



**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»  
(ОАО ЦНИИС)**

## **РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ**

**БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЁТОМ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ**

**(Второе издание, переработанное и дополненное)**

**Москва 2010**

ОАО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»  
(ОАО ЦНИИС)

*Утверждаю:*  
*Зам. генерального директора*  
*по научной работе -*  
*Главный инженер*  
*д-р техн. наук, проф. А.А. Цернаит*

**РУКОВОДСТВО  
ПО РЕМОНТУ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
С УЧЕТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ  
МАТЕРИАЛОВ**

(Второе издание, переработанное и дополненное)

Москва  
2010

Руководство по ремонту бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений с учетом обеспечения совместимости материалов (второе издание, переработанное и дополненное) – М., ЦНИИС, 2010, с. 182.

© ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» (ОАО ЦНИИС), 2010 г.

Подписано в печать 20.04.2010.  
Формат: 60х90/32  
Объем: 5,6875 усл. печ. л.  
Тираж 2000 экз.  
Заказ № 34750

Отпечатано в типографии «Лакшери Принт»  
115114, Москва, ул. Дербеневская, 20, стр.2  
Тел. (495) 424-64-79

## Содержание

Предисловие. . . . .	4
1. Общие положения. . . . .	6
2. Основные виды повреждений, дефектов и трещин. . . . .	12
3. Выбор материалов для ремонта бетонных и железобетонных конструкций. . . . .	22
4. Материалы для производства ремонтных работ. . . . .	38
5. Приготовление ремонтных растворов и бетонных смесей и подача их к месту использования. . . . .	88
6. Производство ремонтных работ. Оборудование и оснастка для ремонтных работ. . . . .	100
7. Контроль качества работ. . . . .	160
8. Техника безопасности при производстве ремонтных работ. . . . .	167
ПРИЛОЖЕНИЕ. Классификация трещин и дефектов, возни- кающих в ходе строительства массивных и крупноразмерных конструктивных элементов транспортных сооружений. . . . .	174
Список использованной литературы. . . . .	181

## ПРЕДИСЛОВИЕ

За последние 30-40 лет требования к ремонту бетонных и железобетонных конструкций существенно повысились. Для обеспечения выполнения повышенных требований в Европе разработан Европейский стандарт EN 1504, который реализован национальными органами по стандартизации 28 европейских стран ещё до 1 января 2009. Достоинством этого стандарта является то, что на основе правильного концептуального подхода определены базовые правила, которые должны использоваться по отдельности или в сочетании при ремонте или защите бетонных наземных, подземных, надводных или подводных сооружений, а также определены требования к идентификации, рабочим характеристикам (включая срок службы) и безопасности материалов и систем, которые должны использоваться в конструкционном и неконструкционном ремонте бетонных сооружений. В России, где техническое нормирование пока не получило должного развития, нормативные документы часто разрабатываются исходя из узковедомственных интересов, а средства на их разработку распыляются без учета возможности использования коллективного разума, что снижает уровень разработки этих документов и их значимость.

Настоящее Руководство разрабатывалось Научно-исследовательским институтом транспортного строительства при участии ООО «БАСФ Строительные системы» как рекомендательный технический документ, направленный на улучшение качества ремонтных работ, выполняемых как на стадии возведения транспортных сооружений, так и при их эксплуатации.

На стадии возведения конструктивных элементов обычно осуществляются устранение дефектов, допущенных в ходе строительства, и лечение трещин. На стадии эксплуатации осуществляют различные виды ремонтов, в т.ч. ремонты, связанные с восстановлением и увеличением несущей способности отдельных конструкций или сооружения в целом. Во всех случаях ремонт должен быть выполнен качественно, гарантировать установленную долговечность и продолжительность межремонтных сроков. Опыт показывает, что указанные требования не всегда выполняются. Основными причинами этого являются неправильный вы-

бор ремонтных материалов и методов проведения ремонта. Настоящее Руководство направлено на улучшение технического обслуживания бетонных и железобетонных конструкций, обеспечивающего гарантию проектного срока службы конструкций. При разработке новой редакции Руководства сделана попытка учесть основные положения концептуального подхода к ремонту конструкций, использованные при составлении Европейского стандарта EN 1504 и предложен ряд новых материалов для практического использования при выполнении работ. Кроме указанных материалов возможно и применение материалов других фирм, соответствующим образом сертифицированных и удовлетворяющих требованиям Европейского стандарта EN 1504 и, в известной мере, настоящего Руководства.

Первую редакцию Руководства, выпущенного в 2005 г., разработали А.Р. Соловьянчик, А.А. Цернант, С.А. Шифрин и А.С. Бейвель (ОАО ЦНИИС), Л.Н. Козлов и О.Н. Тоцкий (ОАО «Строительные системы») и В.Н. Федосеев (ГУП «Гормост») г. Москва.

Предлагаемую редакцию Руководства, созданную на базе первой редакции, представили доктора технических наук А.Р. Соловьянчик и А.А. Цернант, канд. техн. наук А.С. Бейвель и инж. Д.Е. Нагорный (ОАО ЦНИИС), канд. техн. наук А.В. Гинзбург (НПО «Космос»), канд. техн. наук Л. Тойхерт и инж. М.В. Закржевский (ООО «БАСФ Строительные системы»).

Руководство предназначено для научных и инженерно-технических работников организаций, осуществляющих проектирование, строительство и научное сопровождение ремонта транспортных сооружений из сборного и монолитного железобетона, а также организаций, осуществляющих технический надзор за ходом ремонтных работ.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Ремонт железобетонных конструкций транспортных сооружений осуществляют как на стадии их возведения, так и при их эксплуатации. На стадии возведения конструктивных элементов обычно осуществляют доведение конструкций до кондиции, связанной с устранением дефектов, допущенных в ходе строительства, и лечением трещин. На стадии эксплуатации осуществляют различные виды ремонтов, в т.ч. ремонты, направленные на восстановление и увеличение несущей способности отдельных конструкций или сооружения в целом.

1.2. Во всех случаях ремонт должен быть выполнен качественно, гарантировать установленную долговечность и продолжительность межремонтных сроков. Достигнуть этого возможно только при условии знания и правильного учета физико-технических основ обеспечения требуемого качества работ или другими словами: при обеспечении организационно-технической стороны вопроса с одной стороны и правильного выбора материалов и технологии работ для ремонта, учитывающих особенности взаимодействия ремонтного материала с ремонтируемым, с другой.

1.3. Выполнение работ на всех стадиях инвестиционного цикла должно регулироваться общими правилами, находящимися в рамках определенных нормативно-технических документов, правил и пособий.

1.4. Настоящее Руководство предназначено для применения при разработке проектов ремонта бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений и объектов другого назначения, составлении технологических регламентов и непосредственно при производстве работ по ремонту на объектах с учетом обеспечения совместимости материалов. Основные требования по обеспечению принципов совместимости материалов, приготовленных на основе цемента, изложены ниже в главе 3. Применение других материалов, не входящих в группу совместимых, допускается в тех случаях, когда совместимые материалы по определенным причинам не могут гарантировать высокое качество ремонтных работ.

1.5. Для обеспечения эффективного ремонта эксплуатируемых бетонных и железобетонных конструкций необходимо иметь определенную концепцию, четко устанавливающую последовательность выполнения различных работ. Работу рекомендуется выполнять поэтапно.

На первом этапе на основе проведения натурных обследований устанавливают причины и степень разрушения конструкций.

На втором этапе следует изучить требования заказчика, условия использования и эксплуатации сооружения. Без этих данных нельзя определить критерии назначения свойств материалов.

На третьем этапе следует выполнить обзор свойств материалов, которые могут быть использованы для ремонта.

На четвертом этапе следует определить эксплуатационные требования к материалам и установить их приоритеты.

На пятом этапе необходимо составить итоговое заключение.

1.6. На основании результатов проведенных обследований, классификации выявленных дефектов и повреждений и требований заказчика следует составить техническое задание на разработку проекта ремонтных работ. При этом в техническом задании должны быть указаны: ожидаемое время эксплуатации объекта, продолжительность межремонтных сроков, ожидаемая стоимость работ. Если по каким либо причинам в техническом задании не указывается ожидаемая стоимость ремонтных работ, то она устанавливается при составлении проектно-сметной документации.

1.7. При разработке проектно-сметной документации необходимо установить способы ремонта конструкций в зависимости от вида и степени повреждений, причин их возникновения и степени влияния на несущую способность отдельных конструктивных элементов и конструкций в целом, а также используемые для ремонта материалы.

На бетонных и железобетонных конструкциях эксплуатируемых сооружений различают пять степеней повреждений, а на арматурной стали – три вида коррозии.

1-я степень – загрязнения на поверхности бетона (следы масел, жиров, моха или водорослей), усадочные трещины и раковины, незначительная карбонизация без визуально наблюдаемых

отдельных выколов, но при этом обеспечена высокая прочность бетона;

2-я степень – обветшавшая, шелушащаяся или раскрошившаяся поверхность с усадочными трещинами и небольшими сколами бетона, прочность бетона на 10-15% ниже проектной марки, малая степень карбонизации, выражающаяся в наличии на поверхности визуально наблюдаемых выколов;

3-я степень – ржавчина и трещины неактивные до 0,2 мм на бетонной поверхности, отдельные сколы, прочность бетона на 15-20% ниже проектной, сильная карбонизация, выражающаяся в наличии на поверхности бетона визуально наблюдаемых сплошных выколов;

4-я степень – активные и неактивные трещины размером более 0,2 мм, многочисленные сколы бетона, оголение арматуры, прочность бетона более чем на 20% ниже проектной, сильная карбонизация, выражающаяся в наличии на поверхности бетона продуктов его разрушения в виде сталактитов;

5-я степень – рыхлый бетон с оголенным и не прочно закрепленным заполнителем, открытая арматура, глубокие сколы, при простукивании молотком «глухой» звук, указывающий на наличие пустот, полная потеря бетоном прочности в отдельных местах.

На арматурной стали наблюдают три вида коррозии:

равномерную сплошную в сплавах, не образующих защитных окисных пленок или образующих рыхлые пленки;

неравномерную сплошную в многофазных сплавах;

локальную в виде пятен, точек, язв в виде вспучивания и расслоения металла, межкристаллитную и избирательную.

1.8. Одной из важнейших задач при проведении ремонтных работ является выбор ремонтного материала.

В любом случае надо учитывать для какой цели выбирается материал: для конструкционного или неконструкционного ремонта, восстановления геометрической формы, выполнения защитных свойств и т.п.

Обычно необходимый ремонтный материал выбирают на основании технико – экономического обоснования с учетом требований, учитывающих условия эксплуатации и продолжительность межремонтных сроков. Однако в условиях рыночной

экономики выбор материала часто определяется финансовыми возможностями инвестора и его субъективными пожеланиями по использованию определенных материалов, а также с учетом элементов риска, связанного с недостаточным знанием условий последующей эксплуатации объектов и фактических технических характеристик широко разрекламированных новых материалов. Тендер на производство работ может выиграть организация толком не знающая сущность проблемы ремонта, что недопустимо. И это должен учитывать заказчик.

1.9. Необходимо стремиться ремонтировать конструкции с использованием материалов, подобных материалу ремонтируемой конструкции. При выборе материала необходимо не просто соблюдать это правило, но и обеспечивать четко требования по совместимости материалов, так как одинаковые материалы по ряду признаков могут быть несовместимыми.

1.10. Значительные затруднения часто возникают при ремонте различного вида трещин в бетоне как в возводимых, так и в эксплуатируемых объектах.

1.11. При выборе способов ремонта трещин обязательно нужно учитывать является ли трещина активной (дышащей) при приложении временных или температурных нагрузок или она является неактивной, т.е. не меняет раскрытия при приложении нагрузок.

1.12. При разработке способов производства работ необходимо учитывать, что следует обеспечить в полном объеме восстановление защитного слоя и герметизацию всех трещин, расположенных на открытых поверхностях бетона.

1.13. Поверхностные трещины, не влияющие на прочность и коррозионную стойкость конструкций, рекомендуется заделывать путем нанесения на бетон герметизирующих составов.

1.14. Герметизация трещин с раскрытием до 0,3 мм и расположенных на боковых, закрытых сверху и нижних поверхностях конструкций осуществляется только после устранения возможности фильтрации воды в них и образования потеков на этих трещинах.

1.15. Трещины, изменяющие свое раскрытие при приложении временных или температурных нагрузок до 0,3 мм, рекомендуется герметизировать жесткими составами.

1.16. Трещины, изменяющие ширину раскрытия при приложении временных или температурных нагрузок на величину более 0,3 мм, рекомендуется герметизировать эластичными составами, имеющими относительное удлинение при разрыве не менее 50%. К таким трещинам относят температурно-усадочные трещины в стенах и перекрытиях, раскрывающиеся под действием временных и температурных нагрузок.

1.17. Трещины, имеющие при температуре наружного воздуха 5 ... 10°C раскрытие 0,3 мм и более, рекомендуется инъецировать полимерными растворами. При этом если трещина меняет величину раскрытия, то обязательно следует применять эластичные инъекционные растворы.

1.18. Время лечения трещин должно устанавливаться индивидуально после проведения натурных обследований и классификации трещин.

Температурные трещины в подпорных стенах и стенах тоннелей не допускается ремонтировать при температурах наружного воздуха и бетона выше плюс 10°C. Такие трещины следует ремонтировать при температуре бетона конструкций, равной 5 ... 10°C.

1.19. Если на поверхности бетона наряду с неглубокими неактивными трещинами имеются сколы, раковины, участки шелушения, поверхностный слой подлежит удалению и замене.

1.20. Заделку трещин можно начинать только после исправления дефектов гидроизоляции и водоотвода, а также после удаления воды, скопившейся в полостях, порах и трещинах бетона (бетон должен быть сухим). В случае если бетон высушить не удастся, трещины рекомендуется лечить с использованием материалов, обеспечивающих герметизацию и надежное сцепление с бетоном ремонтируемого конструктивного элемента в присутствии воды и обладающих высокой проникающей способностью (эластичные эпоксидные смолы ЭЛД 283 и ЭЛД 552).

Указанные виды эластичных эпоксидных смол и других синтетических эластичных герметиков используют также при лечении активных трещин и для защиты бетона от намокания.

1.21. Способ ремонта выбирают в зависимости от влияния повреждений на несущую способность и долговечность сооруже-

ний с учетом величины раскрытия трещин. Повреждения по характеру влияния на конструкции следует разделить на группы.

1.22. Поверхностные повреждения в зависимости от их величины, места нахождения и типа конструкции ремонтируют с устройством или без устройства опалубки.

1.23. При значительной коррозии арматуры осуществляют установку новой арматуры или усиливают существующую.

1.24. Дополнительная арматура устанавливается при восстановлении или увеличении несущей способности конструктивных элементов.

1.25. Организации, ведущие обследование конструкций, разработку проектов ремонтных работ, составление технологических регламентов и осуществляющие ремонтные работы, должны иметь лицензии на право выполнения таких работ.

## **2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ, ДЕФЕКТОВ И ТРЕЩИН**

2.1. В процессе возведения конструктивных элементов транспортных сооружений после укладки и выдерживания бетона этим элементам следует придать товарный вид, удовлетворяющий требованиям нормативных документов. Обеспечение этих требований в одних случаях состоит в исправлении только поверхностных дефектов и заполнении раствором отверстий от болтов, очистке, окраске и офактуровке поверхности, а в других случаях необходимо ликвидировать большие и глубокие дефектные места, требующие значительных затрат труда и материалов. В связи с этим необходимо иметь четкую классификацию дефектов и трещин. Характерные дефекты и причины их образования в строящихся объектах, например, при строительстве тоннелей установлены ещё в 2000 г. при разработке «Руководства по устранению дефектов и лечению трещин при возведении крупноразмерных железобетонных конструктивных элементов транспортных сооружений» и перечислены ниже.

2.2. Выступы на поверхности бетона образуются из-за неправильной установки опалубки, недостаточной её жесткости или низкого качества.

2.3. Наплывы из бетона или раствора образуются при недостаточной герметичности опалубки.

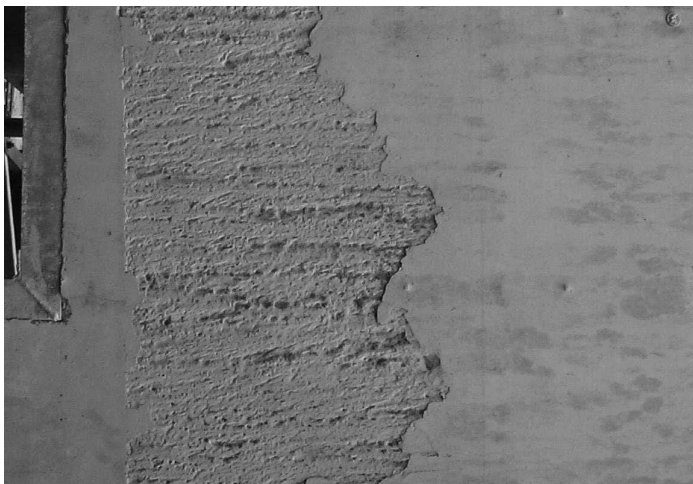
2.4. Недостаточная толщина или отсутствие защитного слоя наблюдается при неправильной установке или смещении опалубки, срыве защитного слоя, отсутствии прокладок «сухарей» и т.п. (рис.1 и 2).

2.5. Раковины на поверхности бетона образуются вследствие недостатка раствора, скопления воды и воздуха вблизи опалубки, недостаточного уплотнения бетона (рис.3 и 4).

Большая щебенистость бетона возникает при расслоении бетонной смеси, неоправданно высокой жесткости бетонной смеси, вытекании цементного молока и т.п.



*Рис. 1. Участок стены с оголенной арматурой*



*Рис. 2. Срыв защитного слоя на поверхности стены*



*Рис. 3. Щебенистость на поверхности стены и полости, незаполненные бетоном*



*Рис. 4. Непровибрированные участки стены*

2.6. Полости в бетоне образуются из-за зависания бетонной смеси на арматуре и опалубке, а также в местах устройства технологических швов, при преждевременном схватывании ранее уложенного бетона и недостаточной подготовке основания при укладке вышележащих слоев бетона (рис.5).

2.7. При недостаточном влажностном уходе за бетоном образуются усадочные трещины (рис.6).

2.8. При строительстве в бетонных конструкциях возникают трещины различного происхождения: конструктивные, технологические и организационно-технологические.

Основные виды трещин конструктивного и технологического происхождения, обнаруженных при строительстве Волоколамского, Гагаринского, Лефортовского, Серебряноборского тоннелей, а также тоннелей в районе Ленинградского проспекта, их классификация и причины их возникновения приведены в Приложении.

2.9. При выполнении работ по лечению трещин всегда нужно учитывать, что все сквозные технологические температурные трещины, возникшие в зоне защемления, а также трещины в наружных стенах, возникшие в рабочих швах, следует лечить в весенний или осенний периоды года, когда температура наружного воздуха составляет плюс 6 ... 12°C, а температура бетона не превышает плюс 8 ... 10°C.

2.10. Трещины конструктивного происхождения, вызванные завывшением допустимых расстояний между температурно-деформационными швами, следует лечить в осенний или весенний периоды года.

2.11. Трещины, возникшие в процессе строительства и не меняющие величины своего раскрытия при приложении температурных и строительных нагрузок без дополнительных перегрузок, при использовании традиционных ремонтных материалов допускается лечить по мере их возникновения в соответствии с необходимостью и возможностями строительной организации при температуре бетона не ниже плюс 5°C.

2.12. В эксплуатируемых конструкциях транспортных сооружений повреждения разделяют по характеру влияния на несущую способность на три группы.



*Рис. 5. Зависание бетонной смеси в зоне «сухарей»*



*Рис. 6. Усадочные трещины на поверхности стены автодорожного тоннеля*

I группа – повреждения, практически не снижающие прочность и долговечность конструкции (поверхностные раковины, пустоты; трещины, в том числе усадочные и учтенные расчетом, раскрытием не свыше 0,2 мм, а также те, у которых под воздействием временной нагрузки и температуры раскрытие увеличивается не более чем на 0,1 мм; сколы бетона без оголения арматуры и т.п.);

II группа – повреждения, снижающие долговечность конструкции (коррозионно-опасные трещины раскрытием более 0,2 мм и трещины раскрытием более 0,1 мм, в зоне рабочей арматуры предварительно напряженных пролетных строений, в том числе и вдоль пучков под постоянной нагрузкой; трещины раскрытием более 0,3 мм под временной нагрузкой; пустоты раковины и сколы с оголением арматуры; поверхностная и глубинная коррозия бетона и т.п.);

III группа – повреждения, снижающие несущую способность конструкции (трещины, не предусмотренные расчетом ни по прочности, ни по выносливости; наклонные трещины в стенках балок; горизонтальные трещины в сопряжениях плиты и пролетных строений; большие раковины и пустоты в бетоне сжатой зоны и т.п.).

2.13. Повреждения I группы не требуют принятия срочных мер, их можно устранить нанесением покрытий при текущем содержании в профилактических целях. Основное назначение покрытий при повреждениях I группы – остановить развитие имеющихся мелких трещин, предотвратить образование новых, улучшить защитные свойства бетона и предохранить конструкции от атмосферной и химической коррозии.

2.14. При повреждениях II группы ремонт обеспечивает повышение долговечности сооружения. Поэтому и применяемые материалы должны иметь достаточную долговечность. Обязательной заделке подлежат трещины в зоне расположения пучков преднапряженной арматуры, трещины вдоль арматуры.

2.15. При повреждениях III группы восстанавливают несущую способность конструкции по конкретному признаку. Применяемые материалы и технология должны обеспечивать прочностные характеристики и долговечность конструкции.

2.16. Для ликвидации повреждений III группы, как правило, должны разрабатываться индивидуальные проекты.

2.17. При эксплуатации мостов наблюдают повреждения различных конструктивных элементов: опор, ригелей, пролетных строений (рис.7), опорных частей и т.д.

2.18. При эксплуатации маломассивных опор и ригелей чаще всего встречается разрушение защитного слоя, оголение арматуры и коррозия арматуры (рис.8).

2.19. При эксплуатации массивных опор наблюдают значительное количество различных повреждений. Например, при обследовании группой специалистов МИИТа опор недостроенного моста через Волгу в районе Кинешмы, где не осуществлялось текущее техническое содержание конструкций в течение 10 лет, обнаружено значительное количество различных дефектов:

- одиночные силовые трещины в контурных блоках;
- групповые силовые трещины в оголовках опор;
- температурно-усадочные трещины в оголовках опор, шкафных стенах, задних гранях устоев;
- усадочные трещины в ростверках, контурных блоках, крыльях устоев;
- сколы в контурных блоках и крыльях устоев;
- отслоение защитного слоя в контурных блоках;
- выщелачивание в ядре тела опор и оголовках, ригелях, опорных тумбах;
- раковины и каверны в контурных блоках, опорных тумбах;
- точечное свечение арматурных элементов в контурных блоках.

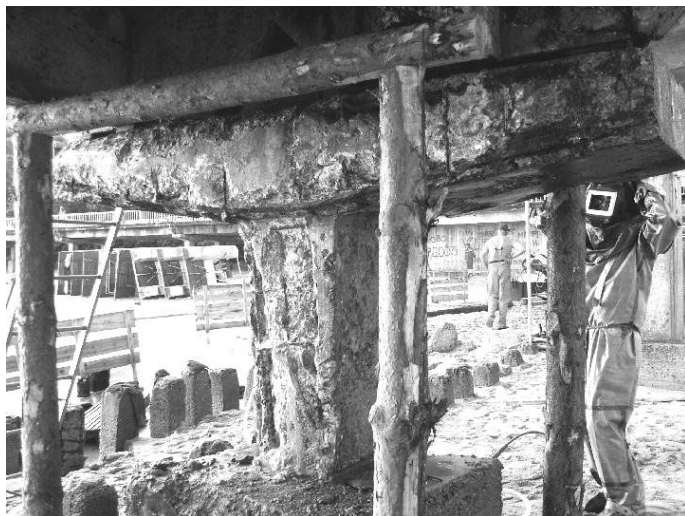
2.20. При обследовании массивных опор и пролетных строений рекомендуется составлять карты дефектов (рис.9) с использованием условных обозначений (рис.10) на этих картах.

2.21. При обследовании пролетных строений мостов и тепловодов наблюдается разрушение защитного слоя боковых поверхностей балок, наличие трещин на нижней и боковых поверхностях балок, значительное повреждение консолей.

2.22. При обследовании конструктивных элементов мостов значительные повреждения бетона обнаруживают в зоне расположения температурно-деформационных швов и в зонах, где нарушена гидроизоляция и иное покрытие.



*Рис. 7. Разрушение бетона пролетного строения*



*Рис. 8. Разрушение бетона маломассивной опоры с оголением и коррозией арматуры*

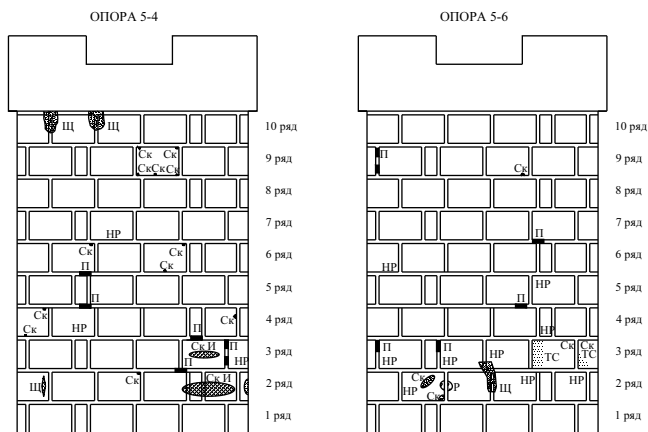


Рис. 9. Карта дефектов опоры № 5



Рис.10. Условные обозначения дефектов на картах

2.23. При обследовании бетона покрытий автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос чаще всего встречаются повреждения поверхностного слоя и в зоне различных видов швов. На автомобильных дорогах, кроме того, часто наблюдается ускоренное разрушение бордюрного камня.

2.24. На различных объектах могут наблюдаться и другие виды разрушений. Все они должны отражаться в дефектных ведомостях и картах и по каждому из них следует принимать конкретное решение по ремонту.

2.25. При содержании автомобильных мостов проводят классификацию ремонтных работ, увязанную с затратами на их выполнение. В частности, к содержанию моста предложено относить работы, стоимость которых не превышает 5% от стоимости строительства (балансовой стоимости), к мелкому ремонту – до 25%, к среднему ремонту – до 50%, к капитальному ремонту – до 75%, к реконструкции – свыше 75%. Опыт эксплуатации сооружений в течение последних 20 лет показал, что фактические стоимости работ укладываются в предложенные выше интервалы.

### **3. ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕМОНТА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

3.1. При выполнении ремонтных работ всегда следует учитывать, что выбор необходимых материалов для производства работ должен базироваться на результатах поэтапного многофакторного анализа и, в сущности, является процессом поиска компромисса, основанного на использовании достоверной технической информации, требований и финансовых возможностей инвестора (заказчика).

3.2. В ходе разработки технических решений по ремонту следует ориентироваться на современные материалы и технологии, обеспечивающие при условии правильного выбора продление срока службы конструкций от 15-20 до 30-40 лет.

При выборе ремонтного материала подлежат учету:

- степень ответственности элементов конструкции, включая зависимость несущей способности сооружения от их целостности;

- глубины разрушений;
- условия эксплуатации (температурный режим, влажность и агрессивность среды, динамические воздействия);
- эстетические требования;
- положение и доступность конструкции;
- объем подлежащих выполнению работ.

В любом случае нужно четко осознавать, что на выбор материалов может также повлиять вид проводимого ремонта: конструкционный или неконструкционный, при которых возможно выполнение таких работ, как

- устранение дефектов и лечение трещин, обнаруженных в ходе возведения объектов;
- косметический ремонт эксплуатируемых бетонных и железобетонных конструкций;
- текущий ремонт конструкций, не требующий восстановления их несущей способности;
- ремонт конструкций с восстановлением их несущей способности;

- ремонт конструкций с увеличением их несущей способности по отношению к несущей способности, заложенной в первоначальном проекте сооружения.

В России для проведения ремонтных работ часто используют материалы, выпускаемые совместными предприятиями, или ввозимыми из-за рубежа. В связи с этим при использовании этих и отечественных материалов рекомендуется учитывать требования Европейского стандарта EN 1504 к характеристикам ремонтных материалов на цементной основе, приведенные в табл.1.

3.3. Для обеспечения эффективного ремонта бетонных и железобетонных конструкций и выбора требуемых материалов необходимо разработать определенную концепцию, четко устанавливающую последовательность и условия выполнения работ, позволяющих обосновать правильный выбор материалов, необходимых для ремонта.

3.4. При разработке концепции ремонта необходимо иметь четкие требования заказчика на выполнение работ, где должна быть изложена информация об объекте, предполагаемом сроке службы, внешнем виде, особенностях использования объекта при выполнении работ, сроки выполнения работ и условия финансирования ремонтных работ.

3.5. При выборе материалов необходимо определить условия эксплуатации объекта с оценкой внешних факторов, включая погодные условия, химическую среду и временные нагрузки, что позволит определить требования к физико-механическим характеристикам материалов.

3.6. На выбор материалов могут повлиять погодные условия, доступ к месту нанесения материала, временные рамки выполнения работ и другие производственные условия.

3.7. Для выполнения ремонтных работ необходимо разработать и утвердить в установленном порядке проектно-сметную документацию. До начала разработки проекта следует провести обследование объекта или конструкций, которые необходимо ремонтировать. При этом обследование и установление причин и степени разрушения могут производиться, как это указывалось ранее, проектной или специализированной организацией, имеющей право на выполнение данного вида работ.

**Таблица 1**  
**Характеристики ремонтных материалов на цементной основе при конструкционном и неконструкционном ремонте по Европейскому стандарту EN 1504**

Рабочие характеристики	Метод испытания	Требования (Таблица 3 в части 3 EN 1504)				
		Конструкционный		Неконструкционный		
		Класс R4	Класс R3	Класс R2	Класс R1	
Прочность на сжатие	EN 12190	≥ 45 МПа	≥ 25 МПа	≥ 15 МПа	≥ 10 МПа	
Содержание ионов хлорида	EN 1015-17	≤ 0,05%				
Адгезионное сцепление	EN 1542	≥ 2 МПа	≥ 1,5 МПа	≥ 0,8 МПа		
Ограниченное сжатие/расширение	EN 12617-4	≥ 2 МПа	Адгезия		Нет требований	
		≥ 2 МПа	≥ 1,5 МПа	≥ 0,8 МПа		
Стойкость к карбонизации	EN 13295	d <sub>k</sub> ≤ контрольного бетона		Нет требований		
Совместимость тепловых свойств замораживание/оттаивание	EN 12617-4	Сила сцепления после 50 циклов				
Стойкость после удара грозового дождя	EN 12617-4	≥ 2 МПа	≥ 1,5 МПа	≥ 0,8 МПа		
		Сила сцепления после 30 циклов				
Совместимость тепловых свойств циклы работы в сухом состоянии	EN 12617-4	≥ 2 МПа	≥ 1,5 МПа	≥ 0,8 МПа		
		Сила сцепления после 30 циклов				
Модуль упругости	EN 13412	≥ 2 МПа	≥ 1,5 МПа	≥ 0,8 МПа		
		Нет требований				
Стойкость к скольжению	EN 13036-4	≥ 20 ГПа		Класс I ≥ 40 ед. изм. при испытании в мокром состоянии		
		Класс II ≥ 40 ед. изм. при испытании в сухом состоянии				
Капиллярная абсорбция	EN 13057	Класс III ≥ 55 ед. изм. при испытании в мокром состоянии				
		≤ 0,5 кг/м <sup>2</sup> ч <sup>0,5</sup>		≤ 0,5 кг/м <sup>2</sup> ч <sup>0,5</sup>		
		Нет требований				

*Примечание: при использовании указанной табл.1 в России требования к замораживанию / оттаиванию уместно являются в соответствии с требованиями для объектов, расположенных в конкретных регионах.*

3.8. При выборе материалов для ремонта всегда следует учитывать, что ремонт, в сущности, предполагает создание композитной системы, основными элементами которой являются существующий субстрат (тело существующей конструкции), контактная поверхность и ремонтный материал.

При этом следует помнить, что любой другой материал (даже бетон, имеющий точно такие же характеристики, как и бетон тела существующей конструкции), на самом деле будет отличаться от субстрата.

В связи с этим для ремонта следует выбрать материал, отвечающий требованиям по нанесению и обеспечению характеристик по прочности и долговечности, но и обеспечивающий совместимость с субстратом, что является гарантом долговечности ремонта.

Совместимость – это соотношение между физическими, химическими и электрохимическими характеристиками и размерами составляющих ремонтной и существующей систем. Это соотношение является обязательным, если ремонтная система должна выдерживать все усилия и напряжения, вызываемые эксплуатационными нагрузками и при этом не терять своих свойств и не разрушаться в конкретных условиях окружающей среды и в течение заданного временного промежутка. Именно несовместимость материалов является главной причиной плохого ремонта.

Совместимость подразумевает характер поведения материала как в затвердевшем, так и в твердеющем состоянии. Самое важное требование к материалу – поведение его размерных характеристик относительно размерных характеристик субстрата.

3.9. При выборе ремонтных материалов следует учитывать, что эффективность ремонта определяется как отношение напряжений, которые выдерживает ремонтный материал к напряжениям, которые выдерживает элемент до разрушения и ремонта. В идеале ремонтный материал должен принимать на себя определенный уровень напряжений и распределять их так, как это было бы при полном функционировании ремонтируемого элемента.

3.10. Решение по выбору ремонтных материалов сле-

дует принимать только после того, как будут определены характеристики материалов, которые наилучшим образом соответствовали бы реализации проектного решения. В связи с этим рекомендуется определить указанные характеристики и присвоить им приоритеты.

3.11. После определения требований и критериев следует составить перечень соответствующих свойств. Свойства необходимо систематизировать и сформировать как основные, так и специальные. К основным свойствам относят те, наличие которых необходимо для проведения основательного и качественного ремонта. К специальным свойствам относятся те, с помощью которых корректируется эффективность материала, чтобы продлить срок его службы в пределах определенных нагрузок.

Специальные свойства распределяют по рангу в порядке убывания значимости. Свойства, к которым не предъявляются требования, в такой список не включаются.

3.12. При выборе материалов для ремонта бетонных и железобетонных конструкций необходимо учитывать такое свойство, как прочность сцепления ремонтного материала с субстратом, которое является основным требованием качественного ремонта. Плохое сцепление между ремонтным материалом и правильно подготовленным бетонным субстратом часто происходит из-за разности температурных деформаций твердеющего ремонтного состава и основания и из-за его усадки при твердении. Часто сцепление уменьшается при плохой подготовке поверхности субстрата перед укладкой ремонтного состава.

3.13. Величина усадки при твердении гидравлических вяжущих на основе цемента оказывает большое влияние на сцепление ремонтного состава с основанием и его прочность. Из материалов, которые обладают другими необходимыми свойствами, при выборе ремонтных материалов предпочтение следует отдавать тем, которые характеризуются самой низкой усадкой при твердении.

3.14. При изменении температуры величина деформаций конструкции пропорциональна коэффициенту температурного линейного расширения материала. При выборе материала для ремонта следует учитывать, что введение

полимеров в растворы приводит к увеличению коэффициентов температурного линейного расширения ремонтного состава в 1,5 ... 5 раз, что может привести к появлению значительного напряжения в контактной зоне и быть причиной растрескивания, коробления и шелушения ремонтного материала. Тепловая совместимость ремонтного состава и субстрата в связи с этим должна рассматриваться особенно внимательно.

3.15. При выборе ремонтных составов следует учитывать величину их модуля упругости. Он должен быть близким к модулю упругости субстрата.

3.16. При выборе ремонтных материалов следует учитывать ползучесть ремонтных материалов. В ряде случаев повышенная ползучесть материала может быть полезной. Пониженная ползучесть ремонтного состава по сравнению с материалом основания наоборот может привести к негативным последствиям.

3.17. При выборе материалов для ремонта следует учитывать проницаемость ремонтного материала. Низкая проницаемость ремонтного материала является положительным фактором с позиции уменьшения скорости проникновения хлоридов через защитный слой бетона и отрицательным фактором с позиций карбонизации, так как уменьшает водородный показатель pH и способна в зависимости от наличия свободной влаги привести к внутренней коррозии бетона.

3.18. При выборе ремонтных составов их марку по морозостойкости следует увязывать с маркой по морозостойкости субстрата.

3.19. При воздействии на бетон антиобледенительных солей, вызывающих шелушение бетона, необходимо в перечень требуемых свойств ремонтных составов включать их стойкость к шелушению.

3.20. При разработке проектов ремонтных работ следует учитывать агрессивность среды, в которой эксплуатируется конструкция. В связи с этим при выборе ремонтных материалов следует учитывать, например, такое свойство как сульфатостойкость.

Агрессивное воздействие сульфатов проявляется через химическое разложение определенных вяжущих соединений

гидратированного цемента. Первым признаком агрессивного воздействия сульфатов является растрескивание. Характеристика сульфатостойкости должна быть отражена в спецификациях на ремонт сооружений, работающих в условиях сульфатной агрессии.

3.21. При выборе материалов для производства ремонтных работ следует учитывать вероятность протекания реакции между щелочами и заполнителем. Известны два вида реакций между щелочами, которые содержатся в портландцементе или в других источниках: это взаимодействие щелочей цемента с кремнеземом заполнителя в бетоне и взаимодействие щелочей цемента с карбонатом заполнителя в бетоне. Продукты этих реакций приводят к расширению бетонов и строительных растворов и к их растрескиванию.

При использовании цемента для мостовых конструкций в нормативных документах наложено ограничение на величину щелочей в цементе. Использование цементов с повышенным содержанием щелочей (более 0,6%) при изготовлении и ремонте мостовых конструкций не допускается.

3.22. При ремонте покрытий дорог, аэродромов, полов, опор мостов в зоне ледохода необходимо иметь данные по сопротивлению ремонтных материалов истиранию.

3.23. При выборе ремонтных материалов следует иметь данные по прочности на растяжение. Для тех участков конструкций, где ремонтная система подвергается растягивающим нагрузкам, например, верхняя сторона консоли, в технических условиях следует отражать характеристику прочности материала при растяжении. При выборе ремонтных материалов следует учитывать, что их прочность на растяжение далеко не всегда коррелируются с прочностью на сжатие. В связи с этим прочность ремонтного материала на растяжение должна определяться экспериментально.

3.24. Прочность материала на растяжение при изгибе определяется как показатель стойкости материала к изгибанию. Если ремонтная система будет подвергаться изгибанию, то прочность на изгиб должна быть отражена в технических условиях, и использоваться при выборе ремонтного материала.

3.25. При выборе материалов для ремонта следует

внимательно относиться к прочности на сжатие, как базовому показателю материала. Показатель по прочности на сжатие такого материала должен соответствовать прочности субстрата. Различие по прочности на сжатие говорит о различии в модулях упругости. Различие таких показателей у ремонтного состава и субстрата может привести к несовместимым напряжениям и вызвать перераспределение нагрузок. При разработке проектов ремонта конструкций необходимо тщательно взвешивать относительную значимость этого свойства в сравнении с другими необходимыми характеристиками долговечности. Высокая прочность на сжатие может в ряде случаев негативно влиять на другие свойства, которые необходимы для обеспечения качественного ремонта.

3.26. При выборе материалов для ремонта бетонных и железобетонных конструкций особое внимание следует обратить на свойства технологичности.

Свойства технологичности – это свойства материалов, которыми они обладают в раннем возрасте. Некоторые из свойств технологичности облегчают укладку материала, но могут неблагоприятно отразиться на формировании других свойств материала.

3.27. При выборе материалов следует учитывать, что знание физических и химических свойств материала в пластическом состоянии определяет выбор метода укладки. Например, консистенция продуктов, которые можно наносить кельмой, значительно отличается от консистенции материалов, которые нагнетаются с помощью насосов.

3.28. При производстве работ следует учитывать, что неправильное выполнение операций по перемешиванию, укладке и уходу могут изменить свойства уложенного материала. Поэтому очень важно при выборе материалов знать, как полевые условия могут воздействовать на материал.

3.29. При выборе материалов следует учитывать, что свойства технологичности могут зависеть от требований, которые предъявляет заказчик к условиям производства работ. Такие требования могут предполагать ограничение рабочего пространства, отсутствие помех для эксплуатации объекта, отсутствие шума, запахов, пыли и т.д., а также производство работ только в ночное время.

3.30. При выборе материалов необходимо учитывать такое технологическое свойство как текучесть материала.

Текучесть ремонтного материала очень важное свойство, обеспечивающее способность материала проникать в полости и заполнять их. При отдельных методах укладки ремонтного материала, например, при нагнетании насосом в опалубку, бетонирование с укладкой в опалубку или раздельное бетонирование, характеристики текучести оказывают значительное влияние на качество ремонтных работ. При выполнении этих работ достаточно соблюдать требование по осадке (расплыву) конуса ремонтного материала.

3.31. Для обеспечения высокого качества работ текучесть (удобоукладываемость) ремонтного материала должна назначаться с учетом требований по его водонепроницаемости, прочности и морозостойкости.

3.32. При выборе ремонтных материалов следует учитывать скорость набора прочности при твердении. Очень быстрый набор прочности твердеющим материалом может негативно сказаться на транспортировке и укладке материала в конструкцию. Очень медленный рост прочности может создать проблемы со сроками выполнения работ в «окно», при сжатых сроках сдачи объекта в эксплуатацию может нарушить последовательность технологического потока, а также привести в ряде случаев к негативным последствиям в обеспечении требуемого качества работ. При ремонте эксплуатируемых конструкций материал, как правило, должен допускать нагружение конструкций через сутки после укладки.

3.33. При выборе ремонтных материалов следует учитывать имеющееся рабочее время. Под рабочим временем понимают интервал времени, который имеется с момента завершения перемешивания материала до начала его схватывания. Продолжительность рабочего времени зависит от свойств материала, температуры. В технических условиях рабочее время необходимо отражать в минутах при определенной температуре твердения.

3.34. При выборе ремонтных материалов следует учитывать совместимость с последующей поверхностной обработкой; необходимо определить материалы, с которыми воз-

никает риск несовместимости, и установить возможность использования этих материалов вместе.

Для этой цели необходимо провести пробные испытания образцов, обратиться к имеющемуся опыту или проконсультироваться с поставщиком материалов.

3.35. Данные о свойствах ремонтных материалов можно получить из следующих источников:

- руководств и рекомендаций по ремонту железобетонных конструкций;
- оценочных свидетельств;
- контрактов и контактов с поставщиками;
- результатов испытаний.

3.36. Данные изготовителя (поставщика) по показателям прочности на сжатие, прочности на изгиб, прочности на растяжение и прочности сцепления при сдвиге под углом часто представлены в информационных листах на материал от поставщика. Другие свойства материалов равной или большей значимости, такие как усадка, при твердении, модуль упругости, прочность сцепления с субстратом, ползучесть, проницаемость и водопаропроницаемость могут быть не указаны и, при необходимости, должны определяться организацией, ведущей ремонт.

3.37. При выборе материалов не следует руководствоваться общим описанием материалов, а так же такими характеристиками как совместимый, безусадочный, расширяющийся и т.д., если такие утверждения не подтверждаются данными, полученными на основании стандартизированных методов испытаний.

3.38. Особое внимание следует уделять использованию обычных тяжелых бетонов для ремонта бетонных и железобетонных конструкций, которое находится в рамках принципа «ремонтируй подобное подобным». Однако при этом можно допустить грубейшую ошибку, связанную с соблюдением требований по совместимости материалов.

Недоучет формирования физико-механических свойств бетона ремонтируемой конструкции и ремонтного состава в разные сроки может привести к негативным последствиям, которые потребуют отказаться от применения для ремонта обычного бетона, отвечающего всем требованиям норматив-

ных документов или привести к выполнению дополнительных работ.

3.39. Все обычные цементные смеси в процессе твердения в той или иной степени подвергаются усадке. Если уменьшить количество воды затворения, чтобы уменьшить усадку, то смесь становится жесткой и трудной для укладки и уплотнения и, кроме того, она не сможет заполнить полностью ремонтируемую полость (рис.11,а).

Усадка смеси наблюдается даже при пониженном содержании воды. Если увеличить количество воды затворения, чтобы улучшить текучесть смеси для полного заполнения ремонтируемой структуры, то значительно увеличивается усадка (рис.11,б). Более того, физико-механические свойства такого бетона (прочность, водонепроницаемость, морозостойкость и долговечность) понизятся из-за высокой пористости бетона.

Для обеспечения эффективного ремонта в таких случаях целесообразно применить реопластичные и водонепроницаемые сухие бетонные смеси, например, ЕМАСО® (рис.11,в).

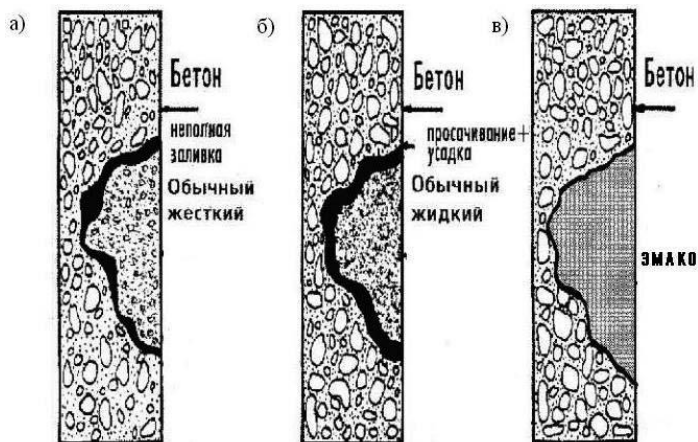


Рис. 11. Взаимодействие ремонтных составов с материалом конструкции: а) не обеспечен полный контакт; б) отрыв по контакту; в) бездефектное заполнение

3.40. Следует учитывать, что состав имеющихся на рынке материалов часто изменяется по множеству причин, в т.ч. из-за смены собственника, замены сырьевых материалов, экологических норм и внедрения новых технологий. В таких случаях часто изменяются свойства материалов. В связи с этим для подтверждения возможности использования этих материалов с проектными критериями рекомендуется проводить независимые испытания ремонтных материалов, особенно если приоритет отдается долговечности, надежности и при производстве больших объемов ремонтных работ.

В других случаях применение материалов может допускаться после сертификации в головных институтах и составления технических условий, согласованных и утвержденных в установленном порядке.

3.41. В последние годы значительно расширен рынок ремонтных материалов на основе цемента, обладающих широким спектром разнообразных свойств. Известно, что несколько типов материалов может удовлетворять проектным критериям для обеспечения надежного ремонта. В таких условиях при выборе ремонтного материала следует рассматривать другие факторы: удобство для нанесения, стоимость, наличие квалифицированных рабочих и необходимого оборудования. Однако и в этих случаях следует руководствоваться принципом: ремонтировать «подобное подобным». И лишь в тех случаях, где это не приемлемо, следует применять другие материалы, позволяющие эффективно решить трудно разрешимые проблемы.

3.42. При выборе материалов для ремонта следует учитывать, что если толщина ремонтного слоя несущих конструкций не превышает 10 см, следует применять бетоны из специальных сухих смесей (в дальнейшем изложении – специальные бетоны). Дело в том, что бетоны и растворы,готавливаемые на месте смешиванием инертных, цемента и воды, как и на новом строительстве, не всегда обеспечивают получение требуемых для ремонта свойств: сочетания безусадочности и пластичности, повышенной прочности сцепления со «старым» бетоном, ускоренного набора прочности и т.д.

3.43. Бетоны из сухих смесей предпочтительны также

в случаях небольших объемов работ и недоступности места проведения ремонтных работ для поставки обычных бетонных смесей с помощью автобетоносмесителей и когда применение обычных бетонов не обеспечивает требуемого качества работ.

3.44. При толщине ремонтного слоя несущих конструкций свыше 10 см следует либо использовать специальные бетоны с добавлением щебня (до 40% по массе) либо бетоны, приготавливаемые на месте смешением инертных со специальным цементом, обеспечивающим безупрочность и быстрый набор прочности. Ремонт массивных конструкций с большими повреждениями допускается выполнять, используя бетоны на портландцементе, не являющемся безупрочным.

3.45. Если ремонту подлежат вертикальные, потолочные и наклонные поверхности проект ремонта может предусматривать применение тиксотропных или наливных бетонов из сухих смесей. Тиксотропные бетоны наносят набрызгом или вручную при минимальных (до 5%) потерях (набрызг не требует высоких давлений, используемых при торкретировании).

3.46. При значительной, свыше 10% потере площади сечения арматуры вследствие коррозии, за оптимальные ремонтные составы следует принимать специальные фибробетоны, изготавливаемые из сухих смесей. Благодаря высокой прочности на растяжение такие бетоны компенсируют снижение несущей способности арматуры.

3.47. Трещины в конструкциях разделяют на активные и неактивные. Активные могут изменять раскрытие под воздействием нагрузки и изменений температуры. Неактивные не меняют раскрытия при внешних воздействиях. Активные (дышащие) трещины могут обращаться в неактивные за счет соответствующего усиления конструкции, восстанавливающего ее монолитность. Другой вариант ремонта активных трещин: наполнение их мастикой, не подверженной разрывам при изменениях раскрытия. Неактивные трещины герметизируют инъектированием в них состава, склеивающегося с бетоном, но не способным предотвратить изменения раскрытия при внешних воздействиях. Для герметизации волосяных

трещин используют защитные покрытия, создающие пленку на поверхности бетона.

3.48. Если на поверхности бетона наряду с неглубокими неактивными трещинами имеются сколы, раковины, участки шелушения, поверхностный слой подлежит удалению и замене.

3.49. При выборе материалов следует учитывать требования к ремонтным бетонам.

3.50. Специальные бетоны и фибробетоны для ремонта несущих конструкций должны выполняться из сухих смесей, произведенных по техническим условиям, согласованным с головными организациями по конкретным видам объектов.

3.51. Специальные бетоны, которые используются при ремонте мостов на эксплуатируемых железных дорогах, должны отвечать следующим требованиям.

Прочность на сжатие: через 24 часа – не ниже класса В 15; через 28 суток – не ниже класса В 45.

Прочность сцепления со «старым» бетоном через 28 суток – не ниже 2,5 МПа.

Прочность сцепления с гладкой арматурой через 28 суток – не ниже 3 МПа.

Усадка в пластичном и затвердевшем состоянии не допускается.

Морозостойкость – не ниже F 300.

Водонепроницаемость – не ниже W 10.

Коэффициент сульфатостойкости – не ниже 0,8.

Удобоукладываемость для бетонов из смесей с крупностью наполнителя до 3 мм, определяемая по распылу конуса, – не меньше 170 мм.

Удобоукладываемость для бетонов из смесей с крупностью наполнителя свыше 3 мм, определяемая по осадке конуса, – не меньше 200 мм.

3.52. Требования к специальным бетонам для других объектов транспортного назначения и строящихся объектов должны быть назначены проектной организацией.

Специальные бетоны должны быть самоуплотняющимися, не требующими применения вибраторов при укладке.

3.53. Специальные фибробетоны должны отвечать

требованиям, указанным в п.3.51, и, кроме того, должны обладать прочностью на растяжение при изгибе:

через 24 часа – не ниже 10 МПа;

через 28 суток – не ниже 15 МПа.

На открытых сооружениях железнодорожного транспорта следует применять металлическую фибру с антикоррозийным покрытием.

3.54. Бетоны ремонтных слоев толщиной свыше 10 см на несущих конструкциях должны отвечать следующим требованиям.

Прочность на сжатие:

через 24 часа – не ниже 12,5 МПа;

через 28 суток – не ниже 40 МПа.

Требуемая морозостойкость определяется проектной организацией в зависимости от района строительства и в любом случае должна быть не ниже марки F 150.

Водонепроницаемость – не ниже W 8.

3.55. Бетоны и растворы для выравнивающих слоев, слоев защиты гидроизоляции и других элементов сооружений, не относящихся к несущим конструкциям, должны отвечать следующим требованиям.

Прочность на сжатие:

через 24 часа – не ниже класса B10;

через 28 суток – не ниже класса B25.

Удобоукладываемость, определяемая по осадке конуса, – не ниже 150 мм.

3.56. Для ремонтных работ в аварийных условиях следует применять составы, рекомендуемые организацией-производителем сухих смесей для специальных бетонов применительно к конкретному случаю. Сюда входят сверхбыстротвердеющие бетоны (класс B10 через 3 часа после укладки), составы для бетонирования в зимних условиях и т.п.

3.57. При проведении ремонта следует учитывать требования к арматуре и заполнителям.

3.58. Марки стали для арматуры железобетонных опор, устанавливаемой по расчету, в зависимости от условий работы и средней температуры наружного воздуха наиболее холодной пятидневки в районе производства работ следует принимать в соответствии с табл.29 п.3.33 СНиП 2.05.03-84.

Арматурная сталь класса А-II марки В Ст5 пс2 допускается к применению в опорах мостов, если диаметр ее стержней в мм не более: 20 – для элементов с арматурой, не рассчитываемой на выносливость; 16 – то же, рассчитываемой на выносливость.

В качестве конструктивной арматуры при всех условиях допускается применение арматурной стали классов А-I и А-II марок, указанных в табл.29 п.3.33 СНиП 2.05.03-84, а также арматурной проволоки по ГОСТ 6727-80 гладкой класса В-1 и периодического профиля Вр-1.

3.59. Материалы для бетонов и приготовления бетонных смесей должны отвечать требованиям СНиП 3.06.04-91. При подборе составов бетона и выборе материалов можно использовать рекомендации Руководства по подбору составов тяжелого бетона.

3.60. Щебень и гравий для приготовления бетонов должны соответствовать требованиям ГОСТ 8267-93. Применение крупных заполнителей из осадочных пород не допускается. Морозостойкость щебня, гравия и щебня из гравия должны обеспечивать получение бетонов требуемой морозостойкости и быть не ниже Мрз F300.

3.61. Песок для приготовления бетонов должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736-93.

3.62. Испытания крупных заполнителей следует производить по ГОСТ 8269.0-97, ГОСТ 8269.1-97, а песка – по ГОСТ 8736-93. Крупные и мелкие заполнители должны быть сухими (влажность не более 0,5%). Не допускается загрязнение заполнителей карбонатами (мел, мрамор, известняк), основаниями (известь, цемент) и металлической пылью (стальной, цинковой). Влажность наполнителей должна быть не более 1%. Кислотостойкость песка и наполнителей должна быть не ниже 97-98%.

#### **4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНЫХ РАБОТ**

4.1. При производстве ремонтных работ в зависимости от вида повреждений и степени разрушения, предъявляемых требований к ремонту и принимаемых способов ремонта могут быть использованы различные материалы, предназначенные для конструкционного и неконструкционного ремонта, ремонта цементно-бетонных конструкций с пониженным модулем упругости, инъектирования, а также гидроизоляции и защиты бетона. Материалы могут быть приготовлены на основе цемента, различных полимеров, синтетических каучуков и модифицированных эпоксидных смол.

4.2. Выбор конкретного материала для ремонтных работ производят для каждого конструктивного элемента в зависимости от конкретных условий. Помимо физико-механических и физико-химических параметров выбранный ремонтный состав в случае необходимости должен соответствовать по цвету и оттенку ремонтируемому бетону для обеспечения эстетических свойств конструкций.

4.3. Особенно широкое распространение получили ремонтные составы на основе цемента:

- тяжелый бетон по ГОСТ 26633-91 или раствор по ГОСТ 4233-86 и 28013-89 (в случае замены массива конструкции или ее части);
- бетоны на основе цемента, приготовленные из сухих смесей;
- бетон и раствор на основе напрягающих цемента по ТУ 21-26-13-90;
- замоналичивающий пластичный бетон или раствор на основе цемента для работы в стесненных условиях;
- тиксотропный бетон или раствор на основе цемента для работы на потолочных и вертикальных поверхностях;
- фибробетоны, приготовленные из сухих смесей.

Обычный тяжелый бетон используют только при полном или частичном восстановлении конструкций, устройстве сплошных железобетонных рубашек, нанесении ремонтных слоев толщиной более 10 см.

4.4. Для приготовления ремонтных бетонов можно использовать акрилполимеры (АКРИЛ-60 и АКРИЛ-100), полиакриловую дисперсию Р-111 (СЕМПИ), СТРУКТУРИТ (на базе акрилполимера АКРИЛ-60), модифицированный полимерный состав ТЕЙПКРИТ. Недостатком этих бетонов является то, что их составы следует дозировать на месте производства работ.

4.5. Высокая эффективность ремонтных работ обеспечивается при использовании сухих бетонных смесей, приготовленных специально для ремонта железобетонных конструкций транспортных сооружений. На сегодняшний день в транспортном строительстве наибольшее распространение получили сухие бетонные смеси ЕМАСО® и АЛИТ.

Для ремонта могут быть использованы и другие виды сухих смесей, удовлетворяющих по своим техническим характеристикам требованиям, изложенным в настоящем Руководстве, прошедшие сертификацию, имеющие утвержденные технические условия или отвечающие требованиям Европейского стандарта EN 1504.

### **Сухие бетонные смеси ЕМАСО®**

4.6. Сухие бетонные смеси ЕМАСО® приготавливают на основе цемента, что обеспечивает их совместимость с материалом ремонтируемых конструкций – бетоном и создает предпосылки для проведения высококачественного ремонта. Опыт применения сухих бетонных смесей ЕМАСО® при строительстве Гагаринского, Лефортовского, Серебряноборского тоннелей, транспортных развязок в районе метро Сокол, аэровокзального комплекса во Внуково-1, многочисленных путепроводов, эстакад и мостов при завершении строительства, а также при ремонте различных эксплуатируемых транспортных объектов показал их высокую эффективность.

4.7. Сухие бетонные смеси ЕМАСО®, применяемые для ремонта, обладают высокой адгезией и отсутствием усадки за счет применения комплекса специальных добавок, что дает возможность ремонтному составу работать совместно с конструкцией.

4.8. Применение каждого вида сухих бетонных смесей увязывается с методом ремонта и степенью разрушения конструкции.

4.9. В настоящее время сухие бетонные смеси EMACO® разделяют на 4 группы:

для конструкционного ремонта бетонных и железобетонных конструкций при температурах наружного воздуха не менее +5°C;

для конструкционного ремонта бетонных и железобетонных конструкций при отрицательных температурах;

для неконструкционного ремонта;

для защиты и гидроизоляции бетона.

Фактически такое же распределение сухих бетонных смесей осуществляется и другими поставщиками материалов.

4.10. Для конструкционного ремонта бетонных и железобетонных конструкций и для подливки под фундаменты, а также при монтаже металлических конструкций при положительных температурах поставляют сухие бетонные смеси EMACO® S33, EMACO® S55, EMACO® S66, EMACO® S88, EMACO® S88C, EMACO® 90, EMACO® SFR, EMACO® S150CFR, EMACO® S170CFR, EMACO® Nanocrete R3, EMACO® Nanocrete R4, EMACO® Nanocrete R4 Fluid и специальный цемент MACFLOW®. Общая характеристика ремонтных материалов EMACO® и их назначение приведены в табл.2.

Технические характеристики материалов, перечисленных в табл.2, приведены в табл.3.

4.11. В зависимости от метода ремонта и степени разрушения сухие бетонные смеси EMACO® для конструкционного ремонта конструкций применяют в соответствии с рекомендациями табл.4.

4.12. Для конструкционного ремонта бетона и железобетона при отрицательных температурах выпускаются сухие бетонные смеси EMACO® Fast Tixo, EMACO® Fast Fluid, EMACO® Fast Fiber, EMACO® T545, выбор которых осуществляется в соответствии с требованиями табл.5.

4.13. Перечисленные выше в п.4.12. материалы можно применять при температурах:

**Таблица 2**

**Общая характеристика ремонтных материалов, поставляемых ООО «БАСФ Строительные системы» для конструкционного ремонта и подливки фундамента при положительных температурах**

№ п.п.	Наименование материала	Общая характеристика	Назначение и область применения	Упаковка и хранение
1.	EMACO® S33 (MASTERFLOW® 980)	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь наливного типа с крупным заполнителем. Размер щебня 10 мм	Предназначена для высокоточных подливок под оборудование, ремонта бетонных конструкций при толщине подливки от 40 до 100 мм, подливки под опорные части при монтаже металлических конструкций.	5 Упаковка в 30 кг влаго- непроницаемые мешки, хранить в укрытом и сухом месте. При повреждении мешка материал не использовать
2.	EMACO® S55 (MASTERFLOW® 928)	Сухая бетонная смесь с размером щебня 3 мм, не содержит металлических заполнителей и хлоридов	Предназначена для подливок толщиной от 20 до 200 мм и омоноличивания стыков в конструкциях	То же
3.	EMACO® S66	Безусадочная быстротвердеющая бетонная смесь, содержащая полимерную фибру и крупный заполнитель размером 10 мм. Не содержит металлических заполнителей и хлоридов	Предназначена для ремонта конструкций портовых и морских зон, преднапряженных балок, мостовых конструкций, защиты бетона от агрессивных вод, содержащих сульфаты, сульфиды, хлориды и т.п., ремонта покрытий дорог и аэродромов и для жесткого соединения сборных железобетонных конструкций. Не допускается применять для точной цементации оборудования или при контакте со средой, имеющей водородный показатель pH менее 5,5. Толщина укладки от 40 до 100 мм.	- « -

**Продолжение таблицы 2**

1	2	3	4	5
4.	EMACO® S88	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь наливного типа, содержащая полимерную фибру	Рекомендуется при толщине заливки от 20 до 40 мм. Предназначена для: ремонта армированных или преднапряженных балок; поврежденных и разрушенных элементов бетонных и железобетонных конструкций, в т.ч. элементов несущих конструкций мостов, поврежденных повторяющимся нагрузкам; ремонта покрытий цехов, где содержится много минеральных масел и смазочных материалов; ремонта причалов в портах; ремонта вертикальных и потолочных поверхностей.	Упаковка по 25 и 30 кг в водонепроницаемых мешках. Хранить в сухом и сухом месте. При повреждении мешка материал не использовать
5.	EMACO® S88C	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь тиксотропного типа, содержащая полимерную фибру	Рекомендована для нанесения при толщине слоя от 20 до 40 мм. Не рекомендуется для заливки в опалубку	- « -
6.	EMACO® 90	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь тиксотропного типа. Используется как при конструкционном, так и неконструкционном ремонте.	Предназначена для чистовой отделки поверхности при толщине нанесения от 3 до 20 мм. Используется при ремонте и чистовой отделке разрушенных бетонных и железобетонных конструкций, а также для заделки поверхности бетона от агрессивных вод, содержащих сульфаты, сульфиды, хлориды и т.п. и для местного выравнивания полов	Упаковки во влагонепроницаемые мешки по 25 кг. Срок хранения не более 12 месяцев. При повреждении мешков материал не использовать

**Продолжение таблицы 2**

1	2	3	4	5
7.	EMACO® SFR	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь, содержащая полимерную и стальную латунизированную фибру	Предназначена для ремонта бетонных и железобетонных конструкций при толщине нанесения от 20 до 60 мм. Используется для ремонта железобетонных конструкций без выполнения специального армирования, при ремонте поверхностей, подвергнутых высоким нагрузкам на шоссе и на аэродромах, при проходе тоннелей в скалах. Нельзя укладывать на свежий бетон и надо избегать контакта с водой при pH менее 5,5	Упаковка в 25 или 30 кг влагонепроницаемые мешки. Срок хранения не более 12 месяцев в закрытой неповрежденной упаковке
8.	EMACO® S150CFR	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь наливного типа, содержащая металлическую и полимерную фибру	Используется при толщине нанесения от 20 до 68 мм. Применяется при коррозии арматуры до 15% без установки дополнительной арматуры при ремонте железобетонных конструкций различной геометрической формы.	Упаковка в 30 кг влагонепроницаемые мешки хранят в закрытых и сухих местах. При повреждении мешков материал не используют
9.	EMACO® S170CFR	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь тиксотропного типа, содержащая металлическую и полимерную фибру	Используется при толщине нанесения от 20 до 60 мм. Применяется там же, где и EMACO® S150CFR, не требуется установка дополнительной сетки.	Упаковка в 30 кг влагонепроницаемые мешки, хранят в закрытых и сухих местах. При повреждении мешка материал не используют
10.	EMACO® Nanocrete R3	Полимермодифицированная мелкозернистая сухая смесь тиксотропного типа	Разработан специально для конструкционного ремонта сборного и монолитного бетона, такого как:	Поставляется в мешках по 20 кг

**Продолжение таблицы 2**

1	2	3	4	5
		с пониженной плотностью для конструкционного ремонта бетона. Толщина слоя от 5 до 75мм	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ балконные плиты, углы и кромки парапетов;</li> <li>■ бетонные подоконники, дверные и оконные перемычки, а также балки и стены в жилых или административных зданиях;</li> <li>■ фасады;</li> <li>■ бетонные сборные элементы;</li> <li>■ консольные балки;</li> <li>■ а также везде, где есть необходимость в ремонте или изменении профиля бетонных конструкций.</li> </ul> <p>Может применяться внутри и снаружи помещений, на вертикальных и горизонтальных, а также на потолочных поверхностях, при сухой и влажной окружающей среде.</p>	
11.	EMACO® Nanocrete R4	Высокопрочная безусадочная сухая смесь тиксотропного типа, содержащая полимерную фибру, предназначенная для конструкционного ремонта. Толщина слоя от 5 до 50 мм	<p>Предназначен для конструкционного ремонта бетонных сооружений, таких как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ несущие строительные конструкции любого типа;</li> <li>■ промышленные сооружения;</li> <li>■ очистные сооружения и сооружения водоподготовки, каналы, трубопроводы и другие подземные инженерные сооружения;</li> <li>■ морские и речные сооружения.</li> </ul> <p>Можно применять при производстве внутренних и наружных работ на вертикальных и потолочных поверхностях при сухих или влажных внешних условиях.</p>	Поставляется в мешках по 25 кг.

**Продолжение таблицы 2**

1	2	3	4	5
12.	EMACO <sup>®</sup> Napocrete R4 Fluid	Однокомпонентная высокопрочная армированная полимерной фиброй безусадочная смесь наливного типа с повышенным модулем упругости для конструкционного ремонта. Толщина заливки от 20 мм до 200 мм.	<p>Предназначен для ремонта бетонных и железобетонных конструкций, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ колонн, балок, опор, любых промышленных и гражданских сооружений;</li> <li>■ сооружений для очистки сточных вод и канализационных систем;</li> <li>■ конструкционного ремонта больших площадей методом заливки в опалубку;</li> <li>■ густоармированных поверхностей, где невозможно ручное и машинное нанесение.</li> </ul> <p>Можно также применять для увеличения несущей способности сооружений путем устройства новой железобетонной рубашки.</p> <p>Можно использовать при производстве внутренних и наружных работ методом заливки в опалубку (вертикальные и потолочные поверхности) или заливкой на горизонтальные участки.</p>	Материал EMACO <sup>®</sup> Napocrete R4 Fluid поставляется во влагонепроницаемых мешках по 25 кг.

*Примечание: сухие смеси EMACO<sup>®</sup> S33, MASTERFLOW<sup>®</sup> 980, EMACO<sup>®</sup> S55, MASTERFLOW<sup>®</sup> 928, EMACO<sup>®</sup> S66, EMACO<sup>®</sup> S88, EMACO<sup>®</sup> S88C, EMACO<sup>®</sup> 90, EMACO<sup>®</sup> SFR, EMACO<sup>®</sup> S150CFR, EMACO<sup>®</sup> S170CFR изготавливаются в России по СТО 70386662-001-2005.*

**Таблица 3**  
**Технические характеристики ремонтных материалов ЕМАСО®, перечисленных в табл.2**

Наименование материала	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> (ЕМАСО®)	Расплав конуса, удобоклаиваемость	Воздуховывлечение, %	Прочность на растяжение при из- гибе в возрасте 1 суток, МПа	То же, но в возрасте 28 суток, МПа	Прочность на сжатие в возрасте 1 суток, МПа	То же, но в возрасте 28 суток, МПа	Сцепление с бетоном в возрасте 28 суток, МПа	Морозостойкость, F циклов	Водонепроницаемость, W	Модуль упругости, МПа	Коэффициент сульфатостойкости	Расширение, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
EMACO® S33	2090	210-260	до 5	5,0	8	30	60	< 1,5	> 300	< 12	25000		0,05÷0,1
EMACO® S55	1950	270-300	до 5	5	8	28	60	< 1,5	> 300	< 12	30000	> 0,9	0,05÷0,1
EMACO® S66	2250	210-260	до 5	4	8	28	60	> 2,5	> 300	< 12	25000	> 0,9	0,05÷0,1
EMACO® S88	1950	260-290	< 5	5	8	30	60	> 2,5	> 300	< 12	25000	< 0,9	0,05÷0,1

**Продолжение таблицы 3**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
EMACO® S88C	1900	150-180	до 5	5	8	28	60	>2,5	>300	>12	25000	>0,9	0,05÷0,1
EMACO® 90	1500	180-200	до 5			10	40	>1,5	>300		16000	>0,9	0,05÷0,1
EMACO® SFR	2000	190-210	до 5	10	15	30	60	>2,5	>300	>12	25000	>0,9	0,05÷0,1
EMACO® SI50CFR	1800	225-245	до 6	8	12	25	60	>2,5	>300	>12	25000	>0,9	0,05÷0,1
EMACO® SI70CFR	1750	175-195	до 6	8	12	25	60	>2,5	>300	>12	25000	>0,9	0,05÷0,1
EMACO® Nanocrete R3	1800					≥12	≥35	>1,5			≥15000		0,05÷0,1
EMACO® Nanocrete R4	2000					≥18	≥60	>2			≥20000		0,05÷0,1
EMACO® Nanocrete R4 Fluid	1900					≥15	≥55	>2			≥20000		0,05÷0,1

**Таблица 4**  
**Применение различных типов сухих бетонных смесей ЕМАСО® для конструкционного ремонта конструкций в зависимости от метода ремонта и степени разрушения**

Метод ремонта	Поверхностные разрушения до 20 мм	Средняя степень разрушения 20 ... 40 мм	Глубокое разрушение ... 100 мм	Очень глубокое разрушение более 100 мм
Ремонт конструкций тротуарными составами	ЕМАСО® 90 ЕМАСО® Nanocrete R3 ЕМАСО® Nanocrete R4	ЕМАСО® S88C ЕМАСО® S170CFR ЕМАСО® Nanocrete R3 ЕМАСО® Nanocrete R4	ЕМАСО® Nanocrete R3 ЕМАСО® Nanocrete R4	---
Ремонт конструкций наливными составами	---	ЕМАСО® S88 ЕМАСО® S150CFR ЕМАСО® SFR ЕМАСО® Nanocrete R4 Fluid	ЕМАСО® S66 ЕМАСО® Nanocrete R4 Fluid	Бетон на MACFLOW® ЕМАСО® Nanocrete R4 Fluid

**Таблица 5**

*Выбор материалов для ремонта конструкций при отрицательных температурах*

Метод ремонта	Поверхностные разрушения до 30 мм	Средняя степень разрушения 30 ... 50 мм	Глубокое разрушение до 100 мм
Ремонт конструкций наливными составами	EMACO® T545 EMACO® Fast Fluid EMACO® Fast Fiber	EMACO® Fast Fluid EMACO® Fast Fiber	EMACO® Fast Fluid EMACO® Fast Fiber (со щебнем)
Ремонт тиксотропными составами	EMACO® Fast Tixo	EMACO® Fast Tixo	EMACO® Fast Tixo

EMACO® Fast Tixo – до -10°C;  
EMACO® Fast Fluid – до -10°C;  
EMACO® Fast Fiber – до -10°C;  
EMACO® T545 – до -20°C.

Материал EMACO® T545 не рекомендуется применять в контакте с оцинкованной сталью или алюминием, а также на карбонизированных поверхностях.

4.14. Для конструкционного ремонта конструкций применяют портландцемент пластифицированный расширяющийся MACFLOW®, который изготавливают по СТО 7038662-001-2009. При использовании этого цемента в качестве вяжущего получают безусадочные быстротвердеющие бетоны, имеющие следующие характеристики:

Прочность на сжатие через 24 ч достигает 340 МПа, а через 28 суток – 62,5 МПа. Водонепроницаемость – не менее W 12. Морозостойкость – не менее F 300. Подвижность (расплав конуса) – не менее 280 мм.

4.15. Составы бетона на цементе MACFLOW® подлежат подбору путем изготовления и испытания образцов с местными заполнителями. Для предварительной ориентировки рекомендуется состав с расходом материалов, кг/м³: цемент – 408, песок – 897, щебень фракции 5 ... 20 – 897, вода – 175.

4.16. В ряде случаев, особенно при ремонте железобетонных конструкций, подвергаемых динамическим нагрузкам, требуется использование материалов, имеющих пониженный модуль упругости. К таким материалам относятся EMACO® T490 и EMACO® T350 SL.

4.17. EMACO® T490 представляет собой однокомпонентную высокопрочную быстротвердеющую сухую бетонную смесь, которую можно применять для заливки слоев толщиной от 5 до 50 мм.

Модуль упругости материала – 20000 МПа, прочность на сжатие через 2 часа ~10 МПа, а через 28 суток – 50 МПа, а прочность на растяжение при изгибе через 28 суток составляет 13 МПа. Прочность сцепления со старым бетоном в возрасте 28 суток >1,5 МПа.

4.18. EMACO® T350 SL представляет двухкомпонентную полимермодифицированную бетонную смесь, предна-

значенную для ремонта бетонных покрытий при толщине заливки 5 ... 25 мм.

Первый компонент ЕМАСО® Т350 SL – сухая бетонная смесь цемента, фракционированного песка и специальных модификаторов.

Второй компонент – эмульсия акрилового полимера.

4.19. ЕМАСО® Т350 SL может наноситься механическим способом при ремонте погрузочных площадок, парковок, гаражей и мостов. Расход готового материала составляет 2 кг на 1 м<sup>2</sup> при толщине слоя 1 мм.

4.20. Прочность материала на сжатие в возрасте 1 сутки – 10 МПа, а в возрасте 28 суток – 30 МПа. Прочность на растяжение через 28 суток не менее 5,5 МПа, а прочность сцепления с бетоном 1,5 МПа, модуль упругости – >20000 МПа.

4.21. Неконструкционный ремонт бетонных и железобетонных конструкций применяют для восстановления первоначальной (проектной) геометрии элементов сооружения, не влияющих на несущую способность конструкций, чистовой отделки бетонной поверхности конструкций и восстановления защитных покрытий, к которым предъявляются требования по прочности, достаточных для восприятия внешних истирающих или других механических воздействий.

4.22. Для проведения неконструкционного ремонта используют материалы ЕМАСО® 90, ЕМАСО® Nanocrete R2 тиксотропный и ЕМАСО® Nanocrete FC – быстротвердеющую армированную фиброй мелкодисперсную смесь.

4.23. ЕМАСО® 90 – готовый к применению материал в виде модифицированной полимерами сухой смеси на основе цемента и фракционированию песка с максимальной крупностью 0,63 мм.

4.24. ЕМАСО® 90 представляет собой быстротвердеющую сухую смесь тиксотропного типа, предназначенную для чистовой отделки поверхностей при толщине нанесения от 3 до 20 мм.

4.25. ЕМАСО® 90 рекомендуется применять в следующих случаях:

- ремонт и чистовая отделка разрушенных бетонных и железобетонных конструкций;
- ремонт неактивных трещин с раскрытием от 1 мм;
- выравнивание бетонных поверхностей при текущем ремонте и при новом строительстве;
- для защиты бетона от агрессивных вод, содержащих сульфаты, сульфиды, хлориды и т.п.;
- местное выравнивание полов гражданских и промышленных объектов, испытывающих легкие и средние нагрузки.

Имеет прочность на сжатие через 1 сутки не менее 10 МПа, через 28 суток – 40 МПа и морозостойкость в солях не менее 300.

4.26. ЕМАСО® Nanocrete FC представляет быстротвердеющую модифицированную полимерными добавками армированную фиброй бетонную смесь, предназначенную для выравнивания бетонных поверхностей и их финишной отделки, и в частности, для ремонта парапетных стенок, кромок балок, различного вида железобетонных конструкций промышленного и гражданского назначения.

4.27. ЕМАСО® Nanocrete R2 представляет универсальную фиброармированную быстротвердеющую сухую смесь тиксотропного типа, наносимую толщиной слоя от 3 до 100 мм при ремонте:

- сборных железобетонных конструкций;
- кромок балок;
- блоков парапетов;
- углов и кромок балконов;
- фасадов зданий.

4.28. Преимущества материала ЕМАСО® Nanocrete R2 в том, что он разработан на основе нанотехнологий, обеспечивающих гарантированное отсутствие трещин при толщине нанесения от 3 до 100 мм. Материал возможно наносить методом шпаклевания, кельмой и другими методами с устройством слоев большой толщины на горизонтальных, вертикальных и потолочных поверхностях.

4.29. Прочность материала на сжатие через сутки  $\geq 10$  МПа, а через 28 суток  $\geq 25$  МПа. Прочность сцепления с бетоном через 28 суток составляет  $> 0,8$  МПа.

## Сухие бетонные смеси фирмы «АЛИТ»

4.30. Для ремонта бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений рекомендуется использовать отечественные сухие бетонные смеси фирмы АЛИТ (г.Санкт-Петербург). По состоянию на конец 2009 г. эти смеси по каталогу продукции разделены на 4 группы: монтажные, ремонтные, защитные и гидроизоляционные.

4.31. Имеются семь видов монтажных смесей:

- сухая смесь монтажная подливочная цементная дисперсная саморастекающаяся АЛИТ СДМП-1ср;
- сухая смесь монтажная анкерная дисперсная цементная расширяющаяся АЛИТ СМА-1;
- сухая смесь монтажная шовная растворная расширяющаяся АЛИТ СМШР-1;
- сухая смесь монтажная шовная растворная расширяющаяся саморастекающаяся АЛИТ СМШР-1ср;
- смесь сухая монтажная бетонная цементная саморастекающаяся АЛИТ СМБ-1ср;
- смесь сухая монтажная фибробетонная цементная саморастекающаяся АЛИТ СМФБ-1ср;
- сухая смесь монтажная инъекционная ремонтная цементная растворная самоуплотняемая расширяющаяся АЛИТ СМИР-1ср.

4.32. Ремонтные смеси в каталоге представлены следующими видами:

- сухая смесь ремонтная цементная дисперсная универсальная АЛИТ СДР-У;
- сухая смесь ремонтная цементная тонкодисперсная универсальная АЛИТ СДР-УМ;
- сухие смеси ремонтные для лестниц АЛИТ СРР;
- сухая смесь ремонтная бетонная самоуплотняемая саморастекающаяся АЛИТ СБР-1ср;
- сухая смесь ремонтная цементная дисперсная для перекрытия трещин АЛИТ СРТ-1.

4.33. Общие характеристики монтажных и ремонтных смесей приведены в табл.6, а технические характеристики в табл. 7.

Таблица 6

## Общие характеристики отечественных сухих бетонных смесей фирмы «АЛИТ»

№№ п.п.	Наименование материала	3 Общая характеристика	4 Назначение и область применения	5 Упаковка и хранение
МОНТАЖНЫЕ СМЕСИ				
1.	АЛИТ СДМП-1 ср	Сухая смесь монтажная подливочная цементная дисперсная саморастекающаяся состоит из гидравлических вяжущих, наполнителей и нейтральных для здоровья полимерных добавок.	Предназначена для приготовления сверхвысокоподвижной растворной смеси, которая используется в качестве подливки под металлические опорные части, стойки барьерного ограждения, заполнения полостей в теле железобетонных элементов и монтажных зазоров, установки технологического оборудования. Толщина подливочного слоя не более 100 мм.	Упаковка в бумажных мешках по 25 кг, нужно хранить в сухом помещении при температуре от -20°C до +40°C.
2.	АЛИТ СМА-1	Сухая смесь монтажная анкерная дисперсная цементная расширяющаяся состоит из гидравлических вяжущих, кварцевого песка и нейтральных полимерных добавок.	Применяется для крепления металлических анкеров в бетонных, железобетонных и кирпичных конструкциях и для заделки каверн и зазоров.	Упаковка по 25 кг, хранить в сухом помещении.
3.	АЛИТ СМШР-1 АЛИТ СМШР-1 ср	Сухие смеси шовные, растворные расширяющиеся из минеральных вяжущих веществ, фракционированного кварцевого песка с наибольшей крупностью зерен 2,5 мм, полимерных и минеральных добавок.	Предназначены для заделки швов и стыков шириной 8 ... 70 мм в бетонных, железобетонных и каменных конструкциях тоннелей, мостов, зданий, для заполнения каверн, поверхностных трещин и др. дефектов конструкций.	Упаковка по 25 кг, хранить в сухом помещении не прилагая механических нагрузок, вызывающих разрушение мешков.

**Продолжение таблицы 6**

1	2	3	4	5
4.	АЛИТ СМБ-1ср АЛИТ СМФБ-1ср	Сухие монтажные бетонные и фибробетонные цементные саморастекающиеся смеси, состоящие из гидравлических вяжущих, фракционированного гранитного щебня с крупностью не более 10 мм, кварцевого песка и нейтральных полимерных добавок.	Предназначена для подливки под опорные части, оборудование, заполнения монтажных зазоров при возведении мостовых конструкций и для устройства монолитных конструкций с небольшим объемом бетонирования.	Упаковка 25 кг. Хранить в сухом помещении.
5.	АЛИТ СМИР-1ср	Сухая смесь монтажная инъекционная ремонтная цементная расширяющаяся самоуплотняемая расширяющаяся.	Предназначена для заполнения заобделочного пространства тоннелей, полостей и зазоров между конструкциями с минимальным размером до 8 мм.	Упаковка 25 кг. Хранить в сухом помещении.
РЕМОНТНЫЕ СМЕСИ				
6.	Смесь сухая цементная дисперсная ремонтная универсальная АЛИТ СДР-У ТУ 5745-003-54336082-02 АЛИТ СДР-УМ тонкодисперсная смесь	Смесь tiksotropного типа с наибольшей крупностью наполнителя 0,63 мм, воздухопроницаемая	Предназначена для поверхностного ремонта бетонных и железобетонных конструкций мостовых, тоннельных и дорожных сооружений. Применяется для выравнивания поверхности при толщине слоя 2-15 мм, заделки сколов, поверхностных пор и трещин. Наносится по шпательной технологии.	Бумажные влагонепроницаемые мешки по 25 кг. Хранить в сухом помещении при нарушении упаковки требуется переупаковка смеси во влагонепроницаемый мешок.

**Продолжение таблицы 6**

1	2	3	4	5
7.	АЛИТ СРР	Состоит из гидравлических вяжущих, фракционированных наполнителей и комплексной добавки.	Предназначена для ремонта внутренних и наружных лестниц зданий, транспортных сооружений и т.п.	Упаковка 25 кг. Хранить в сухих помещениях без приложения механических нагрузок.
8.	АЛИТ СБР-1ср	Состоит из гидравлических вяжущих, фракционированного гранитного щебня, кварцевого песка и полимерных добавок.	Предназначена для ремонта бетонных покрытий дорог всех категорий, грузовых площадок, полов, железобетонных конструкций мостов и тоннелей	Упаковка 25 кг. Хранить в сухом помещении.
9.	АЛИТ СРТ-1	Состоит из гидравлических вяжущих, наполнителей, фибры и полимерных добавок.	Предназначен для устройства защитного слоя, перекрывающего трещины с раскрытием менее 0,3 мм на поверхности мостовых, тоннельных и дорожных покрытий.	Упаковка 25 кг. Хранить в сухом помещении.

*Примечание. Приготовление смесей производится в соответствии с инструкциями поставщика.*

**Таблица 7**  
**Технические характеристики отечественных бетонных смесей фирмы «АЛИТ»**

Наименование материала	Расход цемента на 1 м <sup>3</sup>	Расплав конуса, удобоукладываемость	Воздуховывлечение, %	Прочность на растяжение при изгибе в возрасте 28 суток, МПа	Прочность на сжатие в возрасте 28 суток, МПа	Цепление с бетоном в возрасте 28 суток, МПа	Цепление со сталью (гладкий стержень) в возрасте 28 суток, МПа	Морозостойкость, F циклов	Водопроницаемость, W	Модуль упругости, МПа	Коэффициент сульфатостойкости
АЛИТ СДМП-1ср	2000	300	до 3	8,0	70,0	2,0	3,0	>300	>12	22000	>0,9
АЛИТ СМА-1	1800	250	до 3	7,0	70,0	2,5	3,0	>300	>12	14000	>0,9
АЛИТ СМШР-1				7,5	45	1,2			>12		
АЛИТ СМШР-1ср				7,0	40	1,2			>12		
АЛИТ СМБ-1ср				7,0	46				>12		
АЛИТ СМФБ-1ср				10,0	60				>12		
АЛИТ СМИР-1ср					45				>12		
АЛИТ СДР У	1500	60-80 Строй ЦНИЛ	до 5	7,0	34,5	2,5	3,0	>300	>12	-	>0,9

Продолжение таблицы 7

Наименование материала	Расход цемента на 1 м <sup>3</sup>	Расплав конуса, удобоукладываемость	Воздуховоеделение, %	Прочность на растяжение при изгибе в возрасте 28 суток, МПа	Прочность на сжатие в возрасте 28 суток, МПа	Сцепление с бетоном в возрасте 28 суток, МПа	Сцепление со сталью (такий стержень) в возрасте 28 суток, МПа	Морозостойкость, F циклов	Водонепроницаемость, W	Модуль упругости, МПа	Коэффициент сульфатостойкости
АЛИТ СДР-УМ				6,0	40				≤ 12		
АЛИТ СРР				От 8 до 14	От 45 до 80	От 1,5 до 3,0			≤ 12		
АЛИТ СБР-1 ср				От 7 до 8	От 46 до 60				≤ 12		
АЛИТ СРТ-1				7,0	45				≤ 12		

4.34. Защитные сухие смеси в каталоге представлены следующими видами:

- сухая смесь морозозащитная цементная дисперсная АЛИТ СДМЗ-1;
- импергирующий состав АЛИТ ИС-1;
- сухая смесь цементная дисперсная декоративная окрасочная АЛИТ СОМР-1;
- сухая смесь цементная дисперсная декоративная окрасочная двухкомпонентная АЛИТ СОМР-1-2;
- сухая смесь защитная ингибирующая обмазочная дисперсная АЛИТ СИД-1;
- сухая смесь биоцидная штукатурная растворная АЛИТ СБР-1;
- сухая смесь биоцидная обмазочная дисперсная АЛИТ СБД-1.

4.35. Гидроизоляционные материалы представлены следующими видами сухих смесей:

- сухая смесь гидроизоляционная штукатурная растворная АЛИТ ГР-1 (АЛИТ ГР-1н);
- сухая смесь гидроизоляционная штукатурная дисперсная АЛИТ ГР-1д (АЛИТ ГР-1дн);
- сухая смесь гидроизоляционная шовная растворная расширяющаяся АЛИТ ГРР-1;
- сухая смесь гидроизоляционная шовная растворная расширяющаяся дорожная АЛИТ ГРР-1н;
- сухая смесь гидроизоляционная обмазочная дисперсная АЛИТ ГР-2 (АЛИТ ГР-2н);
- сухая смесь гидроизоляционная обмазочная дисперсная (двухкомпонентная) АЛИТ ГР-2-2 (АЛИТ ГР-2н-2);
- сухая смесь гидроизоляционная бетонная расширяющаяся саморастекающаяся АЛИТ ГБР-1ср;
- сухая смесь гидроизоляционная бетонная расширяющаяся саморастекающаяся дорожная АЛИТ СБР-1срн;
- сухая смесь гидроизоляционная дисперсная расширяющаяся сверхбыстротвердеющая (гидропломба) АЛИТ ГРР-1сб;
- сухая смесь инъекционная гидроизоляционная тонкодисперсная расширяющаяся АЛИТ ГИД-1ср.

## **Конструкционный ремонт с использованием композиционных материалов**

4.36. Для увеличения несущей способности ремонтируемых конструкций в целом и защитного слоя в частности в последнее время начинают применять композиционные материалы, включающие в себя углепластиковые элементы.

В настоящее время композиционные материалы поставляют фирмы ООО «Sika» и ООО «БАСФ Строительные системы».

### ***а) Материалы, поставляемые ООО «Sika»***

4.37. Усиление железобетонных мостовых конструкций углепластиковыми элементами осуществляется путем их внешнего армирования углепластиковыми пластинами (ламели) или ткаными полотнами («холст») в соответствии с ТУ 5772-001-74110879-2004. «Технические условия. Конструкции внешнего армирования железобетонных мостов». ОАО ЦНИИС. М.2004 г.

4.38. Положения элементов усиления конструкции определяется соответствующими расчётами проектной организации.

4.39. Физико-механические свойства материалов усиления должны удовлетворять требованиям, изложенным в ТУ 5772-001-74110879-2004. «Технические условия. Конструкции внешнего армирования железобетонных мостов». ОАО ЦНИИС. М.2004 г. и иметь сертификат РФ (например, фирма ООО «Sika»).

4.40. Углепластиковые ламели (например, марки Sika Carbodur) должны иметь следующие основные характеристики:

- гладкую (без дефектов) поверхность;
- предел прочности при разрыве не менее 2000 МПа;
- модуль упругости (вдоль волокон)  $1,65 (\pm 0.2) \times 10^6$  МПа;
- относительное удлинение при разрыве не менее 1,5%;
- содержание углеродных волокон по объёму не менее 68%.

4.41. Тканые полотна (например, марки Sika Wrap) должны иметь следующие характеристики:

- толщина не менее 0,10 мм;
- ширина не менее 300 мм;
- предел прочности при разрыве не менее 3000 МПа;
- относительное удлинение при разрыве не менее 1.5%.

4.42. Клей для наклейки ламелей (например, марки Sikadur-30) на бетон мостовых конструкций должен иметь следующие характеристики:

- плотность в отверждённом состоянии –  $1,5 \pm 1,8 \text{ г/см}^3$ ;
- температура бетона и воздуха в момент наклейки  $+10^\circ\text{C}$  до  $+35^\circ\text{C}$ ;
- жизнеспособность при температуре  $+35^\circ\text{C}$  – не менее 30 мин;
- жизнеспособность при температуре  $+10^\circ\text{C}$  – не менее 90 мин;
- адгезия к бетонной поверхности не менее  $25 \text{ кгс/см}^2$ ;
- прочность на сжатие на 7-е сутки при температуре твердения  $20^\circ\text{C}$  – не менее 65 МПа;
- прочность при изгибе на 7-е сутки – не менее 25 МПа;
- прочность на сдвиг по бетону не менее 10 МПа;
- модуль упругости не менее 11000 МПа;
- коэффициент температурного расширения  $4,5 \times 10^{-5} \div 1,0 \times 10^{-4}$  на  $1^\circ\text{C}$ ;
- время набора проектной прочности – 7 дней при  $t = +15^\circ\text{C}$ ;
- морозостойкость – в соответствии с Техническими условиями на систему усиления.

4.43. Клей для наклейки тканых полотен (например, марки Sikadur-330) на бетон должен иметь следующие характеристики:

- температура бетона и воздуха в момент наклейки от  $+10^\circ\text{C}$  до  $+35^\circ\text{C}$ ;
- плотность в отверждённом состоянии  $1,2 \div 1,5 \text{ г/см}^3$ ;
- жизнеспособность при температуре  $+20^\circ\text{C}$  – не менее 30 мин;
- модуль упругости на растяжение не менее 3800 МПа;
- адгезия к бетону не менее 2,5 МПа;
- прочность при изгибе через 7 суток при  $t = 20^\circ\text{C}$  – не менее 25 МПа;

- прочность на сжатие – не менее 65 МПа.

4.44. Для выравнивания поверхностей пролетных строений перед наклейкой ламелей и холстов следует использовать ремонтный состав (например, марки Sikadur®41) со следующими характеристиками:

- температура бетона и воздуха при нанесении – от +10°C до +30°C;

- жизнеспособность при температурах +20°C – не менее 40 мин.;

- прочность при изгибе – не менее 25 МПа;

- прочность на сжатие – не менее 65 МПа;

- адгезия – не менее 2,5 МПа;

- модуль упругости – 9000 МПа.

4.45. Для повышения адгезии приклеиваемых углепластиковых элементов к бетону, следует применить грунтовочный состав марки Sika Repai. Указанный состав также кальмативирует микропоры бетона, что способствует снижению порового давления в месте наклейки усиления. Состав снижает влажность поверхности бетона, а также концентрацию пыли на его поверхности. Грунтовочный состав наносится на поверхность конструкции кистью. Время высыхания состава при температуре +20°C составляет не менее 12 часов.

4.46. Транспортирование и хранение углепластиковых лент осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 25388 со следующим дополнением: лента должна храниться в упакованном виде при температуре не ниже 10°C и влажности не выше 85%.

4.47. Транспортирование тканых полотен осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7000.

4.48. Тканые полотна хранят на стеллажах в складских помещениях, исключающих попадание прямых солнечных лучей при температуре от +5 до +30°C и относительной влажности не более 80%.

4.49. Транспортирование клеев производится всеми видами транспорта. Погрузку в транспортные средства и перевозку клеев производят в соответствии с Правилами перевозки грузов, действующими на транспорте данного вида.

4.50. Клеи должны храниться на складе в герметичных емкостях при температуре от +5 до +25°C в условиях, обеспечивающих защиту от воздействия влаги и солнца, рассортированными по маркам.

***б) Материалы, поставляемые ООО «БАСФ Строительные системы»***

4.51. На основе использования материалов, поставляемых ООО «БАСФ Строительные системы» разработана система усиления строительных конструкций MBrace (ТУ 5631-007-70386662-2009).

Область применения:

- восстановление несущей способности и повышения долговечности сооружений различного назначения при старении конструкционных материалов, коррозии стальных элементов, наличия трещин, непроектных прогибов и признаков потери устойчивости и т.д.;
- повышение несущей способности мостов и других транспортных сооружений, не имеющих повреждений, но требующие усиления в связи с увеличением статической и динамической транспортной нагрузки;
- сохранение несущей способности конструкций при изменении конструктивных схем силового каркаса (удаление несущих стен и колонн, увеличение пролетов балок) и т.д.

4.52. Для системы MBrace поставляют холсты, ламели, стержни, праймеры, шпаклевку и клеи.

4.53. Используют несколько видов холстов на основе углеродных, арамидных, базальтовых и стеклянных волокон.

MBrace Fibres CF – холсты на основе однонаправленных углеродных волокон.

MBrace Fibres AF – холсты на основе однонаправленных арамидных волокон.

MBrace Fibres GF – холсты на основе однонаправленного стекловолокна.

MBrace Fibres BF – холсты на основе однонаправленного базальтового волокна.

4.54. Для увеличения несущей способности конструкций используют ламели на основе углеродных, арамидных,

базальтовых и стеклянных волокон для увеличения несущей способности конструкций:

MBrace Laminate CF – ламели на основе однонаправленных углеродных волокон.

MBrace Laminate AF – ламели на основе однонаправленного стекловолокна.

MBrace Laminate BF – ламели на основе однонаправленных базальтовых волокон.

4.55. Для усиления конструкций используют также композитные стержни на основе углеродных, арамидных, базальтовых и стеклянных волокон:

MBrace Bar CF – композитные стержни на основе однонаправленных углеродных волокон.

MBrace Bar AF – композитные стержни на основе однонаправленных арамидных волокон.

MBrace Bar GF – композитные стержни на основе однонаправленного стекловолокна.

4.56. При ремонте используют праймер MBrace PRIMER – 2-х компонентная грунтовка, на эпоксидной основе без растворителей, для подготовки поверхности структурного крепления композитных материалов системы MBrace на различных основаниях, а также шпатлевку CON-CRESIVE 1406 – шпаклевка на основе эпоксидной смолы, предназначена для применения с композитной системой укрепления MBrace, а именно, для ремонта, укрепления и выравнивания небольших поверхностных дефектов до 10 мм и формирования гладкой поверхности, на которую наносится система MBrace.

4.57. При ремонте используют клей для холстов и клей для ламината и стержней.

Клей MBrace ADESIVO SATURANT – высокопрочный 2-х компонентный клей на эпоксидной основе без растворителей, разработанный специально для холстов системы усиления и восстановления несущей способности строительных конструкций MBrace.

Клей для ламината и стержней MBrace LAMINATE ADESIVO – это высокопрочный клей на эпоксидной основе без растворителей, разработанный специально для системы

усиления и восстановления несущей способности строительных конструкций MBrace®.

4.58. При заказе материалов следует учитывать их маркировку и упаковку.

На упаковке наносится маркировка с указанием производителя, адреса, наименования материала, срока годности, веса или объема.

4.59. Двухкомпонентные составы клеи и грунтовка:

•CONCRESlVE® 1406 поставляется в комплектах по 5 кг.

компонент А: 3,75 кг ведро

компонент В: 1,25 кг ведро

•MBrace® PRIMER поставляется в комплектах по 10 кг.

компонент А: 6,90 кг ведро

компонент В: 3,10 кг ведро

•MBrace® ADESIVO SATURANT поставляется в комплектах по 5 кг

компонент А: 3,73 кг ведро

компонент В: 1,27 кг ведро

•MBrace® LAMINATE ADESIVO поставляется в комплектах по 6 кг

компонент А: 3 кг ведро

компонент В: 3 кг ведро

4.60. MBrace® Lam – ламели поставляются в картонных коробках по 100 м, шириной (20/50/60/80/90/100/120/150) мм.

4.61. MBrace® Fib – тканые холсты поставляются в картонных коробках по 100 м, шириной 0,5 м.

4.62. MBrace® Mbar – стержни диаметром 5 и 10 мм, поставляются длиной по 1, 3, 6, 12 метров.

4.63. При производстве работ используют защитные составы:

•МАСТЕРСИЛ 588, который поставляется комплектами по 35 кг:

мешок 25 кг;

канистра 10 кг.

•МАСТЕРСИЛ F 1131, который поставляется в ведрах по 15 л.

4.64. Материалы системы усиления МВгасе транспортируют в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта. При хранении обеспечить надлежащую вентиляцию рабочих помещений, держать дальше от очагов возгорания, воспламенения и открытого огня в прохладном сухом хорошо вентилируемом месте при температуре от 5 до 25°С подальше от прямых солнечных лучей и ультрафиолетовой радиации.

#### **Составы для ремонтных работ на базе эпоксидных смол и других материалов**

4.65. Составы на базе эпоксидных смол используют при различных видах ремонта конструкций, инъекционных работах и защите конструкций от различных видов воздействий.

Для ремонта используют жесткие, полужесткие и эластичные растворы, а также наполненные подзаливочные компаунды.

4.66. Основные физико – механические характеристики клеев, герметиков и компаундов на основе модифицированных эпоксидных смол приведены в табл.8.

4.67. Эпоксидные смолы ЭД-20 и ЭД-22, не относящиеся в целом к совместимым материалам, широко используют для жестких инъекционных растворов и для заделки неактивных трещин.

4.68. Материалы для приготовления инъекционных растворов должны удовлетворять требованиям:

- эпоксидная смола ЭД-20 (ЭД-22) – ГОСТ 1-587;
- полиэтиленполиамин – ТУ 6-02-5694-85;
- лапроксид 603 – ТУ 2226-322-1-48805;
- дибутилфталат – ГОСТ 8728;
- фуриловый спирт – ОСТ 59-127.

4.69. Ориентировочные составы инъекционных и герметизирующих растворов на базе эпоксидной смолы ЭД-20 приведены в табл.9. Смолы ЭД-20 и ЭД-22 в последнее время часто заменяют смолой ЭЛАД 167.

Таблица 8

Основные физико-механические характеристики клеев, герметиков, компаундов на основе модифицированных эпоксидных смол

Наименование	Клеи и компаунды для залечивания трещин						Наполненные подзаливочные компаунды		
	эластичные			полужесткие			жесткие		
	ЭЛД 551	ЭЛД 283	ЭЛД 552	ЭЛД 4	ЭЛД 553	ЭЛД 823	ЭЛД 13Г	ЭЛД 553К	ЭЛД ЭЖЛ-20
I	2	3	1005	1100	1130	1130	1155	1170	1410
Объемный вес, кг/м <sup>3</sup>	1120	1005	1100	1130	1130	1130	1155	1170	1410
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	1,3	10,5	40	74	90	100	115	70	85
Модуль упругости при сжатии, МПа	-	-	200	1010	2770	3900	4350	5450	5450
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	1	8,5	7,6	10,2	47	-	60	-	-
Относительное удлинение при разрыве, %	37	9,5	23	10	3,6	-	-	-	-
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	не разр.	не разр.	не разр.	не разр.	75	80	90	-	55
Сопротивление изгибу, МПа	0,6	2,2	7,5	22,5	-	-	-	10,5	3
Удельная ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	не разр.	не разр.	не разр.	15	10	11,5	10	12,6	-
Твердость по Шору, Д, усл.ед.	-	-	60	68	70	78	80	67	-

**Продолжение таблицы 8**

Наименование	Клеи и компаунды для заливки трещин						Наполненные подзаливные компаунды		
	эластичные			полужесткие			жесткие		
	ЭЛД 551	ЭЛД 283	ЭЛД 552	ЭЛД 553	ЭЛД 823	ЭЛД 13Г	ЭЛД 553К	ЭЖЛ-140	ЭЖЛ-20
Время гелеобразования, ч при t = 20-23°C в объеме 300 мл	1	2	2	1	3,5	1	2	2	2
Возможное отверждение при отрицательных температурах, час: 0-5°C 5-10°C 20°C	48 100 -	48 100 120	48 100 -	48 100 120	48 100 -	48 100 120	48 100 120	100 -	100 -

Примечание: - адгезия к металлу на отрыв - 1,9-2,0 МПа (для низкопрочного пористого наполнителя).

Компаунд марки ЭЛД 553К соответствует низковязкому компаунду № 1

№ 2

ЭЛД 283

- « -

**Таблица 9**

*Составы инъекционных и герметизирующих растворов*

№ состава	Состав раствора	Содержание компонентов, в масс.част.
1	Эпоксидная смола (ЭД-20, ЭД-22) Лапроксид (603) ПЭПА	100 100-50 26-19
2	«ЭЛАД-167М» (завод «Макромер») ПЭПА	100 12
3	Эпоксидная смола (ЭД-20, ЭД-22) Дибутилфталат ПЭПА	100 20 9
4	Эпоксидная смола (ЭД-20, ЭД-22) Фуриловый спирт ПЭПА	100 20 8
5	Эпоксидная смола (ЭД-20) Дибутилфталат Ацетон ПЭПА	100 15 5 15

4.70. При выборе жесткого состава инъекционного раствора предпочтение следует отдать составам на основе эпоксидных смол ЭД-20 (ЭД-22) с лапроксидом, который обладает высокой подвижностью и наименьшей токсичностью и повышает пластические свойства затвердевшего состава.

4.71. Для поверхностной герметизации трещин следует использовать один из выбранных для ремонта составов растворов, приведенных в табл.10.

Для прочностной заделки трещин рекомендуется использовать также составы, приведенные в табл.11.

4.72. Для других жестких эпоксидных смол составы следует подбирать лабораторным путем.

4.73. Для повышения вязкости и прочности герметизирующих растворов в их состав добавляют наполнители (молотый песок, мел, цемент или каолин). Вязкость раствора при этом определяют по вискозиметру ВЗ-4 в соответствии с ГОСТ 8420-74\*.

**Таблица 10**  
**Состав эпоксидных компаундов для прочностной заделки трещин**

Компонент	Количество в частях по массе в компаунде								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Эпоксидная смола ЭД-20 (ЭД-22)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Дибутилфталат	-	15	20	-	-	-	-	-	-
Эпоксидные алифатические смолы:									
ДЭГ-1	-	-	-	20	40	-	-	-	-
ДЭГ-2	-	-	-	-	-	40	-	-	-
Окситерпеновый растворитель	-	-	-	-	-	-	40	-	-
Древесный деготь (наполнитель)	-	-	-	-	-	-	-	100	-
Мономер ФАМ	-	-	-	-	-	-	-	-	50
Отвердитель (полиэтиленполимин или гексатетилендиамин)	12	12	15	15	18	18	12	20	25
Вязкость компаунда, мПа с, при температуре 40°С									
	1300	500	350	381	182	156	170	100	80
Жизнеспособность компаунда, ч, при температуре 20°С									
	1,5	2,5	3	2	2,5	4	2,5	4	3

**Таблица 11**

*Состав полиэфирных компаундов на основе комбинаций инициаторов и ускорителей для прочностной заделки трещин*

Компонент	Количество в частях по массе			Компонент	Количество в частях по массе		
Полиэфирная смола ПН-1	100	100	100	Нафтенат кобальта	8-10	-	-
Перекись бензола	-	3-5	-	Диметиланилин	-	8-10	-
Гипериз	3-5	-	3-5	Ускоритель В	-	-	8-10

4.74. Для повышения эффективности инъектирования и герметизации трещин, в том числе трещин, изменяющих величину своего раскрытия, следует применять эластичные эпоксидосодержащие растворы марок ЭЛД 283, ЭЛД 552, ЭЛД 553, которые поставляются в комплекте с отвердителем. (Поставщик – фирма «АкваСинт», г. Владимир, ул. Фрунзе, 77, телефон (4922) 27-63-26) и состав ELASTO-DECK, имеющий 100% удлинение при разрыве (поставщик фирма «Интераква», 113105 Москва, Варшавское шоссе, д. 17, стр. 5, тел 952-92-48, 952-66-09).

4.75. Состав ЭЛД 552 используют для инъектирования и герметизации трещин, изменяющих свое раскрытие в течение всего срока эксплуатации сооружений, а также увлажненных и пропускающих воду.

При ремонте увлажненных трещин используют специальные отвердители.

4.76. Состав ЭЛД 553 преимущественно используют для ремонта трещин и зазоров опорных плит, работающих под воздействием сжимающих нагрузок.

4.77. Состав ЭЛД 283, имеющий высокую проникающую способность, следует использовать для ремонта глубоких трещин (в том числе «дышащих»), имеющих раскрытие менее 0,35 мм.

4.78. Растворы на базе эпоксидных смол ЭЛД 283, ЭЛД 552, ЭЛД 553 могут быть использованы для герметизации трещин с введением в подбираемый состав загустителя АЭРОСИЛ (поставщик институт ГНИХТЭОС) в количестве

2-8% от массы цемента, а также тонкомолотого кремнезема (с размером частиц не более 5 мкм) в количестве до 20% от массы раствора.

4.79. В случае отсутствия эпоксидных смол для прочностной заделки и герметизации активных трещин допускается, в виде исключения, использовать компаунды на основе полиэфирной смолы ПН. Наиболее часто встречающиеся составы на базе эпоксидных и полиэфирных компаундов приведены в табл.11.

4.80. При выборе составов инъекционных растворов на базе эпоксидных смол следует учитывать время технологической жизнеспособности раствора.

4.81. Для конкретного объекта необходимое время технологической жизнеспособности раствора определяется периодом от введения в раствор отвердителя до промывки нагнетательного оборудования. Технологическая жизнеспособность зависит от состава инъекционного раствора, его температуры, времени перемешивания и нагнетания в трещину, и от расстояния между штуцерами. В общем случае технологическая жизнеспособность раствора должна быть не менее 20 мин.

4.82. Для инъекции в трещины применяют высокопластичные тиоколовые герметизирующие мастики, состоящие из двух или трех компонентов. В качестве растворителя используют ацетон, этилацетат, циклогексан, растворитель Р-5. Наиболее эффективным растворителем является смесь ацетона с циклогексаном в отношении 1:1.

4.83. Состав тиоколовых герметизирующих мастик приведен в табл. 12.

4.84. Количество растворителя, вводимого в герметизирующую тиоколовую мастику для получения необходимой вязкости материала, не должно превышать 40% от массы мастики.

4.85. Вязкость мастики для инъекции в трещины в зависимости от раскрытия трещин должна быть равной:

при раскрытии трещин мм 0,2 – 1,0	30-60 мин по ВЗ-4
то же	45-75
то же	60-90

**Таблица 12**

*Состав тиоколовых герметизирующих мастик*

Компонент	Количество в частях по массе в составе	
	для нанесения кистью	для инъекции в трещины
Герметизирующие пасты:		
У-30, МЭС-5	100	-
УТ-34	-	100
Паста № 9 (вулканизатор)	7-11	10
Дифенилгуанидин (ускоритель твердения)	0,3-1	1
Эпоксидная смола (пластификатор)	-	5-10
Растворители:		
ацетон	25	5-10
этилацетат	25	-

*Примечание. 1. Рекомендуется пластификация тиоколового герметика УТ-34 эпоксидной смолой ЭД-20.*

Для лечения трещин можно использовать материал МАСТЕРСИЛ 540 (новое наименование МАСТЕРСИЛ 550).

4.86. МАСТЕРСИЛ 540 (МАСТЕРСИЛ 550) обладает исключительными для цементных материалов характеристиками – он эластичен. Относительное удлинение составляет – 60%, что позволяет его успешно использовать на поверхностях с трещинами. Для обеспечения высокого качества работ необходимо наносить не менее двух слоев материала.

4.87. Пленка из МАСТЕРСИЛА 540 (МАСТЕРСИЛА 550) водонепроницаема, но паропроницаема. Благодаря своим свойствам МАСТЕРСИЛ обеспечивает надежную долговечную защиту бетона от агрессивных воздействий, в том числе от сульфатной коррозии.

4.88. Для герметизации заполнения узких трещин, уплотнения, упрочнения и защиты бетона и других пористых материалов от коррозии как эксплуатируемых, так и новых сооружений можно использовать защитную композицию СИЛОР (ТУ 2257-001-29363290-97).

4.89. СИЛОР – мономер из класса изоцианатакрилатов, который представляет собой низковязкую жидкость

светло-коричневого цвета. При нанесении на поверхность пористых материалов, СИЛОР проникает в поры и придает пропитанному слою новые физико-химические свойства:

- непроницаемость для воды, хлоридов и солей;
- упрочнение пропитываемых конструкций и «лечение»

трещин;

- стойкость к знакопеременным нагрузкам;
- устойчивость в агрессивных средах;
- повышение трещиностойкости;
- повышение морозостойкости;
- антисептические свойства;
- снижение истираемости;
- покрытие не горит.

Физико-механические характеристики покрытия СИЛОР приведены в табл.13.

**Таблица 13**

*Физико-механические характеристики покрытия на основе композиции СИЛОР*

Показатели	Результаты
Адгезия	3,2 МПа (разрыв по телу непропитанного бетона), определить истинную адгезию невозможно
Водонепроницаемость	более W 20
Водопоглощение	0,03%
Проницаемость хлоридов в бетон	отсутствует
Морозостойкость	более 400 циклов
Прочность на сжатие по сравнению с образцами без пропитки	увеличивается в 2-2,5 раза
Трещиностойкость по сравнению с аналогичными образцами без пропитки	повышается
Возможность лечения уже существующих трещин (до 0,3 мм)	На вертикальных поверхностях путем многократного промазывания – заполнение трещины на 65 мм
Истираемость образцов тротуарной плитки с одним слоем композиции СИЛОР	0,06 г/см <sup>2</sup>
Истираемость образцов без пропитки	0,19 г/см <sup>2</sup>

*Продолжение таблицы 13*

Показатели	Результаты
Горючесть покрытия	не горит
Пылеобразование	отсутствует
Устойчивость к агрессивным средам	устойчив к действию кислот, щелочей низких и средних концентраций, растворов солей высокой концентрации, бензо-, маслоустойчивость
Устойчивость к УФ-лучам	устойчив при введении пигментов
Антисептические свойства	уничтожает и предотвращает появление грибков, мхов, лишайников, плесени

4.90. Композиция СИЛОР на конструкции наносится кистями, валиками, пульверизаторами до полного насыщения.

- Глубина пропитки бетона при нанесении – 0,5 ... 15 мм;
- Глубина пропитки методом глубокого импрегнирования – 15,0 ... 50 мм;
- Глубина пропитки при импрегнировании методом инъекции под давлением – до сквозного проникновения;
- Время полимеризации при плюс 10°C – 8 ... 12 ч;
- Время полного набора прочности – 3 ... 5 сут.

4.91. СИЛОР наносится при температурах от минус 60 до плюс 120°C. При нанесении недопустимо наличие свободной воды на поверхности.

4.92. Для заделки активных протечек воды в бетоне и кирпичной кладке рекомендуется использовать материал МАСТЕРСИЛ 590 – однокомпонентный сверхбыстротвердевающий ремонтный состав на основе цемента. Он может быть использован для уплотнения швов и трещин, быстрого закрепления болтов, анкеров и других элементов.

Материал обеспечивает остановку протечек воды в течение 1 ... 2 минут, позволяет оперативно заделывать трещины без инъекционного оборудования.

4.93. При использовании материала МАСТЕРСИЛ 590 основание необходимо очистить от грязи и мусора и при необходимости тщательно смочить водой. Для применения материал необходимо всего лишь смешать с водой.

Для заделки трещин с поступающей водой рекомендуется использовать готовый к применению быстротвердеющий состав на основе цемента Rapidharter.

### **Материалы для защиты арматуры от коррозии**

4.94. Обнаженную арматуру железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, следует перед восстановлением защитного слоя покрывать антикоррозионным составом.

4.95. Для защиты арматуры железобетонных конструкций возможно использование других материалов и ингибиторов коррозии, применение которых согласовано с головными научно-исследовательскими институтами, в том числе полимера АКРИЛ-100 и композиции антикоррозионной марки ЦВЭС (ТУ 2312-004-1288779-99).

4.96. Для защиты арматуры от коррозии при воздействии хлоридов рекомендуется применять ЕМАСО® Nanocrete AP.

### **Материалы для вторичной защиты бетона**

4.97. Железобетонные конструкции транспортных сооружений (мостов, путепроводов, эстакад, и тоннелей на автомобильных дорогах, подземных и надземных пешеходных переходов, плит дорожных покрытий, элементов обустройства автомобильных дорог, водопропускных труб и сборных резервуаров) подвергаются внешним агрессивным воздействиям.

4.98. В зависимости от характера воздействия согласно МГСН 2.09-03 «Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений» конструкции подразделяются на три категории эксплуатации:

К *первой категории* (1) следует относить конструкции и их элементы, которые в процессе эксплуатации защищены от непосредственного попадания атмосферных осадков, но при этом подвержены воздействию наружной температуры и влажности окружающего воздуха и агрессивных газов. К конструкциям первой категории можно отнести элементы

стен и перекрытий протяженных (более 60 м) тоннелей, путепроводов, конструкций, находящихся в закрытой части подземных и наземных переходов, не подвергающиеся воздействию жидкостей с проезжей части дорог, в том числе заносимых колесами автотранспорта.

Ко *второй категории* (2) следует относить все конструкции и их элементы, эксплуатируемые на открытом воздухе, которые подвержены воздействию атмосферных осадков и агрессивных газов, за исключением конструкций и их элементов, отнесенных к третьей категории.

К *третьей категории* (3) следует относить конструкции и их элементы, эксплуатируемые на открытом воздухе, подвергающиеся воздействию атмосферных осадков и агрессивных газов и имеющих контакт с твердыми и жидкими агрессивными средами, а также элементы конструкций, на которые непосредственно попадают загрязнения с колес автотранспорта. К третьей категории относятся: дорожные покрытия из монолитного и сборного бетона и железобетона, нижние части подпорных стенок, опоры эстакад и путепроводов, стен тоннелей (на участках, примыкающих к портальной части), большая часть элементов обустройства автомобильных дорог, а также опоры мостов в зоне переменного уровня воды, наружные грани плит и крайних балок пролетных строений.

4.99. Для защиты элементов транспортных сооружений в зависимости от условий эксплуатации по среде технологии вторичной защиты по МГСН 2.09-03 и EN 1504 «Материалы и системы для ремонта и защиты бетонных конструкций» подразделяются на группы:

I. Гидрофобная пропитка(Н) – это обработка бетона для получения поверхности с водоотталкивающим эффектом при которой:

- поры и капилляры покрываются изнутри, но не заполняются;
- на поверхности бетона отсутствует пленка;
- вид бетона не изменяется или имеются небольшие изменения;
- действующими веществами могут быть, например, силаны или силоксаны.

II. Пропитку (1) осуществляют с использованием материалов на полимерной основе и на минеральной основе. Пропитка(1) – это и обработка бетона для уменьшения пористости поверхности и упрочнения поверхности при которой:

- поры и капилляры частично или полностью заполняются;
- обработка обычно приводит к прерывистой тонкой пленке на поверхности;
- связующими растворами могут быть, например, органические полимеры.

Рабочие характеристики для пропитки, отнесенной к «правилам» определены в части 9 EN 1504.

III. Покрытия (С) осуществляют с использованием материалов на минеральной основе, на полимерцементной основе, на полимерной основе.

Покрытия (С) – это обработка для получения сплошного защитного слоя на поверхности бетона, толщина которого обычно составляет от 0,1 до 5,0 мм.

В особых случаях может потребоваться покрытие толщиной более 5 мм. Связующими растворами при этом могут быть, например, органические полимеры, органические полимеры с цементом в качестве заполнителя или с гидравлическим цементом, модифицированным дисперсией полимеров.

Покрытия могут быть на основе:

- органических полимеров;
- органических полимеров с цементом в качестве наполнителя;
- цемента, модифицированного дисперсией полимеров.

4.100. Гидрофобизаторы поверхности согласно EN 1504-2 должны обладать: глубиной проникновения, степенью снижения коэффициента капиллярного всасывания воды, стойкостью к циклам попеременного замораживания/оттаивания, временем высыхания. Согласно части 9 стандарта EN 1504, определяющей общие правила применения материалов для ремонта и защиты бетона, гидрофобизаторы применяются при защите бетона от проникновения аг-

рессивных соединений из воздуха совместно с атмосферной влагой посредством капиллярного переноса и диффузии. Также гидрофобизаторы применяются для регулирования влажности бетона и железобетона и в целях повышения его удельного сопротивления во избежание распространения коррозионных процессов стали.

4.101. Пропиточно-кольматирующие составы согласно EN 1504-2 должны обладать: глубиной проникновения, степенью повышения марки по водонепроницаемости бетона и морозостойкости, степенью снижения истираемости обработанного бетона, паропроницаемостью.

Согласно части 9 стандарта EN 1504 материалы из группы «пропитки» применяются при защите бетона от проникновения агрессивных соединений из окружающей среды совместно с атмосферной влагой посредством капиллярного переноса и диффузии.

4.102. Защитные покрытия и системы должны обладать: адгезией к бетону, атмосферостойкостью, сохранением адгезии к бетону после многократных циклов попеременного замораживания/оттаивания, паропроницаемостью и, при необходимости, химической стойкостью, декоративными свойствами, эластичностью, стойкостью к истиранию.

Согласно части 9 Европейского стандарта EN 1504 материалы из группы «покрытие» применяются для защиты от проникновения агрессивных соединений из окружающей среды (воздуха, грунта, воды и т.п.) посредством механизмов фильтрации, диффузионного и капиллярного переносов. Такие химстойкие покрытия применяются для защиты бетона в случае наличия сильноагрессивных сред (растворов кислот, щелочей, органических масел и многоатомных спиртов и т.п.), для регулирования влажности бетона и повышения его физической стойкости и удельного электрического сопротивления.

4.103. Для защиты элементов транспортных сооружений, эксплуатируемых в условиях *1-й категории* и повышения их стойкости к атмосферным воздействиям следует использовать материалы:

- гидрофобизатор бетонной поверхности МАСТЕР-СИЛ 303.

- атмосферостойкое декоративное покрытие средней эластичности на полимерной основе МАСТЕРСИЛ F1131.

- атмосферостойкое декоративное покрытие на полимерной основе для защиты автодорожных тоннелей МАСТЕРСИЛ 142A.

4.104. Для защиты элементов транспортных сооружений, эксплуатирующихся в условиях *2-й категории*, повышения их атмосферостойкости следует использовать материалы:

- защитное покрытие на полимерцементной средней эластичности МАСТЕРСИЛ 550.

- атмосферостойкое покрытие на цементной основе МАСТЕРСИЛ 577.

4.105. Для защиты элементов транспортных сооружений, эксплуатирующихся в условиях *3-й категории*, повышения их атмосферостойкости следует использовать материалы:

- защитное жесткое покрытие на цементной основе МАСТЕРСИЛ 531.

- защитное покрытие на полимерцементной основе средней эластичности МАСТЕРСИЛ 588.

4.106. МАСТЕРСИЛ 303 — гидрофобизирующая жидкость на алкилалкоксисилановой основе. Состав предназначен для гидрофобизации бетона ручным или механизированным способом конструкций, не подвергающихся воздействию жидкостей с проезжей части дорог, в том числе заносимых колесами автотранспорта: несущие элементы проезжей части, несущие элементы пролетного строения, опоры путепроводов и т.п.

Поверхность, обработанная МАСТЕРСИЛ 303, приобретает способность отталкивать воду и растворенные в ней агрессивные к бетону вещества. Время протекания химической реакции зависит от температуры, влажности и впитывающей способности основания.

4.107. МАСТЕРСИЛ F1131 - однокомпонентное покрытие на основе водной дисперсии полиакрилатов. Дисперсия отверждается в декоративное атмосферостойкое покрытие средней эластичности, способное перекрывать трещины с раскрытием до 0,3 мм. Покрытие МАСТЕРСИЛ F1131

предназначено для защиты бетонных поверхностей несущих элементов проезжей части и пролетного строения, опор путепроводов, сводов тоннелей и т.п.

Покрытие толщиной 0,4 мм обладает адгезией к бетону более 0,8 МПа и обеспечивает защиту бетона от проникновения ионов хлоридов и  $\text{CO}_2$  посредством диффузии, воздействия УФ. Отвержденное покрытие сохраняет паропроницаемость, что способствует снижению влажности бетона, соответственно уменьшается риск распространения карбонизации и впоследствии коррозии стальной арматуры.

Декоративность покрытия обеспечивается гладкой фактурой средней степени глянца и возможностью выбора любого цвета покрытия в системе RAL.

4.108. МАСТЕРСИЛ 142А – двухкомпонентный эпоксидно-акриловый состав на водной основе с высоким содержанием диоксида титана и минеральных наполнителей, отверждающееся в защитное декоративное покрытие. Не содержит растворителей. Состав предназначен для защиты бетона автомобильных и железнодорожных тоннелей, а также автомобильных и железнодорожных проездов под путепроводами. Покрытие толщиной 0,2 мм обладает особенностями:

- улучшает видимость и повышает комфорт движения в автомобильных тоннелях;
- обладает высокой грязеотталкивающей способностью;
- обладает высокой износостойкостью и устойчивостью к многократной очистке водой под давлением;
- покрытие устойчиво к негативному гидростатическому давлению;
- покрытие паропроницаемо;
- покрытие устойчиво к ультрафиолетовому излучению;
- сочетает в себе функции защиты, гидроизоляции и финишной отделки бетонных сооружений;
- увеличивает электрическое удельное сопротивление бетона (снижается риск возникновения коррозии арматуры);
- создает барьер для  $\text{CO}_2$  (защищает бетон от карбонизации);
- обладает повышенной морозостойкостью даже в присутствии солей-антиобледенителей.

Декоративность покрытия обеспечивается гладкой фактурой средней степени глянца и возможностью выбора любого цвета покрытия в системе RAL.

4.109. МАСТЕРСИЛ 550 - двухкомпонентное состав, образующий покрытие средней эластичности на основе сухой цементной смеси и водной дисперсии полиакрилатов. Введение в модифицированную сухую цементную смесь (1-й компонент) водной дисперсии полиакрилатов (2-й компонент) позволяет повысить относительное удлинение отвержденного полиакрилатцементного покрытия толщиной 2 мм до 25 - 30%, что позволяет перекрывать статические трещины шириной раскрытия до 0,6 мм без разрыва. Адгезия покрытия к основанию составляет 1,0 МПа на отрыв. Таким образом, покрытие МАСТЕРСИЛ 550 рекомендуется использовать на преднапряженных железобетонных элементах и конструкциях, испытывающих деформации для защиты бетона от:

- фильтрации воды под прямым давлением до 1,35 МПа
- проникновения ионов  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$  и  $\text{CO}_2$
- воздействия знакопеременных температур.

Отвержденное покрытие сохраняет паропроницаемость, что способствует снижению влажности бетона, соответственно уменьшается риск распространения карбонизации и впоследствии коррозии стальной арматуры.

4.110. МАСТЕРСИЛ 577 - однокомпонентная сухая смесь для приготовления жесткого атмосферостойкого покрытия толщиной до 1,5 мм. Применяется для защиты бетонных, железобетонных конструкции, каменной кладки, подверженных агрессивным атмосферным воздействиям.

Отвержденное покрытие сохраняет паропроницаемость, что способствует снижению влажности бетона, соответственно уменьшается риск распространения карбонизации и впоследствии коррозии стальной арматуры.

4.111. МАСТЕРСИЛ 531 - однокомпонентная сухая смесь, в состав которой входит высокоактивный портландцемент нормированного состава, эффективные минеральные и органические добавки, высококачественный мелкий фракционированный заполнитель. После нанесения на бетонную поверхность образуется жесткое покрытие толщиной от 2 до

5 мм, предназначенное для защиты бетона элементов транспортных сооружений, не подверженных деформациям, от:

- фильтрации воды под прямым давлением до 1,65 МПа
- проникновения ионов  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$  и  $\text{CO}_2$
- истирающих нагрузок
- воздействия знакопеременных температур.

Отвержденное покрытие сохраняет паропроницаемость, что способствует снижению влажности бетона, соответственно уменьшается риск распространения карбонизации и впоследствии коррозии стальной арматуры.

4.112. МАСТЕРСИЛ 588 - двухкомпонентный состав на основе сухой цементной смеси и водной дисперсии полиакрилатов, образующий эластичное защитное паропроницаемое покрытие. Введение в модифицированную сухую цементную смесь (1-й компонент) водной дисперсии полиакрилатов (2-й компонент) повышает относительное удлинение отвержденного полиакрилатцементного покрытия толщиной 2 мм до 25 — 30%, что позволяет перекрывать статические трещины шириной раскрытия до 1,2 мм без разрыва. Адгезия покрытая к основанию составляет 1,1 МПа на отрыв. Таким образом, покрытие МАСТЕРСИЛ 588 рекомендуется использовать на преднапряженных железобетонных элементах и конструкциях, испытывающих деформации для защиты бетона от:

- фильтрации воды под прямым давлением до 1,65 МПа
- проникновения ионов  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$  и  $\text{CO}_2$
- воздействия знакопеременных температур

Отвержденное покрытие сохраняет паропроницаемость, что способствует снижению влажности бетона, соответственно уменьшается риск распространения карбонизации и впоследствии коррозии стальной арматуры.

4.113. Для упрочнения материалов, повышения их водонепроницаемости, сопротивляемости воздействию агрессивных сред, а также повышения морозостойкости бетона используют кольматирующие материалы, в т.ч. МАСТЕРСИЛ 501.

Кольматирующие материалы рекомендуется также использовать при проведении инъекционных работ, когда не

требуется обеспечения эластичных свойств инъекционных материалов.

4.114. Кольматирующие материалы проникающего действия применяют в чистом виде или в смеси с раствором как покрытие для элементов бетонных конструкций или как добавки в бетон. Применение кольматирующих материалов проникающего действия позволяет увеличить водонепроницаемость бетона от W 2 до W 12 и более.

4.115. Для защиты бетонных конструкций от воздействия канализационных вод, что часто требуется при сооружении городских тоннелей, может быть рекомендован специальный гидроизоляционный материал PCI® KANADICHT, обладающий повышенной сульфатостойкостью, высокой механической прочностью, возможностью передачи пешеходной нагрузки через 1 день нанесения, а так же высокой водонепроницаемостью, морозостойкостью и износостойкостью.

4.116. Материал возможно наносить набрызгом, кистью и шпателем. При ручном и механическом нанесении состав обладает хорошей удобоукладываемостью.

4.117. При использовании материала PCI® KANADICHT основание должно быть влажным. минимальная толщина слоя:

- при влажном основании – 2 мм;
- при безнапорной воде – 2,5 мм;
- в резервуарах глубиной 15 м – 3,5 мм.

4.118. Нагрузка водой отремонтированной поверхности разрешается через 3 дня после нанесения.

4.119. Ремонтный состав рекомендуется готовить с механическим перемешиванием. Схватывающийся раствор запрещается смешивать со свежим раствором или разбавлять водой.

4.120. Защитное покрытие поверхности бетона, эксплуатируемого в средах, не относящихся к сильно агрессивным, может выполняться из красок на основе ПВАЭ и латексов. Рекомендуемые составы приведены в табл.14.

**Таблица 14**

*Состав полимерцементных красок на основе поливинилацетатной эмульсии и латекса СКС-65ГП*

Компонент	Количество в частях по объему для составов на основе	
	ПВАЭ	СКС-65-ГП
Цемент Вода Поливинилацетатная эмульсия ПВАЭ (с 50% -ным содержанием воды)	0,30-0,40	0,25-0,40
Латекс СКС-65ГП (с 50% -ным содержанием воды)	0,25-0,30	0,20-0,40

4.121. Расширяется область применения защитных материалов производства фирмы АЛИТ:

- сухая смесь морозозащитная цементная дисперсная АЛИТ СДМЗ-1 применяется при устройстве защитного слоя на поверхности мостовых, тоннельных и дорожных конструкций: колесоотбойников, барьерных ограждений, мостовых сходов, цоколей зданий, грузовых площадок, эксплуатируемых при интенсивных воздействиях солевых растворов, циклическом замораживании и оттаивании. Используется при температурах выше +5°C. Наносится несколькими слоями при толщине каждого слоя не менее 0,5 мм;

- импергирующий состав АЛИТ ИС-1 применяют для приготовления жидкого праймера при защите от высыхания свежееуложенных растворных и бетонных смесей.

- сухая смесь дисперсная окрасочная однокомпонентная АЛИТ СОМР-1 и сухая смесь дисперсная декоративная окрасочная двухкомпонентная АЛИТ СОМР-1-2 используются для окраски бетонных и железобетонных конструкций для создания декоративной поверхности, повышения морозо- и морозостойкости бетона, предотвращения высолообразования и роста биологических объектов. Используется краски мостовых и тоннельных конструкций, подпорных стен и т.д.;

- сухая смесь защитная ингибирующая обмазочная дисперсная АЛИТ СИД-1 используется для защиты арматуры, металлических и железобетонных конструкций зданий и сооружений от коррозии. Раствор на основе АЛИТ СИД-1

обладает гидроизоляционными свойствами при условии двухслойной укладки.

- сухая смесь биоцидная штукатурная растворная АЛИТ СБР-1 применяется при получении растворных смесей для защиты конструкций зданий и сооружений от заражения биологическими организмами (плесенью, грибом, лишайником, водорослями и т.п.). Раствор обладает гидроизоляционными свойствами при условии двухслойной укладки и может использоваться для выравнивания и ремонта бетонных конструкций.

- сухая смесь биоцидная обмазочная дисперсная АЛИТ СБД-1 предназначена для защиты бетонных, железобетонных и каменных сооружений от заражения биологическими организмами и обладает гидроизоляционными свойствами при условии двухслойной укладки.

4.122. Фирма АЛИТ выпускает сухие гидроизоляционные смеси:

- сухая смесь гидроизоляционная штукатурная растворная АЛИТ ГР-1 (АЛИТ ГР-1н) и сухая смесь гидроизоляционная штукатурная дисперсная АЛИТ ГР-1д (АЛИТ ГР-1дн) предназначены для устройства штукатурной и потолочной гидроизоляции кирпичных, бетонных и железобетонных конструкций, а также напольной гидроизоляции на объектах водоснабжения, плавательных бассейнов, подземных сооружений, балконов и ванных комнат.

- сухая смесь гидроизоляционная шовная растворная расширяющаяся АЛИТ ГРР-1 и сухая смесь гидроизоляционная шовная растворная расширяющаяся дорожная АЛИТ ГРР-1н предназначены для заделки горизонтальных, вертикальных и потолочных швов и пустот шириной 8 ... 70 мм в бетонных, железобетонных и каменных конструкциях. Растворы обеспечивают надежную герметизацию швов и стыков, высокие деформативные показатели и предотвращают высолообразование, а также большую морозостойкость. Могут использоваться для крепления облицовочных, гранитных, мраморных и бетонных плит.

- Сухая смесь гидроизоляционная обмазочная дисперсная АЛИТ ГР-2 (АЛИТ ГР-2н) и сухая смесь гидроизоляционная обмазочная дисперсная (двухкомпонентная)

АЛИТ ГР-2-2 (АЛИТ ГР-2н-2) применяются для обмазочной гидроизоляции оштукатуренных поверхностей, бетонных и железобетонных конструкций, на объектах хозяйственного водоснабжения, плавательных бассейнов, подземных сооружений, ванных комнат, балконов и т.п.

АЛИТ ГР-2-2 (АЛИТ ГР-2н-2) обеспечивают получение высокоэластичных гидроизоляционных покрытий для деформирующихся поверхностей. АЛИТ ГР-2 и АЛИТ ГР-2-2 применяют при выполнении внутренних работ, а АЛИТ ГР-2н и АЛИТ ГР-2н-2 - для наружных, в том числе для транспортных сооружений с высокими требованиями по морозостойкости.

- сухая смесь гидроизоляционная бетонная расширяющаяся саморастекающаяся АЛИТ ГБР-1ср и сухая смесь гидроизоляционная бетонная расширяющаяся саморастекающаяся дорожная АЛИТ ГБР-1срн применяются при устройстве первичной гидроизоляции, когда сама ограждающая конструкция выполняет функции гидроизоляции. Эффективно применение при сооружении конструкций с высокой коррозионной стойкостью к воздействию агрессивных сред.

Сухая смесь АЛИТ ГБР-1срн применяется для транспортных сооружений, где имеются высокие требования по морозостойкости.

- сухая смесь гидроизоляционная дисперсная расширяющаяся сверхбыстротвердеющая АЛИТ ГРР-1сб (гидропломба) применяется для оперативной ликвидации течей через трещины, швы, отверстия в ограждающих подземных сооружений, гидротехнических сооружений, бассейнов, емкостей с водой в условиях постоянного водопритока (при давлении воды не более 4 атм.).

- сухая смесь инъекционная гидроизоляционная тонкодисперсная расширяющаяся АЛИТ ГИД-1р применяется при гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций, тоннелей, подвалов, коллекторов, колодцев, бассейнов и т.д. Герметизация обеспечивается за счет уплотнения контакта "конструкция - грунт" растворной смесью. Может применяться для герметизации конструкций, пропитанных нефтепродуктами.

## **5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕМОНТНЫХ РАСТВОРНЫХ И БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И ПОДАЧА ИХ К МЕСТУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

5.1. Ремонтные растворные и бетонные смеси приготавливают в основном непосредственно на приобъектной площадке с помощью бетоносмесителей и растворомешалок. Малое количество ремонтных составов приготавливают в ведре или бочке, используя дрель с насадкой.

5.2. Количество приготавливаемой бетонной смеси или раствора должно быть увязано с реальной потребностью в ней (в пределах срока сохранения жизнеспособности смеси).

5.3. Рабочее место для приготовления ремонтных смесей по мере необходимости следует оборудовать ларями или ящиками для хранения сухих заполнителей и цемента, емкостями для хранения поливинилацетатной дисперсии и воды, весами, мастерками, мерной посудой, вискозиметром, стандартным конусом и др. инструментом и материалами.

5.4. При приготовлении полимерцементных смесей в начале в отдельной емкости смешивают расчетное количество поливинилацетатной дисперсии с частью (70-80%) добавочной воды (затворения). Укладывают на боек предварительно отвешенные дозы цемента и заполнителей, тщательно перемешивают, после чего при непрерывном перемешивании вливают раствор дисперсии в воде затворения (добавочной).

После перемешивания получаемой смеси и оценки ее фактической подвижности доливают, при необходимости, воду затворения, корректируя ее общее количество и сопоставляя с расчетным – до получения смеси заданной подвижности и однородности приготавливаемой массы.

5.5. Приготовление полимерцементных смесей следует производить только после проведения всех работ, связанных с подготовкой намеченных к ремонту в течение текущей смены участков бетона конструкции.

5.6. При приготовлении полимерцементных смесей объем замесов необходимо увеличивать для ежедневного из-

готовления контрольных растворных или бетонных образцов.

5.7. Для приготовления полимерцементных растворов на базе ПВАЭ (а также теста и краски) должен применяться портландский цемент марки не ниже «500», просеянный через сито № 200 (64 отверстия на 1 см<sup>2</sup>).

Песок должен быть среднезернистым промытым просеянным через сито с отверстиями диаметром 3 мм.

5.8. Для приготовления полимерцементного раствора на 10 л цемента берется от 3,5 до 16,5 л песка. При небольших по размеру повреждениях применяется более «жирный» раствор, т.е. на 10 л цемента берется 3,5-10 л песка; при больших повреждениях – более «тощий» раствор, т.е. на 10 л цемента – 10-16,5 л песка.

Содержащая 50% воды поливинилацетатная эмульсия добавляется в цементно-песчаный раствор в количестве 2,5-3 л эмульсии на 10 л цемента, или две-три весовые части эмульсии на десять весовых частей цемента (20-30% веса цемента).

Количество воды, добавляемое в раствор, с учетом воды, имеющейся в поливинилацетатной эмульсии, должно составлять 4,5-5 л на 10 л цемента, однако это количество воды нужно уточнять на месте путем пробных замесов, чтобы приготовленный раствор был пластичным и удобоукладываемым.

5.9. Последовательность приготовления полимерцементного раствора:

- отмеряют цемент и песок;
- отмеряют эмульсию и разбавляют ее водой с таким расчетом, чтобы суммарное количество воды в растворе с учетом воды, имеющейся в эмульсии, составляло 4,5-5 л на 10 л цемента;
- смесь размешивают до получения однородной пластичной массы.

5.10. Полимерцементное тесто состоит из цемента, воды и водной поливинилацетатной эмульсии.

Для приготовления полимерцементного теста на 10 л цемента берут 2,5 л поливинилацетатной эмульсии с 50%-ным содержанием воды. Кроме этого, следует добавить еще

1-2 л воды с тем, чтобы суммарное количество воды составляло 2-3 л на 10 л цемента (20-30% веса цемента). Количество воды уточняют на месте путем пробных замесов, чтобы приготовленное тесто было пластичным, удобоукладываемым, не очень сухим, но чтобы от него не отделялась вода. В остальном приготовление полимерцементного теста производится так же, как и полимерцементного раствора.

5.11. Полимерцементная краска состоит из цемента, поливинилацетатной эмульсии и воды.

Полимерцементная краска в отличие от теста имеет более жидкую консистенцию.

5.12. Для приготовления полимерцементной краски к цементу добавляют поливинилацетатную эмульсию в количестве 2-4 л на 10 л цемента. Количество воды в готовой краске должно составлять 4-5 л на 10 л цемента, учитывая воду, содержащуюся в полимере. Для приготовления краски может быть использовано любое смесительное оборудование.

5.13. Полимерцементными красками можно производить как заделку мелких дефектов в бетоне, так и окраску всей поверхности конструкции с целью придания ей декоративного внешнего вида. Для придания цвета покрытию в состав может быть добавлен пигмент в количестве 5-10% объема цемента. В качестве пигмента могут быть использованы: сурик железный, охра, ультрамарин, окись хрома, пирролизит, умбра и др.

5.14. Поливинилацетатная эмульсия хранится в закрытой стеклянной, деревянной, керамической, алюминиевой или резиновой таре при температуре не выше 40°C и не ниже 0°C. Во избежание коагуляции хранение ПВАЭ при отрицательной температуре запрещается.

5.15. Приготовление ремонтного состава на базе полимера АКРИЛ-100 осуществляют вручную или с помощью мешалки, имеющей 400-600 об/мин.

5.16. СТРУКТУРИТ смешивают вручную или механическим способом. При смешивании на 25 кг СТРУКТУРИТА требуется 2,65 кг (10,5%) воды.

При использовании СТРУКТУРИТА, как связующего слоя, для приготовления состава берут две части песка и од-

ну часть цемента. Приготавливают раствор из одной части воды и одной части СТРУКТУРИТА. Потом все перемешивают до образования консистенции однородного состава.

5.17. Ремонтный состав СЕМПИ приготавливается в бетономешалке со скоростью вращения не более 360 об/мин.

Состав раствора:

вода – 21 массовая часть;

СЕМПИ – 31 массовая часть (растворенный с водой в соотношении 1:1);

цемент – 100 массовых частей;

песок – 100 массовых частей.

5.18. Для приготовления ремонтных смесей ЕМАСО<sup>®</sup> используют различные виды оборудования: миксеры, растворомешалки, электродрели со специальным маховиком (рис.12). При этом следует учитывать, что повторное перемешивание быстротвердеющих смесей не допускается.

5.19. Безусадочную быстротвердеющую бетонную смесь наливного типа ЕМАСО<sup>®</sup> S55 приготавливают в миксерах при расходе воды для раствора жидкой консистенции от 4,5 до 5 м на один мешок весом 30 кг и от 5,0 до 5,5 л – для раствора сверхжидкой консистенции.

5.20. Безусадочную быстротвердеющую бетонную смесь наливного типа ЕМАСО<sup>®</sup> S66 приготавливают в миксерах при расходе воды от 2 до 3 л на мешок весом 30 кг.

5.21. Безусадочную быстротвердеющую бетонную смесь наливного типа ЕМАСО<sup>®</sup> S88 приготавливают в миксерах при расходе воды на один мешок весом 30 кг от 3,3 до 4,2 л. Продолжительность перемешивания составляет 3-4 минуты до полного размешивания комков.

В связи с быстрой потерей подвижности раствор рекомендуется приготавливать в наиболее холодное время суток.

5.22. Безусадочную быстротвердеющую бетонную смесь тиксотропного типа ЕМАСО<sup>®</sup> S88С приготавливают в миксере с расходом воды, приведенном в табл.15.

5.23. Безусадочную быстротвердеющую бетонную смесь тиксотропного типа ЕМАСО<sup>®</sup> 90 для чистой отделки бетонной поверхности приготавливают в миксерах. Для приготовления требуется вода в количестве, приведенном в табл.16.



*Рис. 12. Приготовление ремонтных смесей EMACO® на различном оборудовании: а) в бетономешалке; б) с помощью дрели с насадкой*

**Таблица 15**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® S88C*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 25 кг (мешок)		Количество воды в л на 30 кг (мешок)	
		минимум	максимум	минимум	максимум
Набрызгом	Пластичная	3,8	4,2	4,5	5,0
Кельмой	Пластичная	3,8	4,2	4,5	5,0

**Таблица 16**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® 90*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 25 кг (мешок)	
		минимум	максимум
Набрызгом	Пластичная	4,0	4,5
Кельмой	Пластичная	4,0	4,5

Рекомендуется приготавливать на холодной воде.

5.24. Потребность воды для приготовления безусадочной быстротвердеющей бетонной смеси, содержащей полимерную и стальную фибру EMACO® SFR, приведена в табл.17.

**Таблица 17**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® SFR*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 30 кг (мешок)	
		минимум	максимум
Заливной	Жидкая	4,5	5,0
Кельмой	Пластичная	3,0	4,0

5.25. Безусадочная быстротвердеющая бетонная смесь наливного типа EMACO® S150CFR, содержащая стальную и полимерную фибру, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO® S150CFR приведена в табл.18.

**Таблица 18**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® S150CFR*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 30 кг (мешок)	
		минимум	максимум
Заливной	Жидкая	4,0	4,5

5.26. При приготовлении безусадочной быстротвердеющей бетонной смеси тиксотропного типа EMACO® S170CFR, содержащей стальную и полимерную фибру, потребность воды определяется по данным, приведенным в табл.19.

**Таблица 19**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® S170CFR*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 30 кг (мешок)	
		минимум	максимум
Набрызгом	Пластичная	5,5	6,5
Кельмой	Пластичная	5,5	6,5

5.27. EMACO® Nanocrete AP (активный праймер) - готовый к применению материал в виде сухой бетонной смеси, имеет двойное действие: с одной стороны вновь восстанавливает высокую щелочность, и таким образом пассивирует стальную арматуру, а с другой стороны - активно действующие ингибиторы долговременно защищают арматуру. Кроме того, материал может использоваться в качестве универсального адгезионного состава для всех ремонтных материалов серии EMACO®. Приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO® Nanocrete AP приведена в табл. 20.

**Таблица 20**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® Nanocrete AP*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 1 кг	
		минимум	максимум
Кистью	Сметанообразная	0,22	0,26

5.28. EMACO<sup>®</sup> Nanocrete FC – быстротвердеющая модифицированная полимерными добавками армированная фиброй мелкодисперсная смесь для выравнивания бетонной поверхности и её финишной отделки, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO<sup>®</sup> Nanocrete FC приведена в табл. 21.

**Таблица 21**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO<sup>®</sup> Nanocrete FC*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 20 кг	
		минимум	максимум
Кельмой и шпателем	Пластичная	3,6	4,5

5.29. EMACO<sup>®</sup> Nanocrete R2 – универсальная, фиброармированная, быстросхватывающаяся сухая смесь тиксотропного типа, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO<sup>®</sup> Nanocrete R2 приведена в табл. 22.

**Таблица 22**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO<sup>®</sup> Nanocrete R2*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 20 кг	
		минимум	максимум
Кельмой и шпателем	Пластичная	3,5	4,0

5.30. EMACO<sup>®</sup> Nanocrete R3- полимермодифицированная мелкозернистая сухая смесь тиксотропного типа с пониженной плотностью для конструкционного ремонта бетона, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO<sup>®</sup> Nanocrete R3 приведена в табл.23.

**Таблица 23**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO<sup>®</sup> Nanocrete R3*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 20 кг (мешок)	
		минимум	максимум
Набрызгом и кельмой	Пластичная	4,4	4,8

5.31. EMACO® Nanocrete R4 – высокопрочная безусадочная сухая смесь тиксотропного типа, содержащая полимерную фибру, предназначенная для конструкционного ремонта, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO® Nanocrete R4 приведена в табл.24.

**Таблица 24**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® Nanocrete R4*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 20 кг (мешок)	
		минимум	максимум
Набрызгом и кельмой	Пластичная	3,8	4,2

5.32. EMACO® Nanocrete R4 Fluid – однокомпонентная высокопрочная армированная фиброй безусадочная смесь наливного типа с повышенным модулем упругости для конструкционного ремонта, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO® Nanocrete R4 Fluid приведена в табл. 25.

**Таблица 25**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® Nanocrete R4 Fluid*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 25 кг (мешок)	
		минимум	максимум
Заливка	Литая	3,1	3,5

5.33. EMACO® Fast Tixo – безусадочная быстротвердеющая сухая смесь тиксотропного типа, предназначенная для конструкционного ремонта бетона и железобетона в сжатые сроки при температуре до -10°C, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO® Fast Tixo приведена в табл. 26.

**Таблица 26**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® Fast Tixo*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 30 кг (мешок)
Набрызгом и кельмой	Пластичная	4,35

5.34. EMACO® Fast Fluid – безусадочная быстротвердеющая сухая смесь наливного типа, предназначенная для конструкционного ремонта бетона и железобетона в сжатые сроки, при температуре до -10°C, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO® Fast Fluid приведена в табл. 27.

**Таблица 27**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® Fast Fluid*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 30 кг (мешок)
Заливка	Литая	3,6

5.35. EMACO® Fast Fiber – безусадочная быстротвердеющая сухая смесь наливного типа, содержащая жесткую металлическую фибру, предназначенная для конструкционного ремонта бетона и железобетона в сжатые сроки при температуре до -10°C, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO® Fast Fiber приведена в табл.28.

**Таблица 28**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® Fast Fiber*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 30 кг (мешок)
Заливка	Литая	3,6

5.36. EMACO® T545 – материал для конструкционного ремонта железобетонных конструкций при температуре до -20°C, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления EMACO® T545 приведена в табл.29.

5.37. Количество приготавливаемой порции раствора из эпоксидной смолы должно быть увязано с его потребностью в пределах времени сохранения жизнеспособности раствора.

**Таблица 29**

*Ориентировочная потребность воды для приготовления  
EMACO® T545*

Способ нанесения	Предлагаемая консистенция	Количество воды в л на 25 кг (мешок)
Заливка	Литая	1,5

5.38. Приготовление раствора ведут следующим образом. В емкость отмеряют необходимый объем эпоксидной смолы, затем другие компоненты и осуществляют их перемешивание до однородной консистенции. Отвердитель вводят непосредственно перед использованием раствора.

5.39. Для приготовления герметизирующей мастики отмеряют необходимое количество эпоксидной смолы, пластификатора и отвердителя, перемешивают их, а затем в процессе перемешивания добавляют наполнитель в количестве от 100 до 200 массовых частей до получения однородной пастообразной консистенции. Количество цемента корректируют в зависимости от фактической температуры мастики.

5.40. При приготовлении инъекционных растворов и герметизирующих мастик необходимо иметь мерную посуду для дозировки компонентов, чашу (емкость) для приготовления раствора и мастики, термометр и вискозиметр.

5.41. Приготовление растворов для инъектирования следует производить только после полной подготовки фронта работ по ремонту намеченных трещин.

5.42. Количество приготавливаемой порции раствора из эпоксидной смолы должно быть увязано с его потребностью в пределах времени сохранения жизнеспособности раствора.

5.43. Приготовление раствора ведут следующим образом. В емкость отмеряют необходимый объем эпоксидной смолы, затем другие компоненты и осуществляют их перемешивание до однородной консистенции. Отвердитель вводят непосредственно перед использованием раствора.

5.44. Для приготовления герметизирующей мастики отмеряют необходимое количество эпоксидной смолы, пластификатора и отвердителя, перемешивают их, а затем в

процессе перемешивания добавляют наполнитель в количестве от 100 до 200 массовых частей до получения однородной пастообразной консистенции. Количество цемента корректируют в зависимости от фактической температуры мастики.

5.45. При приготовлении инъекционных растворов и герметизирующих мастик необходимо иметь мерную посуду для дозировки компонентов, чашу (емкость) для приготовления раствора и мастики, термометр и вискозиметр.

5.46. Приготовление растворов для инъектирования следует производить только после полной подготовки фронта работ по ремонту намеченных трещин.

5.47. Для перекачки бетонов EMACO® с крупностью зерен до 3 мм используют растворонасосы, в том числе малярно-штукатурный агрегат СО-154А.

5.48. Бетон EMACO® S66 и бетоны на цементе MACFLOW® подают с помощью бетононасосов. Если ремонтируемая конструкция труднодоступна и требует перекачки бетонной смеси по гибкому шлангу, то рекомендуется использовать бетонную станцию TRANSMAT.

5.49. Фибробетон EMACO® SFR перекачке по трубопроводам не подлежит. Фибробетоны EMACO® S150CFR и S170CFR с гибкой металлической фиброй перекачивают, используя специальные бетононасосы: поршневой – TURBOSOL UNI30 или винтовой – TURBOSOL T20.

5.50. Приготовленные бетонные ремонтные смеси к месту укладки могут подаваться с помощью бункеров.

5.51. Антикоррозийное покрытие для защиты арматуры МАСТЕРСИЛ 300 приготавливают смешиванием компонентов А и В. При смешивании выливают компонент А (молочная жидкость) в емкость и медленно добавляют компонент В (порошок). Компоненты смешивают медленно и продолжительно миксером до получения однородной массы без комков. МАСТЕРСИЛ 300 заменяется на EMACO® Nanocrete AP – однокомпонентный материал.

## **6. ПРОИЗВОДСТВО РЕМОНТНЫХ РАБОТ. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА ДЛЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ**

6.1. Для производства ремонтных работ необходимо иметь соответствующее оборудование, оснастку, инструмент и приборы:

- передвижные электростанции требуемой мощности;
- компрессоры;
- отбойные молотки и перфораторы;
- пескоструйные аппараты и насосные станции, обеспечивающие получение требуемого давления струи воды для очистки поверхностей или разрушения материалов, потерявших свою прочность;
- болгарки и шлифовальные машинки;
- бучарды, скarpели и зубила и т.п.;
- металлические щетки, ведра и различные емкости для хранения цемента и других ремонтных материалов;
- лопаты и мастерки;
- ультразвуковые приборы;
- приборы для поиска арматуры;
- термометры;
- приборы для определения прочности бетона;
- приборы для определения вязкости растворов;
- мешковину, дорнит и пленки для защиты бетона и раствора от высыхания, переохлаждения и перегрева;
- различный ручной инструмент для опалубочных работ.

Основные виды используемого оборудования и инструментов приведены в табл.30.

При производстве работ в зимний период года необходимо иметь тепляки и материалы для их устройства и тепловые генераторы или электротеплоiventилиаторы для подогрева воздуха.

6.2. До начала производства ремонтных работ необходимо четко установить, где и какой вид ремонта наиболее эффективен и целесообразен для обеспечения долговечности и эстетичности сооружения. Еще раз необходимо проверить правильность выбранных для ремонта материалов.

**Таблица 30**  
**Оборудование, средства механизации и инструмент для ремонта железобетонных конструкций мостов**

№ п.п.	Название и назначение	Тип, марка, ГОСТ, ТУ	Основные технические характеристики	Разработчик, изготовитель
1.	Растворосмеситель для приготовления полимер-цементных растворов и теста	СО-23Б СО-23В СО-46Б	Объем готового замеса 65 л. Объем загрузки 80 л. Время перемешивания 40-105 с. Мощность электродвигателя 1,5 кВт. Масса СО-23 = 170 кг	Георгиевский завод «Стройинструмент», Лебедянский 3-д строитель- но-отделочных машин
2.	Бетоносмеситель для приготовления полной цементной бетонной смеси	СБ-101	Объем готового замеса 65 л. Объем загрузки 100 л. Максимальная крупность заполнителя 40 мм. Время перемешивания 50 с. Мощность эл.двиг. 0,75 кВт. Производительность 2,6 м <sup>3</sup> /ч. Масса 215 кг	Завод строительных машин, г.Новосибирск
3.	- « -	СБ-30В	Объем готового замеса 165 л. Объем загрузки 250 л. Максимальная крупность заполнителя 70 мм. Мощность эл.двиг.: вращения барабана 1,1 кВт, подъема ковша 3 кВт. Масса 800 кг.	Со скиповым подъемником

**Продолжение таблицы 30**

№ п.п.	Название и назначение	Тип, марка, ГОСТ, ТУ	Основные технические характеристики	Разработчик, изготовитель
4.	Агрегат шпукатурный для транспортирования и нанесения растворов на бетонные поверхности	СО-152	Дальность подачи раствора: по горизонтали 50 м, по вертикали 15 м. Скорость подачи 1 м <sup>3</sup> /ч. Рабочее давление 980 кПа, Мощность электродвигателей: 1,1 + 0,75 кВт	Волковысский 3-д кровельных и строительных отделочных машин. Гродненская обл. Белоруссия
5.	Агрегат шпукатурный для приготвления, транспортирования и нанесения растворов на бетон	СО-57Б	Дальность подачи раствора: по горизонтали 100 м, по вертикали 20 м. Скорость подачи 2 м <sup>3</sup> /ч. Рабочее давление 1500 кПа. Мощность электро-двигателя = 1,5 + 2,2 + 0,75 кВт	Лебедянский 3-д строительно-отделочных машин
6.	Вибратор глубинный для уплотнения бетонной смеси (электрический с гибким валом)	ИВ-113 ИВ-666	Наружный диаметр рабочего органа 38 мм. Мощность 0,55 кВт. Напряжение 40/36 В	Завод «Красный маяк», г.Ярославль
7.	Переносной понижающий трансформатор (для питания вибраторов)	ИВ-4	Напряжение $\frac{380 / 220}{36} В$	

**Продолжение таблицы 30**

№ п.п.	Название и назначение	Тип, марка, ГОСТ, ТУ	Основные технические характеристики	Разработчик, изготовитель
8.	Щетки стальные с электроприводом для очистки бетона и арматуры	ИЭ-2106 ИЭ-2009 Ш-178-1-1400	Угловая торцовая. Прямая радиальная. Угловая торцовая. Угловая торцовая	
9.	Щетки стальные с пневмоприводом	ИП-2014А, П-22, ИП-2104	Прямая радиальная - « - Угловая торцевая ОСТ 17-830-80	
10.	Щетки стальные ручные			Нижегородская шетинощечная фабрика
11.	Молотки отбойные пневматические для разрушения бетона	МО-5П, МО-6П, МО-7П	Энергия удара 30 Дж - « - 36 Дж - « - 42 Дж	Томский электромеханический з-д им.Вахрушева
12.	Бетоноломы пневматические	ИП-4603 ИП-4607	Энергия удара 63 Дж - « - 90 Дж ГОСТ 9533-81	Екатеринбургский завод «Пневмостроймашина»
13	Кельмы для штукатурных и бетонных работ	КШ-1 КШ-2 КБ-1		
14.	Полутерки	ПТ-500 ПТ-750 ПТ-1000	ГОСТ 25782-83	

**Окончание таблицы 30**

№ п.п.	Название и назначение	Тип, марка, ГОСТ, ТУ	Основные технические характеристики	Разработчик, изготовитель
15.	Правила прямые	ПП-1200 ПП-1600 ПП-1800	ГОСТ 25782-83	
16.	Отвес строительный	ОТ-200	ГОСТ 7948-80	
17.	Уровень строительный	УС-2-500	ГОСТ 9416-83	
18.	Рулетка стальная	РЗ-10 ЗПКЗ-20АУТ-1	ГОСТ 7502-80	Минприбор

Например, при использовании материалов ЕМАСО® следует руководствоваться данными табл.31.

### **Подготовка бетонных и железобетонных поверхностей**

6.3. Способы подготовки бетонной поверхности выбирают в зависимости от степени разрушения или повреждения конструкции, вида и объема повреждений, а также вида материала, предназначенного для выполнения ремонтных работ. До начала производства ремонтных работ устраняют протечки воды на ремонтируемом участке.

6.4. Применяют четыре способа подготовки бетонных поверхностей:

- механический с использованием перфораторов, отбойных молотков, проволочно-игольчатого пневмоотбойника, кирок, бучард, пескоструйных и дробеструйных установок, шлифовальных машин и фрез;

- термический с использованием пропановых или ацетилено-кислородных горелок (с нагревом бетона не более 90°C;

- химический с применением соляной или фосфорной кислоты;

- гидравлический с применением водоструйных установок, обеспечивающих давление 12 ... 18 МПа и 60 ... 120 МПа.

В некоторых случаях возможно сочетание способов.

6.5. Механический способ подготовки бетонных и железобетонных конструкций рекомендуется применять во всех случаях независимо от степени разрушения и применяемых материалов, за исключением тех случаев, когда недопустима запыленность.

6.6. Термический способ используют при небольшой глубине повреждений (до 5 мм), загрязнений смолами, маслами, остатками резины и других органических соединений. За термической подготовкой всегда должна следовать механическая или гидравлическая подготовка.

**Таблица 31**  
**Применение ремонтных составов EMACO® при различной степени повреждения структуры бетона**

Степень повреждения структуры бетона	Глубина разрушения	Технология ремонта	Материал для ремонта
Разрушения цементного камня на поверхности конструкций, карбонизация	0,1-1 мм	Нанесение защитного состава	Защитные покрытия (силаны, силикаты, геосафторсиликаты магния, состав МАСТЕРСИЛ 303 и т.п.)
Небольшое повреждение бетонной поверхности	1-20 мм	Защита и восстановление профиля конструкции механизированным набрызгом и вручную	EMACO® 90, EMACO® Nanocrete FC, EMACO® Nanocrete R2, состав МАСТЕРСИЛ 550
Разрушение бетона с отрывом защитного слоя: - вертикальные и потолоочные элементы; - горизонтальные и вертикальные элементы	10-40 мм	Усиление конструкции и восстановление профиля механизированным набрызгом и вручную заливка в опалубку	EMACO® S88C, EMACO® S88, EMACO® S150CFR, EMACO® S170CFR, EMACO® SFR, EMACO® Nanocrete R3, EMACO® Nanocrete R4, EMACO® Nanocrete R4 Fluid
Глубокие разрушения бетона	40-100 мм	Усиление конструкции и восстановление профиля заливкой в опалубку	EMACO® S66, EMACO® SFR + гравий 5-12 мм, EMACO® S150CFR+ гравий
Глубокие разрушения бетона	100-150 мм	Усиление конструкции и восстановление профиля заливкой в опалубку	EMACO® S66 + гравий, EMACO® SFR + гравий 5-12 мм, EMACO® S150CFR + гравий, EMACO® Nanocrete R4 Fluid
Глубокие разрушения бетона	>150 мм	Усиление конструкции и восстановление профиля заливкой в опалубку	Бетон на цементе MACFLOW®
Трещины		Инъектирование	Суспензия MACFLOW®

6.7. Химический способ подготовки используют только там, где механический способ подготовки применять нельзя. После применения химического способа обработки поверхность необходимо обильно промыть водой.

6.8. Гидравлический способ подготовки поверхностей можно применять практически во всех случаях, за исключением случаев, когда на месте производства работ не допускается изменение влажности окружающей среды.

6.9. При наличии участков с дефектным бетоном такой бетон необходимо вырубить. Вырубке бетоноломами, отбойными молотками, электроперфораторами и т.п. подлежат:

- участки поверхности шириной 10-15 см вдоль арматурных стержней с недостаточной, менее 20 мм, толщиной защитного слоя бетона;

- участки поверхности шириной 10-15 см, как правило, вдоль корродирующей арматуры с отслаивающимся защитным слоем бетона («бухтит» при остукивании) или вдоль коррозионных трещин участки с неплотным и раковистым бетоном;

- участки со структурными повреждениями бетона по границе с плотным и прочным бетоном.

6.10. Границы вырубки намечаются мелом на конструкции и уточняются в процессе выполнения работы.

6.11. Расположение арматурных стержней определяется с помощью прибора для поиска арматуры и измерения толщины защитного слоя, а также визуально по выходу арматуры на поверхность и в ряде случаев по траектории коррозионных трещин.

6.12. Границы вырубки опиливают прямыми линиями по контуру с помощью шлифмашинки или алмазной пилы. Глубина надреза – не менее 1 см.

6.13. Вырубку бетона производят в два этапа. На первом этапе вырубку бетона производят легкими или среднего веса отбойными молотками. На втором этапе используют легкие электроперфораторы или ручной инструмент для удаления лещадок и мелких сколов. Качество вырубки контролируется остукиванием молотком.

6.14. Бетон вырубается глубже арматурных стержней примерно на диаметр арматуры или трехкратного размера крупного заполнителя, но не менее чем на 2 см (за арматуру должна проходить рука в рукавице). Общая толщина ремонтируемого слоя зависит от требований к толщине защитного слоя бетона и крупности заполнителя бетона. При отсутствии арматуры глубина вырубки назначается не менее трехкратного размера крупного заполнителя, но не менее 2 см.

6.15. При ремонте вертикальной поверхности нижнюю и боковые поверхности вырубают перпендикулярно к обрабатываемой поверхности, а верхнюю – со скосом, но в любом случае надрез шлифмашинкой или алмазной пилой должен быть сохранен ровным и перпендикулярным поверхности в пределах надреза.

6.16. В случае если граница вырубки выходит за пределы надреза, операцию опилования повторяют снова.

6.17. При отсутствии в зоне вырубки арматуры надежность сцепления с ремонтируемой поверхностью дополнительно усиливается гвоздями или шурупами, забиваемыми в бетон с помощью пластмассовых пробок с шагом 10-15 см. Гвозди и шурупы утапливают в бетон на глубину не менее 30 мм.

6.18. Поверхность бетона после вырубки должна быть рельефной и шершавой. Рекомендуется очистка поверхности струей воды под давлением. На поверхности не должно быть каменной крошки, пыли и прочих загрязнений.

6.19. Арматура очищается от ржавчины стальными щетками или щетками-насадками на электродрель на всей площади поверхности. При налете ржавчины толщиной не более 60 мкм можно использовать модификаторы ржавчины.

6.20. Плохо поддающиеся очистке арматурные стержни, а также стержни, поврежденные вследствие коррозии или при вырубки бетона более чем на 30%, заменяют. Нерабочие стержни арматуры, выходящие на поверхность, по согласованию с проектной организацией можно вырезать.

6.21. На арматуру, выходящую на поверхность, или имеющую недостаточную толщину защитного слоя в случае, если требуется сохранить ровность поверхности, наносится антикоррозионная защита материалом МАСТЕРСИЛ 300,

ЕМАСО<sup>®</sup> Nanocrete AP или на базе полимеров P-111, АК-РИЛ 100 и т.п.

6.22. При малых повреждениях бетона поверхность, на которую будет нанесено покрытие, должна быть расчищена до плотного бетона, очищена от грязи, пыли, масла, быть прочной (без выкрашивания, отслоений) и не иметь острых выступов.

6.23. Очистка поверхности при подготовки бетона производится механическими щетками, скребками или гидрореспектроструйным аппаратом с последующей продувкой сжатым воздухом, пропущенным через водомаслоотделитель, а также игольчатыми пистолетами (рис.13 и 14).

6.24. При сильном загрязнении поверхности маслами, жирами, асфальтом, цементным молоком механическая очистка сочетается с химической обработкой (нанесение 10%-ного раствора каустической соды с помощью щетки и последующая промывка сильной струей воды).

6.25. При наличии масляных пятен на небольшой поверхности бетона последние удаляются с помощью ветоши, смоченной в бензине, бензоле, ацетоне или другом растворителе.

6.26. Поверхность, имеющая повреждения, расчищается щетками или при помощи скarpели (зубила) до плотного бетона. Трещины с шириной раскрытия более 1 мм раскрываются в виде прямоугольника глубиной 10-30 мм (рис.15, а) или в виде трапеции (рис.15, б). Лучшее сцепление покрытия с бетоном достигается при разделке трещины в виде прямоугольника.

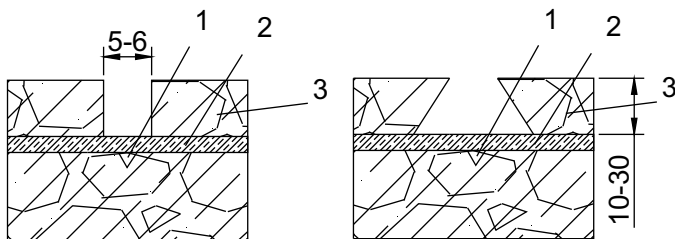
6.27. Глубина выколотых участков не должна сходиться к краю выкола (расчистки). Переход места выкола к неповрежденному бетону должен быть сделан ступенькой под углом около 90°. Этот переход может быть организован с помощью зубила, молотка и др.



*Рис. 13. Подготовка поверхности с помощью бучарды*



*Рис. 14. Подготовка бетона игольчатым пистолетом*



*Рис. 15. Схема разделки трещин  
 а) в виде прямоугольника; б) в виде трапеции  
 1 – трещина; 2 – арматура; 3 – защитный слой*

### **Устранение дефектов, допущенных в ходе строительства**

6.28. Перед началом ремонта железобетонных конструктивных элементов должно быть проведено обследование технического состояния ремонтируемых поверхностей с целью:

- выявления и, если возможно, устранения причин возникновения дефектов, а также прогнозирования диапазона их развития в ходе эксплуатации сооружения;
- выбора методов и технологий их выполнения;
- определения объемов работ с составлением схем дефектов, указанием их глубины и площади;
- выбора материалов для выполнения работ;
- установления границ вырубаемого бетона, которые намечаются мелом и уточняются в ходе выполнения работы;
- установления фактической толщины защитного слоя.

6.29. Ремонт дефектов осуществляют двумя способами: без установки опалубки и с установкой опалубки. Небольшие дефекты устраняют без устройства опалубки. Большие и глубокие дефектные места следует заполнять бетоном, удерживаемым с помощью опалубки. Такие места следует армировать и новый бетон скреплять с затвердевшим с помощью штырей (анкеров).

6.30. Выступы на поверхности бетона из-за неправильной установки опалубки, недостаточной ее жесткости или низкого качества необходимо скалывать или стесывать с последующей шлифовкой или затиркой поверхности. При выполнении работы следует использовать цементные растворы или полимерные растворы на основе ЕМАСО®, АК-РИЛ-100, СЕМПИ, ТЕЙПКРИТ, СТРУКТУРИТА, ПВАЭ и ремонтных материалов фирмы АЛИТ.

6.31. Наплывы из бетона или раствора из-за недостаточной герметичности опалубки скалывают, а поверхность выравнивают в соответствии с рекомендациями предыдущего пункта 6.23.

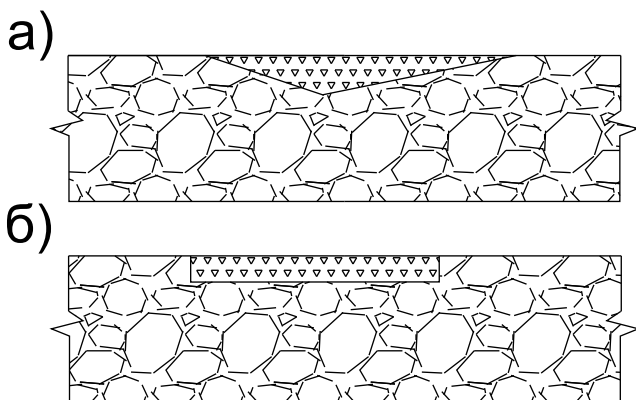
6.32. Недостаточную толщину защитного слоя, возникшую при неправильной установке опалубки или ее смещении, отсутствии прокладок-«сухарей» и т.п. ликвидируют путем покрытия за несколько раз поверхности цементно-полимерной суспензией на базе составов, перечисленных в п.6.23 настоящей главы.

6.33. Раковины на поверхности бетона, возникшие вследствие недостатка раствора, скопления воды и воздуха вблизи опалубки, недостаточного уплотнения и зависания бетона на арматуре после вырубки некачественного материала заделывают мелкозернистым бетоном и раствором с полимерными добавками.

6.34. При выполнении работ следует использовать только правильные методы исправления дефектных мест (рис.16).

6.35. При выборе методов ремонта бетонных поверхностей учитывают, что существуют два вида ремонта: ремонт без опалубки и ремонт с опалубкой.

6.36. Щербенистость на поверхности бетона вследствие расслоения бетонной смеси или вытекания цементного теста ликвидируют путем удаления некачественного бетона на 2-3 см (или более) глубже арматурных стержней. Образовавшиеся полости заделывают обычным бетоном, полимербетоном или раствором. При глубине заделки более 3 см устраивают опалубку.



*Рис. 16. Схема исправления дефектного участка:  
а) неправильное исправление; б) правильное исправление*

6.37. Повреждения и сколы глубиной до 30 мм устраняют без устройства опалубки. Повреждения и сколы глубиной более 30 мм устраняют с устройством опалубки.

Повреждения на потолочных поверхностях устраняют с использованием тиксотропных составов, а на вертикальных и наклонных поверхностях – тиксотропными составами, наносимыми набрызгом или наливными составами, заливаемыми в опалубку.

6.38. Устанавливаемая при ремонте опалубка должна удовлетворять определенным требованиям. Поверхность материала опалубки, обращенную к бетону, выбирают с учетом фактуры бетонной поверхности ремонтируемой конструкции. Обычно заполнение опалубки выполняют из шпунтованной доски, постоянно поддерживаемой во влажном состоянии. Рекомендуется также применение опалубочной ткани, которая позволяет достичь хорошего качества бетона.

6.39. Опалубку надежно закрепляют. При устройстве и креплении опалубки необходимо учитывать внутреннее

давление подвижного бетона или раствора, а также давление при подаче бетонной смеси.

Опалубка должна быть плотной, утечка цементного молока сквозь щели не допускается.

6.40. При ремонтах, в основном, применяют два вида опалубки:

- дощатая двухсторонняя или односторонняя, закрепляемая с помощью стяжек (рис.17, а, б);
- дощатая передвижная опалубка, движущаяся по направляющим или просто дощатая или фанерная опалубка (рис.18).

6.41. В качестве стяжек следует использовать алюминиевые стержни диаметром 12 мм, снабженные на конце резьбой или опалубочным замком. Рекомендуется также применение импортных стяжек типа AISi 1Mg Tb. Стяжки не должны касаться арматуры. В случае односторонней опалубки при достаточной толщине ремонтируемой конструкции стяжки заанкериваются с помощью клиновых или других анкеров. При недостаточной толщине для анкеровки стяжки пробуривается сквозное отверстие. При этом следует учитывать, что выходное отверстие сопровождается выколом бетона, поэтому бурение отверстий следует производить с противоположной стороны конструкции.

6.42. На извлекаемые стяжки в пределах толщины защитного слоя у примыкания к опалубке одеваются деревянные, пластмассовые или пенопластовые пробки диаметром 30 ... 40 мм. После снятия опалубки пробки извлекаются, стяжки обрезаются или откусываются на глубине, равной толщине защитного слоя бетона, оставшиеся отверстия заполняются раствором. Отверстия, оставшиеся от извлекаемых стяжек, заполняются раствором с помощью инъекции.

6.43. Направляющие бруски или металлические профили устанавливают на конструкции за пределами ремонтируемого участка с учетом толщины слоя бетона. Бруски крепятся анкерами, шурупами или оцинкованными гвоздями, забиваемыми в пластмассовые пробки. При необходимости профили соединяют поперечными стяжками.

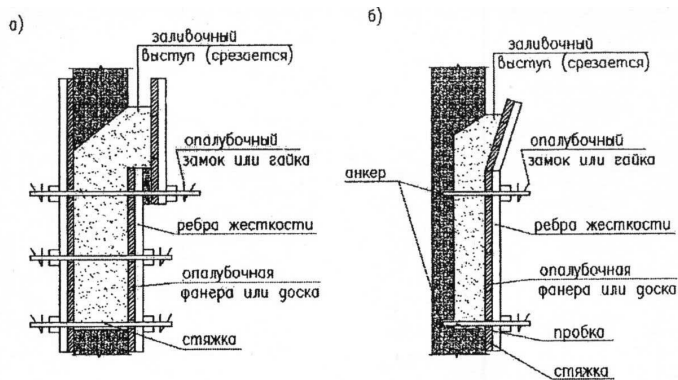


Рис. 17. Дощатая опалубка:

а) двухсторонняя дощатая опалубка; б) односторонняя дощатая опалубка

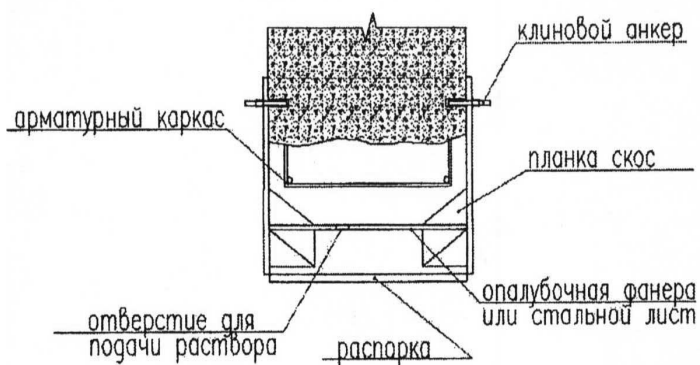


Рис. 18. Дощатая или фанерная передвижная опалубка

6.44. При использовании ламинированной фанеры последняя закрепляется в рабочем положении деревянными клиньями. Углы скашиваются. Опалубка отделяется после схватывания раствора или бетона, очищается и устанавливается вновь с перекрытием 2-3 см ранее отремонтированного участка.

6.45. Бетонную смесь к месту ремонта допускается подавать вручную с последующим уплотнением глубинными вибраторами. При этом вибратор следует располагать вертикально.

При использовании наливных растворов из сухих бетонных смесей типа ЕМАСО® вибрирование уложенного бетона или раствора не производят.

6.46. Процесс глубинного уплотнения ремонтного состава считают законченным после появления на поверхности цементного молока и прекращения интенсивного выхода воздуха. На завершающем этапе производят непродолжительное наружное вибрирование опалубки.

6.47. Уход за бетоном в опалубке рекомендуется производить до набора им 70% проектной прочности. При необходимости срочной разборки (менее чем через одну неделю) опалубки для ухода за бетоном следует применять постоянно увлажняемую ткань, укрытую полиэтиленовой пленкой, или пленкообразующий состав, например, АКРИЛ-60, наносимый на поверхность бетона ремонтной зоны.

6.48. После снятия опалубки бетонный выступ, который образуется в процессе бетонирования (заливочный выступ) должен быть вырублен (снизу вверх) или срезан алмазным диском. При необходимости заделываются возможные дефекты на поверхности отремонтированного бетона с использованием ремонтного раствора на основе СТРУКТУРИТА или ЕМАСО® 90, ЕМАСО® Nanocrete FC.

6.49. Полости и пустоты в бетоне из-за застывания бетонной смеси на арматуре, опалубке и в местах устройства технологических швов, преждевременно схватившегося бетона, устраняют инъектированием с использованием цементных или полимерцементных растворов. Состав инъекционного раствора устанавливают при обследовании и составлении проекта ремонтных работ.

6.50. Трещины конструктивного и технологического характера, температурные, усадочные и поверхностные неактивные (не дышащие) устраняют поверхностной герметизацией без инъекционных работ.

Для устранения трещин используют полимерцементные пасты на базе акриловых полимеров, ЕМАСО® или эпоксидных смол.

6.51. Трещины технологические и конструктивные, температурные, поверхностные, дышащие при колебаниях температур наружного воздуха ликвидируют поверхностной герметизацией эластичными материалами и, при необходимости, в сочетании с инъекционными работами. Для работ используют эластичные эпоксидные смолы или другие герметики, установленные проектом ремонта.

6.52. Трещины силового характера неактивные, не дышащие, но сквозные лечат инъекцированием с использованием жестких цементных или полимерцементных растворов или жестких полимерных смол.

6.53. Сквозные трещины силового и температурного происхождения дышащие (активные) лечат инъекцированием растворов на базе эластичных эпоксидных смол.

6.54. Трещины, пропускающие воду и находящиеся в увлажненном состоянии, лечат инъекцированием с помощью эластичных эпоксидных смол ЭЛД 552 и ЭЛД 738, имеющих хорошую адгезию к увлажненному бетону.

6.55. Трещины неактивные, имеющие большую глубину и малое раскрытие, лечат инъекцированием с помощью растворов СИЛОР, имеющих способность к глубокому проникновению в трещины с раскрытием до 0,02 мм.

6.56. Растворы СИЛОР допускается использовать для пропитки бетонов, имеющих высокую пористость.

6.57. После укладки бетона в дефектное место необходимо произвести его разравнивание. Разравнивание – это удаление избыточного бетона с целью выравнивания верхней поверхности по соответствующему контуру и высоте. Выравнивание осуществляют с помощью шаблона, который передвигается по бетону с помощью возвратно-поступательных движений. Впереди шаблона необходимо

иметь излишек бетона, который при проходе шаблона будет вдавливаться в нижележащие слои.

6.58. После разравнивания, пока бетон находится в пластичном состоянии, его поверхность затирают с помощью мастерков и гладилок.

6.59. Если требуется очень гладкая поверхность бетона, то вслед за затиркой производят заглаживание стальными лопатами.

6.60. После распалубки поверхность бетона может иметь пятнистый внешний вид из-за оставшейся смазки опалубки, подтеков раствора, просочившегося через неплотности опалубки, или проявившейся ржавчины. Последние дефекты следует удалять при помощи пескоструйной обработки.

6.61. При бетонировании в конструкциях могут образоваться полости, которые могут находиться в местах устройства технологических рабочих швов, а также при преждевременном схватывании ранее уложенных слоев бетона. Полости следует разделить и заполнять раствором с помощью инъецирования.

6.62. При необходимости осуществляют окрашивание бетона. На поверхности, имеющие относительно грубую структуру, краску следует наносить жесткими щетками с ее втиранием в поверхность.

6.63. При производстве работ по устранению дефектов затвердевший бетон следует хорошо увлажнять перед укладкой на него нового бетона. Поверхность бетона перед укладкой растворов на цементной основе должна быть влажной, но не мокрой (блестящей, а при укладке полимерных масс – чистая и сухая).

6.64. Для улучшения сцепления свежееуложенного раствора или бетона со старым бетоном поверхность последнего следует обрабатывать праймером. При этом праймер следует приготавливать и наносить в строгом соответствии с инструкцией изготовителя.

6.65. При использовании импортных ремонтных составов (СТРУКТУРИТ, Р-111 СЕМПИ, а также АКРИЛ-60 и АКРИЛ-100) следует руководствоваться инструкциями на приготовление и использование ремонтных смесей.

6.66. Для ремонта поверхностных дефектов (раковин, каверн, отдельных зон непроработанного бетона) глубиной до 15 мм применяют СТРУКТУРИТ, ремонтные материалы ЕМАСО® и сухие бетонные смеси фирмы АЛИТ.

### **Ремонт защитного слоя бетона эксплуатируемых конструкций**

6.67. При малых повреждениях защитного слоя эксплуатируемых конструкций применяют способы ремонта, используемые при возведении новых конструкций.

6.68. Перед восстановлением защитного слоя поверхность должна быть очищена от грязи, краски, ослабленного бетона и продуктов коррозии арматуры. Ремонтные составы должны наноситься на увлажненную шероховатую поверхность «старого» бетона, прочность которого должна быть не ниже минимальной, установленной в проекте производства ремонтных работ. На очищенной арматуре допускаются затемнения, но не должно быть рыхлых продуктов коррозии.

6.69. Для подготовки поверхностей к ремонту в зависимости от объемов работ и оснащенности подрядной организации применяют один из следующих методов:

- очистка бетона и арматуры с помощью водоструйной установки, развивающей давление до 60 ... 70 МПа;
- очистки бетона и арматуры с помощью водопескоструйной установки, развивающей давление 35 МПа;
- очистка бетона и арматуры с помощью пескоструйных аппаратов, воздействием механических инструментов, легких перфораторов, игольчатых пистолетов и металлических щеток (рис.19 и 20). После применения этих способов очистки поверхности должны промываться водой.

6.70. При очистке арматуры от продуктов коррозии между стержнями и «старым» бетоном необходимо обеспечить зазор не менее 20 мм.

Если обнаженная после очистки от грязи, старой краски и ослабленного бетона поверхность пропитана маслами, битумом или другими подобными веществами, ее следует промыть растворяющим их составом, например, водой с добавлением fairy.



*Рис. 19. Бетонная опора, подготовленная к ремонту*



*Рис. 20. Подготовка бетонной поверхности опоры с помощью перфоратора*

6.71. При отсутствии отслоения «старого» бетона от массива конструктивного элемента и когда «старый» бетон находится в удовлетворительном состоянии, для очистки поверхности от грязи и краски следует использовать водоструйную установку, развивающую давление 15 ... 20 МПа (рис.21) или пескоструйную установку (рис.22).

6.72. Для очистки бетона и арматуры подводных частей сооружения следует использовать специальную водоструйную установку, развивающую давление не ниже 70 МПа. Для выполнения таких работ рекомендуется привлечь специализированные организации.

6.73. При эксплуатации железобетонных конструкций в среде с повышенной агрессивностью, перед восстановлением защитного слоя арматуру следует покрыть пленкой из материала МАСТЕРСИЛ 300 или ЕМАСО<sup>®</sup> Nanocrete AP.

6.74. Для восстановления несущей способности или усиления конструкции применяют дополнительное армирование (рис.23).

Прикреплять дополнительные стержни электросваркой не рекомендуется, а к предварительно напряженной арматуре — запрещается.

6.75. Для закрепления дополнительной рабочей и конструктивной арматуры в проектном положении следует использовать стальные анкеры, заделанные в «старом» бетоне (рис.24). Анкеры изготавливают из стержней периодического профиля классов А2 или А3, диаметром 8 или 10 мм с отгибом на свободном конце, к которому крепят арматуру проволочными скрутками или сваркой. Глубина заделки должна быть не менее двадцати диаметров стержня.

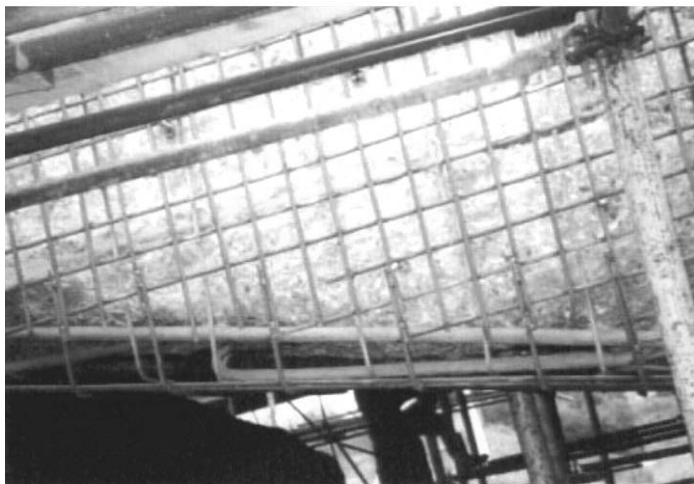
6.76. Диаметр скважины принимают на 6 мм больше диаметра вставляемого в нее анкера и наполняют закрепляющим составом на 50-60%, после чего ввинчивают в нее стержень. От вертикальных поверхностей рекомендуется бурить скважины для анкеров с уклоном вниз (рис.24, а).



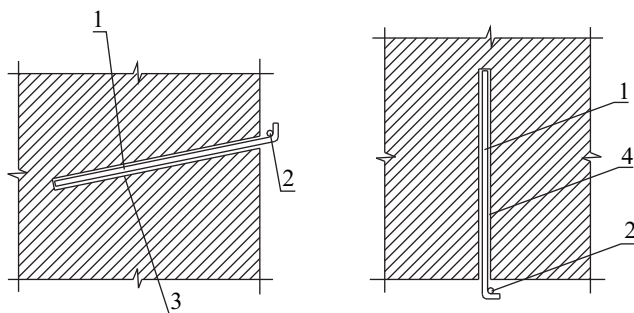
*Рис. 21. Очистка поверхности бетона помощью водопескоструйной установки*



*Рис. 22. Очистка поверхности с помощью пескоструйной установки*



*Рис. 23. Восстановление несущей способности балки с помощью дополнительного армирования*



*Рис. 24. Устройство анкеров для закрепления арматуры:  
1 – анкер; 2 – арматура; 3 – раствор цемента MACFLOW®;  
4 – бетон EMACO® 90*

6.77. В скважинах, выполненных с уклоном вниз, в качестве закрепляющего состава следует использовать раствор из цемента MACFLOW® и мелкого песка, взятых в соотношении 1:1. Если скважина горизонтальная или выполнена с уклоном вверх, в качестве закрепляющего состава используют тиксотропный бетон EMACO® 90, EMACO® S88C, не вытекающий из таких скважин.

6.78. Зазор между дополнительными стержнями рабочей или конструктивной арматурой и поверхностью «старого» бетона или каменной кладки должен быть не менее 20 мм. В случае монтажа сетки из катанки диаметром 5 мм и менее, допускается закреплять ее на расстоянии 10-15 мм от поверхности, используя кроме анкеров пристрелку дюбелями.

6.79. При выборе для ремонта типа специального бетона (наливного или тиксотропного) необходимо учитывать следующее. При малом количестве арматурных стержней, подлежащих обетонированию, обычно предпочтительным оказывается применение тиксотропных составов, не требующих использования опалубки. Если имеет место густая сетка арматурных стержней, целесообразно использовать наливной состав, нагнетаемый в опалубку под давлением с тем, чтобы исключить образование полостей между арматурными стержнями и «старым» бетоном.

6.80. Технология восстановления защитного слоя конкретных эксплуатируемых железобетонных пролетных строений может быть принята следующей:

- оконтуривание поврежденных участков дисковой алмазной пилой;
- удаление бетона на поврежденных участках водоструйной установкой «falch 500 bar» под давлением 50 МПа. В местах, где применить водоструйную установку нельзя, используют электро- и пневмоинструмент;
- гидродинамическая очистка арматуры от ржавчины водоструйной установкой «falch 500 bar» под давлением 50 МПа, а в местах, где нельзя применить водоструйную установку, используют игольчатый пневмопистолет;

- очистка арматуры химическим способом с нанесением состава типа «преобразователь ржавчины» на поверхность арматуры с помощью кисти и пневмоспособом;

- нанесение на арматуру защитного состава МАСТЕР-СИЛ 300 или ЕМАСО® Nanocrete AP;

- дополнительное армирование ремонтной сеткой, если бетон удален на глубину более 5 см (не требуется в случае применения Nanocrete R4 и R3);

- насыщение поверхности старого бетона водой;

- нанесение раствора набрызгом или методом торкретирования с помощью установки «TURBOSOL» (производство Италия) (рис.25, а). При малых объемах работ раствор наносят кельмой;

- выравнивание слоя раствора после набрызга или торкретирования с помощью электрогладилки (рис.25, б);

- отрезок времени между нанесением раствора и разглаживанием длится до тех пор, пока раствор не схватится, т.е. когда пальцы будут оставлять на поверхности легкий след и не будут утопать ниже поверхности;

- далее осуществляют уход за бетоном с использованием пленкообразующих составов.

При ремонте используют тиксотропный состав ЕМАСО® S88C или ЕМАСО® Nanocrete R4 и R3.

6.81. Отремонтированные поверхности железобетонных конструкций с помощью составов ЕМАСО® и им подобных имеют привлекательный внешний вид, а объекты не отличаются от построек, возведенных в самые последние годы (рис.26 и 27).

6.82. При эксплуатации автодорожных мостов могут наблюдаться разрушения бортиков карнизных плит, а при эксплуатации железнодорожных мостов – бортиков плит балластного корыта.

В таких случаях (рис.28) восстанавливают гидроизоляцию на постах с балластным корытом по-новому: закрепляют закладные детали для пешеходных деревянных тротуаров, устанавливают опалубку, бортики бетонируют бетоном на основе цемента MACFLOW®.

а)



б)



*Рис. 25. Нанесение ремонтного состава методом набрызга:  
а) нанесение состава; б) выравнивание слоя раствора  
после набрызга*



*Рис. 26. Отремонтированный причал*



*Рис. 27. Отремонтированное пролетное строение*

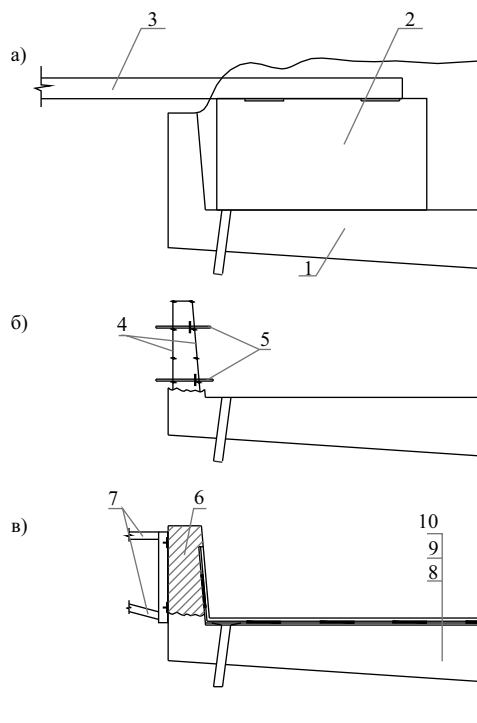


Рис. 28. Схема ремонта железобетонного балластного корыта:

- 1 – существующая конструкция; 2 – железобетонный блок;  
 3 – консольная балка; 4 – арматура; 5 – шпильки;  
 6 – бетона на цементе MACFLOW®;;  
 7 – металлоконструкции тротуарной консоли  
 8 – выравнивающий слой; 9 – рулонная гидроизоляция;  
 10 – защитный слой

6.83. В случае ремонта подводных частей сооружения используют только специальные бетоны, заливаемые в опалубку (EMACO® S66, EMACO® S88, на цементе MACFLOW®, EMACO® Nanocrete R4 Fluid); тиксотропные составы не применяют. Если необходимо выполнить защитный слой на значительном по высоте участке, бетонирование начинают, подавая массу в нижнюю часть опалубки с тем, чтобы бетон, поднимаясь, вытеснил воду. В дальнейшем, по мере наполнения опалубки, место подачи массы перемещают кверху. Могут использоваться два способа подачи: через шланг или трубу, опущенные в опалубку, либо через трубки, заранее смонтированные в опалубке.

6.84. Открытые поверхности защитного слоя, выполненного из бетонов EMACO® или бетона на цементе MACFLOW®, должны поддерживаться в увлажненном состоянии в течение суток после их укладки.

### **Ремонт и защита эксплуатируемых конструкций с трещинами**

6.85. Трещины в бетоне эксплуатируемых конструкций заделывают после того, как устранены причины их образования и развитие трещин закончилось. Если требуется заделка трещин, у которых под действием временной нагрузки наблюдается увеличение раскрытия, то их заполняют при наибольшем раскрытии, загружая конструкцию балластом, вес которого эквивалент временной нагрузке.

6.86. Заделку трещин, как правило, производят для предотвращения проникания влаги внутрь железобетона или с целью включения в совместную работу разделенных трещиной частей конструкции. Во втором случае требуются высокопрочные материалы, обладающие повышенной адгезией к старому бетону и кладке, и соблюдение технологии восстановления конструкции, обеспечивающей ее работу на полное сечение.

6.87. Заделку трещин можно начинать только после исправления дефектов гидроизоляции и водоотводов, а также после выхода воды, скопившейся в порах и трещинах бетона (бетон должен быть сухим).

6.88. Перед началом ремонтных работ на поверхности конструкции должны быть устранены раковины, сколы и участки шелушения. Кроме того, должны быть выполнены работы по гидроизоляции конструкций и отводу от нее воды.

6.89. Следующий этап подготовки – очистка поверхности от грязи и старой краски. Для этой цели рекомендуется использовать водоструйную установку, развивающую давление 15 ... 20 МПа. Если поверхность пропитана нефтепродуктами или другими подобными веществами, ее следует промыть составом, растворяющим и удаляющим эти вещества.

6.90. Способ ремонта выбирают в зависимости от влияния повреждений на несущую способность и долговечности сооружений с учетом величины раскрытия трещин, их количества и агрессивности окружающей среды.

6.91. При наличии незначительных повреждений конструкции (волосяных трещин, шелушения) может оказаться достаточным нанесение защитного покрытия для исключения от дальнейшего разрушения и предупреждения нежелательного увлажнения конструкций.

6.92. В случае, когда в конструкции имеются трещины, а имеющейся арматуры недостаточно для предотвращения образования новых и дальнейшего раскрытия до недопустимых размеров старых трещин, предусматривают устройство так называемых «пломб».

В указанных случаях с двух сторон от трещины выбирают камеру (рис.29 ... 30) шириной 150-200 мм и глубиной 50-70 мм, чтобы обнажить существующую арматуру и обеспечить зазор между ней и «старым» бетоном не менее 20 мм. После очистки продувкой сжатым воздухом и увлажнения камеру заполняют фибробетоном. Используя фибробетоны ЕМАСО<sup>®</sup>, выбирают разновидность материала в зависимости от положения поверхности конструкции, на которую выходит трещина, и других местных условий.

6.93. В бетонных конструкциях разделенные части «сшивают» устройством плоских анкеров, как это показано на рис.30. В качестве анкеров используют арматуру периодического профиля классов А2 или А3 диаметром 10-12 мм.

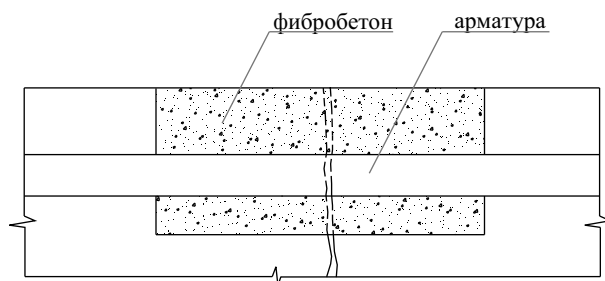


Рис. 29. Схема восстановления монолитности конструкций фибробетоном ЭМАСО®:  
1 – фибробетон; 2 – арматура

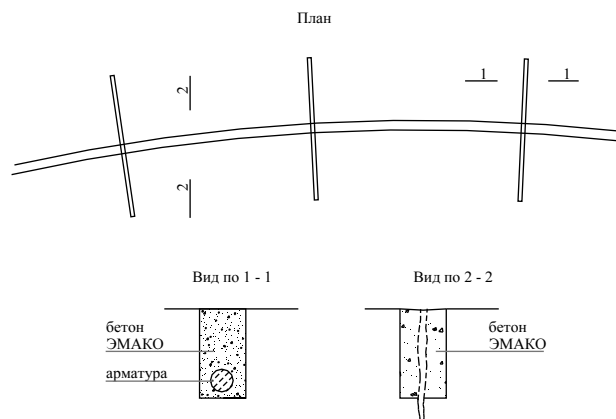


Рис.30. Схема восстановления монолитности бетонных и каменных конструкций:  
1 – арматура; 2 – бетон ЭМАСО®

Высота защитного слоя над анкером должна быть не менее 20 мм. Длину части анкера по каждую сторону от трещины принимают равной 15 ... 20 его диаметров. Для заделки анкеров следует использовать состав ЕМАСО® 90.

Устройство плоских анкеров сочетают с нарезкой камеры вдоль трещины и заполнением ее фибробетоном ЕМАСО® в соответствии с указаниями предыдущего пункта.

6.94. При наличии глубоких трещин способы ремонта, описанные в предыдущих двух пунктах, следует сочетать с инъектированием в трещины суспензии цемента MACFLOW®.

6.95. При подборе материала для защитного покрытия следует иметь в виду, что паронепроницаемая пленка может привести к накоплению влаги в бетоне, вызывающей его размораживание, а жесткое недеформируемое покрытие быстро теряет защитные свойства, если в поверхностном слое имеются активные волосяные трещины. Долговечность защитного покрытия достигается в том случае, если коэффициент температурного расширения материала близок к значению той же величины в бетоне; это свойство обеспечивается, если этот материал изготовлен на цементной основе.

6.96. Эффективным материалом, отвечающим требованиям и рекомендациям предыдущего пункта, является МАСТЕРСИЛ 540 (МАСТЕРСИЛ 550).

Поверхность для нанесения состава МАСТЕРСИЛ 540 (МАСТЕРСИЛ 550) должна быть шероховатой и увлажненной. Для достижения требуемого качества поверхности можно использовать игольчатые пистолеты с последующей промывкой водой.

Материал двухкомпонентный; подготовка его к использованию заключается в смешивании сухой смеси с жидкостью. Наносится кистью, валиком или напылением в два слоя при температуре воздуха от 5 до 50°C. Между нанесением первого и второго слоев следует предусматривать разрыв во времени продолжительностью в одни сутки. Расход материала: 2,5-3,5 кг/м<sup>2</sup>, толщина образуемой пленки – примерно 3 мм.

6.97. На вертикальных сухих поверхностях, под которыми не ожидается накопление влаги, допускается устройство защитных покрытий из лаков и красок.

### **Внутренняя гидроизоляция трещин в эксплуатируемых конструкциях**

6.98. В случае неактивной трещины вдоль ее устья в пределах защитного слоя бетона нарезают камеру и заполняют ее бетоном ЕМАСО® как показано на рис.31. Ширину камеры и разновидность бетона определяют в зависимости от раскрытия трещины. Минимальная ширина – 4 мм. При ширине до 12 мм используют для заполнения бетона ЕМАСО® 90, при больших – ЕМАСО® S88C. Данное техническое решение используют преимущественно при неглубоких трещинах.

6.99. При глубоких неактивных трещинах с раскрытием 2 мм и больше способ ремонта, описанный в предыдущем пункте, дополняют инъекцией водной суспензии цемента MACFLOW® в трещину за камерой. При меньшем раскрытии трещины в нее инъецируют составы, имеющие малую вязкость.

6.100. Если трещина носит активный характер, ее следует герметизировать как показано на рис.32. Рекомендуется применять тиоколовые герметизирующие мастики. Толщину слоя мастики над уплотнительным шнуром назначают примерно равной ширине камеры. Требуемую вязкость мастики определяют в зависимости от положения поверхности, на которую выходит трещина с тем, чтобы мастика не вытекала из нее.

6.101. При ремонте активных глубоких трещин рекомендуется использовать уплотнительные шнуры из синтетического материала вилотерм; могут использоваться также шнуры из уплотнительной резины. Диаметр шнура должен превышать ширину камеры на 2 мм; минимальный диаметр выпускаемых промышленностью шнуров – 8 мм. Соответственно минимальная ширина камеры – 6 мм. Этой ширины достаточно для герметизации трещин, ожидаемое изменение раскрытия которых не превышает 1,5 мм. При большей величине ожидаемых изменений ширину камеры увеличивают.

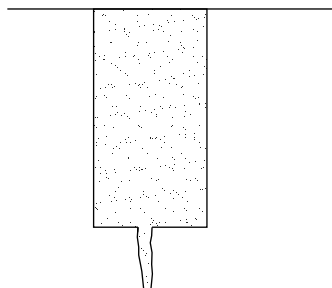


Рис. 31. Гидроизоляция неактивных трещин:  
1 – бетон ЕМАСО® 90 или ЕМАСО® S88С

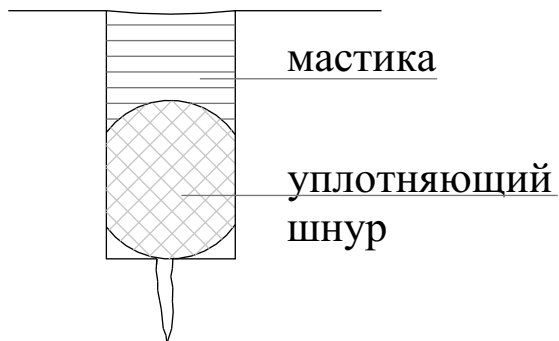


Рис. 32. Гидроизоляция активных трещин:  
1 – мастика; 2 – уплотняющий шнур

При забивке уплотнительного шнура в камеру он деформируется; это следует учитывать при назначении глубины камеры. Ширине камеры 6 мм соответствует глубина 16-18 мм.

6.102. При ремонте бетонных и железобетонных конструкций эксплуатируемых транспортных сооружений часто требуется применять опалубку:

- опалубка должна быть инвентарная из прочного водонепроницаемого материала, чтобы предотвратить просачивание воды из раствора;

- опалубка должна быть надежно закреплена, чтобы выдержать давление раствора после его укладки (установка анкеров  $L = 150$  мм через 0,4 м в теле бетона на цементе MACFLOW<sup>®</sup>, монтаж листов опалубки, установка дополнительных связей);

- в опалубке должны быть специальные отверстия, чтобы заливать раствор с низовой стороны (расстояние между отверстиями зависит от габаритов ремонтируемого участка), а также специальные отверстия для контроля уровня.

## **Инъекционные работы**

6.103. При производстве инъекционных работ необходимо иметь данные по трещинам. Для установления глубины трещин используют ультразвуковые приборы. Раскрытие трещин определяют с помощью микроскопа Бринеля или специальных приспособлений.

При необходимости глубину трещин определяют выбуриванием кернов.

6.104. Сухие трещины раскрытием до 0.3 мм в соответствии с ранее действовавшими рекомендательными документами ОАО ЦНИИС, а также принимая во внимание Европейские нормы по ремонту железобетонных конструкций (EN 1504), следует герметизировать. Герметизация должна производиться эластичным материалом, который обеспечивает герметичность трещины во всём диапазоне температур эксплуатации железобетонных мостовых конструкций.

Следует также герметизировать трещины такого раскрытия, внутреннее пространство которых заполнено твердыми продуктами выщелачивания цемента и может быть непроницаемо для инъекционных составов.

6.105. Для герметизации сухих трещин раскрытием до 0.3 мм и не подверженных истирающему воздействию льда или другому механическому воздействию (трещины на опорах, расположенных выше уровня ледохода) следует использовать материалы типа MASTERFLEX®.

6.106. Ремонт периодически затопляемых трещин раскрытием до 0.3 мм (без капиллярного подсоса воды из акватории реки, когда начало трещины выше ГМВ) и их участков, следует проводить с применением расшивки устья трещин в виде штрабы. Ширина штрабы по поверхности бетона составляет около 20 - 40 мм, а глубина около 15мм. Далее штраба заполняется материалом Sikadur 41, без введения в него инертного заполнителя с целью повышения деформативности герметизирующего слоя.

6.107. Ремонт трещин раскрытием более 0.3 мм, а также мокрых трещин, имеющих капиллярный подсос из акватории реки (начало трещины на отметке или ниже ГМВ), следует инъецировать составами, взаимодействующими с водой с захватом зоны трещины на 1.5м выше отметки ГМВ.

6.108. Только в случае непроходимости таких трещин для инъекционного раствора, при их проверке пробной промывкой трещины водой, нагнетаемой через установленный штуцер, рекомендуется применить поверхностную герметизацию трещины.

6.109. Трещины в зоне ГВВ в случае отсутствия капиллярного подсоса допускается герметизировать без применения кальматирующего материала и уменьшить размеры штрабы до указанных в п. 6.105 размеров.

6.110. До начала производства ремонтных работ должен быть подготовлен доступ к трещинам, предусмотрено подключение оборудования и электроинструмента, а также освещение. При случае необходимости следует предусмотреть аварийный обогрев поверхностей конструкции.

6.111. Составы инъекционных растворов, а также технологию их нагнетания, определяют для каждого конструктивного элемента на основе данных натурных обследований, типа трещин, температуры бетона и окружающей среды во время производства работ.

6.112. Работы по герметизации и инъектированию трещин следует производить при отсутствии динамических воздействий на ремонтируемую конструкцию.

6.113. При проведении инъекционных работ следует соблюдать требования по минимальной вязкости (по ВЗ-4) растворов в соответствии с данными, приведенными в табл.32.

6.114. Для инъектирования трещин с раскрытием до 1 мм и глубиной до 45 см рекомендуется применять низконапорную технологию с использованием пневмоинъектора и наклеиваемых накладных штуцеров (давление при подаче раствора составляет от 0,2 до 0,3 МПа).

**Таблица 32**

*Минимальная вязкость растворов*

Диапазон раскрытия трещин, мм	Значение вязкости, мин
0,05 – 0,2	7,0
0,2 – 0,4	15,0
0,4 – 0,6	17,0
0,6 – 0,8	20,0
0,8 – 1,0	25,0

6.115. Пневмоинъектор может быть выполнен в виде емкости (например, бутылки для питьевых жидкостей) с навинчивающейся крышкой, в которой устанавливают два ниппеля: для выхода раствора и подачи воздуха. Воздух во внутреннее пространство инъектора нагнетают пневмонасосом (например, ножным) с регистрацией давления по манометру.

6.116. Внутренние диаметры ниппелей, шлангов инъектора, а также трубок штуцеров должны быть не менее 4 мм.

6.117. Максимальный уровень давления пневмоинъектора ограничен величиной 0,2-0,3 МПа, что связано с прочностью на отрыв основания штуцера от бетона и соединения напорного шланга с трубой и ниппелем.

6.118. Накладной штуцер состоит из основания и трубки. Для снижения массы штуцера и эффективности его закрепления на поверхности бетона основание следует изготавливать из фанеры.

6.119. Трубку штуцера длиной 40-50 мм устанавливают в «натяг» в основание фанеры без дополнительной герметизации этого соединения. Под трубкой штуцера в фанерном основании делают желобок для более направленной подачи полимерного раствора в трещину.

6.120. Для инъектирования глубоких (более 45 см) трещин с раскрытием свыше 1,0 мм следует применять высоконапорную технологию нагнетания.

6.121. Для ремонта трещин, по высоконапорной технологии следует укомплектовать следующее оборудование:

- ручной насос для проведения инъекционных работ со шлангом, снабжённым соответствующим захватом под, ниппель, который ввинчивается в пакер - штуцер;
- пакеры Ø 13 в комплекте с навинчивающимися ниппелями, соответствующими захвату напорного шлангов насоса;
- низкооборотная дрель (менее 500 об/мин.) с венчиком или перемешивающая «ложка» с ёмкостью;
- электрическая машинка с алмазным диском;
- электрическая шлифовальная машинка;
- электроударная дрель для сверления отверстий под пакеры и промежуточные пробки;
- оборудование для водяной и воздушной обработки поверхностей опоры и штраб;
- емкости для воды и перемешивания растворов (ведра);
- мерная посуда (кружки до 1л, стаканчики);
- металлические щетки;
- мастерки, кельмы;
- лопаточки шириной 5-10 мм;
- филёчатые кисти;
- кисти-щётки из жёстких синтетических волокон;
- молотки;
- гаечные ключи для установки пакеров;
- валики;
- ацетон или растворитель № 646 - 1.5-2.0 л;
- термометр.

6.122. Инъектирование трещин опор с малыми расходами раствора (при небольших величинах раскрытия трещин и расширения раствора Sika Injection 29 или материал MEYCO® в трещине), в первую очередь, следует проводить с использованием ручного инъекционного насоса. Насос состоит из цилиндрической ёмкости с крышкой, в которую заливается инъекционный раствор, рычага-подачи раствора и манометра, регистрирующего давление раствора на входе в трещину (рис. 33).

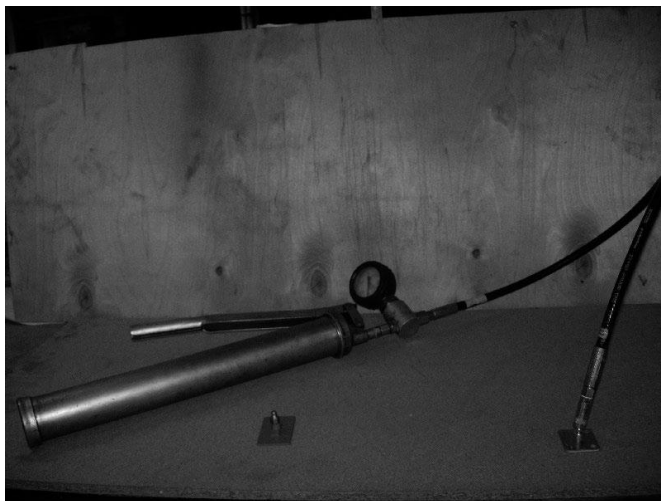
6.123. При необходимости инъектирования больших объёмов пустот может быть применен лёгкий переносной электронасос мембранного типа, например, марки LE-202 (рис. 34, поставщик фирма «Desoi», Приложение 1) с регулируемой подачей инъекционного раствора в полость.

6.124. Пакер состоит из разжимающегося резинового уплотнения, дистанционной втулки, на конце которой навинчена разжимающая гайка, и кеглевидного ниппеля (рис. 35). Длина пакера для производства работ может быть принята двух размеров 75 мм и 120 мм. Длина пакера для ремонтных работ не зависит от длины скважины и связана с удобством установки ниппеля на пакер в местах конструкции, имеющих выступы, например, на облицованной части опоры.

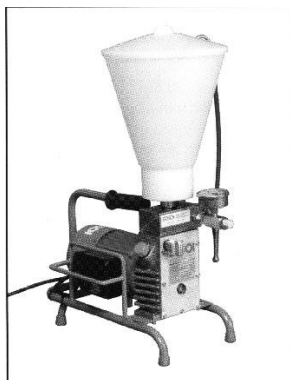
6.125. Для уменьшения объёмов инъекционных работ, за счёт герметизации трещин, снижения их трудоёмкости, а также в связи с короткими сроками схватывания ряда инъекционных составов обратные клапаны на пакерах могут не применяться.

6.126. При назначении длины пакера важно, чтобы при его установке в скважину, он был устойчиво закреплён в скважине. Верх разжимной части пакера в скважине должен быть ниже поверхности бетона не менее чем на 10 мм, а его тело не перекрывало плоскость трещины.

6.127. При установке пакеров рекомендуется использовать дополнительные приспособления набор ключей под разжимные гайки и ниппели пакеров и др. (рис. 36).



*Рис.33. Ручной инъекционный насос с манометром*



### **Мембранный насос LE- 202**

#### **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ**

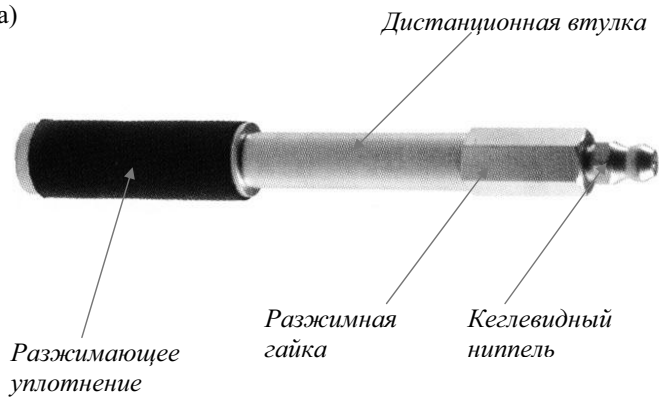
Общая потребляемая мощность	220 В/ 2 А/ 50 Гц
Рабочее давление – бесступенчато регулируется в пределах	10 - 200 бар
Мощность двигателя	0,36 kW
Подача насоса	max 2,2 л/мин
Вес	22 кг
Высота/ Ширина/ Длина	(в см) 44/ 23/ 34

#### **КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ**

LE- 202 поставляется в комплекте с: 6-литровой расходной емкостью, 5-метровым шлангом высокого давления Ø 6 мм, шаровым краном с насадкой

*Рис. 34. Электрический мембранный насос*

а)



б)

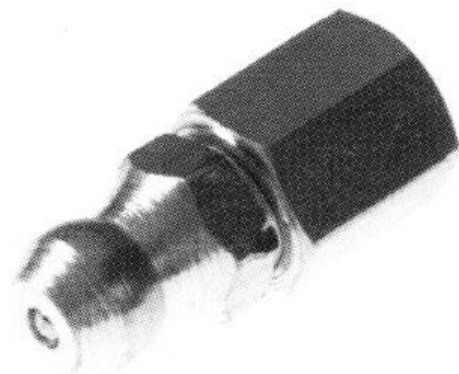
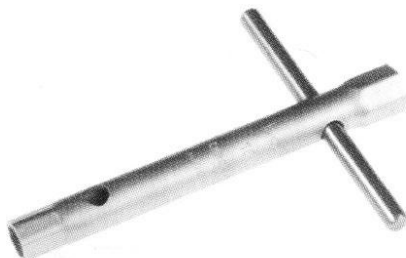


Рис. 35. Разжимной пакер:  
а) общий вид пакера; б) кеглевидный ниппель

а)



б)



*Рис. 36. Дополнительные приспособления:*

*а) торцевой ключ для разжатия пакера;*

*б) шило для удаления воздуха.*

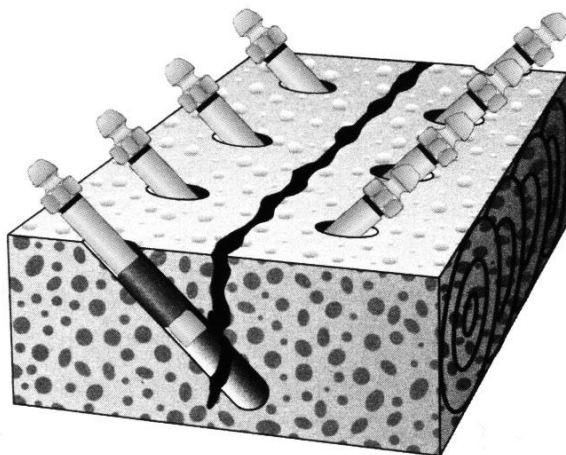
6.128. При заказе оборудования, производителю работ следует проконтролировать поставку напорных шлангов насоса, которые должны иметь стандартное захватывающее устройство для соединения со стандартным кеглевидным ниппелем пакера.

6.129. До начала производства работ производится разметка участков инъецируемых трещин.

6.130. Производится сверление шпура-отверстия под первый на данном участке пакер, начиная с самого нижнего. Продольная ось шпура должна быть наклонена к плоскости поверхности бетона под углом, не превышающим  $45^\circ$ , поскольку при больших углах наклона длина шпура и вероятность прохода ниже окончания трещины увеличиваются.

6.131. При сверлении шпуров важно не «промахнуться» и «прошить» плоскость трещины высверливаемым отверстием (рис. 37).

а)



б)



Рис.37. Закрепление пакеров в конструкциях:  
а) установка пакеров на трещине в бетонной конструкции;  
б) установка пакеров на трещине в облицовки опоры.

6.132. Необходимо как можно ближе к устью трещины производить сверление шпуров, не обламывая края трещины. Трещины температурно-усадочного происхождения имеют глубину в диапазоне 10-20 см. При этом глубина распространения трещины обратно пропорциональна величине её раскрытия на поверхности. Таким образом, расстояние от устья трещин до места сверления шпуров в поперечном, по отношению к трещине направлении, должно быть не более 10 – 15 см.

6.133. Расстояние между шпурами в продольном направлении трещины назначается, как правило, равным половине толщины конструкции или половине глубины трещины. Однако в связи с большим расходом пакеров в этом нормативном случае, рекомендуется проводить пробную прокачку водой трещины из пионерного штуцера с определением наиболее удалённой точки выхода воды на поверхность трещины, которая и определит место установки следующего пакера.

Инъектирование пакера водой позволяет установить проходимость трещины на данном участке

6.134. Допускается производить установку пакеров на расстоянии 25-30 см вдоль трещины.

6.135. При хорошей проходимости трещины инъекционным раствором расстояние между пакерами в продольном направлении может быть увеличено до проектных 500 мм.

6.136. Допускается проводить пробную инъекцию, незагерметизированной, между пакерами трещины для быстротвердеющих составов. Для снижения расходов раствора рекомендуется, производить герметизацию устья трещины полоской клея, наносимой между смежными пакерами с осуществлением проверки герметичности устья трещины перед началом инъекции.

6.137. При загерметизированной трещине, для выхода воздуха и снижения гидравлического сопротивления при инъектировании, рекомендуется устраивать небольшие, промежуточные, открытые отверстия в устье трещин Ø 4-5 мм и глубиной до 10 мм, которые играют роль пассивных накладных пакеров и закрываются временными деревянными пробками.

6.138. После высверливания шпуров, длина которых должна быть в 1.5 – 2.0 раза (в зависимости от фактического угла наклона шпура) больше, чем расстояние от трещины до отверстия шпура в поперечном направлении, отверстия продуваются или очищаются с помощью технического пылесоса. Допускается проводить промывку отверстий с последующей продувкой.

6.139. В шпуры устанавливают пакеры таким образом, чтобы верхний край резинового разжимного устройства пакера был ниже уровня поверхности не менее, чем на 10 мм.

6.140. Установку пакеров в шпуры следует осуществлять без кеглевидного ниппеля, который очень хрупок.

6.141. Работы с пакерами при инъецировании трещин включает в себя следующие операции:

- установка пакера в продукую скважину;

- разжатие распорного уплотнения;

- инъекция в пакер до «отказа», т.е. выхода раствора из соседнего пакера или резкого повышения давления;

- во время инъекции прочистка смежного штуцера;

- после окончания инъекции и отверждения раствора (ввиду неиспользования запорного клапана на пакере) удаление съёмной части пакера;

- зачеканивание шпура ремонтным составом.

6.142. Процесс инъецирования трещин осуществляют следующим образом. Снимают ниппели на всех пакерах, кроме крайнего (нижнего) пионерного. Готовят инъекционный раствор и заливают в ёмкость насоса, осторожно надевают напорный шланг инъекционного насоса на кеглевидную головку ниппеля пионерного пакера и производят нагнетание компаунда в полость трещины до его появления из смежного пакера, после чего, постановкой ниппеля на смежный пакер блокируют его.

6.143. Время и скорость нагнетания инъекционного раствора в пакер зависят от скорости истечения раствора в трещину. Скорость нагнетания раствора в пакер должна возрастать постепенно до величины не более 40 бар. Как правило, рабочим давлением является давление до 20 бар. Расход раствора характеризуется падением давления, которое фиксируется на манометре насоса. Восстановление давления в

системе насос-трещина до величины рабочего давления, которое окончательно устанавливается при производстве работ, следует производить непрерывно в процессе нагнетания в зависимости от скорости подачи раствора до момента его истечения из смежного пакера.

После истечения раствора из смежного пакера, его блокируют установкой ниппеля, снижают давление на напорном шланге первого пакера до нуля, снимают напорный шланг, переставляют насос, соединяют с ниппелем смежного пакера и производят нагнетание раствора во второй пакер (рис. 38).



*Рис. 38. Инъектирование трещины ручным насосом*

6.144. Если время с момента начала инъектирования первого пакера до выхода раствора из третьего пакера не превысило 30 мин. при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ , то до перехода на четвёртый по счёту пакер желательно вернуться первому пакеру и произвести опрессовку раствор на этом пакере в течение 5-10 минут максимальным рабочим давлением. Аналогичную операцию опрессовки следует проводить для каждой «тройки» пакеров.

6.145. При медленном (затруднительном) нагнетания раствора в пакер необходимо ограничить продолжитель-

ность нагнетания временем живучести раствора, которое при 20°C , например, составляет 28 минут, затем промыть насос и шланги и перейти к смежному штуцеру.

6.146. Если в процессе нагнетания используются промежуточные отверстия с деревянными заглушками, то указанные отверстия закрываются по мере выхода из них раствора до момента его выхода через рабочий штуцер.

6.147. Если при нагнетании раствора не происходит его истечения в трещину, следует немедленно просверлить вертикальное отверстие на устье трещины глубиной до 20 мм вблизи пакера на расстоянии около 10 см. Если и в этом случае, не происходит истечения раствора из отверстия, трещина считается непроходимой и должна быть на этом участке герметизирована.

6.148. Штуцеры должны иметь ограничители глубины погружения в просверленные отверстия в бетоне; ограничители могут быть изготовлены из дерева, металла или других материалов.

6.149. Глубина заделки штуцера должна быть минимальной, чтобы не отклониться от плоскости развития трещины внутри конструкции и обеспечить герметичность при прохождении раствора в трещину при максимальном давлении на выходе раствора из насоса.

6.150. Снижение глубины заделки штуцера в бетон до значений 10 мм возможно путем его впрессовывания с клеем в отверстие. Для впрессовывания в отверстие штуцеры рекомендуется выполнять из готовых водопроводных «сгонов» диаметром от 3/8" до 1/2". Свободная головка штуцера, обращенная к насосу, должна иметь резьбу аналогичную резьбе накидной гайки напорного шланга.

6.151. Глубина отверстия под штуцер должна быть на 5-10 мм больше длины вклеенной в бетон части штуцера.

6.152. При малых единовременных потребностях в растворе для инъектирования и мастике для герметизации трещин, их можно готовить вручную в количестве, необходимым для полного использования непосредственно на объектной площадке. Тарой могут служить небольшие по объему полиэтиленовые емкости (например, бутылки типа ПЭТ для питьевых жидкостей).

6.153. Количество приготавливаемой порции раствора должно быть увязано с его потребностью в пределах времени сохранения жизнеспособности раствора.

6.154. При приготовлении раствора работы ведут следующим образом. В емкость отмеряют необходимое количество эпоксидной смолы, затем другие компоненты и осуществляют их перемешивание до однородной консистенции. Отвердитель вводят непосредственно перед использованием раствора с последующим тщательным перемешиванием в течение 2-3 мин.

6.155. Для приготовления герметизирующей мастики отмеряют необходимое количество эпоксидной смолы, пластификатора и отвердителя, перемешивают их, а затем в процессе перемешивания добавляют наполнитель в количестве от 100 до 200 массовых частей – до получения однородной пастообразной консистенции.

6.156. При приготовлении инъекционных растворов и герметизирующих мастик необходимо иметь мерную посуду для дозировки компонентов, чашу (емкость) для приготовления раствора и мастики, термометр и вискозиметр.

6.157. Приготовление растворов для инъектирования следует производить только после полной подготовки фронта работ по ремонту намеченных трещин (или зазоров опорных плит).

6.158. Поверхности бетона, прилегающие к трещинам, необходимо очистить от грязи и посторонних включений, протереть от пыли сухой, чистой ветошью или продуть сжатым воздухом.

6.159. На трещинах, а также на зазорах под опорными частями, подлежащих инъектированию, должна быть произведена разметка мест установки штуцеров. Расстояния между штуцерами должны составлять:

- при раскрытии трещин до 0,3 мм – не более 20 см;
- при раскрытии от 0,3 до 0,5 мм – от 20 до 25 см;
- при раскрытии 0,5 мм – 40 см;
- при раскрытии трещин более 0,5 мм – 50 см.

6.160. Инъектирование осуществляют по низконапорной или высоконапорной технологии (рис. 39 и 40).

При низконапорной (до 0,3 МПа) технологии инъектирования производят наклейку штуцеров путем нанесения на контактируемую с бетоном поверхность основания штуцера быстротвердеющего состава клея типа «жидкие гвозди» шириной не более 5 мм.

Устанавливают штуцер над трещиной, используя для центрировки направляющий стержень, вставляемый внутрь патрубка штуцера. При этом желобок основания штуцера направляют вдоль трещины. На одну-две минуты прижимают основание штуцера к бетону (в зависимости от свойств использованного клея).

После установки штуцеров производят их герметизацию путем промазки по периметру зоны контакта оснований штуцеров с бетоном герметизирующей мастикой (рис.40).

6.161. При высоконапорной технологии инъектирования в местах установки штуцеров победитовыми или алмазными сверлами в бетоне сверлят отверстия на длину вклеиваемой части штуцера плюс 5-10 мм. Внутреннее пространство высверленного отверстия должно быть очищено от пыли пневмоспособом и промыто ацетоном.

Поверхность части штуцера, вклеиваемую в бетон, очищают и обезжиривают ацетоном. На эту поверхность штуцера наносят герметизирующую мастику, штуцер устанавливают над отверстием и ударами молотка через деревянную или медную прокладку впрессовывают в бетон. Производят дополнительную герметизацию по периметру штуцера с поверхностью бетона конструкции герметизирующей мастикой.

6.162. После установки штуцеров производят визуальную проверку сообщаемости штуцера с трещиной воздухом, ацетоном или фуриловым спиртом по его выходу из остальных штуцеров, а затем герметизируют трещины между штуцерами.

Первый герметизирующий слой выполняют полимерным раствором, который выбран для инъектирования трещины. Не ранее чем через 30 минут после нанесения первого слоя и его впитывания в трещину, наносят шпателем второй слой герметизирующей мастики и разравнивают его заподлицо с поверхностью бетона.



*Рис. 39. Инъектирование трещин по высоконапорной технологии*



*Рис. 40. Штыцера для низконапорной технологии инъектирования, наклеенные вдоль трещины*

6.163. После установки штуцеров и отверждения герметизирующего слоя (не ранее чем через 24 часа) производят проверку герметичности полости инъектируемой трещины ацетоном или фуриловым спиртом. Испытания проводят нагнетанием последовательно в каждый штуцер одного из указанных веществ с визуальной фиксацией дефектных мест и их устранением.

6.164. Допускается проверять герметичность полости трещины воздухом путем его нагнетания в каждый штуцер при давлении около 0,3 МПа. Остальные штуцеры должны быть закрыты деревянными заглушками. Время падения давления до нуля должно быть не менее 30 сек. Дефектные места определяют по выходу воздуха на поверхность бетона промытого жидким раствором мыла. Обнаруженные дефекты должны быть устранены повторной герметизацией.

6.165. Инъектирование трещин по низконапорной технологии производят в следующем порядке. Заливают инъекционный раствор в емкость инжектора, надевают напорный шланг инжектора на патрубок нижнего штуцера, соединяют пневмонасос с патрубком для воздуха, установленным в крышке инжектора, и производят нагнетание в емкость воздуха до давления 0,3 МПа, поддерживая этот уровень давления по мере необходимости. Инъектирование ведут по схеме «от нижнего штуцера к верхнему» (относительно горизонта).

6.166. При высоконапорной технологии инъектирования трещин соединяют напорный шланг насоса с нижним штуцером с помощью накидной гайки. Заливают полимерный раствор в емкость насоса и, вращая рукоятку, закачивают раствор внутрь трещины.

6.167. Время нагнетания раствора в штуцер для обеих технологий определяется шириной раскрытия трещины, ее глубиной, температурой бетона конструкции, текучестью раствора и др. Окончание нагнетания раствора в каждый штуцер оценивают по началу истечения раствора из любого из вышерасположенных штуцеров или не ранее чем через 10 минут после начала нагнетания.

6.168. Для исключения образования в трещине воздушных пробок при перестановке напорного патрубка на очередной штуцер, перед продолжением нагнетания перестав-

ной напорный шланг должен быть заполнен инъекционным раствором.

6.169. В случае прорыва полимерного раствора сквозь герметизирующий слой или вырыва штуцера необходимо восстановить поврежденное место при помощи деревянных заглушек и пластырей из пропитанной инъекционным составом ткани. При этом для ускорения твердения материала в дефектном месте допускается его прогрев горелкой при условии, чтобы открытое пламя не касалось уложенного пластыря.

6.170. В необходимых случаях после окончания нагнетания на каждый штуцер следует установить деревянную пробку; через 12-48 часов после завершения работ по нагнетанию раствора в трещины штуцеры следует удалить с поверхности бетона путем срезки или выворачивания из бетона. Следы от установки штуцеров и герметизации могут быть устранены механическим инструментом или закрашены.

6.171. При перерывах или при окончании работ необходимо промыть насос и шланги – сначала эпоксидной смолой, которая потом используется, а затем ацетоном. При использовании низконапорной технологии промывке подлежит, помимо шлангов, навинчивающаяся крышка инжектора.

6.172. Нагнетание инъекционного раствора следует производить через напорные штуцера ручными насосами малой производительности под давлением 0,3-0,4 МПа с последующей опрессовкой после окончания нагнетания в течение пяти минут.

6.173. Процесс нагнетания инъекционного раствора в щель осуществляют следующим образом. Закрепляют резиновый шланг, соединенный с напорным патрубком насоса, с напорным штуцером щели и производят нагнетание инъекционного раствора до момента его выхода из соседнего выходного штуцера. После этого устанавливают заглушки на выходном штуцере и производят опрессовку в течение пяти минут.

6.174. Не снижая давления на напорном шланге, производят закрытие напорного штуцера путем его перегиба и об-

мотки вязальной проволокой. Обрезают напорный шланг со стороны насоса и переставляют его на следующий напорный штуцер.

6.175. Частичную (поверхностную) пропитку бетонных конструкций производят на глубину 5-15 мм с целью увеличения непроницаемости, поверхностной твердости с одновременной заделкой множественных трещин с шириной раскрытия менее 0,5 мм. Пропитке могут быть подвергнуты плоские и криволинейные поверхности, расположенные горизонтально, вертикально или наклонно.

6.176. В случае необходимости проведения пропитки полимеризующимися составами на полную глубину бетонных и железобетонных элементов с целью резкого увеличения их прочности, морозо-, абразиво-, химстойкости, а также придания бетону электроизолирующих и других специальных свойств следует руководствоваться «Рекомендациями по расчету и изготовлению конструкций из бетонополимеров» (М., НИИЖБ, 1980).

### **Ремонт конструкций с использованием композиционных материалов**

6.177. Усиление конструкций с использованием композиционных материалов производится в тех случаях, когда несущая способность конструкций недостаточна и требуется произвести усиление без утяжеления конструкции или без значительного изменения геометрии.

6.178. При использовании композиционных материалов в любом случае необходимо подготовить поверхность бетона. При подготовке поверхности следует учитывать вид применяемых материалов и требования фирм их выпускающих.

### **Материалы, поставляемые ООО «Sika»**

6.179. Подготовка поверхности производится с помощью шлифовальной или пескоструйной машины, а также компрессора с водо – маслоотделяющим фильтром для обдува конструкции.

6.180. Приготовление клеев и грунтовочного составов следует производить с помощью малооборотной дрели с пестиком, обеспечивающей скорость вращения пестика 300-500 об/мин.

6.181. Нанесение клея под углепластиковые холсты, а также выравнивающего слоя на поверхность бетона производится шпателями и мастерками.

6.182. Для нанесения клея на поверхность ламели рекомендуется использовать специальную фильеру, обеспечивающую необходимую толщину слоя наносимого клея.

6.183. Прижатие ламелей и холстов к поверхности бетона следует производить пластмассовыми валиками и шпателями.

6.184. Поверхность бетона должна быть чистой, без пятен от масел и смазок, сухой, без цементного молочка, выделов и выкрашивающихся участков.

6.185. Максимальный размер отклонений поверхности бетона от плоскости не должен превышать 10 мм на длине 2,0 м. Выступы бетонной поверхности высотой от 10 до 30 мм на длине 2,0 м следует удалять с помощью шлифмашин или выравнивать клеем Sikadur 30 или Sikadur 41.

6.186. Выступы бетонной поверхности высотой более 30 мм шлифуются и выравниваются составом Sikadur 41.

6.187. Прочность на растяжение бетона пролётно-стропильного в месте усиления ламелями должна быть не ниже проектной для второй группы расчётов по предельным состояниям для класса В25 (не ниже 1,65 МПа на осевое растяжение и при необходимости проверяется экспериментально при обследованиях).

6.188. Толщина защитного слоя бетона у рабочей арматуры в зоне наклейки ламелей не должна быть менее 10 мм.

6.189. Влажность поверхности бетона на момент приклеивания углепластиковых элементов не должна превышать 4%.

6.190. Перед началом производства работ производится разметка мест установки углепластиковых элементов на конструкциях в соответствии с проектом усиления.

6.191. Перед наклейкой ламелей и тканых полотен, их нарезают на элементы необходимой длины и маркируют в

соответствии с проектом усиления и разметкой на конструкции. Тканые полотна нарезают с использованием стальных ножниц (сгибание холста не допускается), а ламели - с помощью алмазного диска. Непосредственно перед наклейкой, поверхность ламелей очищается от фольги и протирается обезжиривающим раствором, например, ацетоном.

6.192. Приготовление двухкомпонентных клеев Sikadur 30 и SikaDur 330 производится в течение 3 - 4 мин. с помощью низкооборотной дрели до получения однородной смеси по консистенции и цвету. Критерием однородности материала является исчезновение цветных полос по краям и дну ёмкости.

При перемешивании компонент следует избегать вовлечения воздуха в смесь.

6.193. Объём приготовленного клея не должен превышать объём клея, который расходуется в течение его времени годности. Полученную смесь следует перелить в чистую ёмкость и перемешать ещё раз в течение 1 минуты.

6.194. При высоких температурах воздуха (более 35°C) следует уменьшать количество приготовляемой смеси или охлаждать компоненты перед перемешиванием.

6.195. Приготовление состава Sikadur 41 отличается от приготовления составов Sikadur 30 и SikaDur 330, введением минерального наполнителя через 2-3 мин., после начала перемешивания двух основных компонентов.

6.196. Приготовление состава Mapelastick производится путём перешивания компонентов низкооборотной дрели с насадкой до получения однородной массы.

6.197. Наклейка ламелей осуществляется в следующем порядке:

на бетонную поверхность усиливаемой конструкции в зоне приклеиваемой ламели, с помощью шпателя и кисти наносится клей Sikadur 30 толщиной 0.5-1.0 мм;

одновременно (или с небольшим промежутком времени) на поверхность ламели наносится клей Sikadur 30 путем проталкивания ламели с клеем через специальную фильеру

ламель устанавливается в проектное положение и прижимается к поверхности балки валиком. Под давлением валика от середины ламели к краям производится выдавли-

вание клея с обеих сторон ламели. Затем производится удаление излишков клея по кромкам ламели.

6.198. Наклейка тканых полотен производится в следующей последовательности:

подготавливается бетонная поверхность конструкций;

нарезаются тканые полотна;

приготавливается клей Sikadur 330.

На бетонную поверхность шпателем или кистью наносится клеевой состав Sikadur 330 толщиной 0,5-1,0 мм.

Углепластиковый холст накладывается на нанесённый на поверхность слой клея, при расчётном расположении волокон. Используя валик (шпатель), следует прижать холст к бетону, при этом перехлест полотен холста должен составлять 5-10 см. Проводя валиком (шпателем) вдоль волокон от середины к внешним краям холста, клеевой раствор следует выдавить между волокон холста.

Заканчивается приклеивание холста нанесением укрывающего слоя клея толщиной 0,5 – 1,0 мм. Финишный слой клея наносится движением шпателя вдоль углеродных волокон.

### **Материалы, поставляемые ООО «БАСФ Строительные системы»**

6.199. Система усиления MBase может применяться, если прочность на сжатие бетона конструкции составляет не менее 15 МПа.

6.200. Возраст бетонного основания должен быть не менее 28 суток, прочность основания на вырыв должна быть не менее 1,5 МПа, средняя шероховатость поверхности должна составлять 0,5-1,0 мм.

6.201. Значительные полости и поры более 10 мм необходимо заполнить ремонтным составом Emaco® Nanocrete R4, а незначительные - до 10 мм специальной эпоксидной шпателькой Concrasive 1406.

6.202. Влажность основания должна составлять до 4%, непосредственно перед нанесением необходимо определить температуру точки росы. Можно приступать к нанесению,

если температура бетонного основания выше температуры точки росы на 3°K.

6.203. Для применения системы МВгасе минимальная температура окружающей среды должна быть + 5°С, а максимальная +35°С. Температура бетонного основания должна быть выше +8°С.

6.204. После выполнения работ, система МВгасе в течение 3-х часов набирает первоначальную прочность, и возможно нагружение конструкции. Через 7 суток достигается окончательный набор прочности.

6.205. При эксплуатации на открытом воздухе, за исключением потолочных поверхностей, материалы системы МВгасе требуют защиты от ультрафиолетового излучения с помощью материалов МАСТЕРСИЛ 588 или МАСТЕРСИЛ F1131, эти же материалы придают декоративные свойства поверхности.

6.206. До начала работ необходимо подготовить основание:

- усиливаемое основание должно быть чистым и сухим, с основания удаляются масляные пятна, краски, рыхлый материал и пыль;
- прочность при растяжении основания должна быть >1,5 МПа;
- средняя оптимальная шероховатость поверхности должна быть 0,5-1,0 мм;
- значительные полости и поры необходимо заполнить специальной шпатлевкой Concretive или ремонтным составом Емасо®.

6.207. Прочность сцепления повышается благодаря грунтовке. Выравнивающий раствор наносится, пока грунтовка еще липкая. Если грунтовка высохла, необходимо заново подготовить поверхность и прогрунтовать ее перед началом дальнейшей работы.

6.208. Установку ламелей производят в следующем порядке:

осуществляют подготовку материала – клея МВгасе LAMINATE ADESIVO, который имеет два компонента в комплекте, поставляется в ведрах согласно отношению смешивания. Материал смешивается при температуре 15-25°С.

Компонент В добавляется в компонент А, и перемешивается 2-3 минуты до образования однородной смеси. Плотность смеси 1,58 кг/л.

MBrace LAMINATE ADESIVO наносится шпателем на поверхность основания и ламели, толщина слоя должна быть 1,0-2,0 мм. В течение 10 минут ламинат укладывается на основание, и прокатывается резиновым валиком для удаления воздуха между ламинатом и основанием.

6.209. Установку холстов производят в следующем порядке:

осуществляют подготовку материала MBrace ADESIVO SATURANT ADESIVO, который имеет два компонента в комплекте, поставляется в ведрах согласно отношению смешивания. Материал смешивается при температуре 15-25°C. Компонент В добавляется в компонент А, и перемешивается 2-3 минуты до образования однородной смеси. Плотность смеси 1,02 кг/л.

MBrace ADESIVO SATURANT ADESIVO наносится на поверхность основания резиновым шпателем толщиной слоя 0,8-1,0 мм. Холст укладывается на поверхность и прокатывается резиновым валиком в продольном направлении. В случае укладки-нескольких слоев холста, адгезив применяется между всеми слоями 700-800 г/м<sup>2</sup>. Для защиты от ультрафиолета холсты покрывают материалом МАСТЕРСИЛ.

6.210. Установку стержней производят в следующем порядке:

- на усиливаемой поверхности основания нарезается штраба.
- производится очистка поверхности щеткой или пылесосом, чтобы удалить все остатки пыли и свободных частиц.
- штраба очищается, обеспыливается и обрабатывается праймером..

Подготовка материала осуществляется в следующем порядке:

- MBrace LAMINATE ADESIVO имеет два компонента в комплекте, поставляется в ведрах согласно отношению смешивания.
- материал смешивается при температуре 15-25°C.

- компонент В добавляется в компонент А, и перемешивается 2-3 минуты образования однородной смеси. Плотность смеси 1,58 кг/л.

При производстве работ MBrace LAMINATE ADESIVO наносят шпателем в подготовленную штрабу, и вдавливая укладывают стержни. После этого адгезивом, при помощи шпателя, выравнивают поверхность.

## 7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

7.1. При ремонте железобетонных конструктивных элементов должны соблюдаться требования по контролю качества работ, изложенные в СНиП 3.06.04-91 и в Пособии «Контроль качества на строительстве мостов». М., Недра, 1994, а также СТО ООО «БАСФ Строительные системы».

7.2. При производстве работ следует постоянно осуществлять входной контроль качества материалов. Входной контроль качества материалов, используемых для приготовления бетонной смеси, выходных параметров бетонной смеси, качества бетонов по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости должен быть обеспечен лабораторией завода-изготовителя бетонной смеси и лаборантом построечной лаборатории с ведением журнального учета времени укладки и параметров бетонной смеси.

7.3. Обеспечение требований «Руководства» к качеству выполнения и параметрам конструкции возлагается на сменного мастера, производителя работ и дежурного лаборанта строительной лаборатории.

7.4. Контроль подвижности, воздухоудержания, температуры ремонтной бетонной смеси по месту укладки и соблюдение других нормативных требований выполняют в соответствии с существующими нормативными документами и методиками.

7.5. Контроль качества бетона, ремонтных и инъекционных растворов по прочности, следует осуществлять путем изготовления и испытания контрольных образцов. Контрольные образцы сразу после изготовления необходимо установить в близости с поверхностью бетона под теплозащитное покрытие, предварительно обернув в пленку формы со свежееотформованными образцами.

Формы с образцами следует хранить под теплозащитным покрытием до момента испытаний. После снятия теплозащитного покрытия оставшиеся контрольные образцы распалубливают и хранят до момента испытаний в нормальных условиях по ГОСТ 10180-90.

7.6. При ремонте конструкций особое место уделяют контрольным мероприятиям, направленным на предупреж-

дение трещинообразования от температурных воздействий и высыхания ремонтируемых зон.

Для предупреждения опасности появления температурных и усадочных трещин и снижения негативного влияния условий производства ремонтных работ на состояние поверхности отремонтированных зон возводимого сооружения особое внимание следует уделять:

- контролю температур укладываемой бетонной смеси и ремонтных растворов;

- контролю температур основания, на которое укладывается бетонная смесь и ремонтные растворы, а также контролю соответствия разности температур укладываемой бетонной смеси и основания, которая не должна превышать 5°C;

- соответствию размеров конструкции после ремонта ее размерам, указанным в проекте;

- контролю температур твердеющего бетона и ремонтных растворов в процессе твердения;

- контролю разности температур поверхности бетона, ремонтного слоя и окружающей среды при снятии опалубки, тепловой изоляции и разборке тепляков;

- контролю температур воздуха в тепляке, обращая внимание на разность температур в верхней части тепляка и в нижней его части;

- прогреву ремонтного бетона и раствора на поверхности конструкции;

- соблюдению требований по тепловлажностному уходу за бетоном;

- соблюдению правил хранения контрольных образцов.

Температуру твердеющего бетона и температуру наружного воздуха допускается контролировать с помощью портативных мультиметров с термопарами, электронных потенциометров, электронных, ртутных и спиртовых термометров.

7.7. Все данные о контроле температур бетонной смеси, твердеющего бетона и растворов, температур наружного воздуха, воздуха в тепляке следует регулярно заносить в «Журнал производства бетонных работ».

7.8. Строительные лаборатории должны иметь достаточное количество температурных датчиков и термометров для замера температур.

7.9. Организации, ведущие научное сопровождение, должны осуществлять контрольные замеры температур и сопоставлять результаты своих измерений с данными измерений строительной организации.

7.10. При производстве работ следует контролировать правильность установки опалубки в зонах ремонта.

7.11. Строительной организации необходимо следить за соблюдением последовательности ремонтных и инъекционных работ, установленной в настоящем «Руководстве».

7.12. Ремонтные работы, по их завершению, оформляются соответствующими актами на скрытые работы.

При обнаружении трещин в конструкциях, должны анализироваться причины их появления и срочно приниматься меры по предупреждению их появления в дальнейшем.

7.13. В зимний период времени особое внимание следует уделять выступающим частям конструкций и принимать в необходимых случаях дополнительные меры по предупреждению замораживания твердеющего ремонтного бетона и растворов, не успевших набрать требуемую прочность.

7.14. Для соблюдения равномерности распределения температур воздуха в тепляках тепловые генераторы следует равномерно расставлять по площади тепляка. Не допускается установка небольшого количества тепловых генераторов большой мощности. В тепляке должно быть достаточное количество теплогенераторов малой мощности, последовательное включение или выключение которых позволит создать регулируемый температурный режим выдерживания ремонтного бетона и растворов.

7.15. Во избежание местного переохлаждения бетона и с целью экономии тепловой энергии все двери в тепляках должны быть samozакрывающимися.

7.16. Организацию контроля качества ремонтных работ на стройплощадке должен осуществлять главный инженер подрядной организации. Служба обеспечения качества ремонтных работ должна работать в постоянном контакте с

инспекционными службами корпорации «Транстрой», подрядных организаций, Мостовой инспекции, и авторским надзором проектных организаций.

7.17. На стройплощадке необходимо иметь «Общий журнал работ», журналы производства отдельных видов работ, в т.ч. «Журнал бетонных работ» и «Журнал замеров температуры бетона». В этих журналах, кроме температуры ремонтного бетона и растворов, следует указывать температуру наружного воздуха и температуру ремонтируемой конструкции.

7.18. При производстве инъекционных работ вязкость полимерного раствора следует определять по вискозиметру ВЗ-4 (ГОСТ 8420-74\*).

7.19. Технологическую жизнеспособность (ВСН 98-74) определяют по появлению разрыва «нитей» при извлечении из пробной порции полимерного раствора стеклянной палочки. Объем пробной порции раствора должен быть увязан с потребностью производства работ, и быть не менее 300 мл  $\pm$  20 мл.

В любом случае технологическая жизнеспособность должна быть не менее 20 минут.

7.20. Прочность склейки конструкций определяют путем сравнительных испытаний на раскалывание (ГОСТ 10180-90) монолитных и склеенных полимерным раствором стандартных образцов-кубов. Образцы-кубы для испытаний на раскалывание должны быть изготовлены из бетона того же класса, что и конструкция. Полимерный раствор считается прошедшим испытания, если разрушающая нагрузка при раскалывании склеенных образцов при их разрушении по бетону будет не меньше, чем у монолитных образцов-кубов.

7.21. Прочность склейки бетона инъекционными составами рекомендуется также проверять по величине адгезии раствора к бетону, которая по данным ГУП «Гормост» должна быть не ниже 7% от проектной прочности бетона на сжатие, но не менее 2,0 МПа.

7.22. Прочность на сжатие полимерных растворов следует проверять при проведении инъекционных работ по ремонту зазоров элементов опорных частей. Испытанию (по

ГОСТ 10180-90) подвергаются контрольные образцы-кубы с ребром не более 7,0 см.

7.23. Контроль качества ремонта трещин по степени их заполнения ведут с использованием трех основных методов – ультразвукового (ГОСТ 17624-78), путем определения поверхностной газонепроницаемости бетона (ГОСТ 12730.5-84) или путем выбуривания кернов.

7.24. Определение степени заполнения трещины после инъецирования ультразвуковым методом следует осуществлять с использованием датчиков с частотой 60-100 кГц.

Измерения проводят по поверхности бетона путем сравнения времени прохождения ультразвукового сигнала на сплошном участке конструкции и на участке с заполненной трещиной. При этом база измерения должна быть постоянной.

Трещина считается нормально заполненной, если значение скорости ультразвука на сплошных участках бетона будет соответствовать его скорости при прохождении на участках с заинъецированными трещинами с отклонением  $\pm 5\%$ .

7.25. Определение степени заполнения трещины по уровню поверхностной газопроницаемости бетона проводят с использованием прибора ВВ-2.

Устройство ВВ-2 устанавливают на поверхность ненарушенных частей бетона конструкции, а затем на поверхность с заинъецированной трещиной и сравнивают время падения вакуума в камере прибора. Измерения проводят выборочно не менее чем в десяти позициях (пять – в зоне трещин и пять – на монолитных участках конструкции). На каждой позиции проводят не менее чем четыре измерения времени падения вакуума, из которых первое отбрасывается.

Трещина считается нормально заинъецированной, если среднее значение времени падения вакуума над заполненной трещиной отличается от времени в монолитной зоне бетона конструкции не более чем на 10%.

7.26. Метод определения газонепроницаемости может быть использован при температуре проведения работ не ниже плюс 7°C, влажности поверхности бетона не более 5,0%.

7.27. При контроле качества инъектирования путем отбора кернов нормально заинъектированными считаются трещины, в которые полимерный раствор проник на глубину не менее чем на 65% их глубины или не менее толщины защитного слоя бетона.

7.28. При использовании композиционных материалов, поставляемых ООО «Sika» перед началом производства работ по усилению конструкций должен быть осуществлён входной контроль поставляемых материалов путём проверки маркировок, целостности тары и самих углепластиковых элементов, а также наличие сертификатов России на данные материалы.

7.29. Производится контроль следующих параметров: прочность бетона обработанной поверхности балок перед приклейкой усиления не должна быть меньше проектной;

влажность поверхности бетона, в т.ч. после нанесения грунтовочного состава должна быть не более 4%;

толщина защитного слоя у рабочей арматуры должна составлять не менее 1,0 см;

величина адгезии углепластиковых элементов к бетону (определяется выборочно на трёх участках каждой конструкции) должна быть не менее 2,5 МПа;

однородность наклейки углепластиковых элементов. Может определяться путём сравнения значений времени прохождения ультразвука при поверхностном прозвучивании с постоянной базой. На каждом тестируемом участке должно быть проведено не менее пяти замеров. Качество наклейки считается удовлетворительным, если максимальное отклонение значений времени прохождения ультразвука от средней величины не превышает 8%.

7.30. На строительной площадке необходимо составить соответствующие акты сдачи-приёмки на основные этапы работ.

7.31. При использовании композиционных материалов, поставляемых ООО «БАСФ Строительные системы» также ведут оценку качества выполненных работ в соответствии с требованиями ТУ 5631-007-70386662-2009.

7.32. В процессе нанесения адгезива и до его затвердения (обычно 1-2 дней) следует исключить вибрационные воздействия на ремонтируемые области сооружения.

7.33. Наличие отслоений после затвердевания адгезива проверяется постукиванием по длине каждого слоя ламината.

Чтобы проверить прочность сцепления при растяжении между системой MBrace и существующим бетонным субстратом проводится испытание на прямой отрыв. После устройства системы MBrace сооружение подвергается нагрузке и мониторингу, чтобы проверить, как сооружение, упрочненное этой системой, работает согласно проекту.

## **8. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ**

8.1. Работы по ремонту бетонных и железобетонных конструкций должны производиться с соблюдением требований техники безопасности установленных:

- СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
- СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство;
- Правилами техники безопасности и производственной санитарии при производстве работ по реконструкции и капитальному ремонту искусственных сооружений;
- Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей;
- Правилами устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением;
- Правилами устройства и безопасной эксплуатации воздушных компрессов и паровых котлов;
- Правилами техники безопасности и производственной санитарии при производстве погрузочно – разгрузочных работ;
- Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

8.2. При работе на действующих железных дорогах, кроме того, необходимо соблюдать требования правил техники безопасности, установленные:

- Правилами техники безопасности и производственной санитарии при производстве работ в путевом хозяйстве;
- Правилами безопасности для работников железнодорожного транспорта на электрифицированных линиях;
- Технологическими правилами ремонта каменных, бетонных и железобетонных конструкций железнодорожных мостов.

8.3. Требования перечисленных выше нормативных документов и правил следует соблюдать независимо от вида применяемых ремонтных материалов, включая специальные бетоны из сухих бетонных смесей и материалы для вторичной защиты бетона.

8.4. При работе на действующих железнодорожных линиях следует руководствоваться требованиями, утвержденными ОАО «Российские железные дороги» и изложенными в «Технологических правилах ремонта каменных, бетонных и железобетонных конструкций железнодорожных мостов» М., 2005.

8.5. Работы по ремонту бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений необходимо производить с применением подмостей, лестниц и других предохранительных устройств. В процессе производства работ рабочие должны использовать предохранительные пояса и другие приспособления, удовлетворяющие требованиям безопасного ведения работ.

8.6. Подмости должны быть устроены по утвержденному проекту и до начала работ испытанные статической и динамической нагрузкой в соответствии с указаниями нормативных документов. Все испытания должны быть оформлены актом.

8.7. Переносные (приставные) лестницы должны иметь ступеньки, врезанные или вдолбленные в тетивах и быть стянутыми металлическими стяжками. Применение лестниц со ступеньками, пришитыми гвоздями, не допускается.

8.8. Работать механизированным инструментом с приставных лестниц запрещается.

8.9. Особое внимание следует уделять устройству подвесных подмостей:

- диаметры стальных канатов для подвешивания подмостей должны быть проверены расчетом;
- канаты должны иметь запас прочности не менее девятикратного.

8.10. Выбраковку находившихся в работе стальных канатов (тросов) следует производить по числу поврежденных проволок на длине одного шага свивки согласно Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

8.11. Тросы для подъема и опускания должны пропускаться через надежно закрепленные блоки. Тросы во избе-

жание повреждения не должны касаться элементов конструкций.

8.12. Лебедки, устанавливаемые на земле, должны быть загружены балластом, вес которого должен не менее чем в два раза превышать тяговое усилие лебедки. Балласт должен быть закреплен на раме лебедки.

8.13. Все ручные подъемные лебедки должны быть снабжены автоматически действующими двойными тормозными устройствами. Запрещается работать лебедкой с неисправными тормозами.

8.14. Концы переносных лестниц должны быть снабжены штырями при установке их на мягкий грунт и резиновыми башмаками при установке на твердое основание.

8.15. Переносные лестницы перед эксплуатацией необходимо испытать статической нагрузкой 1,2 кН, приложенной к одной из ступеней посередине пролета лестницы, находящейся в эксплуатационном положении. В процессе эксплуатации деревянные лестницы необходимо испытывать каждые полгода.

8.16. Не допускается применять в качестве подмостей стремянки с уложенными на них досками, а также отдельные доски, уложенные на элементы пролетных строений и не скрепленные в щиты.

8.17. Подмости должны быть ограждены прочными перилами высотой не менее 1 м, а в нижней части иметь бортовую доску высотой не менее 15 см. Доски настила должны быть прочно сшиты.

8.18. Настилы подмостей и приставных лестниц при производстве работ необходимо очищать от грязи, снега, льда и в зимнее время посыпать песком.

8.19. Подача приспособлений, деталей, материалов и инструментов массой до 10 кг наверх и спуск их на землю должны производиться при помощи «удочки», до 25 кг - «удочки» перекинутой через ролик, и свыше 25 кг - при помощи полиспаста или лебедки.

8.20. Грузовые крюки грузоподъемных средств (строп, траверс), применяемых при производстве работ, должны быть снабжены предохранительными устройствами, предотвращающими самопроизвольное выпадение груза.

8.21. Особое внимание техники безопасности должно быть уделено при работе с полимербетонами и эпоксидными смолами.

8.22. Рабочие до начала самостоятельного выполнения работ с полимербетонами и эпоксидными смолами должны пройти курс обучения и инструктажа по технике безопасности и пожарной опасности. Они должны также иметь спецодежду и индивидуальные средства защиты, состоящие из прорезиненного фартука, комбинезона из плотной ткани, резиновых сапог и резиновых перчаток.

8.23. К выполнению работ допускаются лица не моложе 18 лет:

- прошедшие специальное обучение;
- прошедшие медицинское обследование и допущенные по состоянию здоровья к работе;
- прошедшие вводный инструктаж и первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда;
- имеющие 1 квалификационную группу по электробезопасности при работе с электроинструментом.

8.24. Перед допуском к работе рабочий должен получить указания от мастера (прораба) или бригадира о порядке производства работ и безопасных приемах их выполнения, надеть спецодежду и защитные средства, проверить наличие и исправность инструмента и приспособлений.

8.25. При работе с механизированным инструментом, машинами и механизмами необходимо соблюдать правила их эксплуатации.

8.26. Материалы разрешается хранить на рабочих местах в количествах, не превышающих сменную потребность.

8.27. Легковоспламеняющиеся и взрывоопасные материалы поставляют на строительные объекты в таре или упаковке с яркой предупреждающей надписью «Огнеопасно» и «Взрывоопасно». Разгружают такие материалы не ближе 50м от источников огня в месте, согласованном с представителями службы техники безопасности.

8.28. Помещения для хранения легковоспламеняющихся материалов и прилегающую к ним территорию снабжают средствами тушения огня (песком, лопатами, огнетушителями и др.). Оставлять на строительной площадке

бочки или тару из-под легковоспламеняющихся материалов категорически запрещается.

8.29. Курить разрешается только в специально отведенных местах.

8.30. Все рабочие, занятые на строительной площадке, должны знать правила пожарной безопасности. Для этого проводится первичный и повторный инструктаж по пожарной безопасности, а кроме того, со всеми рабочими в обязательном порядке проводятся занятия по пожарно-техническому минимуму.

8.31. По окончании работ необходимо отключить от сети используемое оборудование, ручной инструмент при работе с сухими бетонными смесями очистить органическими растворителями (ксилолом, сольвентом, ацетоном, этилацетатами) или специальными смывками, приспособления привести в порядок.

8.32. Опасную зону сооружения необходимо ограждать защитным ограждением высотой 0,8м с обозначенными знаками безопасности и надписями установленной формы.

8.33. Входы в здание должны быть защищены сверху сплошным настилом шириной не менее ширины входа с вылетом на расстояние не менее 2м от стены здания. Угол, образуемый между навесом и выше расположенной стеной над входом должен быть в пределах 70-75°.

8.34. До начала работ необходимо ознакомить рабочих-отделочников с проектом производства работ (на установку лесов или установку и перестановку люлек, вышек) и правилами техники безопасности.

8.35. Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды, помещение или место для приготовления составов в темное время суток должны быть освещены в соответствии с ГОСТ12.1.046-85.

8.36. Складирование сухих смесей производится в закрытых складах, расположенных на стройплощадке или внутри отделываемого здания.

8.37. Оборудование для отделочных работ и временные склады необходимо располагать вне опасной зоны здания.

8.38. При производстве работ по приготовлению смеси следует руководствоваться указаниями имеющихся технологических карт.

8.39. Помещения, в которых приготавливают ремонтные составы, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией с устройством местных отсосов пыли.

8.40. К управлению установкой для приготовления и нанесения ремонтных составов допускается обученный штукатур-оператор, имеющий удостоверение на право управления данной группой строительных машин.

8.41. Перед началом работы производится осмотр установки, при котором проверяется: соответствие напряжения сети и электродвигателя, отсутствие посторонних предметов на узлах установки и в засыпаемых в смеситель сухих смесях, состояние болтовых соединений, величину зазоров между лопастями и корпусом, исправность пускового устройства и заземления, отсутствие повреждения изоляции электропроводки.

8.42. Во время нанесения составов механизированным способом категорически запрещается сгибать или переламывать шланги. При закупорке шланга или форсунки пистолета образовавшуюся пробку устраняют продуванием (форсунку предварительно снимают).

8.43. Рабочие, наносящие составы, должны работать в защитных очках. В случае попадания раствора в глаза следует их обильно промыть чистой водой и обратиться к врачу.

8.44. При подключении к электросети, установку необходимо заземлить отдельно. Лица, обслуживающие установку, должны быть обучены приемам освобождения пострадавшего от электрического тока и правилам оказания первой помощи.

8.45. Применяемые при работе установки, приспособления и инструменты должны быть испытаны в соответствии с нормами и сроками, предусмотренными правилами Госпотребнадзора РФ и Госэнергонадзора РФ.

Запрещается:

- работать при неисправном оборудовании;
- допускать к работам посторонних;

- отсоединять воздушные, растворные и водяные шланги и рукава под давлением;
- производить разборку, ремонт, регулировку, смазку и крепление узлов и деталей во время работы установки;
- оператору машины открывать шкаф и самому производить ремонт оборудования;
- перемещать работающую установку;
- оставлять без надзора установку, подключенную к сети;
- работать на установке без заземления.

8.46. Перемещение ремонтных составов следует осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002-75\*, погрузочно-разгрузочные работы в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009-76\*.

8.47. При применении ремонтных составов следует применять индивидуальные средства защиты по ГОСТ 12.4.028-82, ГОСТ 12.4.041-89, ГОСТ 12.4.087-84, ГОСТ 12.4.103-85Е, ГОСТ 12.4.103-83.

## **Охрана окружающей среды**

8.48. В процессе выполнения ремонтных работ не должен наноситься ущерб окружающей среде.

Категорически запрещается слив ГСМ в грунт на территории строительной площадки или вне ее при работе строительных машин и механизмов или их заправке. В случае утечки горюче-смазочных материалов, это место должно быть локализовано путем засыпки песком. Затем грунт, пропитанный ГСМ, должен быть собран и удален в специально отведенные места, где производится его переработка.

8.49. Строительный мусор удаляется с помощью желобов или контейнеров непосредственно в автотранспорт.

8.50. Не допускается захоронение ненужных строительных материалов в грунт или сжигание на стройплощадке. Все они должны вывозиться в отведенные места для утилизации.

## Приложение

### Классификация трещин и дефектов, возникающих в ходе строительства массивных и крупноразмерных конструктивных элементов транспортных сооружений

№ п/п	Причины возникновения трещин и дефектов	Решения, заложенные в проекте или используемые в процессе строительства	Вероятное влияние на качество конструкций, возможные места расположения дефектов и трещин и период их проявления
<b>1. Трещины конструктивного происхождения</b>			
1.	Несоблюдение в проекте требований по назначению расстояний между постоянными температурно-деформационными швами в автодорожных и железнодорожных тоннелях, подпорных стенках, устоях мостов и других конструктивных элементов, например, требований п.5.12 СНиП 32-04-97 «Тоннели железнодорожные и автодорожные», где установлено предельное расстояние между температурно-деформационными швами, не превышающее 40 м	В конструктивных элементах в проектах назначают расстояния между температурно-деформационными швами до 85 м (Гагаринский тоннель) и до 160 м (тоннель на Волоколамском шоссе под каналом им.Москвы)	Температурные трещины с раскрытием от 0,1 до 0,7 мм (и более); в днище тоннеля – перпендикулярные и параллельные оси; в стенах – вертикальные; в перекрытиях – перпендикулярные, а в широких тоннелях и параллельные оси тоннеля; в подпорных стенках – вертикальные. Проявляются в период строительства или при резких похолоданиях в зимний период времени.
2.	Неправильное назначение в проекте расчетной температуры замыкания швов в рамных конструкциях при проведении расчетов.	Температура замыкания швов назначается по температуре наружного воздуха, а не по фактической температуре твердеющего бетона в момент превращения бетона в упругий материал (прочность 0,25 ... 0,3 R <sub>ср</sub> ).	Превышение в железобетонной конструкции величины фактических растягивающих напряжений над принятой в расчете величине напряжений.

**Продолжение приложения**

№ п/п	Причины возникновения трещин и дефектов	Решения, заложенные в проекте или используемые в процессе строительства	Вероятное влияние на качество конструкций, возможные места расположения дефектов и трещин и период их проявления
3.	Назначение в проектах высоких классов бетона для массивных железобетонных конструктивных элементов	Применяют бетон классов В 35, В 40 и В 45 вместо бетонов классов В 25, что приводит к перерасходу цемента и перегреву конструкций от экзотермии цемента	Вертикальные, горизонтальные и косые трещины; уменьшение допустимой величины предельной растяжимости бетона, твердеющего при высоких температурах
4.	Отсутствие втулов в зоне сопряжения стен с перекрытиями и стен с днищем	Проектное решение приводит к появлению концентраторов напряжений	Вертикальные трещины в стенах, трещины перпендикулярные оси сооружения в перекрытиях
5.	Недоучет особенностей усадки бетона в стесненных условиях, желание исключить учет работы бетона в зоне растяжения	Усиленное армирование для обеспечения требований СНиП 2.03.01-84* 3-ей категории трещиностойкости при принятых расстояниях между швами; не оговорены требования по допустимой усадке бетона	Укладываемый бетон в стесненных условиях не имеет возможности свободной усадки, особенно в сборно-монолитных конструкциях; приводит к возникновению усадочных трещин в стенах
6.	Упрощение сложных конструктивных схем тоннеля при проведении расчетов на трещиностойкость	Принята регулярная схема армирования без учета работы пространственной конструкции и возникновения зон с концентрацией напряжений	Затруднено соблюдение требований о недопустимости касания виброулавочной арматурного каркаса и опалубки; образование щебенности и зон отрыва защитного слоя
7.	Различие в величине коэффициентов температурного линейного расширения бетона и арматуры	Приняты одинаковыми. в СНиП не заложены требования по проверке и сопоставлению значений этих коэффициентов для бетона и металла	Образование трещин в углах стен и перекрытий на стадии строительства и эксплуатации; углубляет трещинообразование от технологических факторов
			Увеличение растягивающих напряжений в бетоне при остывании конструкции, если КТЛР арматуры выше КТЛР бетона

**Продолжение приложения**

№ п/п	Причины возникновения трещин и дефектов	Решения, заложенные в проекте или используемые в процессе строительства	Вероятное влияние на качество конструкций, возможные места расположения дефектов и трещин и период их проявления
8.	Недоучет особенностей термонапряженного состояния отдельных частей разномассивных элементов конструкций на стадии твердения бетона и в период эксплуатации сооружения	В проектах не осуществляется расчет теплового и термонапряженного состояния разномассивных конструкций.	Появление в маломассивной части конструкций, перпендикулярных к массивной части или трещины на зоне контакта этих частей.
9.	Недоучет наличия напряженного состояния в забетонированных отдельных элементах, не связанных в процессе строительства в единую конструкцию и подвергаемых раннему нагружению	Не указываются условия перераспределения нагрузок в период строительства, связанных с последовательностью выполнения работ; не учитывается собственное термонапряженное состояние в бетоне	Образование силовых трещин при снятии опалубки в местах концентрации напряжений; образование трещин в период эксплуатации сооружения
10	Отсутствие требований к прочности бетона на растяжение	Принимается общепринятое значение, составляющее 10 % от проектной прочности бетона при сжатии	Проведенное ЦНИИС и Российским химико-технологическим университетом им. Д.И. Менделеева определение фактической активности цемента, поступающих на бетонные заводы показало, что их прочность на сжатие не соответствует паспортным данным; более низкая прочность приводит к снижению трещиностойкости конструкции по сравнению с расчетной

## *Продолжение приложения*

№ п/п	Причины возникновения трещин и дефектов	Решения, заложенные в проекте или используемые в процессе строительства	Вероятное влияние на качество конструкций, возможные места расположения дефектов и трещин и период их проявления
<b>2. Организационные причины возникновения трещин</b>			
11.	Сжатые сроки ведения работ в резко изменяющихся климатических условиях при частично меняющихся организационно-технологических факторах и при внесении изменений в проектные решения	Отсутствие проекта организации строительства, полного проекта производства работ и соответствующих технологических карт, гибких схем производства работ	Темпы ведения работ не соответствуют (опережают) скорости протекания физико-химических процессов в бетоне, что приводит к возникновению зон с высокой неоднородностью материала, способствующей снижению трещиностойкости
12.	Необходимость укладки больших объемов бетона и высокие темпы бетонирования	Поставка бетона с нескольких заводов	Возникновение неоднородности из-за различий в характеристиках используемых инертных и цементов  Нарушение цикличности в поставках из-за напряженных условий на внутригородских магистралях; возникновение дополнительных рабочих швов из-за перерывов в бетонировании, возникновение в стенах трещин, перпендикулярных ранее уложенному слою
<b>3. Организационно-технологические причины</b>			
13.	Неоптимальное бетонирование по элементам	Нет учета условий нагружения конструкции; рабочие швы в перекрытии не всегда устраиваются в зоне нулевых моментов	Появление силовых трещин в перекрытии при снятии опалубки

***Продолжение приложения***

№ п/п	Причины возникновения трещин и дефектов	Решения, заложенные в проекте или используемые в процессе строительства	Вероятное влияние на качество конструкций, возможные места расположения дефектов и трещин и период их проявления
14.	Нечеткая увязка работы строительной лаборатории в момент укладки бетона с заводом-поставщиком	Отсутствие оперативного управления подвижностью бетонной смеси	Увеличение перерывов в бетонировании, нет совместной проработки вибратором укладываемого и ранее уложенного слоя, трещины и полости в бетонированных конструкциях
15.	Отсутствие резерва в технологической оснастке	Неувязка в графиках производства работ	Увеличение перерывов в бетонировании сверх регламентированных при выходе из строя оборудования; образование дополнительных швов
16.	Недостаточная оснащенность оборудованием для обеспечения требуемых регламентом температурных условий при заданном темпе ведения работ	Отсутствие должной координации строительно-монтажных работ	При отсутствии оборудования для локального отогрева основания и ранее бетонированных участков сложно обеспечить допускаемую разницу температур между основанием и укладываемой бетонной смесью; возникновение вертикальных трещин из-за высоких перепадов температур в период замыкания конструкции
17.	Отсутствие научного сопровождения производства строительных работ	Неоправданное желание сэкономить деньги на научном сопровождении	Не представляется возможным принятие оперативных решений при возникновении нерегламентированных ситуаций
18.	Наличие навала грунта на конструкцию не объединенные к моменту загрузки в единую рамную систему	Ранняя засыпка стен	Вертикальные силовые трещины на поверхностях стен

**Продолжение приложения**

№ п/п	Причины возникновения трещин и дефектов	Решения, заложенные в проекте или используемые в процессе строительства	Вероятное влияние на качество конструкций, возможные места расположения дефектов и трещин и период их проявления
<b>3. Организационно-технологические причины</b>			
19.	Нарушение технологического регламента	<p>Несоблюдение требований по глубине отогрева основания.</p> <p>Бетонирование днища без частичного бетонирования стен</p> <p>Увеличение толщины укладываемых слоев бетона сверх регламентированных</p> <p>Необоснованное увеличение размеров блоков бетонирования.</p> <p>Несоблюдение требований при уходе за бетоном, снятие опалубки и теплозащитных покрытий при больших перепадах температур бетона и окружающей среды</p>	Вертикальные трещины в стенах и трещины в перекрытии, перпендикулярные оси тоннеля Щебенистость из-за перевибрирования смеси
20.	Отсутствие проработки возможных аварийных ситуаций	Нарушение этапов возведения стеновых конструкций из-за необходимости устройства только лотковой части при оползневых явлениях	Перпендикулярные трещины в стенах от зоны объединения с лотком
21.	Применение при доставке к месту укладки только бетононасосов	Необходимость перехода на высокоподвижные смеси	Отсутствие требований по сохранению проектной морозостойкости с использованием модификаторов приводит к неоднородности бетона по данному показателю; возможно образование дефектов в период эксплуатации сооружения

**Продолжение приложения**

№ п/п	Причины возникновения трещин и дефектов	Решения, заложенные в проекте или используемые в процессе строительства	Вероятное влияние на качество конструкций, возможные места расположения дефектов и трещин и период их проявления
<b>4. Элементы неизученности</b>			
22.	Отсутствие данных о влиянии переармирования на трещиностойкость	Отсутствие финансирования научных работок	Образование трещин в период эксплуатации при изменении погодных условий и при изменении нагрузок
23.	Влияние перехода от строительной стадии к частично эксплуатационной	- « -	Образование трещин при поэтапном объединении элементов автодорожного и железнодорожного тоннелей и элементов инженерных коммуникаций
24.	Отсутствие данных о влиянии комплекса факторов на устойчивость и трещиностойкость конструкций	- « -	Совместное влияние конструктивных и организационно технологических факторов может влиять на количество образующихся дефектов
<b>5. Состояние нормативной базы и недостаточная комплексность систем управления качеством</b>			
25.	Отсутствие полной научной экспертизы проекта		Не представлена возможность оперативного влияния на принятие проектных решений
26.	Недостаточная полнота данных в существующих нормативных документах	Принимается, что коэффициенты температурного линейного расширения стали и бетона равны	Необходимо определение реально имеющих место коэффициентов для используемых сортов арматуры и конкретного состава бетона; в случае если коэффициент температурного линейного расширения стали меньше, чем эта характеристика для бетона, то при остывании конструкции арматура будет содействовать появлению температурных трещин

## Список использованной литературы

1. Методические рекомендации по устройству покрытий из полимер-бетона на эпоксидной или полиэфирной смоле на участках дорог, подверженных повышенному износу. СоюзДорНИИ, М., 1974.
2. Рекомендации по восстановлению монолитности бетонных и железобетонных конструкций путем инъецирования полимерных составов. М., ЦНИИС, 1970.
3. Рекомендации по технологии изготовления полимерных бетонов и применению их в транспортном строительстве. М., ЦНИИС, 1972.
4. Руководство по ремонту бетонных и железобетонных конструкций автодорожных мостов полимерцементными составами. М., НИЦ «Мосты» ОАО «ЦНИИС», 1996.
5. Рекомендации по применению композиций ЦМИД для ремонтных составов. ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева, Санкт-Петербург, 1998.
6. Композиция «ЦМИД» для приготовления ремонтных составов. ТУ 5775-001-00112 9716-98. ВНИИГ им.Веденеева, Санкт-Петербург, 1998.
7. Указания по защите от коррозии и заделке повреждений бетонных и железобетонных конструкций мостов. М., Транспорт, 1967.
8. Рекомендации по восстановлению монолитности бетонных и железобетонных конструкций путем инъецирования полимерных составов. ЦНИИС., М., 1970.
9. Указания по ремонту бетонных и железобетонных конструкций эксплуатируемых мостов и труб. МПС., М., 1975.
10. Технические указания по проектированию, изготовлению и монтажу составных по длине конструкций железобетонных мостов. ВСН 98-74., Минтрансстрой, М., 1975.
11. Руководство по устранению дефектов и лечению трещин при возведении крупноразмерных железобетонных конструктивных элементов транспортных сооружений. М., ЦНИИС, 2000.
12. Руководство по ремонту бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений с учетом обеспечения совместимости материалов, М., ЦНИИС, 2005.
13. Рекомендации по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций полимерными составами. НИИЖБ Госстроя СССР, М., 1986.
14. Рекомендации по применению защитно-конструкционных полимеррастворов при реконструкции и строительстве гражданских зданий. НИЛЭП ОИСИ, М., 1986.
15. Рекомендации по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами. ТбилЗНИИЭП Госком-архитектуры. М., 1990.
16. Гормост. Рекомендации по устранению дефектов и повреждений железобетонных конструкций. М., Гормост, 1991.

17. Технологические правила ремонта каменных, бетонных и железобетонных конструкций железнодорожных мостов, М., РЖД, 2005.
18. Технологическая карта на ремонт бетонных и железобетонных конструкций наливными составами из сухих смесей ЭМАКО (ЕМАКО®), М., 2009.
19. Технологическая карта на ремонт бетонных и железобетонных конструкций тиксотропными составами из сухих смесей ЭМАКО, М., 2005.