

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

II издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 3 – 5 июня 2014 г., Украина (Львовская область, п. Рудно)

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 21 – 24 октября 2014 г., Комитет ОСЖД (Республика Польша, г. Варшава)

Дата вступления в силу: 24 октября 2014 г.

Примечание: Теряет силу I издание Памятки от 16.11.2001 г.

**Р
774/9**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА КАМЕННЫХ
И БЕТОННЫХ ОПОР МОСТОВ**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Рекомендации устанавливают основные требования по ремонту каменных и бетонных опор железнодорожных мостов с силовыми трещинами и охватывают вопросы выбора материалов, оборудования, технологии приготовления рабочих составов и производства ремонтных работ.

1.2. Основными причинами появления трещин в кладке каменных и бетонных опорах мостов являются:

- воздействие временной нагрузки, превышающей предельную;
- распучивание грунта засыпки между обратными стенками, недостаточный водоотвод с подферменных площадок и балластных корыт;
- неравномерное опирание опорных частей, неисправность (заклинивание) подвижных опорных частей;
- долговременная ползучесть бетонов;
- низкое качество материала кладки.

Развитие трещин усиливается под воздействием атмосферных и гидрогеологических факторов (атмосферных осадков, замораживания и оттаивания, капиллярного поднятия и т.п.).

1.3. При ремонте опор должны устраняться неисправности и их причины их вызвавшие.

1.4. Для восстановления целостности опор могут применяться:

- локальное армирование трещин кладки;
- заделка швов кладки полимерцементным или цементным раствором;
- цементация опоры суперпластифицированной цементно-водной суспензией (СПЦВС), инъектирование полиуритановыми, эпоксидными композитными составами;
- устройство железобетонных поясов или рубашки;
- наружная гидроизоляция подферменной площадки и швов кладки полимерной композицией;

1.5. Работы должны выполняться в теплое время года. Среднесуточная минимальная температура должна соответствовать техническим условиям на применяемые материалы.

2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РЕМОНТА

2.1. Локальное армирование кладки

Локальное армирование кладки производят п-образными стержнями из высокопрочной проволоки Ø3мм, которые устанавливают в прорези в камнях кладки, предварительно устроенные поперек трещин, с заделкой полимеркомпозитным раствором (рис.1).

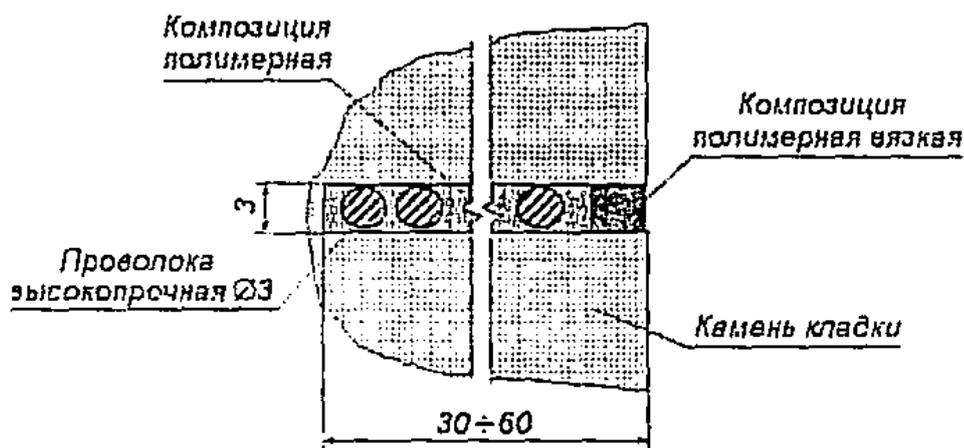


Рис.1

Рис. 1. Схема локального металлополимерного армирования кладки поперек трещины в предварительно устроенной прорези в камне

В камнях кладки поперек трещин с помощью угловой шлифовальной машины устраивают прорезы длиной 500 мм, глубиной 30-60 мм, шириной 4-5 мм. Прорезы и швы кладки возле них продувают сжатым воздухом. Ниже уровня прорезей швы кладки промывают водой и заделывают цементным раствором. Заделка необходима для предотвращения вытекания полимерной композиции в шов при устройстве металлополимерного армирования.

После отвердевания раствора в швах в каждую прорезь на эпоксидной композиции вклеивают стержни, изготовленные из высокопрочной проволоки. При этом сначала композицию вводят в прорезь с помощью шпателя, тщательно втирая ее в поверхность камня, затем устанавливают проволоки, обмазанные композицией с помощью кисти. При установке проволок по мере необходимости в прорезь вводят новые порции композиции. После установки последней проволоки прорезь заделывают эпоксидной композицией, загущенной добавлением минеральной ваты для предотвращения вытекания.

2.2. Расшивка швов кладки полимерцементным или цементным раствором.

Поврежденный раствор из швов каменной кладки удаляют с помощью перфоратора на глубину 50-100 мм. Аналогично разделяют трещины в бетонных опорах, устраивая чеканочную канавку. При этом следует следить, чтобы боковые поверхности канавки располагались перпендикулярно наружной поверхности опоры.

Перед укладкой раствора шов промывают водой и продувают сжатым воздухом.

Для расшивки рекомендуется использовать цементно-песчаный раствор с оптимальными показателями свойств, полимерцементные шпатлевки композиции типа "Монолит.3.ПУ.ИН'ЄКТ-02-1" и цемента, сухие смеси заводского изготовления типа ЕМАКО, применение которых гарантирует высокое качество ремонтных работ.

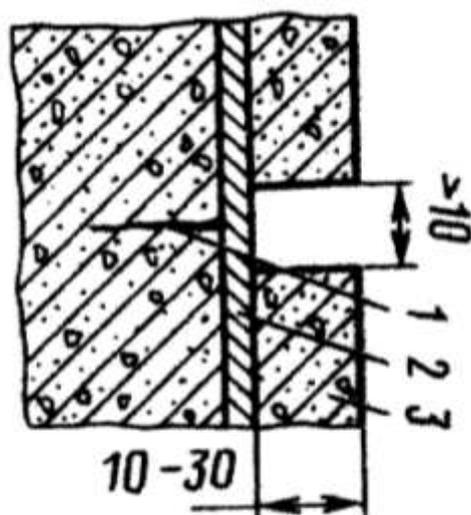


Рис 2. Разделка трещины. Устройство чеканочной канавки.



Рис 3. Грунтовка трещины с использованием полиуретановой композиции Монолит



Рис 4. Каменная опора после ремонта с использованием комплекта материалов Монолит

2.3. Цементация кладки

Расположение и размеры скважин для цементации, последовательность и режим нагнетания, состав раствора, должны быть указаны в проекте.

Давление раствора при цементации кладки

Трещиноватость кладки (по водопоглощению)	Удельное водопоглощение л/мин	Расстояние между скважинами (м)	Давление раствора, МПа в зонах		
			не смачиваемых водой	временно смачиваемых водой	постоянно смачиваемых водой
крупная	5-10	1,5-2,0	0,6	0,7	0,8
средняя	1-5	1,2-1,5	0,7	0,9	1,0
мелкая	<1	1-1,2	0,9	1,0	1,

Цементацию кладки опор рекомендуется проводить суперпластифицированной цементно-водной суспензией (СПЦВС), специальными полиуретановыми композициями типа Монолит-инект, а также эпоксидными композитными составами.

Цементацию кладки обычно проводят в комплексе с работами по расшивке трещин. При этом инъекционные скважины (шпуры) устраивают перед расшивкой швов. В устьях скважин устанавливают ниппели (пакеры), и после их установки выполняют работы по расшивке швов одновременно закрепляя ниппели.



Рис 5. Скважины для цементации опоры

Для уточнения проектных данных в данных местах кладки должны быть пробурены и испытаны на удельное водопоглощение не менее 10 % от общего числа скважин. Удельное водопоглощение выражается количеством воды, поглощенной в 1 минуту скважиной, приведенным к 1 пог. м. скважины, и определяется по формуле

$$q = \frac{Q}{Hl}.$$

где: q – удельное водопоглощение, л/мин
 Q – полное фактическое водопоглощение, л/мин
 l – глубина скважины, м;
 H – давление водяного столба, м

Наклон скважин к вертикали должен составлять 15° (сверху вниз к горизонту). Скважины промывают водой под давлением 0,2 МПа до момента, пока вода, текущая из скважины, не будет чистой, затем продувают сжатым воздухом под давлением 0,2 МПа в течение 10 мин. Промывку и продувку скважин ведут сверху вниз. Запрещено промывать водой кладку фундаментов на высоту 2 м от подошвы.

Инъекторы и разводящая сеть должны быть испытаны давлением, в 1,5 раза превышающим максимальное и надежно закреплены в скважинах.

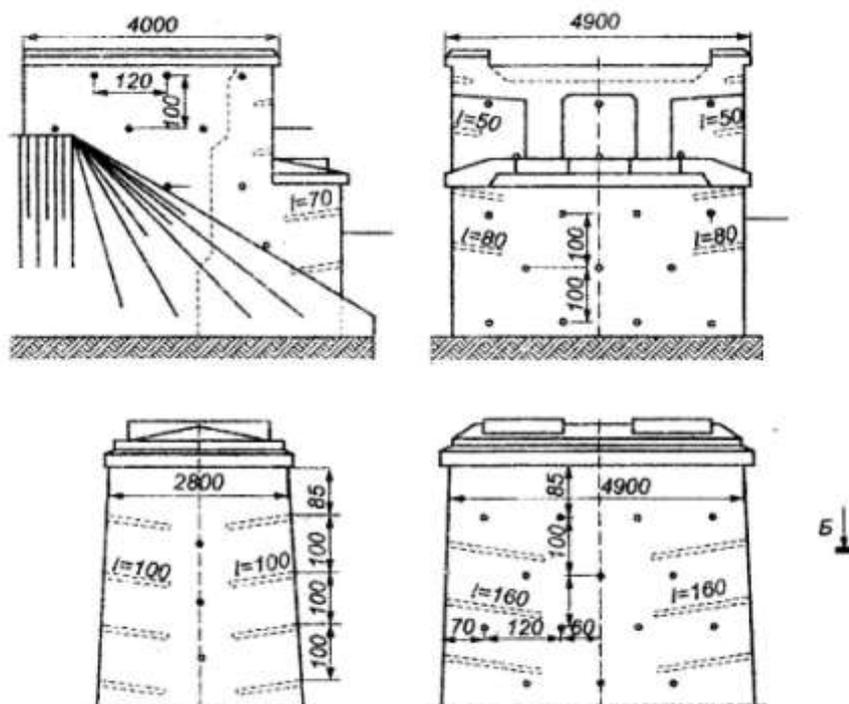


Рис. 6. Схема скважин при цементации устья и промежуточной опоры.

Диаметр скважин определяется проектом и в зависимости от индивидуальных условий составляет от 10 до 40 мм.

Нагнетание раствора ведут насосами снизу вверх и от середины к краям. Нагнетание в одну скважину следует вести до заполнения без перерыва. При утечке раствора за пределы кладки делают перерыв около 12 часов, после чего нагнетание продолжают при пониженном давлении.



а.



б.

Рис. 7. Опора малого моста. а – до ремонта; б – после ремонта с использованием комплекса «Монолит».

2.4. Устройство железобетонных поясов или рубашки.

Для усиления опор с трещинами, развивающимися под влиянием нагрузки и снижающими прочность опоры, применяются «пояса», закрепляющие отделяемые трещинами части опор. «Пояса» применяются также для предупреждения появления трещин при изменении условий работы частей опор.

«Пояса» обычно делаются из железобетона или металла.

«Пояса» устанавливаются на опорах (промежуточных или устоях):

- под подферменными площадками, если раскрытие трещин под площадкой уменьшается книзу;

- у обреза фундамента, если трещины происходят от неравномерного оседания фундаментов;

- по верху обратных и шкафных стенок, если они отделяются друг от друга трещинами.

Для усиления промежуточных опор с трещинами (в ряде случаев) и для замены разрушенной облицовки опор применяются также железобетонные «рубашки».

Арматуру железобетонных «поясов» и «рубашек» нужно надежно прикреплять к старой кладке штырями или анкерами. Концы штырей должны быть заершены или расшплинтованы, а анкера снабжены устройством для заклинивания в шпуре (например, расщепленный конец, расширяющийся клином при забивании анкера в шпур).

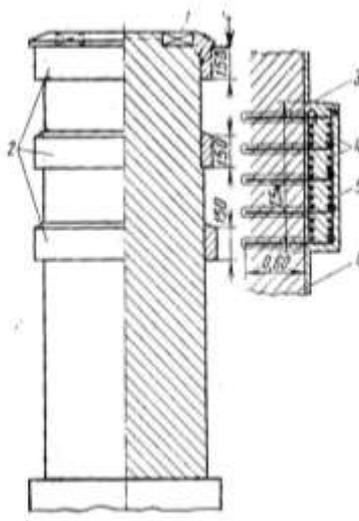


Рис 8. Усиление промежуточной опоры железобетонными поясами:
1- подферменник; 2- железобетонные пояса; 3- анкера; 4 – продольная арматура;
5 – хомуты; 6 – штукатурный слой.

Арматура железобетонных «поясов» и «рубашек» состоит из стержней различных диаметров (чаще 12 – 22 мм). Расположение и прикрепление арматуры «поясов» в общем такое же, как и у железобетонных облицовок - «рубашек», с той лишь разницей, что у «рубашек» устанавливаются вертикальные стержни, а у «поясов» вместо вертикальных стержней — хомуты (высота поясов обычно около 1м).

Для устройства «поясов» и «рубашек» применяют бетон класса не менее В-20. Рекомендуется использовать безусадочные сухие смеси заводского изготовления типа ЭМАКО S88, ЭМАКО S66, содержащие полимерную фибру, позволяющие за счет повышенной прочности (до 70МПа на 28 сутки) значительно сократить объемы работ при гарантии надежности.

Поверхность кладки опоры в местах установки «поясов» и «рубашек» должна быть очищена и насечена.

К устройству «рубашек» рекомендуется прибегать в основном в случаях разрушенной и слабой облицовки.

«Пояса» могут быть выполнены из металлических элементов. Но такие конструкции следует рассматривать как временные, обеспечивающие безопасность движения в период до проведения капитального ремонта (рис 8)



Рис. 9. Усиление опоры металлическим поясом.

2.5. Гидроизоляция подферменной площадки и швов кладки полимерной композицией

Для повышения долговечности каменных и бетонных конструкций, защите от вредных атмосферных воздействий их наружную поверхность следует покрывать пропиточными и защитными составами.

Рекомендуются составы полимерные на основе эпоксидной смолы, композиции полиуретановые пропиточные типа «Монолит.3» для гидроизоляции, химической защиты и упрочнения пористых материалов, системы Мастерсил и пр.

Пропиточные составы наносят на отремонтированную очищенную поверхность вручную кистью или с помощью краско пульты.

3. СВЕДЕНИЯ О ПРИМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛАХ И СОСТАВАХ

3.1. Суперпластифицированная цементно-водная суспензия (СПЦВС) – водоцементный раствор с добавкой суперпластификатора SL. Применяется для цементации кладки и для расшивки швов. Особо низкий показатель водоцементного отношения - 0,3+0,35, обеспечивающими прочностью затвердевшей СПЦВС и раствора на сжатие - более 40 МПа, водонепроницаемость - более 8 атм (W-8), морозостойкость - более 300 циклов(F-300).

3.2. Пропиточный состав ПС-1 – применяется для поверхностной пропитки кладки и бетонных конструкций.

Исходные компоненты	Состав, масс, ч.
смола эпоксидная ЭД-20	100
отпердитель УП-583Д	25
каменноугольная смола КУС	150
ацетон	80

3.3. Пропиточный состав Монолит.3.ПУ.ПГЗ-02 – полиуритановая пропиточная композиция для гидроизоляции и химической защиты, применяется для поверхностной пропитки кладки и бетонных конструкций.

3.4. Защитный состав ЗС-3 - эпоксидная композиция для изоляции каменных, бетонных поверхностей, защиты от влияния атмосферных воздействий:

Исходные компоненты	Состав, масс, ч., для состава: окрасочного (ЗС-3)
смола эпоксидная ЭД-20	100
отпердитель УП-583Д	25
каменноугольная смола КУС	150
Портланд цемент ПЦ	100

3.5. Проникающая гидроизоляция MASTERSEAL (BASF) отличается повышенной стойкостью к агрессивной водной среде.

3.6. Безусадочные быстротвердеющие бетонные смеси серии Эмако- используются при ремонте бетонных и железобетонных конструкций. Модификации составов Эмако имеют универсальные характеристики, что обеспечивает их применение в самых разных условиях.

4. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ:

- электроперфоратор с комплектом буров;
- угловая шлифовальная машина (штраборез), укомплектованная дисками для резания камня;
- компрессор производительностью около 0,5 м³/мин, шланги к нему;
- ручной шприц-насос для инъектирования эпоксидных композиций, шланги и инъекционные патрубки к нему;
- насос для нагнетания СПЦВС, шланги, краны и инъекционные патрубки в комплекте;
- подмости или леса по проекту.