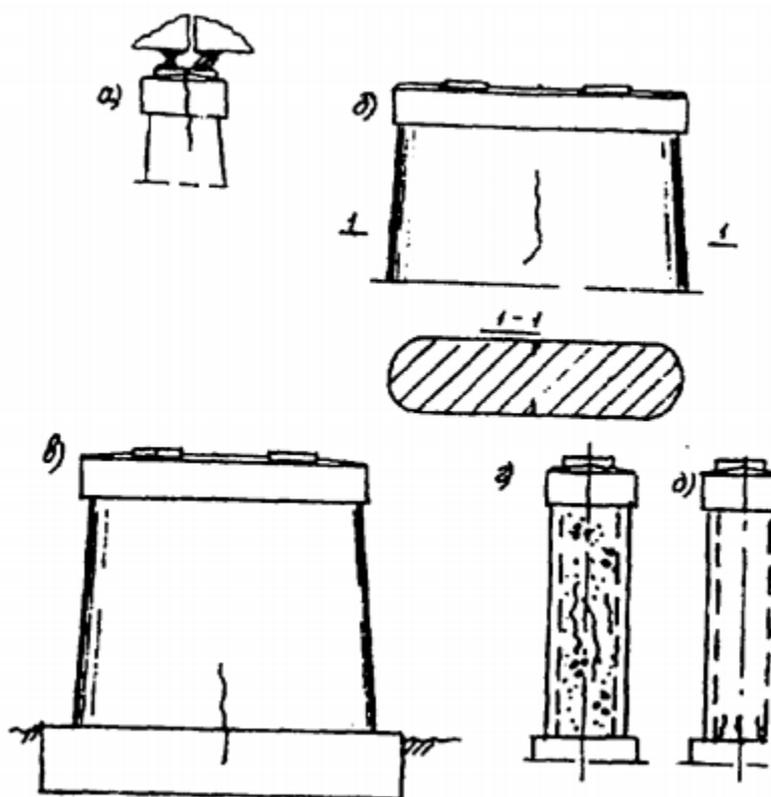


Рисунок 1 – Трещины в опорах:

а – при заклинке подвижных опорных частей; б, в – температурные в массивных опорах; г – в железобетонной оболочке, заполненной бетонной смесью; д – в пустотелой опоре

В зависимости от грунтовых условий и подмыва опор **возникают общие деформации опор**. Они возникают из-за разрушения бетона мощения конусов, нарушений целостности и формы конуса насыпи подхода, смещений опорных частей, заклинки пролетных строений.

Неисправности, возникающие в опорах, подразделяются на следующие категории:

- категория 0 – полностью исправные с незначительными повреждениями;
- категория I – неисправности, влияющие на долговечность, но не отражающиеся на прочности;
- категория II – неисправности, снижающие прочность и долговечность, препятствующие нормальной эксплуатации;
- категория III – неисправности, значительно снижающие прочность.

Для того чтобы приступить к ремонту, прежде всего сначала выявляется причина повреждения, принимаются меры для ее устранения.

При ремонте **подферменников** при появлении трещин выполняется армированная бетонная оболочка, также специальными хомутами выполняется их обжатие. Бетонирование нового подферменника устраивается только в случае сильного разрушения.

В зоне переменного уровня воды **раствор швов** камней облицовки разрушается больше всего. Шов расчищается и восстанавливается цементно-песчаным раствором.

Посредством оштукатуривания в несколько слоев цементно-песчаным раствором устраняются **местные наружные неисправности**.

Облицовочные камни заменяются при **местных повреждениях облицовки**.

Местные наружные неисправности устраняются нанесением на ремонтируемую поверхность нескольких слоев цементно-песчаного раствора с помощью сжатого воздуха - **торкретированием**. Схема установки для торкретирования показана на Рис.2.

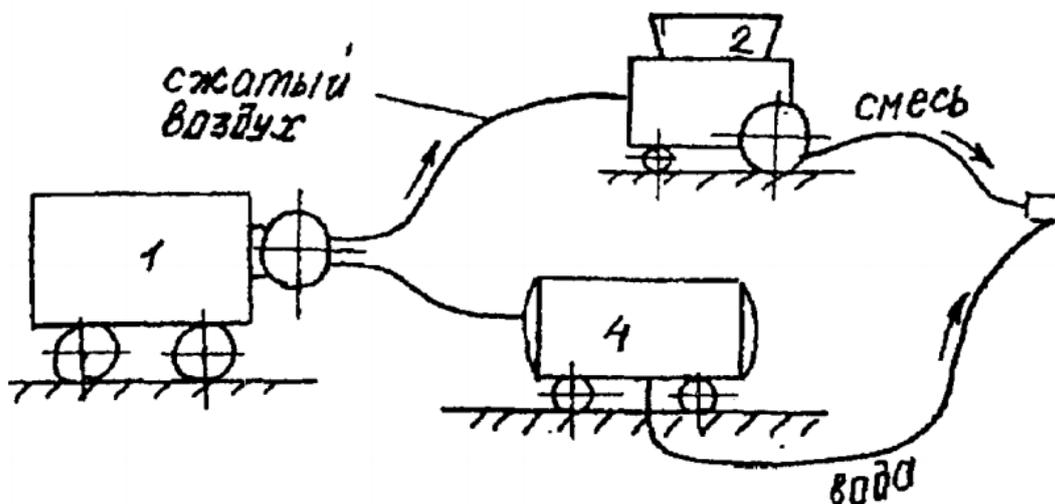


Рисунок 2 – Схема торкретной установки:

1 – компрессор; 2 – цемент-пушка; 3 – сопло-распылитель; 4 – бак с водой

При ремонтных работах широкое использование имеет **инъектирование кладки**. Разрушенные части массива связываются в одно целое при нагнетании в кладку цементного раствора, этот процесс называется цементация, необходимый при наличии в кладке глубоких трещин, пустот (Рис.3).

**Железобетонные пояса** устраиваются в тех случаях, когда трещины в кладке настолько большие, что разделяют кладку на блоки, когда имеется большое количество дефектов (Рис.4).

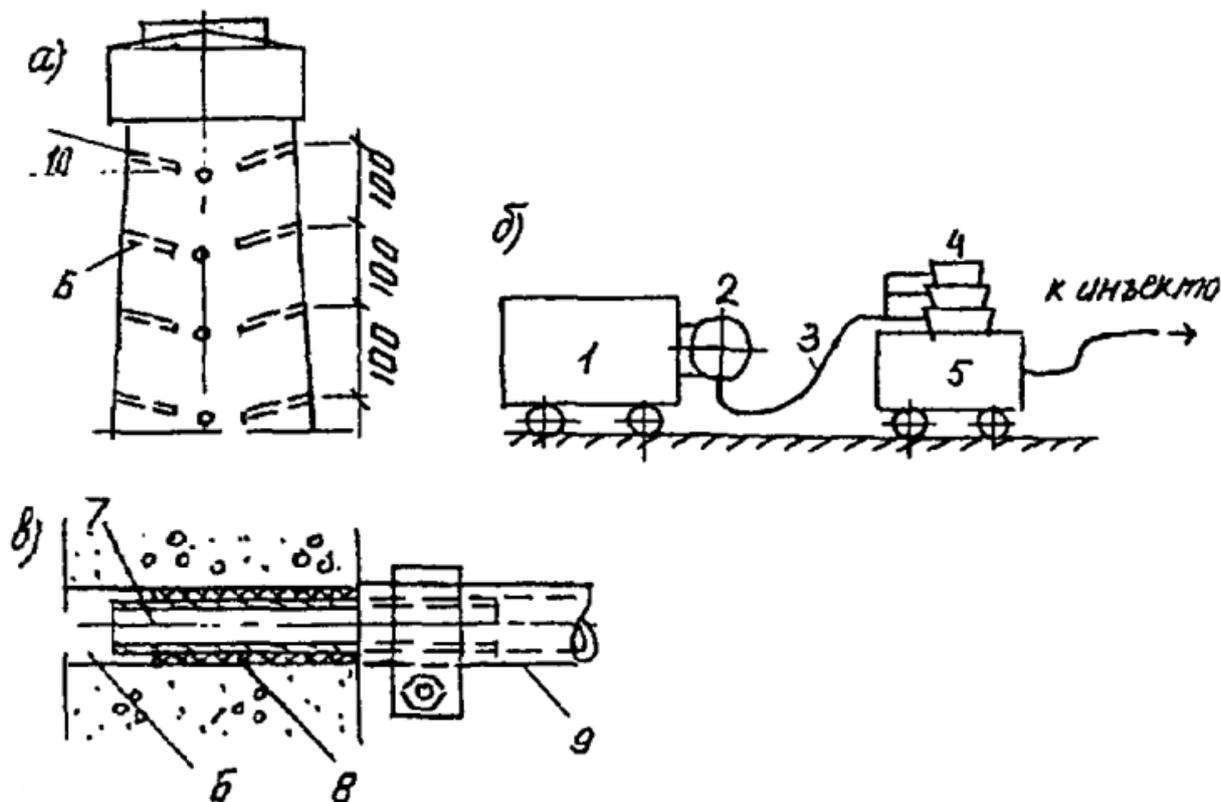


Рисунок 3 – Инъектирование кладки опоры.

- а – положение скважин; б – схема насосной установки; в – инъектор  
 1 – компрессор; 2 – воздухосборник; 3 – шланг; 4 – загруженный барабан; 5 – смеситель; 6 – скважина; 7 – инъектор; 8 – пакля; 9 – резиновый шланг

**Железобетонная рубашка** (Рис. 5) устраивается в случае существенных дефектов наружных слоев кладки.

Вышеописанные методы используются в сочетании – цементация кладки с устройством защитной железобетонной рубашки или с торкретированием. Сборные бездонные ящики или шпунтовые ограждения используются в качестве водонепроницаемых перемычек, которые необходимы, если дефекты обнаружены в подводной части сооружения. Тампонажный слой бетона укладывается методом вертикально перемещаемой трубы между стенкой

ограждения и опорой. Когда вода из ограждения откачивается, ремонт происходит аналогично ремонту надводной части.

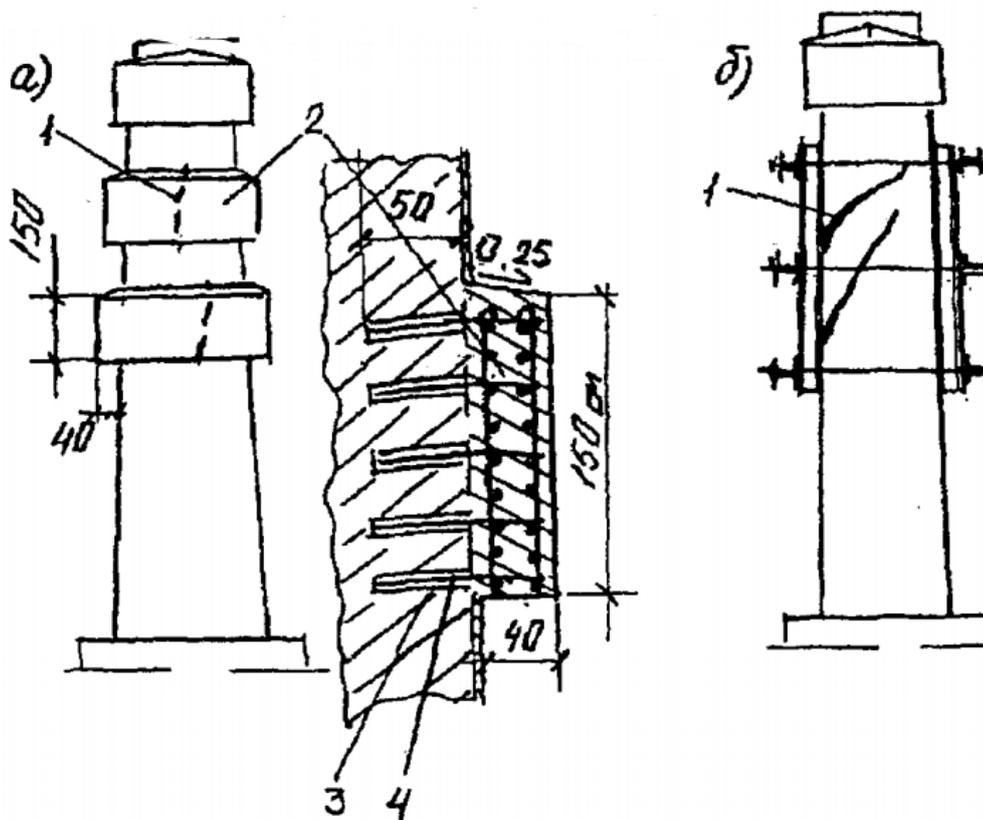


Рисунок 4 – Железобетонные пояса и стальные бандажи опоры:  
 а – пояса; б – бандажи;  
 1 – трещина; 2 – конструкция пояса; 3 – скважина; 4 – анкер

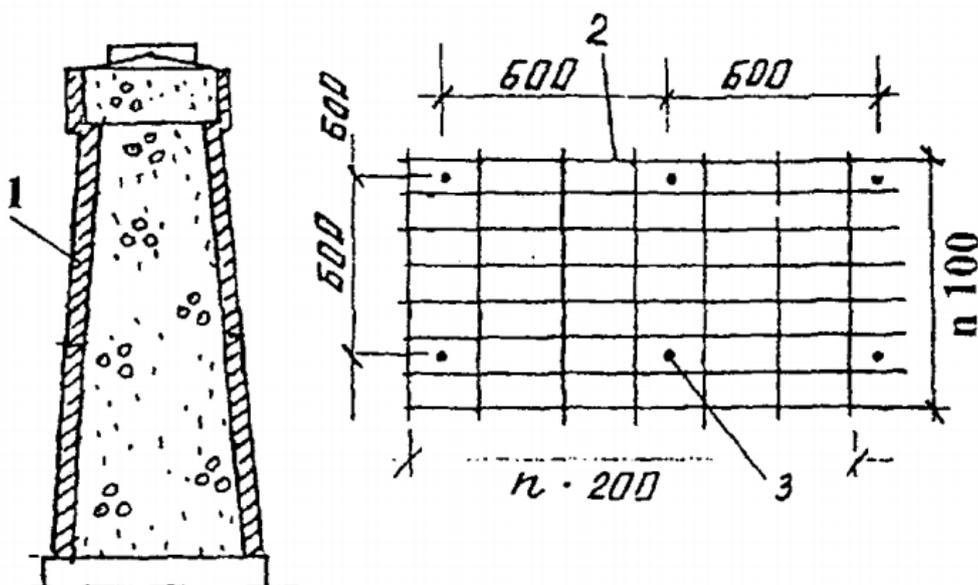


Рисунок 5 – Железобетонная рубашка опоры:  
 1 – рубашка; 2 – арматурная сетка; 3 – анкер, заделываемый в скважину

При выполнении ремонта **подводных частей** опор важно подобрать приемлемый состав бетонной смеси. Обязательной характеристикой бетона, используемого под водой, является его низкая проницаемость.

Анализ состояния существующего фонда транспортных сооружений показывает необходимость в дальнейшем изучении способов усиления несущих конструкций, особенности применимости способов усиления к различным видам конструктивных решений, выявление резервов несущей способности усиленных конструкций, а также оценки их долговечности после восстановительных работ.

#### Литература:

1. Саламахин П.М. Инженерные сооружения в транспортном строительстве. Книга 2. Москва : Издательский центр «Академия», 2007. 135 с.
2. Пример разработки проекта ремонта железобетонного моста: учеб. пособие / И.Г. Козлов, С.В. Ситников, А.Н. Пестряков, А.Н. Маринин Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2005. 194 с.
3. Бокарев С.А., Засухин И.В. К вопросу о долговечности массивных опор мостов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 5. С. 185-197.
4. Кокодеев А.В., Овчинников И.Г. Обследование, мониторинг, выполнение ремонтных и восстановительных работ на подводных частях транспортных сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2014. Саратов. №5(24).
5. Алферов В.И., Скворцов В.О. Механизмы классификации работ при ремонте мостовых сооружений // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. №6.