

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

*Утверждаю:
Зам. генерального директора
по науке А.А. Цернант*

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

Под редакцией канд. техн. наук А.П.Сычева

Москва
2005

Руководство по ремонту бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений с учетом обеспечения совместности материалов – М., ЦНИИС, 2005, с.

© ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» (ОАО ЦНИИС), 2005 г.

Содержание

Предисловие.	4
1. Общие положения.	6
2. Основные виды повреждений, дефектов и трещин.	10
3. Выбор материалов для ремонта бетонных и железобетонных конструкций.	20
4. Материалы для производства ремонтных работ.	35
- Составы на базе акриловых полимеров	37
- Составы на основе цементов	40
- Составы на базе эпоксидных смол	55
- Упрочняющие материалы и материалы для защитных покрытий	62
5. Приготовление ремонтных растворов и бетонных смесей и подача их к месту использования.	67
6. Производство ремонтных работ. Оборудование и оснастка для ремонтных работ.	76
- Устранение дефектов, допущенных в ходе строительства.	87
- Ремонт защитного слоя бетона эксплуатируемых конструкций	94
- Ремонт и защита эксплуатируемых конструкций с трещинами	105
- Внутренняя гидроизоляция трещин в эксплуатируемых конструкциях	108
- Инъекционные работы	111
- Производство ремонтных работ в холодный период года	119
7. Контроль качества работ.	122
ПРИЛОЖЕНИЕ. Классификация трещин и дефектов, возникающих в ходе строительства массивных и крупноразмерных конструктивных элементов транспортных сооружений.	127
Список использованной литературы.	135

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

На стадии возведения конструктивных элементов обычно осуществляется устранение дефектов, допущенных в ходе строительства, и лечение трещин. На стадии эксплуатации осуществляются 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. Одной из причин этого является несовместимость материалов конструктивных элементов с ремонтными материалами, что приводит к неравной прочности и нарушению условий работы элементов композитной системы «субстрат-шов-ремонтный материал», ее расшатыванию и разрушению.

В связи с этим в настоящем Руководстве значительное внимание уделено правильному выбору совместимых материалов, обеспечению принципа «ремонтируй подобное подобным», хотя в ряде случаев может потребоваться применение и других материалов, имеющих высокие технические свойства и берущих на себя повышенные эксплуатационные нагрузки.

В Руководстве значительное внимание уделено сухим смесям ЭМАКО, достаточно хорошо зарекомендовавшим себя при устранении дефектов и лечении трещин на возводимых объектах, а также при ремонте эксплуатируемых мостов, дорог и аэродромов.

Технология ремонтных работ в настоящем Руководстве излагается шире чем в ранее выпущенном «Руководстве по устранению дефектов и лечению трещин при возведении крупноразмерных железобетонных конструктивных элементов транспортных сооружений» М., ЦНИИС, 2001.

В Руководстве впервые приведены сведения о новых материалах, позволяющих проводить ремонтные работы при температурах наружного воздуха до минус 5°С без устройства тепляков и обогрева бетона. Применение таких ремонтных материалов допускается в опытный порядок при научно-техническом сопровождении ОАО ЦНИИС.

Руководство разработали доктора технических наук А.Р.Соловьяничик и А.А.Цернант, канд.техн.наук С.А.Шифрин (ОАО ЦНИИС), инж. Л.Н.Козлов, д-р техн.наук О.Н.Тоцкий (ООО «Строительные системы») и инж. В.Н.Федосеев (ГУП «Гормост», г.Москва). Раздел «Инъекционные работы» разработан при участии канд.техн.наук А.С.Бейвеля (ОАО ЦНИИС).

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. 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, рекомендуется в тех случаях, когда совместимые материалы по определенным причинам не могут гарантировать высокое качество ремонтных работ.

1.2. При разработке Руководства учитывалось, что предлагаемые способы ремонта эксплуатируемых конструкций и устранения дефектов при возведении объектов и лечения трещин будут защищать конструктивные элементы сооружения от попадания внутрь бетона воды и от действия агрессивной среды на бетон и арматуру. Вместе с тем, при выборе технологии производства указанных работ следует учитывать, чтобы осуществляемые мероприятия не препятствовали выходу наружу влаги, уже скопившейся в пустотах, порах и трещинах бетона.

1.3. При разработке Руководства предполагалось, что при ремонте подлежат заделке все сколы, раковины, пустоты, обнаженная арматура, щебенистость бетона и другие разрушения и трещины, возникшие при бетонировании или эксплуатации конструкций, а материал, потерявший проектные физико-механические характеристики, будет удален или подвергнут специальной обработке, позволяющей восстановить или улучшить имеющиеся физико-механические характеристики.

1.4. При разработке проектов ремонта конструктивных элементов и разработке технологических регламентов на производство ремонтных работ особое внимание должно быть уделено созданию эффективных композитных систем «субстрат-современный материал» за счет обеспечения максимальной совместимости ремонтных материалов и материала ремонтируемых конструкций.

1.5. До начала разработки проектов ремонта железобетонных конструкций или технологических регламентов на производство ремонтных работ следует провести обследование конструкций с составлением соответствующих актов, произвести классификацию обнаруженных повреждений и трещин и установить возможные причины их возникновения.

По результатам обследования эксплуатируемых автодорожных мостов в соответствии с «Методикой по определению износа элементов мостовых конструкций», утвержденной Росавтодором, следует определить износ элементов и конструкции в целом и остаточный ресурс конструкции, что позволит определить целесообразность выполнения ремонтных работ.

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 повреждений, причин их возникновения и степени влияния на несущую способность отдельных конструктивных элементов и конструкций в целом, а также используемые для ремонта материалы.

1.8. 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.

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

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

1.11. 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.

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

1.13. 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.

1.14. 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.

1.15. 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.

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

1.17. 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

удается, 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.

1.18. Способ ремонта выбирают в зависимости от влияния повреждений на несущую способность и долговечность сооружений с учетом величины раскрытия трещин. Повреждения по характеру влияния на конструкции следует разделить на группы.

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

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

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

1.22. 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 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 жесткости опалубки или низкого качества опалубки.

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

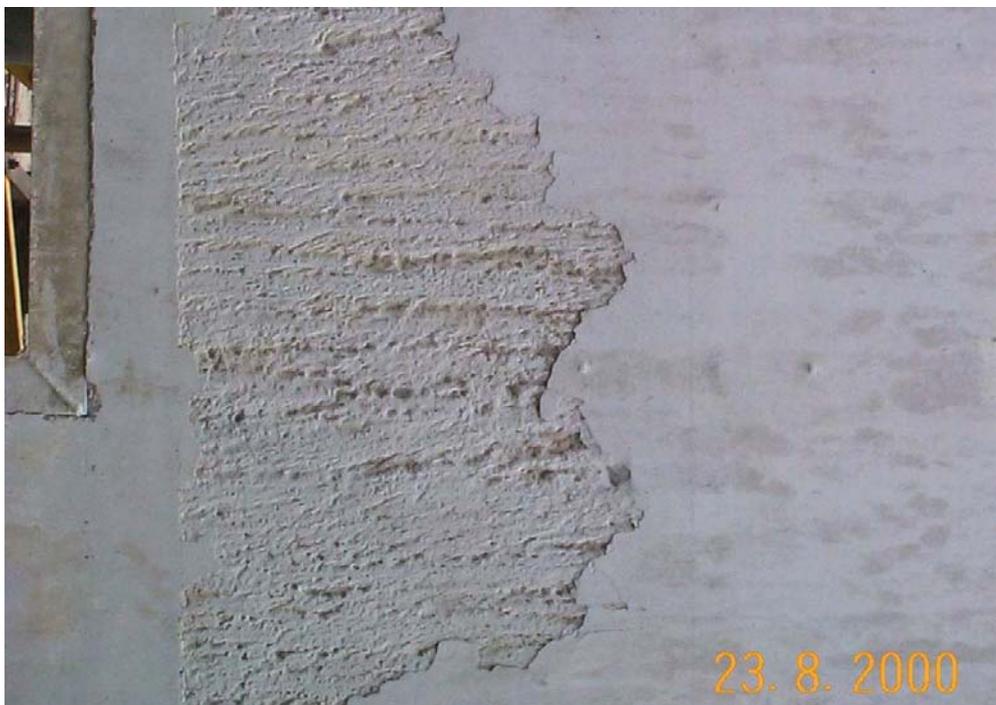


Рис. 2. Срыв защитного слоя на поверхности стены



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 и Лефортовского тоннелей, 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 превышением 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 секции № 8
автоторожного 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, опорных частей и т.д. (рис.7).

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

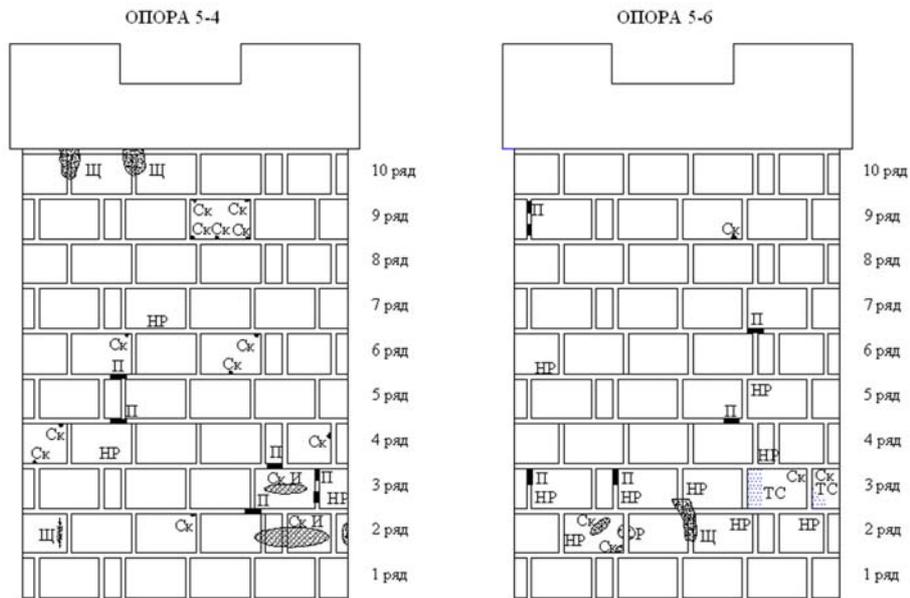


Рис. 9. Карта дефектов опоры № 5



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.

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:

- 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.

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 отремонтировать. 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.

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 следует 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 ко-

торых 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 фиксированном изменении температуры величина расширения или сжатия материала зависит от коэффициента 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 таким же, как модуль упругости субстрата.

3.16. При выборе ремонтных материалов следует учитывать ползучесть ремонтных материалов. В ряде случаев повы-

шенная 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 завышенным 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 коррелируется 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 упрочнять их. При отдельных методах укладки ремонтного материала, например, при нагнетании насосом в опалубку, бетонирование с укладкой в опалубку или отдельное бетонирование характеристики текучести оказывают значительное влияние на качество ремонтных работ. При выполнении этих работ достаточно соблюдать требование по осадке конуса ремонтного материала.

3.31. Для обеспечения высокого качества работ текучесть (удобоукладываемость) ремонтного материала должна назначать-

ся 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 возникает 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 растяже-

ние и прочности сцепления при сдвиге под углом часто представлены в информационных листках 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 нормативных 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.

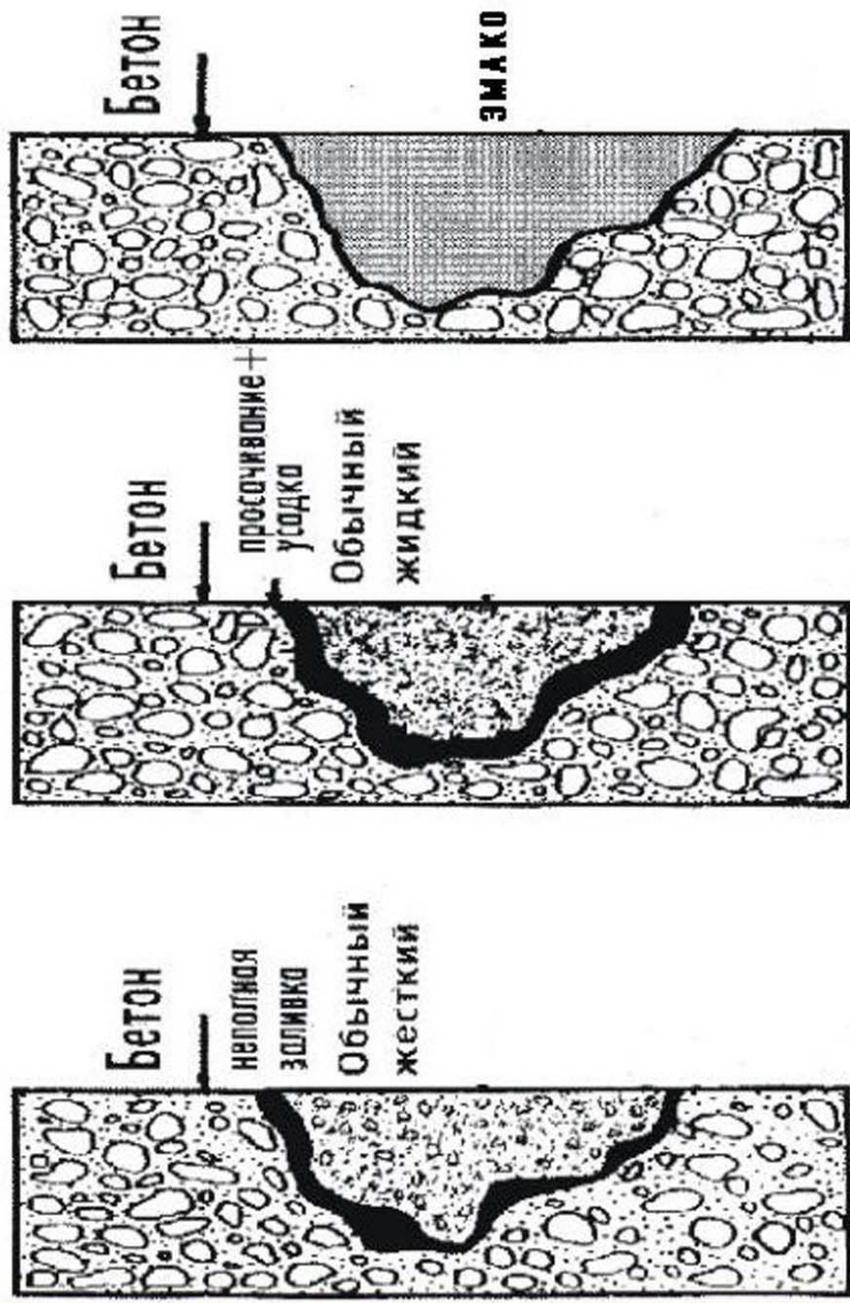


Рисунок 11 – Взаимодействие ремонтных составов с материалом конструкции:
а) не обеспечен полный контакт; б) отрыв по контакту; в) бездефектное заполнение

Для обеспечения эффективного ремонта в таких случаях целесообразно применить реопластичные и безусадочные бетоны из сухих смесей, например, ЭМАКО (рис.11, в)

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, приготавливаемые на месте смешиванием инертных, цемента и воды, как и на новом строительстве, не всегда обеспечивают получение требуемых для ремонта свойств: сочетания безусадочности и пластичности, повы-

шенной 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 безусадочность и быстрый набор прочности. Ремонт массивных конструкций с большими повреждениями допускается выполнять, используя бетоны на портландцементе, не являющемся безусадочным.

3.45. Если ремонту подлежат вертикальные, потолочные и наклонные поверхности проект ремонта может предусматривать применение тиксотропных бетонов из сухих смесей или наливных. 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 инъецированием в них состава, склеивающегося с бетоном, но не способным предотвратить изменения раскрытия при внешних воздействиях. Для гер-

метизации 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 расплыву 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 В 10;

через 28 суток – не ниже класса В 25.

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 сверх быстротвердеющие бетоны (класс В 10 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 пя-

тидневки 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 300.

3.61. Песок для приготовления бетонов должен соответствовать требованиям ГОСТ 8735-88.

3.62. Испытания крупных заполнителей следует производить по ГОСТ 8269.0-97, ГОСТ 8269.1-97, а песка – по ГОСТ 8735-88. 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%. Кислотоустойчивость песка и наполнителей должна быть не ниже 97-98%.

4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕМОНТНЫХ РАБОТ

4.1. Для устранения дефектов и инъецирования трещин могут быть использованы сухие бетонные смеси, бетоны и растворы, а также жесткие полимерцементные составы и составы на основе синтетических смол (эпоксидных, перхлорвиниловых) и эластичные на основе синтетических каучуков или модифицированных эпоксидных смол.

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

4.3. Рекомендуется применять следующие виды растворов или бетонов:

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

4.4. В ремонтные составы рекомендуется добавлять полимерные щелочестойкие волокна (дисперсно-армированные бетоны) и расширяющие добавки по ТУ 5725-023-0024 95332-94.

4.5. Для приготовления ремонтных бетонов используют акрилполимер (АКРИЛ-60 и АКРИЛ-100), полиакриловую дисперсию Р-111 (СЕМПИ), сухие смеси ЭМАКО (наливной и тиксотропный тип), СТРУКТУРИТ (на базе акрилполимера АКРИЛ-

60), модифицированный полимерный состав ТЕЙПКРИТ, отечественные ремонтные композиции ЦМИД и сухие смеси фирмы АЛИТ. Объемы применения сухих бетонных смесей при ремонте увеличиваются, а приготовление составов с дозированием компонентов на месте производства работ в последнее время сокращается.

4.6. Полимерцементные составы имеют определенные преимущества как перед полимерными составами на основе синтетических смол, так и перед обычными цементными смесями. Основные преимущества состоят в следующем:

- экологическая чистота, так как отсутствуют компоненты, вызывающие загрязнение окружающей среды, повышается безопасность труда, взрыво- и пожаробезопасность;
- более простая технология производства работ;
- уменьшение затрат труда на промывку оборудования.

Полимерцементные растворы при твердении в воздушно-сухих условиях характеризуются более высокими по сравнению с цементными физико-механическими показателями: предел прочности при изгибе повышается в 2-3 раза, прочность на сжатие – на 50-70%, прочность склеивания при сдвиге – в 5-8 раз.

4.7. В зависимости от назначения и ответственности конструкций может применяться полимерцементное покрытие на базе ПВАД (ПВАЭ) в следующих видах:

- раствор – для заделки сколов, выбоин и мест обнажения арматуры (до полного восстановления сечения);
- тесто – для заделки трещин с шириной раскрытия до 2 мм;
- краски – для заделки трещин с шириной раскрытия до 1 мм, других мелких дефектов, а также для придания конструкции хорошего внешнего вида.

В водной среде физико-механические показатели составов с ПВАД (ПВАЭ) несколько понижаются, поэтому их не рекомендуется применять при ремонте элементов конструкций, расположенных в зонах постоянного увлажнения, на границах воздушно-водных и воздушно-грунтовых сред.

4.8. Поливинилацетатная дисперсия (ПВАД) выпускается заводом «Краситель» (г. Санкт-Петербург) в виде вязкотекучей массы белого цвета.

Составы на базе акриловых полимеров

4.9. Использование акрилполимера АКРИЛ-100 позволяет на современном техническом уровне защищать и ремонтировать бетонные поверхности. Прочность, твердость и устойчивость бетона достигается благодаря высокому сцеплению между полимером и цементом и низкому соотношению между водой и цементом.

4.10. Полимерцементный раствор на базе АКРИЛ-100 имеет следующие свойства:

- прочность на сжатие – не менее 48 МПа;
- прочность на изгиб – не менее 12,3 МПа;
- прочность на растяжение – не менее 4,5 МПа;
- прочность на сцепление – не менее 1,8 МПа;
- морозостойкость – не менее F 300;
- водонепроницаемость – не менее W 12.

4.11. Акрилополимер АКРИЛ-100 применяют:

- в качестве связующего слоя между затвердевшим и вновь укладываемым бетоном;
- для восстановления повреждений и выветрившихся бетонных конструкций;
- как защитный слой стальной арматуры;
- для изготовления водостойкого, износостойкого и погодостойкого выравнивающего слоя;
- как защитный слой для бетонных поверхностей против воздействия химикатов и погодных условий.

4.12. Приготавливать полимерцементные составы на базе АКРИЛ-100 рекомендуется в мешалках, имеющих 400-600 об/мин или ручную.

4.13. Состав полимерцементного раствора на базе акрилполимера АКРИЛ-100 имеет следующее соотношение компонентов по объему: портландцемент ПЦ 500-ДО – 100 ч, полимер $\rho = 1,046$ – 35 ч, вода – 24 ч, песок сухой ($M_k = 1,2 \dots 2,8$) – 150 ... 450.

В последнее время АКРИЛ-100 в основном используется для обработки рабочих швов перед укладкой бетона.

4.14. Полимеракриловая дисперсия Р-111 (СЕМПИ), состоящая из полимеракриловой эмульсии, сополимера бутилакрилата, метилметакрилата, предназначена для изготовления поли-

мерцементных покрытий при ремонте бетонных и железобетонных конструкций. Поставщик СЕМПИ А/О Лехмус-Калая (Финляндия).

Цементный камень, модифицированный полиакриловой дисперсией, имеет следующие характеристики: прочность при изгибе – 10,9 МПа; прочность на сжатие – 36 МПа; прочность на сцепление – 2,6 МПа; морозостойкость – не менее F 300 в солях.

4.15. Состав ремонтного раствора на базе полимеракриловой дисперсии Р-111 подбирается в зависимости от вида ремонтных работ. Например, для устройства защитного слоя толщиной 2 см может быть использован следующий состав: цемент – 28 л; полимер – 10 л; вода – 6,5 л; песок – ~50 кг.

Недостатками материалов является необходимость приобретения крупной партии и дозирования составов на стройплощадке.

4.16. Для выполнения работ по устранению дефектов можно использовать импортный материал СТРУКТУРИТ, представляющий собой полимерцементную дисперсию, приготовленную на базе акрилполимера АКРИЛ-60 и имеющий технические характеристики, мало отличающиеся от полимера Р-111 (СЕМПИ), раствора ЭМАКО S88 и т.п. Недостатком СТРУКТУРИТА является необходимость укладки очень мелкими порциями из-за ускоренной потери подвижности.

4.17. Модифицированные полимерные составы типа ТЕЙПКРИТ для устройства тонких покрытий и защитных слоев созданы на базе полимеров серии Р-100. Полимеры этой серии представляют жидкие смеси, которые состоят из водных дисперсий акриловых полимеров и сополимеров и из химикатов специального назначения. Для улучшения свойств покрытий в жидкую смесь добавляют стеклянные или пропиленовые волокна длиной 5-25 мм.

Поставщиком ТЕЙПКРИТА является Канада, в связи с чем возникают трудности с поставкой в малых объемах.

4.18. Физико-механические свойства по прочности и изгибу ТЕЙПКРИТА приведены в табл.1. Данные по адгезии приведены в табл.4. Морозостойкость не менее F 300.

4.19. Для ремонта бетонных и железобетонных конструкций допускается использовать также композицию ЦМИД (ТУ-

5775-001-00129716-98), разработанную ОАО ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева.

Таблица 1

Прочность на сжатие и на изгиб типичных модифицированных («Тейпкрит») и не модифицированных строительных растворов и бетонов

Состав	Прочность на сжатие, МПа. Продолжительность твердения, сут.				Прочность на изгиб, МПа. Продолжительность твердения, сут.		
	1	7	28	42	1	28	42
Тейпкрит верхнее покрытие, боксит/кварцевый песок Н/Ц = 3,6; П/Ц = 0,14				46,8"			
	19,4	39,5	51,8	55,5	-	-	-
Тейпкрит верхнее покрытие, кварцевый песок Н/Ц = 3,0; П/Ц = 0,14				39,2"			
	17,4	32,3	43,4	44,4	-	-	-
Модифицированные растворы. Песок, Н/Ц = 3,0; П/Ц = 0,14				47,8"			
	26,9	43,9	51,6	56,1	-	-	-
Немодифицированный раствор. Песок, Н/Ц = 3,0; П/Ц = 0,0							
	28,2	42,4	46,6	45,6	-	-	-
Модифицированный бетон. Песок/известняк Н/Ц = 4,6; П/Ц = 0,14							
	22,2	-	43,1	38,9	4,9	8,4	9,7
Немодифицированный бетон. Песок/известняк Н/Ц = 4,6; П/Ц = 0,0							
	21,6	-	36,7	36,7	4,2	6,4	8,3

Примечание: " - Погружен в насыщенную известковую воду на 14 суток.

Немодифицированные растворы и бетоны держали все время во влажной камере. Модифицированные растворы и бетоны твердели в воздушной среде.

Н/Ц – соотношение наполнителя и цемента.

П/Ц – соотношение полимера и цемента.

Недостатком сухих смесей ЦМИД является хрупкость приготовленных из них бетонов, из-за чего их не рекомендуется

применять при ремонте активных трещин и конструкций, испытывающих динамические нагрузки.

Составы на основе цемента

4.20. Высокая эффективность ремонтных работ обеспечивается при использовании сухих бетонных смесей ЭМАКО, изготавливаемых в России по лицензии концерна Дегусса в соответствии с ТУ 5745-004-40129229-2002.

4.21. В настоящее время ООО «Строительные системы» поставляет сухие бетонные смеси ЭМАКО S33, ЭМАКО S55, ЭМАКО S66, ЭМАКО S88, ЭМАКО S88С, ЭМАКО S 90, ЭМАКО SFR, ЭМАКО S150CFR, ЭМАКО S170CFR. Адрес поставщика: 127106, г.Москва, ул.Гостиничная, д.9, к.4. Тел./факс: (095) 482-16-63/482-16-90.

4.22. Сухие бетонные смеси ЭМАКО приготавливают на основе цемента, что обеспечивает их совместимость с материалом ремонтируемых конструкций – бетоном и создает предпосылки для проведения высококачественного ремонта.

4.23. При выборе сухих бетонных смесей ЭМАКО для ремонта бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений следует учитывать их общие и технические характеристики, которые приведены в табл.2 и 3. По способу применения различают ЭМАКО наливного и тиксотропного типа.

4.24. При получении сухих смесей ЭМАКО следует учитывать, что на мешках с одинаковыми по свойствам материалами могут быть различные буквенные обозначения. Например, ЭМАКО S88С может иметь обозначение ЭМАКО 88Т.

4.25. Сухие бетонные смеси ЭМАКО без фибры применяют при ремонте различных повреждений бетонных и железобетонных конструкций. Для восстановления несущей способности и усиления конструкций применяют специальные фибробетоны. Фибробетоны с металлической фиброй по ТУ 5745-004-40129229-2002 имеют следующие разновидности: ЭМАКО SFR – наливной, ЭМАКО S150 CFR – наливной и ЭМАКО S170 CFR – тиксотропный. Максимальная крупность заполнителя в указанных фибробетонах составляет 3 мм.

4.26. Фибробетоны, перечисленные в п.4.25, рекомендуется применять преимущественно при толщине ремонтного слоя от 4 до 40 мм.

4.27. Прочность специальных фибробетонов на растяжение при изгибе в МПа составляет:

	SFR	S150 CFR	S170 CFR
через 24 часа	10	8	8
через 28 суток	15	25	25

Названные фибробетоны приготавливают в бетономешалках. Фибробетоны 150А и 170А содержат гибкую металлическую фибру и могут перекачиваться бетононасосом.

4.28. Для высокоточной подливки под строительные конструкции и оборудование следует применять самовыравнивающиеся бетоны ЭМАКО S33 (максимальная крупность заполнителя – 10 мм) и ЭМАКО S55 (максимальная крупность заполнителя – 3 мм).

4.29. Для устройства поверхностных выравнивающих слоев и защитного слоя толщиной до 1 см по «старому» бетону следует применять ремонтный состав ЭМАКО S 90.

4.30. Для ремонта бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений рекомендуется использовать отечественные сухие бетонные смеси фирмы АЛИТ (г.Санкт-Петербург). Общие характеристики таких сухих смесей приведены в табл.4, а технические характеристики в табл.5.

4.31. Сухая цементная дисперсная ремонтная универсальная смесь АЛИТ СДР-У тиксотропного типа предназначена для поверхностного ремонта бетонных и железобетонных конструкций мостовых, тоннельных и дорожных сооружений при толщине ремонтного слоя 2-15 мм.

4.32. Сухая цементная дисперсная монтажная самовыравнивающаяся смесь АЛИТ СДМП-1ср является саморастекающей и быстротвердеющей. Применяется для подливок толщиной 3-70 мм под оборудование, закладные части, опорные части мостов, стойки барьерных ограждений, а также заполнения полостей.

Таблица 2

*Общая характеристика ремонтных материалов, поставляемых ООО «Строительные системы»
и их назначение*

№№ п.п.	Наименование материала	Общая характеристика	Назначение и область применения	Упаковка и хранение
1	2	3	4	5
1.	ЭМАКО S33	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 60 до 100 мм	Упаковка в 30 кг влагонепроницаемые мешки, хранить в укрытом и сухом месте. При повреждении мешка материал не использовать
2.	ЭМАКО S55	Сухая бетонная смесь с размером щебня 3 мм, не содержит металлических заполнителей и хлоридов	Предназначена для подливок толщиной от 20 до 60 мм и омоноличивания стыков в конструкциях	То же
3.	ЭМАКО 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	- « -

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
4.	ЭМАКО S88	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь, содержащая полимерную фибру	Рекомендуется при толщине заливки от 20 до 50 мм	Упаковка по 25 и 30 кг в водонепроницаемых мешках. Хранить в укрытом и сухом месте. При повреждении мешка материал не использовать
5.	ЭМАКО S88C	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь тиксотропного типа, содержащая полимерную фибру	Рекомендована для нанесения при толщине слоя от 20 до 50 мм. Предназначена для: ремонта армированных или преднапряженных балок; поврежденных и разрушенных элементов бетонных и железобетонных конструкций, в т.ч. элементов несущих конструкций мостов, подверженных повторяющимся нагрузкам; ремонта покрытий цехов, где содержится много минеральных масел и смазочных материалов; ремонта причалов в портах; ремонта вертикальных и потолочных поверхностей. Не рекомендуется для заливки в опалубку	- « -
6.	ЭМАКО S 90	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь тиксотропного типа	Предназначена для чистовой отделки поверхности при толщине нанесения от 1 до 20 мм. Используется при ремонте и чистовой отделке разрушенных бетонных и железобетонных конструкций, а также для защиты 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.	ЭМАКО SFR	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь, содержащая полимерную и стальную 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 проходке тоннелей в скалах. Нельзя укладывать на свежий бетон и надо избегать контакта с водой при pH менее 5,5	
8.	ЭМАКО S150CFR	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь наливного типа, содержащая гибкую стальную и полимерную фибры	Используется при толщине нанесения от 20 до 60 мм. Применяется там же где и ЭМАКО 150CFR	Упаковка в 30 кг водонепроницаемые мешки хранят в укрытых и сухих местах. При повреждении мешков материал не используют
9.	ЭМАКО S170CFR	Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь тиксотропного типа, содержащая гибкую стальную и полимерную фибры	Используется при толщине нанесения от 20 до 60 мм. Применяется там же, где и ЭМАКО S150CFR	Упаковка в 30 кг водонепроницаемые мешки, хранят в закрытых и сухих местах. При повреждении мешка материал не используют

Таблица 3

Технические характеристики ремонтных материалов ООО «Строительные системы»

Наименование материала	Расход цемента на 1 м ³ (Эмако)	Осадка конуса, мм	Распльв конуса, удобоукладываемость	Воздухововлечение, %	Прочность на растяжение при изгибе 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	Сцепление со сталью (гладкий стержень) в возрасте 28 суток, МПа	Морозостойкость, F циклов	Водонепроницаемость, W	Модуль упругости, МПа	Коэффициент сульфатостойкости	Расширение, мкм/дм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ЭМАКО S33	2090	210-260	-	до 5	5,5	8	35	70	1,5	2,5	>300	>12			
ЭМАКО S55	1950		260-280	до 5	5	8	28	70	>1,5	>2,5	>300	>12	25000	0,99	
ЭМАКО S66	2250		210-260	до 5	4	8	27	65	>2,5	>3	>300	>12	25000	0,9	250±150
ЭМАКО S88	1950		260-290	<5	5	8	35	70	>1,5	>3	>300	>12	>25000	0,9	250±150
ЭМАКО S88C	1900		180-200	до 5	5	8	28	70	>1,5	>3	>300	>12		>0,9	250±150
ЭМАКО S 90	-		180-200	до 5			10	40	>1,5	>1,5	>300		>25000	>0,9	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ЭМАКО SFR	2000		190- 210	до 5	10	15	30	70	>3	>3	>300	>12	>25000	>0,9	250± 150
ЭМАКО S150CFR			225-245	до 6	8	25	25	60	>3	>3	>300	>12	>25000	>0,9	
ЭМАКО S170CFR	1750		175-195	до 6	8	25	25	60	>3	>3	>300		>25000	>0,9	

4.33. Смесь сухая цементная бетонная монтажная саморастекающаяся АЛИТ СББ 1ср применяется для подливок толщиной 70 ... 200 мм, омоноличивания стыков, заполнения полостей в бетонных и железобетонных конструкциях при их ремонте.

4.34. Сопоставление наиболее конкурентно способных сухих бетонных смесей ЭМАКО и фирмы АЛИТ показывает, что смеси ЭМАКО имеют следующие преимущества:

- более высокую прочность на растяжение при изгибе в возрасте 1 и 28 суток;
- возможность использования для восстановления и увеличения несущей способности конструкций без установки дополнительной арматуры;
- повышение сцепления со старым бетоном;
- возможность использования при проведении ремонтных работ в «окно».

4.35. Для ремонта несущих конструкций, в том числе при толщине укладываемого слоя выше 100 мм, а также для выравнивающих и защищающих гидроизоляцию слоев рекомендуется использовать бетоны и растворы на цементе МАКФЛОУ, производимом в России ООО «Строительные системы» по лицензии концерна Дегусса.

4.36. Портландцемент пластифицированный расширяющийся МАКФЛОУ изготавливают по техническим условиям ТУ 5732-002-40129229-01. При использовании этого цемента в качестве вяжущего получают бузусадочные быстротвердеющие бетоны, имеющие следующие характеристики:

Прочность на сжатие через 24 ч достигает 40 МПа, а через 28 суток – 62,5 МПа. Водонепроницаемость – не менее W 12. Морозостойкость – не менее F 300. Подвижность (осадка конуса) – не менее 210 мм.

4.37. Составы бетона на цементе МАКФЛОУ 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.

Таблица 4

Общие характеристики отечественных сухих бетонных смесей фирмы «АЛИТ»

№№ п.п.	Наименование материала	Общая характеристика	Назначение и область применения	Упаковка и хранение
1	2	3	4	5
1.	Смесь сухая цементная дисперсная ремонтная универсальная АЛИТ СДР-У ТУ 5745-003-54336082-02	Смесь тиксотропного 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.
2.	Смесь сухая цементная дисперсная монтажная самовыравнивающаяся АЛИТ СДМП-1ср ТУ 5745-004-543336082-2003	Смесь саморастекающаяся с наибольшей крупностью наполнителя 0,63 мм, безусадочная, быстротвердеющая	Применяется для подливки толщиной 3-70 мм под оборудование, закладные части, опорные части мостов, стойки барьерного ограждения, а также заполнения полостей в бетонных и железобетонных конструкциях при их ремонте	То же
3.	Смесь сухая цементная мелкодисперсная окрасочная декоративная АЛИТ СОМП-1 ТУ 5745009-54336082-2004	Смесь сухая с наибольшей крупностью наполнителей до 0,315 мм. Цвет по выбору заказчика, воздухопроницаемая. Возможно придание биоцидных (АЛИТ СОМП-1б) и ингибирующих (АЛИТ СОМП-1м) свойств	Применяется для окраски мостовых и тоннельных бетонных и железобетонных конструкций. Наносится кистью, валиком или краскопультом.	То же

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
4.	Смесь сухая цементная дисперсная дорожная морозозащитная АЛИТ СДРЗ-1 ТУ 5745-007-54336082-04	Смесь сухая с наибольшей крупностью 0,63 мм. Тиксотропного типа. Воздухопроницаемая	Применяется для устройства защитного слоя на поверхности мостовых, тоннельных и дорожных конструкций, эксплуатируемых при интенсивных воздействиях солевых растворов, абразивном износе и циклическом замораживании-оттаивании. Может использоваться для ремонта бетонных и железобетонных конструкций, имеющих морозные дефекты.	То же
5.	Смесь сухая цементная растворная монтажная анкерная АЛИТ СМА-1 ТУ 5745-005-54336082-2002	Смесь самоуплотняемая с наибольшей крупностью наполнителя 2,5 мм, безусадочная, быстротвердеющая сухая бетонная смесь	Предназначена для крепления металлических анкеров в бетонных, железобетонных и кирпичных конструкциях	То же
6.	Смесь сухая цементная бетонная монтажная саморастекающаяся АЛИТ СББ-1ср ТУ 5745-006-54336082-04	Смесь самоуплотняемая с наибольшей крупностью наполнителя 20 мм или 10 мм (АЛИТ СМББ-1). Безусадочная	Применяется для подливки толщиной 70-200 мм под оборудование, опорные части, опорные части мостов, омоноличивания стыков, а также заполнение полостей в бетонных и железобетонных конструкциях при их ремонте	То же

Таблица 5

Технические характеристики отечественных бетонных смесей фирмы «АЛИТ»

Наименование материала	Расход цемента на 1 м ³	Осадка конуса, мм	Расплав конуса, удобоукладываемость	Воздухововлечение, %	Прочность на растяжение при изгибе 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	Сцепление со сталью (гладкий стержень) в возрасте 28 суток, МПа	Морозостойкость, F циклов	Водонепроницаемость, W	Модуль упругости, МПа	Коэффициент сульфатостойкости	Расширение, мкм/дм
АЛИТ СДР У	1500	-	60-80 Строй ЦНИЛ	до 5	-	7,5	-	30,0	2,5	3,0	>300	>12	-	>0,9	-
АЛИТ СДМП-1ср	2000	-	300	до 3	-	8,0	30,0	70,0	2,0	3,0	>300	>12	22000	>0,9	150±100
АЛИТ СОМП-1	1800	-	250	до 3	-	-	-	-	2,5	3,0	>300	>12	-	>0,9	-
АЛИТ СДРЗ-1	1500	-	60-80 Строй ЦНИЛ	до 5	-	7,5	-	-	2,5	3,0	>300	>12	-	>0,9	-
АЛИТ СМА-1	1800	-	250	до 3	-	7,0	30,0	70,0	2,5	3,0	>300	>12	14000	>0,9	150±100
АЛИТ СББ-1	2300	-	320-380 Амброс	до 3	-	8,0	28,0	70,0	2,0	3,0	>300	>12	>25000	>0,9	150±100

Составы на базе эпоксидных смол

4.38. Для приготовления жестких, полужестких и эластичных растворов, а также наполненных подзаливочных компаундов на базе эпоксидных смол рекомендуется использовать данные о смолах, приведенные в табл.6.

4.39. 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.

4.40. 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.

4.41. Ориентировочные составы инъекционных и герметизирующих растворов на базе эпоксидной смолы ЭД-20 приведены в табл.7. Смолы ЭД-20 и ЭД-22 в последнее время часто заменяют смолой ЭЛАД 167.

4.42. 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.

4.43. Для поверхностной герметизации трещин следует использовать один из выбранных для ремонта составов растворов, приведенных в табл.7.

Для прочностной заделки трещин рекомендуется использовать также составы, приведенные в табл.8.

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

4.45. 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 6

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 553	ЭЛД 823	ЭЛД 13Г	ЭЛД 553К	ЭКЛ	ЭКЛ-140	ЭКЛ-20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Объемный вес, кг/м ³	1120	1005	1100	1130	1130	1155	1170	1410	1400	1900
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	1,3	10,5	40	74	90	100	115	70	85	105
Модуль упругости при сжатии, МПа	-	-	200	1010	2770	2250	3900	450	4350	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 ²	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 6

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

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

Компаунд марки ЭЛД 553К соответствует низковязкому компаунду № 1

ЭЛД 283

- « -

№ 2

Таблица 7

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

Таблица 8

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 де-готь (наполнитель)	-	-	-	-	-	-	-	100	-
Мономер ФАМ	-	-	-	-	-	-	-	-	50
Отвердитель (полиэтиленполиамин или гексатетилендиамин)	12	12	15	15	18	18	12	20	25
Вязкость компаунда, МПа с, при температуре 40°C									
	1300	500	350	381	182	156	170	100	80
Жизнеспособность компаунда, ч, при температуре 20°C									
	1,5	2,5	3	2	2,5	4	2,5	4	3

4.46. Для повышения эффективности инъецирования 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 (0922) 27-63-26) и состав ELASTO-DECK, имеющий 100% удлинение при раз-

рыве (поставщик фирма «Интераква», 113105 Москва, Варшавское шоссе, д. 17, стр. 5, тел 952-92-48, 952-66-09).

4.47. 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 в соответствии с п.1.17 используют специальные отвердители.

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

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

4.50. 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.

4.51. 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.8 и 9.

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

Таблица 9

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

4.53. 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.

Упрочняющие материалы и материалы для защитных покрытий

4.54. Для упрочнения материалов, повышения их водонепроницаемости, сопротивляемости воздействию агрессивных сред, а также повышения морозостойкости бетона используют кольматирующие материалы.

Кольматирующие материалы рекомендуется также использовать при проведении инъекционных работ, когда не требуется обеспечения эластичных свойств инъекционных материалов.

4.55. 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.

4.56. Для герметизации заполнения узких трещин 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).

4.57. СИЛОР – мономер из класса изоцианатакрилатов, который представляет собой низковязкую жидкость светлорыжевато-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.10.

Таблица 10

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

Продолжение таблицы 10

Показатели	Результаты
Трещиностойчивость 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 ²
Истираемость образцов без пропитки	0,19 г/см ²
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 грибов, мхов, лишайников, плесени

4.58. 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°С – 8 ... 12 ч;
- Время полного набора прочности – 3 ... 5 сут.

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

4.60. 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.11.

Таблица 11

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

Компонент	Количество в частях по объему для составов на основе	
	ПВАЭ	СКС-65ГП
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

4.61. Для защиты бетонных поверхностей от агрессивных воздействий и гидроизоляции конструкций используют эластичное покрытие МАСТЕРСИЛ 540. МАСТЕРСИЛ 540 является двухкомпонентным готовым к применению материалом. При смешивании жидкого компонента А с порошкообразным компонентом В получается плотный, тиксотропный легко наносимый состав. При нанесении на поверхность бетона обеспечивает водонепроницаемость и защитное покрытие. Материал поставляется белого и серого цвета.

4.62. Для устройства защитного слоя на поверхности мостовых, тоннельных и дорожных покрытий, эксплуатируемых при интенсивном воздействии солевых растворов, рекомендуется использовать сухую цементную дорожную морозозащитную смесь АЛИТ СДРЗ-1, характеристики которой приведены в табл.4 и 5.

4.63. Для создания эстетического вида и защиты от атмосферных воздействий мостовых и тоннельных конструкций применяют смесь сухую цементную мелкодисперсную окрасочную декоративную АЛИТ СОМП-1, технические характеристики которой приведены в табл.4 и 5.

4.64. Для увеличения несущей способности ремонтируемых конструкций в целом и защитного слоя в частности в последнее время начинают применять композиционные материалы, включающие в себя базальтовые волокна.

4.65. МАСТЕРСИЛ 540 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. Поставляется фирмой ООО «Строительные системы» (127106. г.Москва, ул. Гостиничная, д.9, к.4. Тел./факс (095) 482-1663, 482-18-90).

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

4.67. Обнаженную арматуру железобетонных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, следует перед восстановлением защитного слоя покрывать составом МАСТЕРСИЛ 300.

4.68. 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).

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 бачке, 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 ежесменного изготовления 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 см²).

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 (ОСТ НКТП 7814/753), охра (ОСТ НКТП 7815/754), ультрамарин (ОСТ НКТП 3160), окись хрома (ГОСТ 2912-54), пиролюзит (ГОСТ 4470-48), умбра (ОСТ НКТП 7818/757) 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 защитных составов на основе композиции ЦМИД осуществляется введением в сухую смесь ЦМИД-1 требуемого количества воды и перемешиванием в смесителе в течение 3,0-3,5 минут до получения однородной сметанообразной пасты. Один килограмм сухой смеси смешивают с 0,28 ... 0,32 кг воды (состав 1). Консистенция пасты может регулироваться путем изменения содержания воды в указанных выше пределах. Увеличение содержания воды более 0,40 кг нецелесообразно. Это может привести к снижению адгезии и эффективности покрытия.

Для приготовления адгезионной суспензии порошок ЦМИД-1 смешивают с водой в пропорции 11:2 (состав 2).

Состав необходимо готовить в таком количестве, чтобы его можно было использовать в течение 45 минут в прохладную погоду и в течение 30 минут в жаркую погоду. При этом жидкую пасту необходимо периодически перемешивать.

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

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

5.18. 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.

5.19. Для приготовления ремонтных смесей ЭМАКО используют различные виды оборудования: миксеры, растворомешалки, электродрели со специальным маховиком (рис.12). При этом следует учитывать, что повторное перемешивание быстротвердеющих смесей не допускается.

5.20. Безусадочную быстротвердеющую бетонную смесь наливного типа ЭМАКО 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.

5.21. Безусадочная быстротвердеющая бетонная смесь наливного типа ЭМАКО S66 приготавливается в миксерах при расходе воды от 2 до 3 л на мешок весом 30 кг.



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

5.22. Безусадочная быстротвердеющая бетонная смесь наливного типа ЭМАКО S88 приготавливается 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.

5.23. Безусадочную быстротвердеющую бетонную смесь тиксотропного типа ЭМАКО S88С приготавливают в миксере с расходом воды, приведенном в табл.12.

Таблица 12

Потребность воды для приготовления ЭМАКО S88С

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 и кельмой	Пластичная	3,8	4,2	4,5	5,0

5.24. Безусадочная быстротвердеющая бетонная смесь тиксотропного типа ЭМАКО S 90 для чистой отделки бетонной поверхности приготавливается в миксерах и требует для приготовления воду в количестве, приведенном в табл.13.

Таблица 13

Потребность воды для приготовления ЭМАКО S 90

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

Рекомендуется приготавливать на холодной воде.

5.25. Безусадочная быстротвердеющая бетонная смесь, содержащая полимерную и стальную фибру ЭМАКО SFR приведена в табл.14.

Таблица 14

Потребность воды для приготовления ЭМАКО 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

5.26. Безусадочная быстротвердеющая бетонная смесь наливного типа ЭМАКО S150CFR, содержащая стальную и полимерную фибру, приготавливается в миксере. Потребность воды для приготовления ЭМАКО S150CFR приведена в табл.15.

Таблица 15

Потребность воды для приготовления ЭМАКО S150CFR

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

5.27. При приготовлении безусадочной быстротвердеющей бетонной смеси тиксотропного типа ЭМАКО S170CFR, содержащей стальную и полимерную фибру, потребность воды определяется по данным, приведенным в табл.16.

Таблица 16.

Потребность воды для приготовления ЭМАКО S150CFR

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

5.28. МАСТЕРСИЛ 540 поставляется комплектами по 36 кг: 10 кг компонента А (жидкость) и 26 кг компонента В (сухая смесь). При смешивании $\frac{3}{4}$ компонента А (молочная жидкость) выливают в емкость низкоскоростного миксера и медленно добавляют компонент В (порошок). Смесь перемешивают до тех пор, пока она не станет однородной и без комков.

При горизонтальном нанесении смешивание осуществляют продолжительно и добавляют оставшееся количество компонента А.

При других способах нанесения смешивание осуществляют продолжительно и добавляют только часть оставшегося компонента А для получения нужной консистенции.

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

5.30. 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.

5.31. 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.

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

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

5.34. Для перекачки бетонов ЭМАКО с крупностью зерен до 3 мм используют растворонасосы, в том числе малярно-штукатурные агрегаты типа СО-154А.

5.35. Бетон ЭМАКО S66 и бетоны на цементе МАКФЛОУ подают к месту укладки с помощью бетононасосов.

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

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

5.38. Антикоррозийное покрытие для защиты арматуры МАСТЕРСИЛ 300 готовят 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.

5.39. Время сохранения приготовленного состава МАСТЕРСИЛ 300 зависит от температуры окружающей среды:

- примерно два часа при температуре плюс 10°C;
- примерно один час при температуре плюс 20°C;
- примерно 30 минут при температуре плюс 30°C.

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, скарпели 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.17.

При производстве работ в зимний период года необходимо иметь тепляки или материалы для их устройства и тепловые генераторы или электротепловентиляторы 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. Например, при использовании материалов ЭМАКО следует руководствоваться данными табл.18.

Таблица 17

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	2	3	4	5
1.	Растворосмеситель для приготовления полимерцементных 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 з-д строительных отделочных машин
2.	Бетоносмеситель для приготовления полимерцементной 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 ³ /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 17

1	2	3	4	5
4.	Агрегат штукатурный для транспортирования и нанесения растворов на бетонные поверхности	СО-154А	Дальность подачи раствора: по горизонтали 50 м, по вертикали 15 м. Скорость подачи 1 м ³ /ч. Рабочее давление 980 кПа, Мощность эл.двигателей: 1,1 + 0,75 кВт	Волковысский 3-д кровельных и строительно-отделочных машин. Гродненская обл. Белоруссия
5.	Агрегат штукатурный для приготовления, транспортирования и нанесения растворов на бетон	СО-57Б	Дальность подачи раствора: по горизонтали 100 м, по вертикали 20 м. Скорость подачи 2 м ³ /ч. Рабочее давление 1500 кПа. Мощность электродвигателя = = 1,5 + 2,2 + 0,75 кВт	Лебединский 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 $\frac{380 / 220}{36} В$	
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	

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
9.	Щетки стальные с пневмоприводом	ИП-2014А, П-22, ИП-2104	Прямая радиальная - « - Угловая торцевая	
10.	Щетки стальные ручные		ОСТ 17-830-80	Нижегородская щетинощетоchnая фабрика
11.	Молотки отбойные пневматические для разработки разрушенного 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	Екатеринбургский завод «Пневмостроймашина»
13	Кельмы для штукатурных и бетонных работ	КШ-1 КШ-2 КБ-1	ГОСТ 9533-81	
14.	Полутерки	ПТ-500 ПТ-750 ПТ-1000	ГОСТ 25782-83	
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	Минприбор
18.	Рулетка стальная	РЗ-10 ЗПКЗ-20АУТ-1	ГОСТ 7502-80	

Таблица 18

Применение ремонтных составов ЭМАКО 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, силиксаны, гексафторсиликаты магния, состав МАСТЕРСИЛ 540 и т.п.)
Небольшие повреждения бетонной поверхности	1-20 мм	Защита и восстановление профиля конструкции механизированным набрызгом и вручную	ЭМАКО S 90, состав МАСТЕРСИЛ 540
Разрушение бетона с отрывом защитного слоя: - вертикальные и потолочные элементы; - горизонтальные и вертикальные элементы	10-40 мм	Усиление конструкции и восстановление профиля механизированным набрызгом и вручную заливка в опалубку	ЭМАКО S88С ЭМАКО S170CFR ЭМАКО S88, ЭМАКО SFR, ЭМАКО S150CFR
Глубокие разрушения бетона	40-100 мм	Усиление конструкции и восстановление профиля заливкой в опалубку	ЭМАКО S 66, ЭМАКО СФР + гравий 5-12 мм, ЭМАКО 150 А + гравий
Глубокие разрушения бетона	100-150 мм	Усиление конструкции и восстановление профиля заливкой в опалубку	ЭМАКО S 66 + гравий, ЭМАКО СФР + гравий 5-12 мм., ЭМАКО 150 А + гравий

Продолжение таблицы 18

Степень повреждения структуры бетона	Глубина разрушения	Технология ремонта	Материал для ремонта
Глубокие разрушения бетона	>150 мм	Усиление конструкции и восстановление профиля заливкой в опалубку	Бетон на цементе МАКФЛОУ
Трещины		Инъектирование	Суспензия МАКФЛОУ

6.3. 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.

Наряду с вырубкой могут применяться методы удаления ослабленного бетона, указанные ниже в разделе, посвященном ремонту защитных слоев.

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

6.5. 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.

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

6.7. 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.

6.8. 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.

6.9. 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.

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

6.11. 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.

6.12. 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.

6.13. 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.

6.14. 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.

6.15. На арматуру, выходящую на поверхность, или имеющую недостаточную толщину защитного слоя в случае, если требуется сохранить ровность поверхности, наносится антикоррозионная защита материалом МАСТЕРСИЛ 300 или на базе полимеров Р-111, АКРИЛ 100 и т.п.

6.16. 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.

6.17. Очистка поверхности при подготовке бетона производится механическими щетками, скребками или гидродескоструйным аппаратом с последующей продувкой сжатым воздухом,

пропущенным через водомаслоотделитель, а также игольчатыми пистолетами (рис.13 и 14).



Рис. 13. Подготовка поверхности с помощью бучарды



Рис. 14. Подготовка бетона игольчатым пистолетом

6.18. 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).

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

6.20. Поверхность, имеющая повреждения, расчищается щетками или при помощи скарпели (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.

6.21. Глубина выколотых участков не должна сходиться на нет 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 и молотка и др.

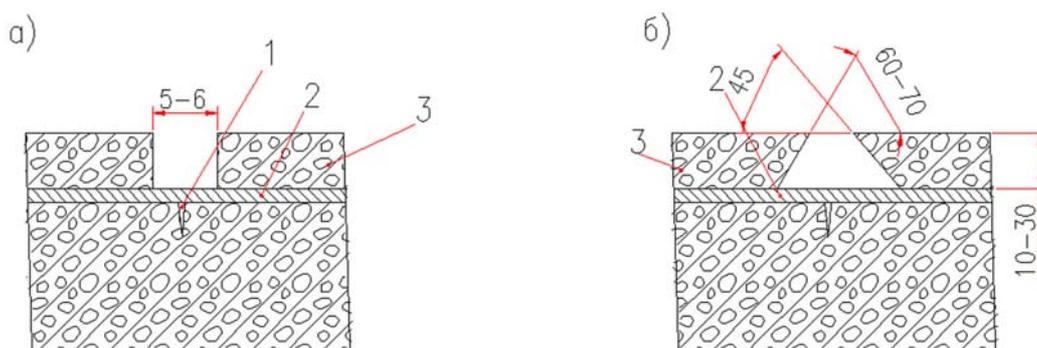


Рис. 15. Схема разделки трещин

а) в виде прямоугольника; б) в виде трапеции
1 – трещина; 2 – арматура; 3 – защитный слой

Устранение дефектов, допущенных в ходе строительства

6.22. 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.

6.23. 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.

6.24. 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 ЭМАКО, АКРИЛ-100, СЕМПИ, ТЕЙПКРИТ, СТРУКТУРИТА, ПВАЭ и ремонтных материалов фирмы АЛИТ.

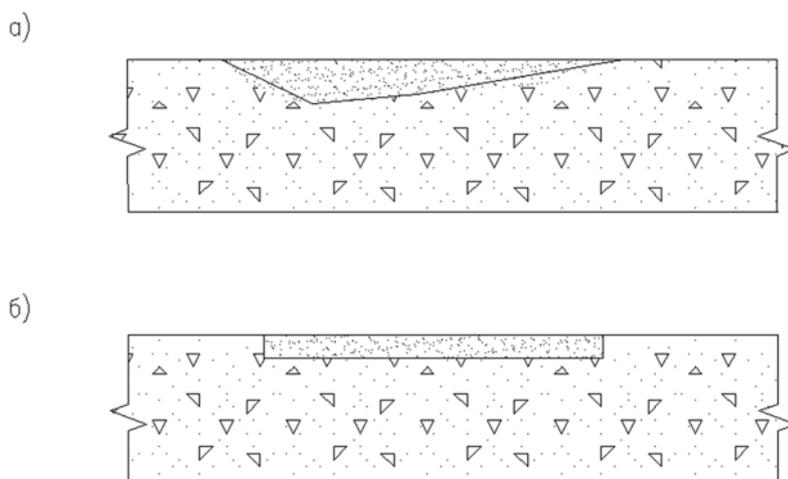
6.25. Наплывы из бетона или раствора из-за недостаточной герметичности опалубки скалывают, а поверхность выравнивают в соответствии с рекомендациями предыдущего пункта 6.23.

6.26. 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.

6.27. 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.

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



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

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

6.30. Щебенистость 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.

6.31. 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 на-

клонных поверхностях – тиксотропными составами, наносимыми набрызгом или наливными составами, заливаемыми в опалубку.

6.32. 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.

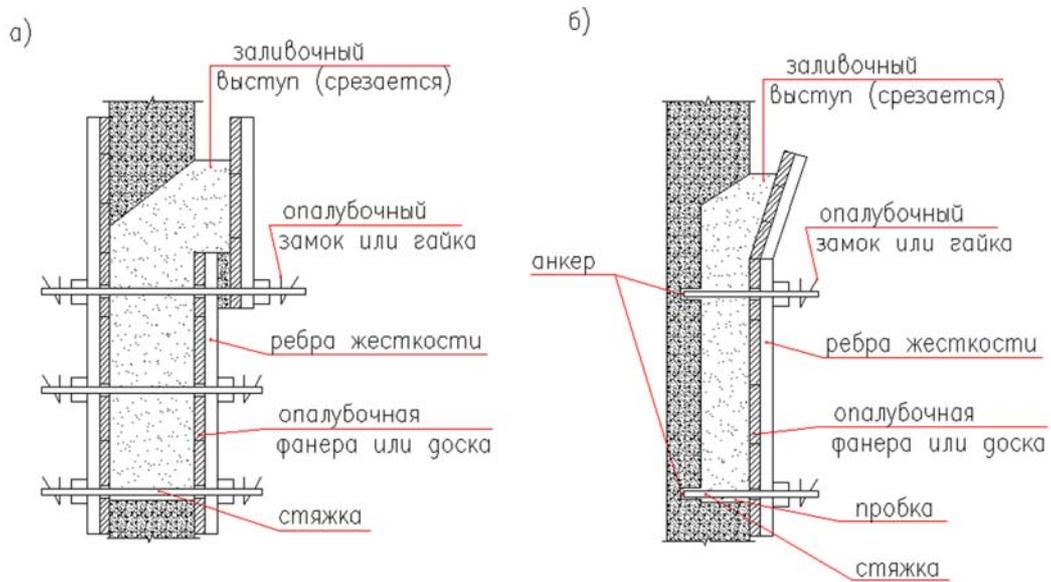
6.33. Опалубку надежно закрепляют. При устройстве и креплении опалубки необходимо учитывать внутреннее давление подвижного бетона или раствора, а также давление при подаче бетонной смеси.

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

6.34. 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).

6.35. 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 T6. 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 анкерования стяжки пробуривается сквозное отверстие. При этом следует учитывать, что выходное отверстие сопровождается выколом бетона, поэтому бурение отверстий следует производить с противоположной стороны конструкции.



*Рис. 17. Дощатая опалубка:
 а) двухсторонняя дощатая опалубка; б) односторонняя дощатая опалубка*

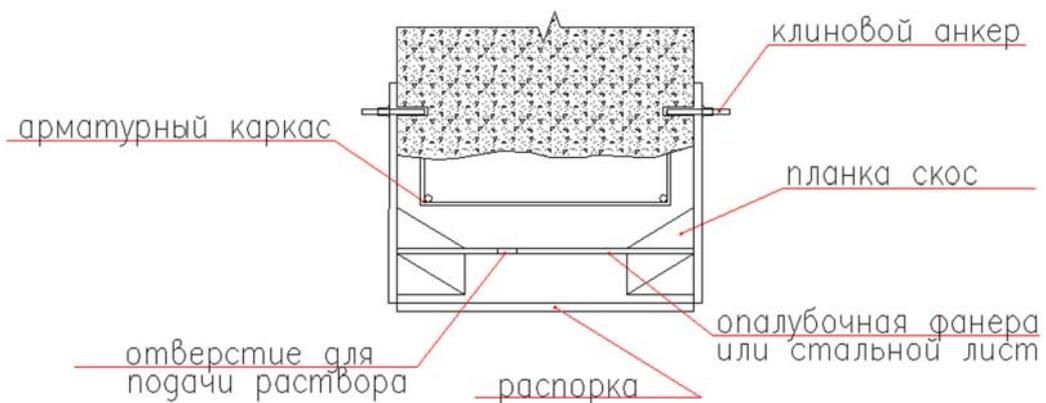


Рис. 18. Дощатая или фанерная передвижная опалубка

6.36. На неизвлекаемые 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.

6.37. Направляющие бруски или металлические профили устанавливаются 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.

6.38. 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.

6.39. 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 ЭМАКО вибрирование уложенного бетона или раствора не производят.

6.40. 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.

6.41. 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.

6.42. 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 ЭМАКО S 90.

6.43. Полости и пустоты в бетоне из-за зависания 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.

6.44. 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, ЭМАКО или эпоксидных смол.

6.45. 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.

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

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

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

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

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

6.51. 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 вдавливаясь в нижележащие слои.

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

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

6.54. 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.

6.55. 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 разделать и заполнять раствором с помощью инъецирования.

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

6.57. 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).

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

6.59. 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.

6.60. При использовании отечественных ремонтных составов, например, композиции ЦМИД адгезионную суспензию готовят из композиции ЦМИД-1, смешивая порошок ЦМИД-1 с водой в пропорции 1:2, и наносят на поверхность в виде жидкой суспензии.

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

6.62. Небольшие порции раствора готовят в ведре с помощью электродрели со специальной насадкой добиваясь при перемешивании однородной консистенции. Количество приготавливаемого раствора должно соответствовать объему, который можно нанести в течение 10 минут (для температур ниже плюс 20°С это время можно несколько увеличить).

Повторное затворение бетона после его приготовления не допускается.

Ремонт защитного слоя бетона эксплуатируемых конструкций

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

6.64. 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, ус-

тановленной в проекте производства ремонтных работ. На очищенной арматуре допускаются затемнения, но не должно быть рыхлых продуктов коррозии. Для ремонта рекомендуется использовать составы ЭМАКО.

6.65. 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.

6.66. 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.

6.67. 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).

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



Рис. 19. Бетонная опора, подготовленная к ремонту

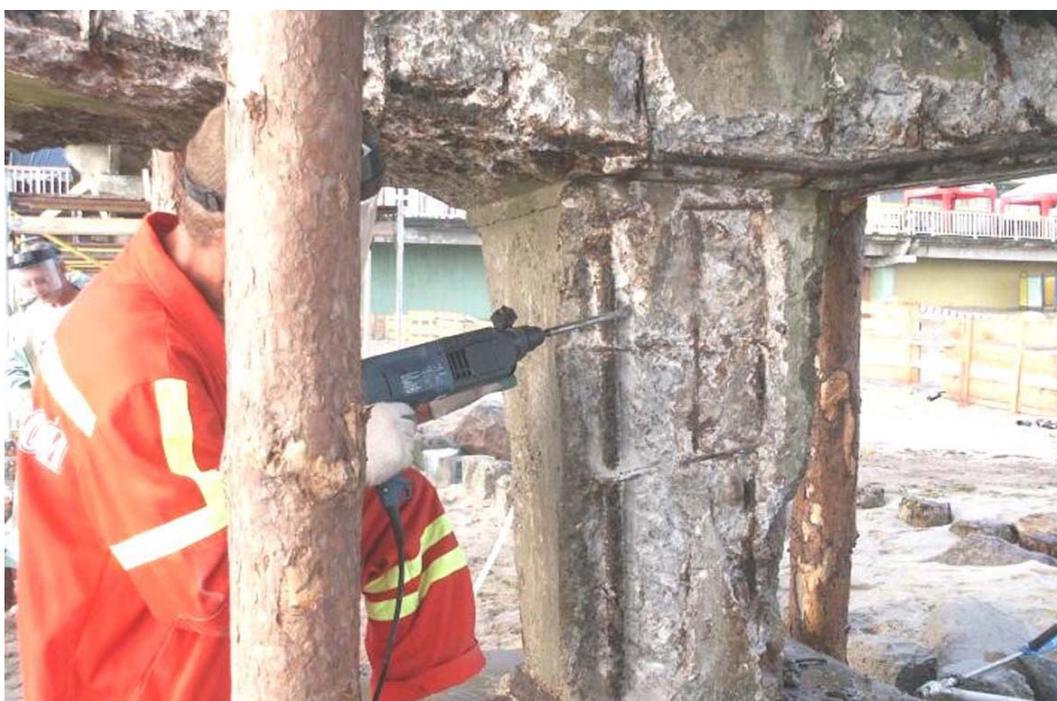


Рис. 20. Подготовка бетонной поверхности опоры с помощью перфоратора



Рис. 21. Очистка поверхности бетона помощью водопескоструйной установки



Рис. 22. Очистка поверхности с помощью пескоструйной установки

6.69. При эксплуатации железобетонных конструкций в среде с повышенной агрессивностью, перед восстановлением защитного слоя арматуру следует покрыть пленкой из материала МАСТЕРСИЛ 300. Этот двухкомпонентный материал подготавливается к применению путем смешения жидкой и порошкообразной составляющих и наносится в два слоя при температуре не ниже плюс 5°С.

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

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



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

6.71. 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 АП или АШ, 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.

6.72. 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).

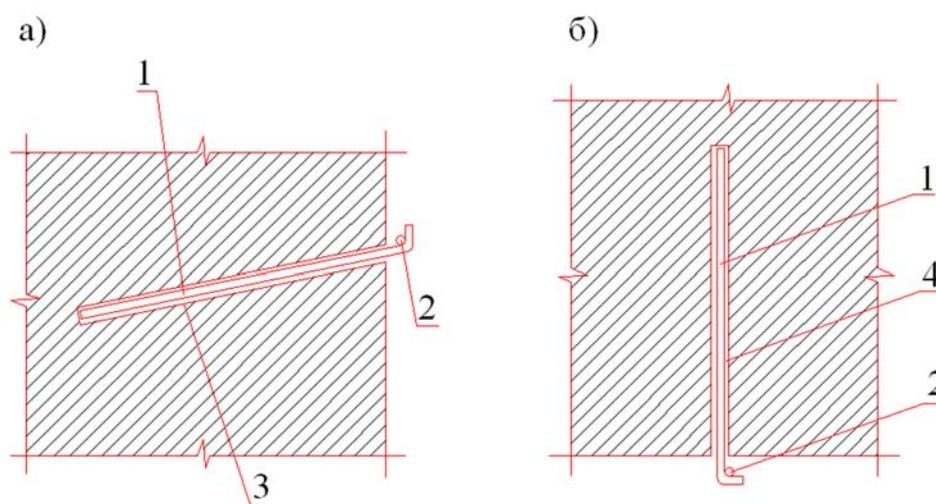


Рис. 24. Устройство анкеров для закрепления арматуры:
1 – анкер; 2 – арматура; 3 – раствор цемента МАКФЛОУ;
4 – бетон ЭМАКО S 90

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

6.74. 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.

6.75. 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.

6.76. 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 МАСТЕРСИЛ 300;
- дополнительное армирование ремонтной сеткой, если бетон удален на глубину более 5 см;
- 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 ЭМАКО S88C.

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

6.78. 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 МАКФЛОУ.

6.79. В случае ремонта подводных частей сооружения используют только специальные бетоны, заливаемые в опалубку (ЭМАКО S66, ЭМАКО S88, на цементе МАКФЛОУ); 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.

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 пространство

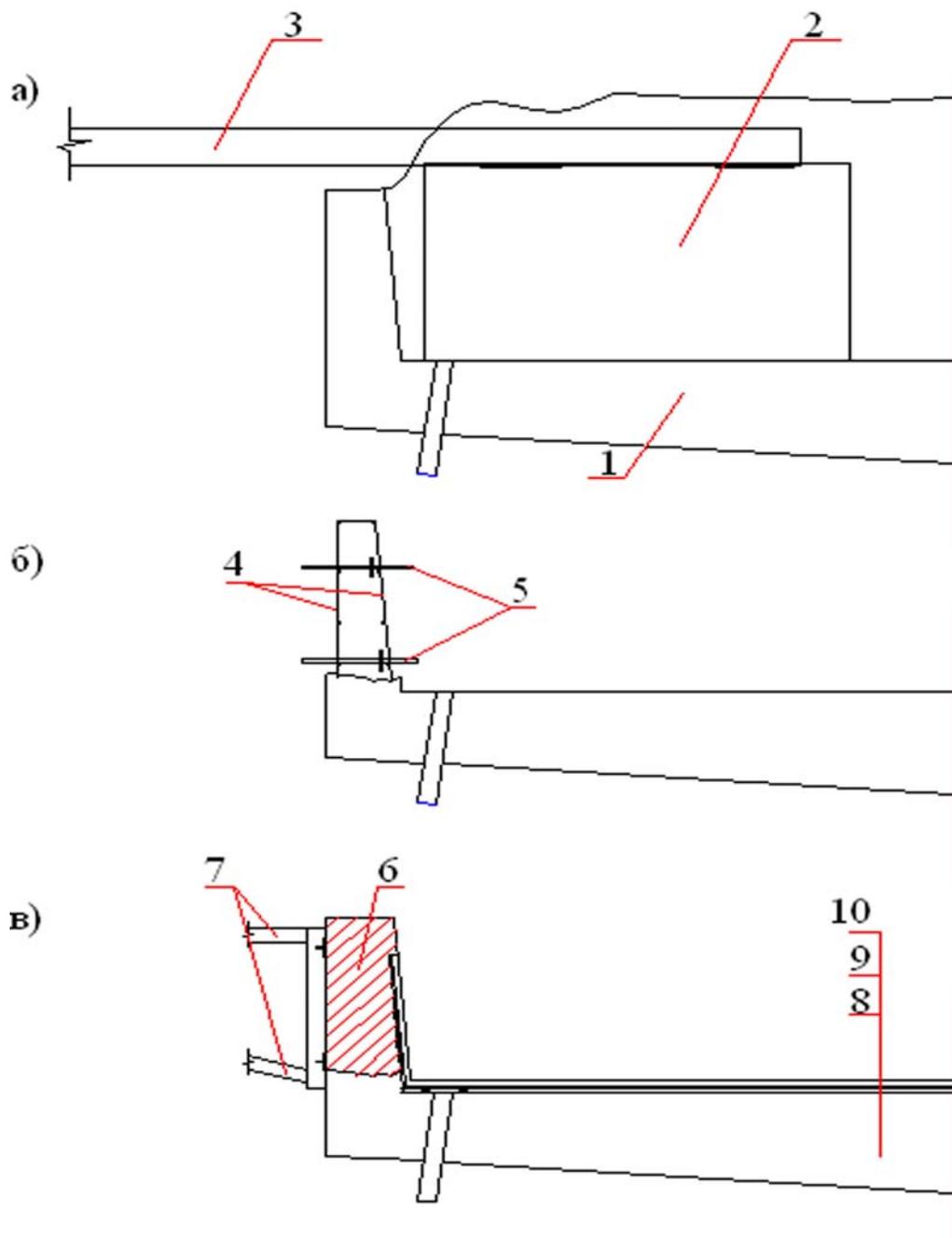


Рис. 28. Схема ремонта железобетонного балластного корыта:
 1 – существующая конструкция; 2 – железобетонный блок;
 3 – консольная балка; 4 – арматура; 5 – шпильки; 6 – бетона на
 цементе МАКФЛОУ; 7 – металлоконструкции тротуарной
 консоли; 8 – выравнивающий слой; 9 – рулонная гидроизоляция;
 10 – защитный слой

6.80. Открытые поверхности защитного слоя, выполненного из бетонов ЭМАКО или бетона на цементе МАКФЛОУ, должны поддерживаться в увлажненном состоянии в течение суток после их укладки.

Ремонт и защита эксплуатируемых конструкций с трещинами

6.81. 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.

6.82. 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.

6.83. 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).

6.84. 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.

6.85. 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.

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

ний с учетом величины раскрытия трещин, их количества и агрессивности окружающей среды.

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

6.88. 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) 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 ЭМАКО, выбирают разновидность материала в зависимости от положения поверхности конструкции, на которую выходит трещина, и других местных условий.

6.89. В бетонных конструкциях разделенные части «сшивают» устройством плоских анкеров, как это показано на рис.30. В качестве анкеров используют арматуру периодического профиля классов АП или АШ диаметром 10-12 мм. 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 ЭМАКО S 90.

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

6.90. При наличии глубоких трещин способы ремонта, описанные в предыдущих двух пунктах, следует сочетать с инъецированием в трещины суспензии цемента МАКФЛОУ.

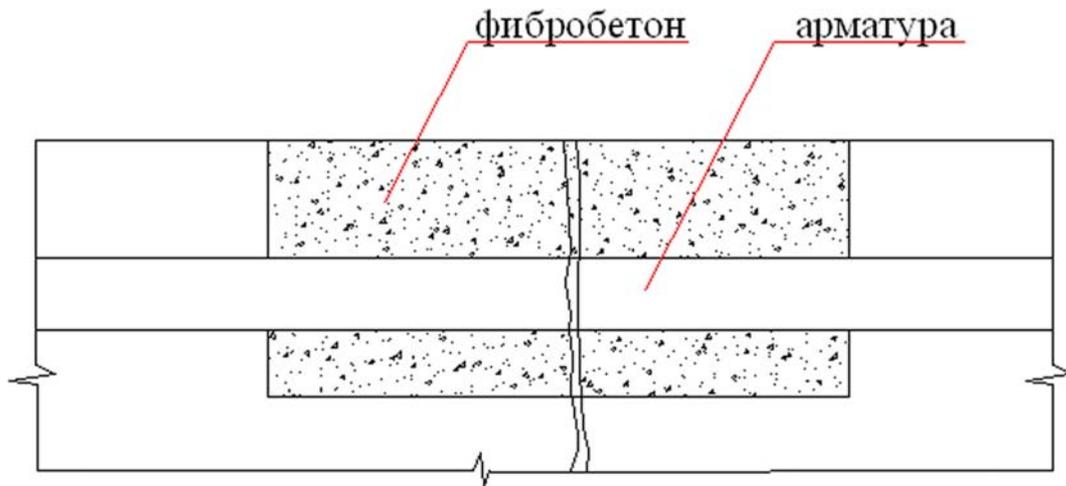


Рис. 29. Схема восстановления монолитности конструкций фибробетоном ЭМАКО:
 1 – фибробетон; 2 – арматура
 План

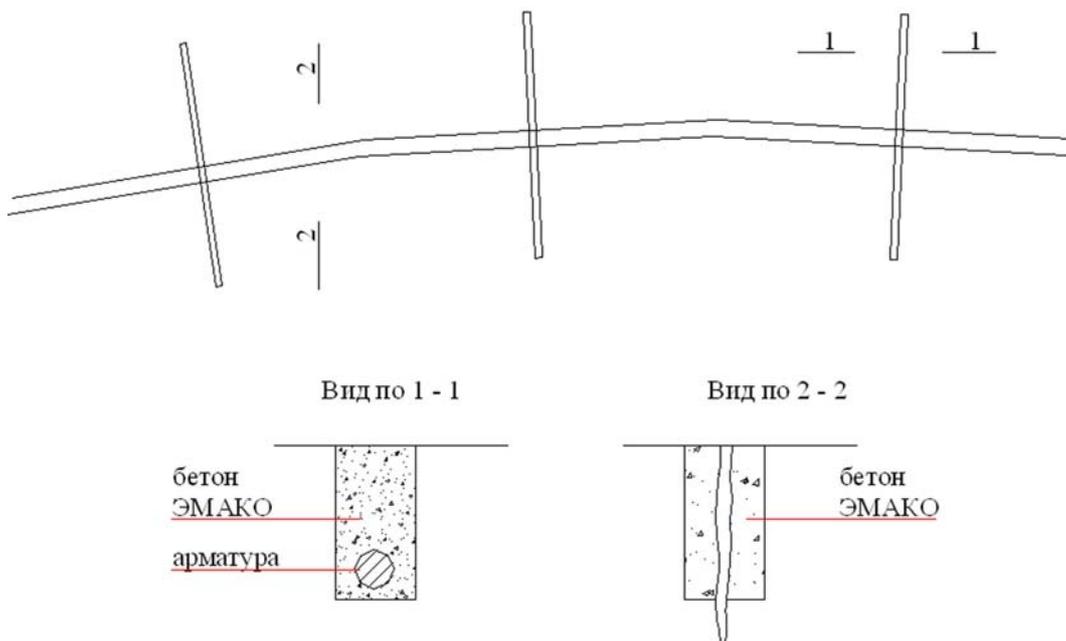


Рис.30. Схема восстановления монолитности бетонных и каменных конструкций:
 1 – арматура; 2 – бетон ЭМАКО

6.91. 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.

6.92. Эффективным материалом, отвечающим требованиям и рекомендациям предыдущего пункта, является МАСТЕРСИЛ 540.

Поверхность для нанесения состава МАСТЕРСИЛ 540 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°С. Между нанесением первого и второго слоев следует предусматривать разрыв во времени продолжительностью в одни сутки. Расход материала: 2,5-3,5 кг/м², толщина образуемой пленки – примерно 3 мм.

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

Внутренняя гидроизоляция трещин в эксплуатируемых конструкциях

6.94. В случае неактивной трещины вдоль ее устья в пределах защитного слоя бетона нарезают камеру и заполняют ее бетоном ЭМАКО 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 ЭМАКО S 90, при больших –

ЭМАКО S88C. Данное техническое решение используют преимущественно при неглубоких трещинах.

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

6.96. Если трещина носит активный характер, ее следует герметизировать как показано на рис.32. Рекомендуемые к применению герметизирующие мастики указаны в табл.19. 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.

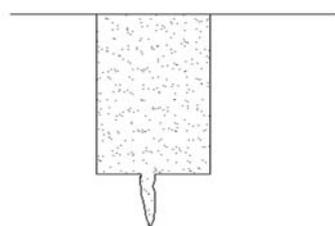


Рис. 31. Гидроизоляция неактивных трещин:

1 – бетон ЭМАКО S 90 или ЭМАКО S88C

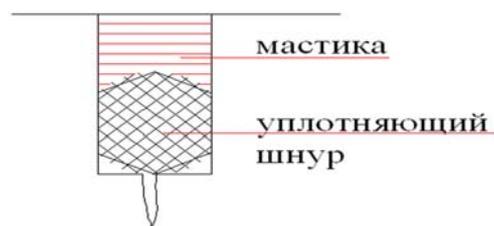


Рис. 32. Гидроизоляция активных трещин:

1 – мастика; 2 – уплотняющий шнур

6.97. При ремонте активных глубоких трещин рекомендуется использовать уплотнительные шнуры из синтетического материала вилотерм. 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 тре-

щин, ожидаемое изменение раскрытия которых не превышает 1,5 мм. При большей величине ожидаемых изменений ширину камеры увеличивают. При забивке уплотнительного шнура в камеру он деформируется; это следует учитывать при назначении глубины камеры. Ширине камеры 6 мм соответствует глубина 16-18 мм.

Таблица 19

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	
<p>Примечание. 1. Рекомендуется пластификация тиоколового герметика УТ-34 эпоксидной смолой ЭД-20, что повышает прочность материала в направлении ориентации трещин, делает его более хрупким и непрочным в перпендикулярном направлении и способствует образованию микропустот в герметике при его растяжении в трещине.</p> <p>2. Степень вязкости материала регулируется растворителем. В качестве растворителя могут применяться: ацетон, этилацетат, циклогексан, растворитель Р-5. Наиболее эффективным растворителем является смесь ацетона с циклогексаном в отношении 1:1.</p>		

6.98. 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 выдерживать давление раствора после его укладки (установка анкеров $L = 150$ мм через $0,4$ м в теле бетона на цементе МАКФЛОУ, монтаж листов опалубки, установка дополнительных связей);

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

Инъекционные работы

6.99. 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.

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

6.101. Работы по герметизации и инжецированию трещин следует производить при отсутствии динамических воздействий на ремонтируемую конструкцию.

6.102. При проведении инъекционных работ следует соблюдать требования по минимальной вязкости (по ВЗ-4) растворов в соответствии с данными, приведенными в табл.20.

6.103. Для инжецирования 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 20

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

6.104. 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.

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

6.106. 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.

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

6.108. 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.

6.109. Для инъектирования глубоких (более 45 см) трещин с раскрытием свыше 1,0 мм следует применять высоконапорную технологию нагнетания с использованием насосов, например, марок НШ-10 или НШ-32, предназначенных для перекачки масляных жидкостей.

6.110. Насос снабжают рукояткой, напорным шлангом с накидными гайками и закрепляют на подставке. На всасывающем

отверстии насоса устанавливают емкость для раствора, выполненную в виде воронки объемом 0,5-1 литр.

6.111. Штуцеры для высоконапорной технологии выполняют в виде металлических трубок с резьбой, устанавливаемых на клею в отверстия в бетоне, просверленные по длине трещины.

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

6.113. 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.

6.114. Снижение глубины заделки штуцера в бетон до значений 10 мм возможно путем его впрессовывания с клеем в отверстие. Для впрессовывания в отверстие штуцеры рекомендуются 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.

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

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

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

6.118. 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.

6.119. 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.

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

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

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

6.123. 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.

6.124. Инъектирование осуществляют по низконапорной или высоконапорной технологии (рис.33).

При низконапорной (до 0,3 МПа) технологии инъектирования производят наклейку штуцеров путем нанесения на контактируемую с бетоном поверхность основания штуцера быстросхватывающегося 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 шуцеров производят их герметизацию путем промазки по периметру зоны контакта оснований шуцеров с бетоном герметизирующей мастикой (рис.34).

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

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

6.126. После установки шуцеров производят визуальную проверку сообщаемости шуцера с трещиной воздухом, ацетоном или фуриловым спиртом по его выходу из остальных шуцеров, а затем герметизируют трещины между шуцерами.

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.

6.127. После установки шуцеров 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 шуцер одного из указанных веществ с визуальной фиксацией дефектных мест и их устранением.



Рис. 33. Инъектирование трещин по высоконапорной технологии



Рис. 34. Штуцера для низконапорной технологии инъектирования, наклеенные вдоль трещины

6.128. 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.

6.129. Инъекцирование 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. Инъекцирование ведут по схеме «от нижнего штуцера к верхнему» (относительно горизонта).

6.130. При высоконапорной технологии инъекцирования 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.

6.131. 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.

6.132. Для исключения образования в трещине воздушных пробок при перестановке напорного патрубка на очередной штуцер, перед продолжением нагнетания переставной напорный шланг должен быть заполнен инъекционным раствором.

6.133. 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 до-

пускается его прогрев горелкой при условии, чтобы открытое пламя не касалось уложенного пластыря.

6.134. 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.

6.135. 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.

6.136. 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.

6.137. 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.

6.138. Не снижая давления на напорном шланге, производят закрытие напорного штуцера путем его перегиба и обмотки вязальной проволокой. Обрезают напорный шланг со стороны насоса и переставляют его на следующий напорный штуцер.

6.139. 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.

6.140. В случае необходимости проведения пропитки полимеризующимися составами на полную глубину бетонных и желе-

зобетонных 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).

Производство ремонтных работ в холодный период года

6.141. При температуре окружающей среды ниже плюс 5°С производство ремонтных работ с использованием материалов, перечисленных в главе 4 настоящего Руководства, осуществляют в обогреваемых тепляках с обогревом поверхности ремонтируемой конструкции до температуры не ниже плюс 5°С.

6.142. Для удешевления ремонтных работ в холодный период года следует разрабатывать и использовать новые ремонтные материалы, обеспечивающие набор прочности твердеющим ремонтным составом при температурах от плюс 50°С до минус 5 ... 20°С.

6.143. По состоянию на середину 2005 г. для опытного применения при температуре наружного воздуха до минус 5°С с научным сопровождением ОАО ЦНИИС могут быть рекомендованы ремонтные материалы ЭМАКО ФАСТ ФАЙБЕР и ЭМАКО ФАСТ КОЛАБИЛЕ.

6.144. ЭМАКО ФАСТ ФАЙБЕР является безусадочной быстротвердеющей сухой бетонной смесью наливного типа, усиленной жесткой металлической фиброй.

Рекомендуется к применению при толщине наносимого слоя от 10 до 50 мм и температуре наружного воздуха и ремонтируемых конструкций до минус 5°С.

6.145. ЭМАКО ФАСТ ФАЙБЕР рекомендуется применять в тех случаях, когда скорость набора прочности (в том числе при низких температурах) и устойчивость к ударному воздействию являются требованиями первостепенного значения, так как высокое содержание углерода в металлической фибре обеспечивает высочайшую ударостойкость и способность противодействия к повторяющимся динамическим нагрузкам.

6.146. ЭМАКО ФАСТ ФАЙБЕР не содержит хлористых соединений и реакционной металлической пыли, обладает устойчи-

востью к сульфатам. Физико-механические характеристики этого ремонтного состава приведены в табл.21.

Таблица 21

*Физико-механические характеристики ремонтного состава
ЭМАКО ФАСТ ФАЙБЕР*

Наименование характеристик	Численные показатели		
	температура твердения, °С		
	-5	0	20
Прочность на сжатие, МПа:			
2 часа	10	15	25
3 часа	11	16	25
8 часов	15	25	40
24 часа	30	35	50
7 дней	60	60	60
28 дней	75	75	75
Прочность на растяжение при изгибе, МПа:			
1 день	15 МПа		
7 дней	20 МПа		
28 дней	35 МПа		
Модуль упругости, МПа	28000		
Адгезия к бетону, МПа	> 6		
Сцепление со сталью, МПа	> 25		

6.147. Ремонтный состав ЭМАКО ФАСТ ФАЙБЕР следует приготавливать в бетономешалках.

6.148. Опытное применение ремонтного состава ЭМАКО ФАСТ ФАЙБЕР для транспортных сооружений следует согласовать с ОАО ЦНИИС с обязательной проверкой состава на водонепроницаемость и морозостойкость. В последующем бетонную смесь следует сертифицировать.

6.149. Безусадочная быстротвердеющая сухая бетонная смесь наливного типа ЭМАКО ФАСТ КОЛАБИЛЕ рекомендуется для опытного применения на восстановление защитного слоя бетона при глубине ремонта от 10 до 55 мм при температуре от плюс 50°С до минус 5°С. Допускается к применению для замоноличивания стыков, закладных деталей и анкеров.

6.150. Бетонная смесь не содержит хлористых соединений и химически активной металлической пыли. Физико-механические характеристики ремонтного состава ЭМАКО ФАСТ КОЛАБИЛЕ приведены в табл.22.

Таблица 22

*Физико-механические характеристики ремонтного состава
ЭМАКО ФАСТ КОЛАБИЛЕ*

Наименование характеристик	Численные показатели		
	температура твердения, °С		
	-5	0	20
Прочность на сжатие, МПа:			
2 часа	5	10	15
3 часа	6	12	20
8 часов	15	20	25
24 часа	25	25	35
7 дней	55	55	60
28 дней	65	65	65
Прочность на растяжение при изгибе, МПа			
1 день	> 7 МПа		
7 дней	> 8 МПа		
28 дней	> 10 МПа		
Модуль упругости, МПа	29000 ± 2000		
Адгезия к бетону, МПа	> 6 МПа		
Сцепление со сталью, МПа	> 25 МПа		
Устойчивость к сульфатам	разрушений нет		

6.151. Перед использованием ремонтного состава основание должно быть обязательно увлажнено.

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.

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 построчной 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, воздухосодержания, 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 тепловлагозащитное покрытие, предварительно обернув в пленку формы со свежееотформованными образцами.

Формы с образцами следует хранить под тепловлагозащитным покрытием до момента испытаний. После снятия тепловлагозащитного покрытия оставшиеся контрольные образцы расплубливают и хранят до момента испытаний в нормальных условиях по ГОСТ 10180-90.

7.6. При ремонте конструкций особое место уделяют контрольным мероприятиям, направленным на предупреждение 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 «Трансстрой», 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 ± 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 20 кг/см².

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 инъецирования путем отбора кернов нормально заинъецированными считаются трещины, в которые полимерный раствор проник на глубину не менее чем на 65% их глубины или не менее толщины защитного слоя бетона.

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
1. Трещины конструктивного происхождения			
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 элементах, 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 ₂₈).	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
1. Трещины конструктивного происхождения			
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 вутов 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 требования 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 Затруднено соблюдение требований о недопустимости касания виброулавочной арматурного каркаса и опалубки; образование щебенистости и зон отрыва защитного слоя
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	Образование трещин в углах стен и перекрытий на стадии строительства и эксплуатации; углубляет трещинообразование от технологических факторов

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
1. Трещины конструктивного происхождения			
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	Увеличение растягивающих напряжений в бетоне при остывании конструкции, если КТЛР арматуры выше КТЛР бетона
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 цементов, 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
2. Организационные причины возникновения трещин			
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
3. Организационно-технологические причины			
13.	Неоптимальное бетонирование по элементам	Нет учета условий загрузки 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
3. Организационно-технологические причины			
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 забетонированных 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 обогрева основания и ранее забетонированных участков сложно обеспечить допустимую 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 конструкции 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
3. Организационно-технологические причины			
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>	<p>Вертикальные трещины в стенах и трещины в перекрытии, перпендикулярные оси тоннеля</p> <p>Щебенистость из-за перевибрирования смеси</p>
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
4. Элементы неизученности			
22.	Отсутствие данных о влиянии перееармирования на трещиностойкость	Отсутствие финансирования научных разработок	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
5. Состояние нормативной базы и недостаточная комплексность системы управления качеством			
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 полимербетона 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.Веденева, Санкт-Петербург, 1998.
6. Композиция «ЦМИД» для приготовления ремонтных составов. ТУ 5775-001-00112 9716-98. ВНИИГ им.Веденева, 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. Рекомендации по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций полимерными составами. НИИЖБ Госстроя СССР, М., 1986.
13. Рекомендации по применению защитно-конструкционных полимеррастворов при реконструкции и строительстве гражданских зданий. НИЛЭП ОИСИ, М., 1986.
14. Рекомендации по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами. ТбилЗНИИЭП Госкомархитектуры. М., 1990.
15. Гормост. Рекомендации по устранению дефектов и повреждений железобетонных конструкций. М., Гормост, 1991.