ООО «МБС Строительные системы»

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению специальных бетонов при ремонте бетонных и железобетонных сооружений водного транспорта

Издание четвертое, переработанное и дополненное

Москва 2022

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор ООО
«МБС Строительные системы»
С.А. Ветлов

РЕКОМЕНДАЦИИ
по применению специальных бетонов при ремонте бетонных и железобетонных сооружений водного транспорта

Издание четвертое, переработанное и дополненное

СОГЛАСОВАНО:
Начальник Управления
внутреннего водного транспорта
Росморречфлота
А.В. Клюкин

Директор
ООО «ССМ»
Ю.А. Хазов

Генеральный директор
ООО «СибПроектСтрой»
Н.В. Югова

Генеральный директор
ООО ИПС «Гидротехпроект»
И.А. Попов

Москва 2022 г.

Рекомендации разработаны с целью обеспечения высокого качества ремонта бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений водного транспорта (судоходных, портовых и др.) на основе применения материалов и технологий, отвечающих передовому мировому уровню.

Большинство рекомендуемых материалов производится на заводе ООО «МБС Строительные системы» в Московской области, некоторые материалы производятся на заводах в европейских странах и поставляются в Россию ООО «МБС Строительные системы».

Четвертая редакция Рекомендаций разработана с учетом накопленного опыта применения предлагаемых материалов и технологий при ремонте объектов водного транспорта.

Рекомендации разработаны специалистами ООО «ЭЦБ ГТС «Гидротехэкспертиза» (к.т.н. В.А. Есиновский, к.т.н. С.В. Языков, И.Р. Медведкина, А.В. Муравьев, Е.Н. Оверченко) совместно со специалистами ООО «МБС Строительные системы» (А.Р. Пан, Д.Н. Лупанов, М.В. Смирнов, Д. Рыжов, Д.В. Лыков, А.А. Рокотянский, М.Н. Вахтин, Р.О. Вязовых, М.В. Ледина), ООО СК «Уралсантехремстрой» (к.т.н. Е.В. Луцик), ООО «Международные строительные системы» (В.А. Максимов).

Первая редакция Рекомендаций была разработана под руководством д.т.н. О.Н. Тоцкого

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр

1 Общие положения ……. 4
2 Ремонт бетонных и железобетонных конструкций…… 7
2.1 Материалы для ремонта бетонных и железобетонных конструкций …….. 7
2.2 Подготовка бетонных и железобетонных конструкций к нанесению (укладке) ремонтного состава и выбор типа ремонтного состава ……. 18
2.3 Ремонт конструкций с локальными повреждениями…….. 20
2.4 Ремонт конструкций с крупномасштабными повреждениями……. 23
2.5 Схемы крепления опалубки и укладки ремонтной бетонной смеси…… 25
2.6 Заделка трещин …….. 29
2.7 Ремонт деформационных швов ……..... 37
2.8 Ремонт внутренних повреждений монолитных конструкций инъектированием …… 41
2.9 Ремонт конструкций под водой …… 45
2.10 Закрепление арматурных стержней и шпилек с помощью химических анкеров …… 47
3 Вторичная защита и гидроизоляция бетонных и железобетонных конструкций …….. 50
3.1 Материалы для вторичной защиты и гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций …….. 50
3.2 Технология применения материалов вторичной защиты и гидроизоляционных материалов …… 52
4 Контроль качества работ ……. 54
5 Техника безопасности …….. 56

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство содержит указания по ремонту специальными ремонтными материалами бетонных и железобетонных конструкций сооружений водного транспорта: шлюзов, плотин, насосных станций, причалов, набережных, гидротехнических сооружений судостроительных и судоремонтных предприятий, а также зданий и сооружений инфраструктуры.

1.2. К специальным ремонтным материалам относятся:

- растворные ремонтные смеси MasterEmaco® – сухие смеси, содержащие заполнитель крупностью до 3 мм;
- бетоны, изготавливаемые из сухой тонкодисперсной ремонтной расширяющейся смеси MasterEmaco® A 640 и местных инертных материалов;
- составы для ухода за свежеуложенным бетоном MasterKure®;
- защитные покрытия для бетонных поверхностей MasterProtect® и арматуры MasterEmaco® P 5000 AP;
- составы для устранения протечек, гидроизоляции бетона, заполнения деформационных швов и активных трещин MasterSeal® ;
- материалы для инъекционных работ на основе акрилатов и полиуретановых смол MasterRoc® и MasterInject®, эпоксидных смол MasterInject®.

1.3. Опыт выполнения ремонтов обычными бетонами и растворами показал, что через небольшой период времени начинается отторжение нанесенного состава. Это связано с тем, что обычные бетоны не сочетают пластичность и безусадочность, чем и обусловлена необходимость применения специальных бетонов.

Если ремонт выполнен обычной жесткой бетонной смесью, на шероховатой поверхности остаются незаполненные полости (рисунок 1.1.а), что уменьшает площадь контактной поверхности, а также способствует отторжению ремонтного слоя вследствие попадания в полости воды и последующего ее замерзания-оттаивания. При ремонте обычной пластичной бетонной смесью возникают усадочные трещины, также ведущие к разрушению ремонтного слоя (рисунок 1.1.б). Кроме того, обычные бетоны не обладают достаточной адгезией к бетону ремонтируемой конструкции, что является одним из наиболее важных факторов, влияющих на долговечность отремонтированной конструкции.

Специальные ремонтные растворные и бетонные смеси, приготавливаемые из сухих смесей MasterEmaco®, и бетонные смеси на тонкодисперсной ремонтной расширяющейся смеси MasterEmaco® A 640 сочетают безусадочность, пластичность, повышенную адгезию к ремонтируемому бетону и имеют тот же коэффициент температурного расширения, что и обычные бетоны. Это позволяет избежать при ремонте негативных последствий, характерных для случаев применения обычных бетонных смесей (рисунок 1.1.в). Кроме того, их характеризует быстрый набор прочности, повышенные прочностные и другие характеристики.

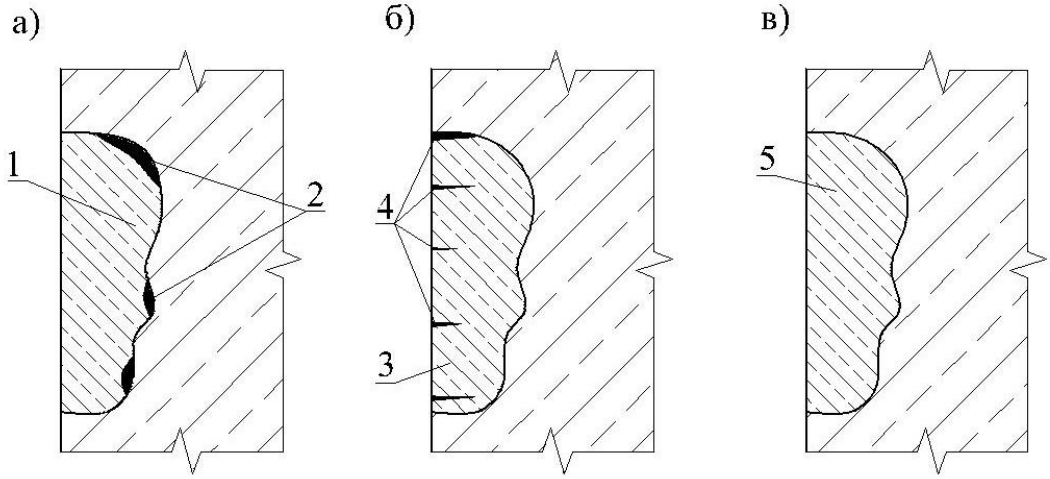

Рисунок 1.1 – Ремонт повреждения различными бетонными смесями: а) обычной жесткой бетонной смесью, б) обычной пластичной бетонной смесью, в) специальной пластичной безусадочной ремонтной бетонной смесью
1 – обычный жесткий бетон, 2 – полости, 3 – обычный пластичный бетон, 4 - усадочные трещины, 5 – специальный пластичный безусадочный ремонтный бетон

1.4. При выполнении работ с использованием специальных ремонтных материалов следует руководствоваться главой СП 48.13330.2019 «Организация строительства» (актуализированная редакция СНиП 12-01-2004), ведомственными нормами и инструкциями, а также технологическими картами и регламентами производителя сухих ремонтных смесей.

1.5. Ремонт сооружений должен осуществляться по проекту, а проект – основываться на данных обследования, выполненного специализированной организацией, и в соответствии с указаниями, приведенными в следующих нормативных документах:

- СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения»;
- СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»;
- СП 41.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений»;
- СП 40.13330.2012 «Плотины бетонные и железобетонные»;
- СП 102.13330.2012 «Туннели гидротехнические»;
- СП 80.13330.2016 «Гидротехнические сооружения речные»;
- СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
- СП 72.13330.2016 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии».

Примечание. Указаны нормативные документы, включенные в перечень действующих в РФ по состоянию на 01.01.2022 г.

1.6. Материалы обследования должны содержать данные, необходимые для разработки проекта ремонта. В эти материалы, в первую очередь, входят:

- оценка степени агрессивности среды эксплуатации по отношению к материалам конструкции;

- данные о фильтрации воды через трещины, деформационные и строительные швы;
- оценка прочности и пористости бетона;
- картограммы дефектов и повреждений с указанием глубины и площади повреждений бетона (значения разницы проектного положения поверхности конструкции и границы неослабленного материала с прочностью не менее 15 МПа);
- характер коррозии арматуры и уменьшение ее сечения;
- степень коррозии закладных деталей и анкеров.

1.7. При выборе ремонтного материала, помимо перечисленных в п.1.6 данных обследования, следует учитывать:

- условия эксплуатации (температурный режим, влажность среды, динамические воздействия);
- эстетические требования;
- расположение и доступность конструкции;
- совместимость материалов (основание и ремонтный состав);
- возможность и необходимость проведения работ над/под водой, без/под напором;
- температурный режим воздуха и конструкций в период проведения ремонтных работ;
- объем подлежащих выполнению работ;
- ограничения по времени производства работ (технологические окна).

1.8. Проект ремонта должен содержать указания о способах его выполнения и применяемых ремонтных составах. Основные положения выбора способа ремонта и ремонтных составов:

- если толщина ремонтного слоя, наносимого на конструкции, не превышает 100 мм, следует применять готовые растворные ремонтные смеси в соответствии с таблицей 2.1;
- готовые растворные ремонтные смеси предпочтительны также в случаях малых объемов работ и труднодоступности места их проведения;
- при применении ремонтных смесей наливного типа при толщине ремонтного слоя более, чем указано в табл. 2.1, рекомендуется добавлять в них 30% (от сухой массы смеси) щебня крупностью 5-10 мм (в соответствии с ГОСТ 8267-93);
- при толщине ремонтного слоя от 40 до 150 мм, а при большей – при добавлении щебня, возможно применение бетона из сухой смеси MasterEmaco® S 105 PG;
- при толщине ремонтного слоя более 150 мм рекомендуется применять бетон, приготавливаемый из местных инертных материалов и тонкодисперсной расширяющейся смеси MasterEmaco® A 640;
- при ремонте горизонтальных поверхностей используют, преимущественно, наливные смеси или бетоны;
- если ремонту (при толщинах ремонтного слоя до 100 мм) подлежат вертикальные, потолочные и наклонные поверхности, то могут применяться как

наливные смеси или бетоны (с использованием опалубки), так и тиксотропные смеси, наносимые набрызгом или методом оштукатуривания (вручную кельмой, либо с помощью растворонасоса);

- при потере площади сечения арматуры вследствие коррозии в пределах от 5% до 10%, ремонт целесообразно осуществлять, используя фибронаполненные смеси, компенсирующие снижение несущей способности арматуры;
- если снижение площади сечения арматуры превышает 10%, следует предусматривать дополнительное армирование;
- перед укладкой ремонтного состава должны быть выполнены следующие работы: очистка поверхности бетона с целью определения характера повреждений (при необходимости); оконтуривание зоны повреждения (при необходимости, в зависимости от схемы ремонта); удаление ослабленного бетона с приданием поверхности шероховатости; обеспыливание поверхности бетона; насыщение бетонной поверхности водой перед нанесением ремонтного состава; удаление излишков воды с поверхности;
- вырубка ослабленного бетона (прочностью менее 15 МПа) на крупномасштабном участке бетонирования ремонтируемой конструкции осуществляется захватками; габариты захваток определяются расчетом ослабленного с учетом вырубки сечения конструкции по I-ой и II-ой группам предельных состояний;
- укладка ремонтных составов при ремонте крупномасштабных повреждений бетона осуществляется отдельными участками – блоками бетонирования;
- при глубине повреждения до 15 см высота блока бетонирования не должна превышать 1,5 м; при глубине повреждения более 15 см высота блока бетонирования не должна превышать 3,0 м;
- максимальная длина блока бетонирования при ремонте крупномасштабных повреждений бетона не должна превышать 3,0 м;
- способ заделки трещин определяют в зависимости от их характеристик: глубина, величина раскрытия, активность, присутствие фильтрации.

2 РЕМОНТ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

2.1 Материалы для ремонта бетонных и железобетонных конструкций.

2.1.1. Сухие ремонтные смеси для приготовления наливных безусадочных растворов и бетонов:

- MasterEmaco® S 466. Имеет максимальную крупность заполнителя 10 мм, содержит полимерную фибру, предназначена для ремонтных слоев толщиной от 40 до 100 мм;

- MasterEmaco® S 488 PG. Имеет максимальную крупность заполнителя 3.0 мм, содержит полимерную фибру, предназначена для ремонтных слоев толщиной от 20 до 40 мм. При добавлении в сухую смесь 30% промытого

гранитного щебня фракции 5-10 или 5-20 М1000 (в зависимости от густоты армирования) по отношению к массе сухой смеси толщина ремонтного слоя может быть увеличена до 400 мм;

- MasterEmaco® S 105 PG. Применима для ремонта конструкций из бетона классом не выше В30. Имеет максимальную крупность заполнителя 3мм, предназначена для ремонтных слоёв толщиной от 40 до 150 мм. При добавлении в сухую смесь 30% промытого гранитного щебня фракции 5-10 или 5-20 М1000 (в зависимости от густоты армирования) по отношению к массе сухой смеси максимальная толщина ремонтного слоя не ограничена (по согласованию проектной организацией и производителя материала).

Физико-механические и технологические характеристики наливных смесей приведены в таблице 2.1. Повышенная подвижность смесей обеспечивает их укладку без применения виброуплотнения, в том числе при густом армировании конструкции.

2.1.2. Сухие ремонтные смеси для приготовления тиксотропных безусадочных растворов:

- MasterEmaco® S 488. Имеет максимальную крупность заполнителя 2,5 мм, содержит полимерную фибру, предназначена к применению в слоях толщиной от 20 до 40 мм (при необходимости получения большей толщины этот материал наносят в два и более слоев);

Таблица 2.1 – Характеристики наливных ремонтных смесей MasterEmaco® (согласно СТО 70386662-010-2021)

Наименование показателя	S 466	S 488 PG	S 105 PG
Физико-механические характеристики			
Прочность на сжатие через 1 сутки, МПа	≥28	≥30	≥15
Прочность на сжатие через 28 суток, МПа	≥60	≥60	≥45
Прочность на растяжение при изгибе через 1 сутки, МПа	≥4	≥5	≥3
Прочность на растяжение при изгибе через 28 суток, МПа	≥8	≥8	≥6
Сцепление с бетонным основанием через 28 суток, МП	≥2,5	≥2,5	≥1,5
Марка по морозостойкости, не менее	F_1 1000 F_2 300	F_1 1000 F_2 300	F_1 600
Коэффициент сульфатостойкости (365 дней), %	≥0,9	≥0,9	≥0,9
Марка по водонепроницаемости	≥ W16	≥ W16	≥W10
Расширение в ограниченном состоянии, %	0,05-0,09	0,05-0,09	≤0,05
Технологические характеристики			
Максимальная крупность заполнителя, мм	10	2,5	3
Толщина укладываемого слоя, мм	40-100	20-40	40-200
Сохраняемость подвижности, мин	≥30	≥30	≥30
Подвижность растворной смеси по расплыву конуса, мм		260 - 290	≥260
Подвижность бетонной смеси по осадке конуса, мм	210-260		
Расход материала, кг/м^3	2250	2000	2100

- MasterEmaco® S 488 CI имеет максимальную крупность заполнителя 3 мм, содержит полимерную фибру и ингибитор коррозии, предназначена к применению в сильноагрессивных условиях, наносится слоем толщиной от 20 до 50 мм (при необходимости получения большей толщины этот материал наносят в два и более слоев);

- MasterEmaco® N 900. Имеет максимальную крупность заполнителя 0,63 мм, содержит полимерную фибру, наносится слоем толщиной от 3 до 20 мм;

- MasterEmaco® N 310. Имеет максимальную крупность заполнителя 0,63 мм, содержит полимерную фибру, наносится слоем толщиной от 3 до 30 мм;

- MasterEmaco® S 5400. Имеет максимальный размер заполнителя 3 мм, содержит полимерную фибру, наносится слоем толщиной от 5 до 50 мм (при необходимости получения большей толщины этот материал наносят в два и более слоев).

Физико-механические и технологические характеристики тиксотропных ремонтных смесей приведены в таблице 2.2. Повышенная связность в массе позволяет наносить их набрызгом при потерях, не превышающих 5%.

Таблица 2.2 – Характеристики тиксотропных ремонтных смесей MasterEmaco® (согласно СТО 70386662-010-2021, СТО 70386662-019-2021)

Наименование показателя	S 488	N 900	N310	S 5400	S 488CI
Физико-механические характеристики					
Прочность на сжатие через 1 сутки, МПа	≥30	≥10	≥8	≥18	≥30
Прочность на сжатие через 28 суток, МПа	≥60	≥40	≥33	≥60	≥65
Прочность на растяжение при изгибе через 1 сутки, МПа	≥5	-	-	≥5	≥5
Прочность на растяжение при изгибе через 28 суток, МПа	≥8	-	-	≥8	≥8
Сцепление с бетонным основанием через 28 суток, МП	≥2,5	≥1,5	≥1,5	≥2,0	≥2,5
Морозостойкость в солях, число циклов	F_1 1000 F_2 300	F_1 300	F_1 300	F_1 1000 F_2 300	F_1 1000 F_2 300
Коэффициент сульфатостойкости (365 дней), %	≥0,9	≥0,9	-	≥0,9	≥0,9
Марка по водонепроницаемости	≥ W16	≥W12	≥W8	≥W16	≥W18
Расширение в ограниченном состоянии, %	0,05-0,09	-	0,05	-	
Технологические характеристики					
Максимальная крупность заполнителя, мм	3,0	0,63	0,63	3,0	3,0
Толщина наносимого слоя, мм	20-40	3-20	3-30	5-50	20-50
Сохраняемость подвижности, мин	≥30	≥30	≥30	≥30	≥30
Подвижность растворной смеси по расплыву конуса, мм	150-180	180-200	180-200	165-180	150-180
Расход материала, кг/м^3	2000	1500	2000	2000	2000

2.1.3. Сухие ремонтные смеси для приготовления безусадочных фиброрастворов и фибробетонов:

- MasterEmaco® S 540 FR. Имеет максимальную крупность заполнителя 3 мм, содержит полимерную и стальную, латунизированную / оцинкованную фибру, предназначена для приготовления наливных растворных смесей и бетонов (при добавлении щебня), укладывается слоем толщиной от 20 до 60 мм, при добавлении в сухую смесь 30% промытого гранитного щебня фракции 5-10 или 5-20 М1000 (в зависимости от густоты армирования) по отношению к массе сухой смеси толщина ремонтного слоя может быть увеличена.

- MasterEmaco® S 550 FR. Имеет максимальную крупность заполнителя 3 мм, содержит полимерную и гибкую хром-никелевую фибру, предназначена для приготовления наливных растворных смесей и бетонов (при добавлении щебня), укладывается слоем толщиной от 20 до 60 мм, при добавлении в сухую смесь 30% промытого гранитного щебня фракции 5-10 или 5-20 М1000 (в зависимости от густоты армирования) по отношению к массе сухой смеси толщина ремонтного слоя может быть увеличена.

- MasterEmaco® S 560 FR. Имеет максимальную крупность заполнителя 2,5 мм, содержит полимерную и гибкую хром-никелевую фибру, предназначена для приготовления тиксотропных растворных смесей, наносится слоем толщиной от 20 до 60 мм.

Физико-механические и технологические характеристики указанных фибросмесей представлены в таблице 2.3. Применение металлической фибры не накладывает ограничений на использование для перекачки бетононасосов с гибкими шлангами.

Таблица 2.3 - Характеристики фибросмесей MasterEmaco®
(согласно СТО 70386662-010-2021)

Наименование показателя	S 540 FR	S 550 FR	S 560 FR
Физико-механические характеристики			
Прочность на сжатие через 1 сутки, МПа	≥30	≥25	≥25
Прочность на сжатие через 28 суток, МПа	≥60	≥60	≥60
Прочность на растяжение при изгибе через 1 сутки, МПа	≥25	≥8	≥8
Прочность на растяжение при изгибе через 28 суток, МПа	≥15	≥12	≥12
Сцепление с бетонным основанием через 28 суток, МПа, не ниже	≥2,5	≥2,5	≥2,5
Морозостойкость в солях, число циклов, не менее	F_1 1000 F_2 300	F_1 1000 F_2 300	F_1 1000 F_2 300
Коэффициент сульфатостойкости, не ниже	≥0,9	≥0,9	≥0,9
Водонепроницаемость, атм., не ниже	≥ W16	≥ W16	≥ W16
Расширение в ограниченном состоянии, %		0,05-0,09	0,05-0,09
Технологические характеристики			
Максимальная крупность заполнителя, мм	3	3	3
Сохраняемость подвижности, мин	≥30	≥30	≥30
Подвижность растворной смеси по расплыву конуса, мм	190-210	225 – 245	175 - 195
Расход материала, кг/м^3	2000	2150	1850

2.1.4. Ремонтные смеси и фибросмеси, указанные в п. 2.1.1. - 2.1.3, предназначены к применению при температурах от $+5^0$ до $+35^0$С. При необходимости их использования вне этого диапазона температур должны предусматриваться соответствующие мероприятия. Так, в случае более низкой температуры следует устраивать тепловой контур, в котором поддерживать положительную температуру, использовать для затворения подогретую воду (не выше 45^0С), хранить мешки с сухой смесью в теплом помещении, укрывать уложенный состав теплоизоляционным материалом и т.д.

Затворение сухих смесей водой, как правило, должно производиться в течение 3-4 минут; смешение вручную или в смесителях гравитационного типа не допускается. Объем одновременно перемешиваемого состава зависит от производительности и вида используемого оборудования.

Пластичность растворной (бетонной) смеси после смешения сохраняется не менее 30 минут. Укладывать ее следует на подготовленную, как указано в подразделе 2.2, поверхность. После укладки следует защитить ремонтный состав от потери влаги в результате испарения в течение одних-двух суток, в зависимости от температуры окружающей среды. С этой целью рекомендуется наносить на его поверхность пленкообразующий состав MasterKure 216WB (на основе парафинов) или MasterKure 220WB (водная полимерная дисперсия). В случае, если на ремонтный состав будет наноситься защитное покрытие или еще один слой ремонтного состава, остатки пленкообразующего материала доложены быть удалены с конструкции при помощи водоструйной установки или механическим способом.

2.1.5. Сухие ремонтные смеси для приготовления безусадочных сверхбыстротвердеющих растворов и бетонов, применение которых допускается при отрицательной температуре:

- MasterEmaco® T 1200 PG. Имеет максимальную крупность заполнителя 3 мм, содержит полимерную фибру, предназначена для приготовления наливных растворных смесей, укладывается слоем толщиной от 20 до 100 мм при температуре -10°С, и от 10 до 60 мм при +30°С. При добавлении в сухую смесь 30% по отношению к массе сухой смеси промытого гранитного щебня фракции 5-10 или 5-20 М1000 (в зависимости от густоты армирования) толщина ремонтного слоя может быть увеличена;

- MasterEmaco® T 1400 FR. Имеет максимальную крупность заполнителя 3 мм, содержит полимерную и жесткую, защищенную от коррозии металлическую фибру, предназначена для приготовления наливных растворных смесей, укладывается слоем толщиной от 10 до 100 мм при температурах от -10°С до +30°С. При добавлении в сухую смесь 30% по отношению к массе сухой смеси промытого гранитного щебня фракции 5-10 или 5-20 М1000 (в зависимости от густоты армирования) толщина ремонтного слоя может быть увеличена;

- MasterEmaco® T 1100 TIX. Имеет максимальную крупность заполнителя 3 мм, содержит полимерную фибру, предназначена для приготовления тиксотропных растворных смесей, наносится слоями толщиной от 20 до

100 мм при -10°С, и от 10 до 60 мм при +30°С. За один приём на вертикальных и потолочных поверхностях допускается наносить слой до 50 мм.

При использовании материалов MasterEmaco® T 1200 PG, MasterEmaco® T 1400 FR, MasterEmaco® T 1100 TIX в качестве ухода за ними запрещается использовать воду и влажную мешковину. Необходимо использовать пленкообразующие материалы MasterKure 216WB или MasterKure 220WB.

Физико-механические и технологические характеристики сверхбыстротвердеющих растворных смесей представлены в таблице 2.4.

Сверхбыстротвердеющие растворные и бетонные смеси, перечисленные в п. 2.1.5, находят применение при выполнении ремонта в аварийных условиях, в кратковременные перерывы технологических процессов, при низких температурах. Основная особенность, которую следует учитывать при их использовании – непродолжительный срок сохранения удобоукладываемости.

Сверхбыстротвердеющие смеси перемешивают с водой затворения не менее 4 минут (в зависимости от выбранной смеси, в соответствии техническим описанием и паспортом качества), после чего массу следует сразу укладывать. Схватывание начинается через несколько минут после укладки. Ремонтные смеси данной серии также имеют летние версии, которые характеризуются увеличенным временем сохранения удобоукладываемости.

Таблица 2.4 – Характеристики сверхбыстротвердеющих растворных смесей серии MasterEmaco® (согласно СТО 70386662-010-2021)

Наименование показателя	T 1200 PG	T 1400 FR	T 1100 TIX
Физико-механические характеристики			
Прочность на сжатие при +20°С, МПа			
2 часа	25	30	20
4 часа	35	40	30
1 сутки	45	50	40
28 суток	70	80	60
Прочность на растяжение при изгибе, МПа			
2 часа	3,5	10	3
4 часа	4,5	12	4
1 сутки	6,0	14	5
28 суток	9,0	16	8
Прочность сцепления с бетоном, МПа, 24 часа	2,5	2,5	2,5
Морозостойкость в солях, число циклов, не менее	F_1 600 F_2 200	F_1 600 F_2 200	F_1 600 F_2 200
Водонепроницаемость, атм., не ниже	≥ W16	≥ W16	≥ W16
Коэффициент сульфатостойкости (365 дней), %	≥0,9	≥0,9	≥0,9
Технологические характеристики			
Максимальная крупность заполнителя, мм	3	3	3
Подвижность растворной смеси по расплыву конуса, мм	260-280	260-280	145-170
Сохраняемость подвижности, мин	10-20	10-20	10-20
Расход материала, кг/м^3	2100	2300	1950

2.1.6. Сухая пластифицированная тонкодисперсная смесь MasterEmaco® A 640 используется для приготовления безусадочных быстротвердющих ремонтных бетонов с местными инертными заполнителями. Смесь выпускается двух классов и обладает физико-механическими характеристиками, приведенными в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Характеристики пластифицированной тонкодисперсной смеси MasterEmaco® A 640 (согласно СТО 70386662-002-2021)

Наименование показателя	Значение показателя для смеси класса	
	52,5	62,5
Прочность на сжатие, МПа, в возрасте: 1 сут. 28 сут.	≥25,0 ≥52,5	≥30,0 ≥62,5
Растекаемость цементного теста, мм	≥280	
Сроки схватывания: начало, не ранее, мин конец, не позднее, часов	 30 8	
Линейное расширение в ограниченном состоянии в возрасте 1 сут., %	0,05 - 0,1	
Водоотделение, %	≤3,5	
Водонепроницаемость, атм.	≥8	
Морозостойкость, циклов, не менее	≥300	
Коэффициент сульфатостойкости	≥0,95	

Бетоны на основе MasterEmaco® A 640, как правило, используют для ремонта повреждений при толщине наносимого слоя свыше 150 мм. Примеры ориентировочного расхода материалов для получения 1 м^3 бетона классов В25 и В30 с осадкой конуса 200 мм (марка по подвижности П4) приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Ориентировочный расход материалов для получения 1 м^3 бетона классов В25 и В30 с осадкой конуса 200 мм (П4)

Состав бетонной смеси	Бетон В25 П4	Бетон В30 П4
	Класс смеси	Класс смеси
	62,5	62,5
Смесь MasterEmaco® A 640, кг	350	380
Песок, кг	850	820
Щебень гранитный фракции 5-20 мм, кг	1030	1030
Вода, л	170	170
Химическая добавка Master®Glenium Sky 591	2,10	2,28

Каждый конкретный состав подлежит корректировке с учетом свойств местных заполнителей. При правильно подобранном составе, использовании составляющих, отвечающих действующим стандартам, а также надлежащем уходе за бетоном ему будут свойственны следующие характеристики:

- безусадочность;

- пластичность, обеспечивающая возможность укладки в армированные конструкции без вибрирования;
- быстрый набор прочности – через сутки она будет не ниже 10 МПа при температурах не ниже $+5^0$С;
- морозостойкость не ниже F_1 300;
- водонепроницаемость не ниже W12;
- адгезия к бетону основания не ниже 1,0 МПа через 28 суток.

Для заделки анкеров используют раствор из смеси MasterEmaco® A 640 и мелкого песка, взятые в соотношении 1:1.

Для инъекции в трещины с раскрытием более 0,5 мм применяют водную суспензию смеси MasterEmaco® A 640 при В/Ц = 0,55-0,65.

2.1.7. Для защиты от коррозии арматуры, анкеров и закладных элементов следует использовать следующие материалы:

- сухая смесь на цементной основе MasterEmaco® P 5000 AP. Смесь приготавливается к применению затворением водой в соотношении 0,22-0,26 литров воды на 1 кг смеси. Материал наносится при помощи мягкой кисти в два слоя с интервалом 30-90 минут. До нанесения ремонтного состава механическим набрызгом покрытие MasterEmaco® P 5000 AP должно полностью отвердеть (не менее 8 часов при +20°С). При других способах укладки ремонтного состава антикоррозионное покрытие выдерживается в течение 2-3 часов. MasterEmaco® P 5000 AP также используется в качестве адгезионного состава при нанесении тиксотропых растворных смесей. В этом случае смесь наносится с помощью жесткой щётки на подготовленное водонасыщенное основание (расход примерно 2-3 кг/м^2). Последующая укладка свежего ремонтного материала производится, следуя правилу «мокрое по мокрому». В случае высыхания адгезионного состава он наносится вторым слоем поверх высохшего;

- сухая ремонтная смесь на цементной основе MasterEmaco® S 488CI, содержащую в своем составе ингибитор коррозии (характеристики материала указаны в таблице 2.2).

2.1.8. Для устранения протечек и скоростного ремонта небольших повреждений рекомендуется применять состав MasterSeal® 590.

Состав MasterSeal® 590 изготавливается на основе цемента. Приготовление состава состоит в смешивании с водой вручную (0,26 литра на 1 кг состава). После начала схватывания (30-60 с) он должен быть уложен в место протечки и удерживаться там под давлением не менее 2 минут. Через 15 минут после нанесения достигает прочности на сжатие 10-13 МПа в зависимости от температуры окружающего воздуха. Прочность на сжатие через сутки – 31 МПа, через 28 суток – 50-55 МПа.

2.1.9. Для инъектирования трещин с раскрытием от 0,02 до 0,5 мм, а также монолитных конструкций с внутренними дефектами (трещиноватость, раковины и т. п.), рекомендуется применять двухкомпонентную полиуретановую смолу MasterRoc® MP 355 MR0 или двухкомпонентную смолу на эпоксидной основе MasterInject® 1360.

Характеристики двухкомпонентных смол представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Характеристики двухкомпонентных смол MasterRoc® MP 355 MR0 и MasterInject® 1360

Наименование показателя	MasterRoc® MP 355 MR0	MasterInject® 1360
Пропорция при смешивании по объему (компонент А : компонент В)	1:1	3:1
Вязкость смеси при 23° С	280 мПа*с	190 мПа*с
Прочность на сжатие	30 МПа	> 70 МПа
Прочность при растяжении на изгиб		23 МПа
Прочность на разрыв в возрасте 7 суток		13 МПа
Адгезия к бетону		3,2 МПа
Температура применения		От +8 до + 35° С
Время жизни смеси	15° С - 10 мин 23° С - 5 мин 35° С - 3 мин	15° С - 120 мин 21° С - 70 мин 35° С - 47 мин

2.1.10. Для ликвидации активной фильтрации рекомендуется применять однокомпонентные, не содержащие растворителей полиуретановые инъекционные смолы MasterRoc® MP 355 Thix, MasterRoc® MP 355 1K DW (для питьевой воды) и MasterRoc® 355 1K, образующие при контакте с водой жесткую пену, а в отсутствие воды – тугой резиноподобный материал. Вязкость этих составов при 20^0С составляет около 240-350 мПа*с, что позволяет им проникать в трещины с раскрытием более 0,05 мм. Показатель вспенивания, равный 7-20, и время реакции MasterRoc® MP 355 Thix (20-60 с) регулируются введением ускорителей. Инъектирование производится при помощи двухкомпонентного насоса, оснащенного системой спирального перемешивания. Для ликвидации малых водопритоков применяется MasterRoc® MP 355 MR0.

2.1.11. Для заполнения деформационных швов и активных трещин рекомендуется применять следующие материалы:

- однокомпонентный полиуретановый герметик MasterSeal® NP 474. Полимеризуется под воздействием влаги. Может применяться в швах с подвижностью до 25%, шириной от 5 до 40 мм на горизонтальных, вертикальных и потолочных поверхностях. Температура нанесения от +5 до $+35^0$С. Удлинение при разрыве – 600%, модуль упругости – 0,4 МПа. Устойчив к воздействию воды, в том числе морской. Не теряет герметизирующих свойств при температуре от $–30^0$ до $+80^0$С. Материал поставляется в тубах готовым к применению, вводится в швы и трещины с помощью монтажного пистолета;

- инъекционные составы на основе акрилатов MasterInject® 1777 +1778 или MasterRoc® MP 307 CE. При затвердевании образуют эластичную прочную массу. Благодаря эластичности (удлинение на разрыв > 300%) допускают относительные подвижки элементов конструкции и раскрытие трещин. Имеют низкую вязкость 7 МПа*с при 20^0С и, следовательно, высокую проникающую способность. Температура применения от +5 до $+30^0$С.

Для гидроизоляции деформационных швов также рекомендуется применять систему, состоящую из высокоэластичной, не подверженной гниению химостойкой ленты на основе термопластичного эластомера MasterSeal® 930 и эпоксидного клея MasterBrace® ADH 1406 или MasterSeal® 933.

Основные характеристики и предназначение материалов для ремонта бетона приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Основные характеристики и предназначение материалов для ремонта бетона

Материал	Полимерная фибра	Металлическая фибра	Тиксотропный тип	Наливной тип	Толщина укладываемого слоя, мм	Конструкционный ремонт	Ремонт при отрицательной температуре	Неконструкционный ремонт	Иньектирование	Ликвидация активной фильтрации	Устранение протечек	Ремонт деформационных швов и активных трещин	Защита арматуры от коррозии	Импортный материал
MasterEmaco® S 488 PG	■			■	20-40	■								
MasterEmaco® S 105 PG				■	40-200	■								
MasterEmaco® S 466	■			■	40-100	■								
MasterEmaco® S 488	■		■		20-40	■								
MasterEmaco® S 488 CI	■		■		20-50	■							■	
MasterEmaco® N 900	■		■		3-20			■						
MasterEmaco® N 310	■		■		3-30			■						
MasterEmaco® S 5400	■		■		5-50	■								
MasterEmaco® S 550 FR	■	■		■	20-60	■								
MasterEmaco® S 560 FR	■	■	■		20-60	■								
MasterEmaco® T 1200 PG	■			■	10-100	■	■							
MasterEmaco® T 1400 FR	■	■		■	10-100	■	■							
MasterEmaco® T 1100 TIX	■		■		10-100	■	■							
MasterEmaco® A 640				■		■			■					
MasterRoc® MP 355 Thix									■	■				■
MasterRoc® MP 350									■	■				■
MasterRoc® MP 355 1K									■	■				■
MasterRoc® MP 355 1K DW									■	■				■
MasterRoc® MP 355 MRO									■	■				■
MasterSeal® 590											■			■
MasterSeal® NP 474												■		■
MasterEmaco® P 5000 AP													■	■
MasterInject® 1360									■	■				■
MasterInject® 1777+1778												■		■
MasterRoc® 304												■		■
MasterRoc® 307 CE												■		■
MasterSeal®930												■		■
MasterBrace® ADH 1406												■		■
MasterSeal® 933												■		■
MasterInject® 1325									■	■	■			■
MasterInject® 1330									■		■			■
MasterInject® 1380										■		■		■
MasterRoc® 368												■		■
MasterRoc® RBA 380												■		■

2.2 Подготовка бетонных и железобетонных конструкций к нанесению (укладке) ремонтного состава и выбор типа ремонтного состава.

2.2.1. Перед нанесением ремонтного состава поврежденный участок конструкции должен быть соответствующим образом подготовлен.

Ремонтируемый участок должен быть оконтурен алмазным диском. Глубина оконтуривания **t** зависит от типа повреждения и применяемого ремонтного состава.

2.2.2. Поверхность бетона должна быть шероховатой, очищена от ослабленного бетона, грязи. Обнаженная арматура должна быть очищена от продуктов коррозии (на очищенной арматуре допускаются затемнения, но не должно быть рыхлых продуктов коррозии). При этом должен быть обеспечен зазор между арматурой и «старым» бетоном **f** не менее 20 мм при диаметре стержней 8 мм и более, и не менее 10 мм при меньших диаметрах.

2.2.3. Если после очистки поверхности бетона и арматуры пропитаны маслами, битумом или другими подобными веществами, их следует промыть растворителем, например, материалом PCI Entoeler.

2.2.4. Для подготовки поверхности, в зависимости от объема работ и оснащенности подрядной организации, применяют один из следующих методов:

- очистка бетона и арматуры с помощью водоструйной установки, развивающей давление 30-40 МПа;
- очистка бетона и арматуры с помощью водопескоструйной установки, развивающей давление 35 МПа;
- очистка бетона и арматуры опескоструиванием и механическими инструментами (легкими перфораторами, игольчатыми пистолетами и металлическими щетками). После применения этого способа очистки поверхность при положительной температуре должна промываться водой, при отрицательной – обеспыливаться продувкой воздухом от компрессора с водо- и маслоотделителем.

2.2.5. Если железобетонные конструкции эксплуатируются в среде повышенной агрессивности, арматуру рекомендуется покрывать антикоррозионным покрытием MasterEmaco® P 5000 AP, либо, при возможности, проводить ремонт материалом MasterEmaco® S 488 CI. В случае выявления значительной коррозии арматуры или недостаточной толщины защитного слоя бетона, рекомендуется обработать поверхность бетона органофункциональным ингибитором коррозии на основе силана MasterProtect 8500 Cl (см. раздел 3).

2.2.6. При положительной температуре окружающей среды и бетона конструкции до начала укладки ремонтного состава поверхность бетона должна быть увлажнена до полного насыщения. Это достигается периодическим увлажнением поверхности с интервалом в 10-15 минут в течение 2-х часов. Непосредственно перед укладкой ремонтного состава излишки воды с ремонтируемой поверхности удаляются сжатым воздухом из компрессора, имеющего маслоотделитель, или ветошью. При отрицательной температуре работы, в основном, должны производиться под защитой тепляков.

При применении ремонтных материалов серии MasterEmaco® T без устройства тепляков поверхность бетона должна быть прогрета с целью увеличения ее температуры и удаления льда из пор бетона, и загрунтована грунтовочным составом, выполненным из того же материала более пластичной консистенции. Материал до применения должен храниться в отапливаемом помещении и затворяться теплой водой с температурой не более 40 С° (более точная информация о применении материала при отрицательных температурах указана в техническом описании материалов).

2.2.7. Если основной массив конструкции состоит из бетона или бутобетона, прочность которых ниже 15 МПа, ремонтный состав следует наносить по сетке из катанки ∅ 4-6 мм, ячейкой 100×100 мм, закрепленной к массиву на анкерах.

2.2.8. Для закрепления дополнительной рабочей и конструктивной арматуры в проектном положении следует использовать стальные анкеры из стержней периодического профиля классов А 300 или А 400 диаметром ≥ 10 мм (для меньших диаметров с отгибом на свободном конце), к которому крепят арматуру проволочными скрутками или сваркой. Шаг анкеров, в зависимости от устанавливаемой арматуры, принимается равным 200 - 600 мм. Если прочность бетона в массиве ниже 15 МПа или он выполнен в виде бутобетона, то глубина заделки анкера принимается не менее 30 его диаметров. В остальных случаях глубина заделки должна быть не менее 20 диаметров стержня анкера.

Диаметр скважины определяют в зависимости от диаметра арматуры и крупности заполнителя.

Если для закрепления анкеров диаметром (d) не более 20 мм применяют состав с крупностью наполнителя до 1 мм, диаметр скважины (D) определяют по формуле D = d + 6 мм, в случае закрепления анкеров диаметром свыше 20 мм D = d + 8 мм.

При закреплении анкеров диаметром не более 20 мм составами с крупностью наполнителя до 4 мм диаметр скважины принимают равным D = d + 24 мм, если закрепляют анкеры диаметром свыше 20 мм D = d + 30 мм.

Скважину заполняют закрепляющим составом на 50-60%, после чего ввинчивают в нее анкер. На вертикальных поверхностях рекомендуется бурить скважины для анкеров с уклоном вниз (рисунок 2.1а) и в качестве закрепляющего состава использовать раствор из смеси MasterEmaco® A 640 и мелкого песка (крупностью до 1 мм), взятых в соотношении 1:1, или применить химические анкера MasterFlow® AN.

При крупности песка более 1 мм диаметр скважины должен быть увеличен. В горизонтальных и выполненных с уклоном вверх скважинах в качестве закрепляющего состава рекомендуется использовать тиксотропную растворную смесь MasterEmaco® N 900 (рисунок 2.1б).

Зазор между дополнительными стержнями рабочей или конструктивной арматуры и поверхностью 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 поверхности бетона пристрелкой дюбелями.

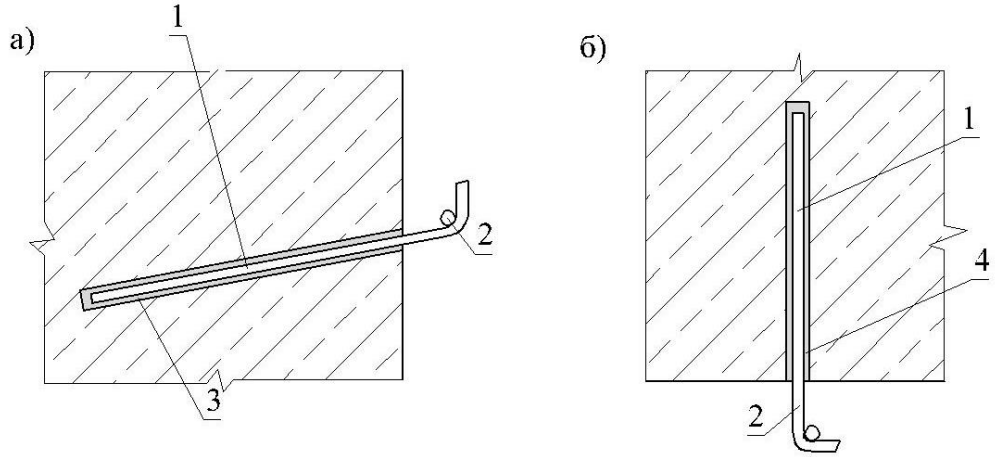

Рисунок 2.1 – Устройство анкеров для закрепления арматуры
1– анкер, 2 – арматура, 3 – раствор смеси MasterEmaco® A 640 или MasterFlow® AN, 4 – MasterEmaco® N 900 или MasterFlow® AN.

2.2.9. При выборе типа ремонтного состава (наливного или тиксотропного) необходимо учитывать, что при отсутствии арматурных стержней или малом их количестве на потолочных и наклонных поверхностях при толщине наносимого слоя до 100 - 120 мм обычно предпочтительным является применение тиксотропных составов, не требующих использования опалубки. При глубине повреждения до 4 см ремонтный состав наносится одним слоем, при глубине более 4 см толщина слоя ремонтного материала наращивается постепенно слоями 20-40 мм за один проход способом «мокрый по мокрому». Если на ремонтируемом участке устанавливается дополнительная арматурная сетка или имеет место густая сетка арматурных стержней (например, если используется сетка из стержней диаметром свыше 8 мм при ячейке 150×150 мм и менее), целесообразно использовать наливной состав, нагнетаемый за опалубку под давлением с тем, чтобы исключить образование полостей между арматурными стержнями и ремонтируемым бетоном.

На горизонтальных напольных поверхностях во всех случаях предпочтение отдается наливным составам.

2.3. Ремонт конструкций с локальными повреждениями.

Под локальными подразумеваются повреждения, размеры которых позволяют произвести ремонт в одну захватку.

Локальные повреждения, в зависимости от их глубины и наличия обнаженной арматуры, подразделяются на ряд типов, для которых могут быть применены типовые схемы ремонта конструкций. Под глубиной повреждения подразумевается глубина после удаления ослабленного слоя бетона.

2.3.1. Тип Л1 – повреждения глубиной до 2 см без обнажения арматуры (рисунок 2.2 а).

На потолочных, наклонных и горизонтальных поверхностях рекомендуется применять ремонтные составы MasterEmaco® N 900, MasterEmaco® N310, MasterEmaco® S 5400.

2.3.2. Тип Л2 – повреждения глубиной до 4 см без обнажения арматуры (рис. 2.2 б).

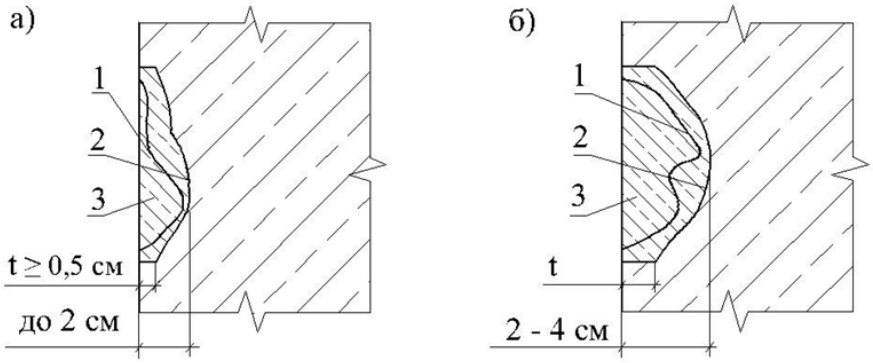

Рисунок 2.2 – Схема ремонта повреждений:
а) типа Л1, б) типа Л2
1 – поверхность бетона до ремонта; 2 – поверхность бетона после подготовки к ремонту; 3 – ремонтный состав

На потолочных и наклонных поверхностях рекомендуется применять ремонтные составы тиксотропного типа MasterEmaco® S 488 (глубина оконтуривания t ≥ 2 см), MasterEmaco® S 488 CI (t ≥ 2 см), MasterEmaco® S 5400 (t ≥ 0,5 см), MasterEmaco® T 1100 TIX (t ≥ 1 см), на горизонтальной поверхности – ремонтные составы наливного типа MasterEmaco® S 488 PG (t ≥ 2 см), MasterEmaco® T 1200 PG (t ≥ 1 см).

2.3.3. Тип Л3 – повреждения глубиной от 4 до 10 см (рисунок 2.3).

На потолочных и наклонных поверхностях рекомендуется применять ремонтные составы наливного типа MasterEmaco® T 1200 PG (t ≥ 1 см), MasterEmaco® S 105 PG (t ≥ 1 см), MasterEmaco® S 466 (t ≥ 4 см), MasterEmaco® S 488 PG с добавлением щебня фракции 5-10 мм (t ≥ 4 см) с использованием опалубки, и ремонтные составы тиксотропного типа MasterEmaco® S 488 (t ≥ 2 см), MasterEmaco® S 488 CI (t ≥ 2 см), MasterEmaco® T 1100 TIX (t ≥ 1 см) с послойным нанесением, с соответствующей подготовкой каждого слоя по шероховатости. На горизонтальной поверхности – ремонтные составы наливного типа MasterEmaco® S 466 (t ≥ 4 см), MasterEmaco® S 488 PG с добавлением щебня фракции 5-10 мм (t ≥ 4 см), MasterEmaco® T 1200 PG (t ≥ 1см), MasterEmaco® S 105 PG (t ≥ 1 см), MasterEmaco® T 1400 FR (t ≥ 1см).

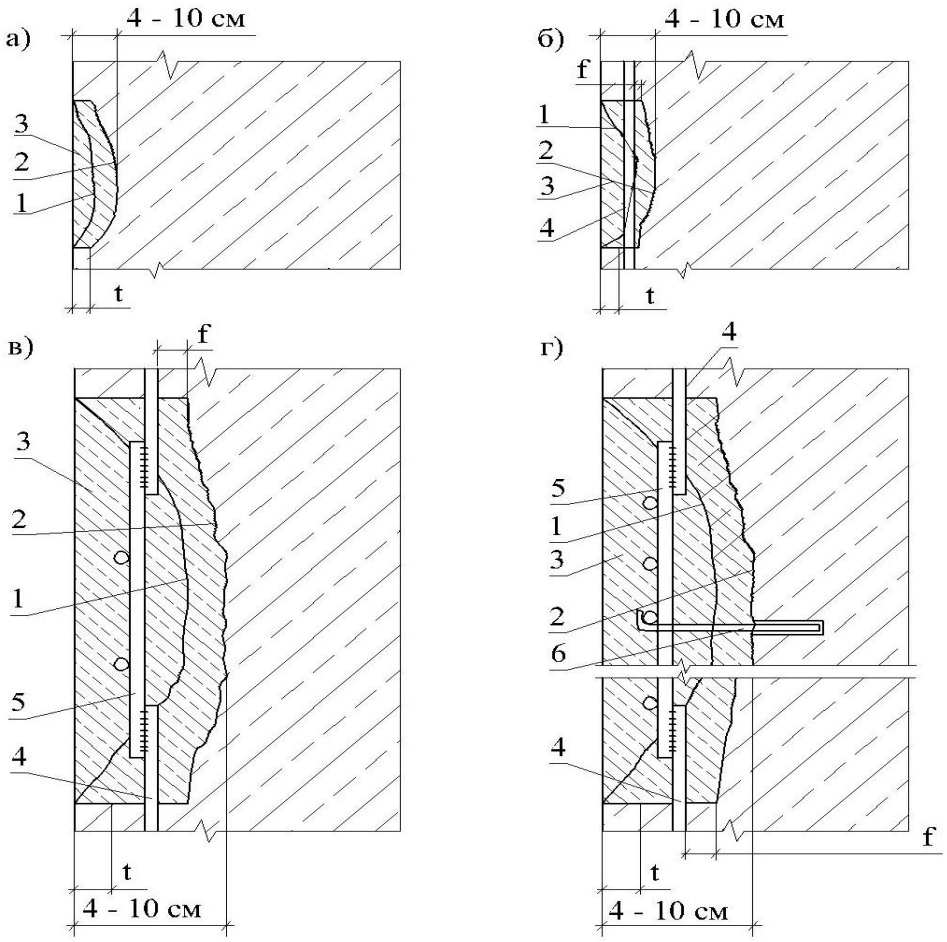

Рисунок 2.3 – Схемы ремонта конструкций с повреждениями типа Л3:
а) – без обнажения арматуры, б) – без замены обнаженной арматуры,
в) – с заменой арматуры без установки анкеров, г) – с заменой арматуры и установкой анкеров.
1 – поверхность бетона до ремонта; 2 – поверхность бетона после подготовки к ремонту; 3 – ремонтный состав; 4 – арматура ремонтируемой конструкции;
5 – устанавливаемая арматура; 6 – анкер

2.3.4. Тип Л4 – повреждения глубиной от 10 до 15 см.

На всех поверхностях рекомендуется применять составы наливного типа MasterEmaco® S 466 с добавлением 30% (по отношению к массе сухой смеси) щебня из изверженных пород фракции 5-10 мм, а также MasterEmaco® S 105 PG.

На потолочных и наклонных поверхностях укладка производится с использованием опалубки.

Схемы ремонта конструкций с повреждениями типа Л4 аналогичны схемам ремонта повреждений типа Л3. При этом глубина оконтуривания повреждения **t** должна составлять не менее 50 мм.

Если прочность бетона в неармированном массиве ниже 15 МПа или он выполнен в виде каменной или кирпичной кладки, следует предусматривать установку арматурной сетки, закрепленной на анкерах ∅10-12 мм (рисунок 2.4). Анкеры должны закрепляться в скважинах, глубина которых в этом

случае составляет не менее 30 диаметров арматуры. Шаг анкеров принимается равным 2-3 шагам арматурной сетки. Указания по закреплению анкеров в скважинах даны в п. 2.2.8. Арматурную сетку рекомендуется также устанавливать при значительных по площади повреждениях (ориентировочно, более 50 см в обоих направлениях).

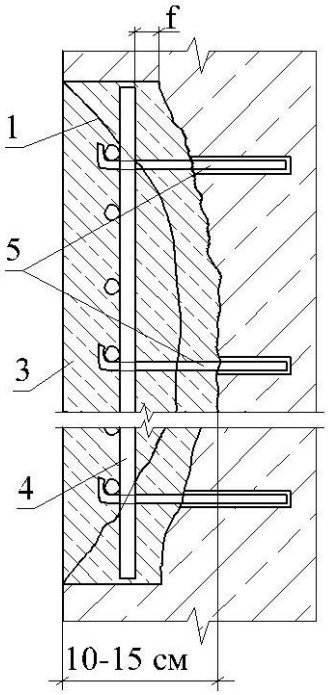

Рисунок 2.4 – Установка дополнительной арматурной сетки
1 – поверхность бетона до ремонта; 2 – поверхность бетона после подготовки к ремонту; 3 – ремонтный состав; 4 – арматурная сетка, 5 – анкер

2.3.5. Тип Л5 – повреждения глубиной более 15 см.

Схемы ремонта конструкций с повреждениями типа Л5 аналогичны схемам ремонта повреждений типа Л4. В качестве ремонтного состава рекомендуется применять безусадочный ремонтный бетон на основе пластифицированной тонкодисперсной смеси MasterEmaco® A 640 и местных инертных заполнителей. Возможно также применение MasterEmaco® S 105 PG (при максимальной глубине повреждения до 40 см) с добавлением щебня. При этом глубина оконтуривания повреждения должна составлять не менее 4 максимальных размеров крупного заполнителя.

2.4. Ремонт конструкций с крупномасштабными повреждениями.

Под крупномасштабными подразумеваются повреждения, у которых хотя бы один из плановых размеров превышает 3,0 м. В этом случае во избежание образования температурных трещин, ремонт производится захватками с максимальным размером 3,0×3,0 м. Захватки располагают через одну, либо в шахматном порядке. Переход к бетонированию рядом расположенной захватки производится после набора ранее уложенным бетоном 70% проектной прочности (ориентировочно, от нескольких часов до суток при нормальных условиях).

Крупномасштабные повреждения подразделяются на 7 типов.

2.4.1. Типы К1 – К5, характеризующиеся глубинами повреждений, аналогичными локальным повреждениям типов Л1 – Л5. Соответственно, и выбор ремонтного состава осуществляется аналогично выбору при ремонте конструкций с локальными повреждениями. При глубине повреждения неармированных конструкций более 6 см рекомендуется установка арматурной сетки.

2.4.2. Тип К6 – повреждения с переменной глубиной от 0,5 см до 5 см.

На потолочных, наклонных и горизонтальных поверхностях рекомендуется применять ремонтный состав тиксотропного типа MasterEmaco® S 5400 (рисунок 2.5 а) с нанесением в один слой.

2.4.3. Тип К7 – повреждения с переменной глубиной от 5 см до 15 см.

На потолочных, наклонных и горизонтальных поверхностях рекомендуется применять ремонтные составы тиксотропного типа с послойным нанесением, с соответствующей подготовкой каждого слоя по шероховатости. Поверхность повреждения покрывается ремонтным составом MasterEmaco® S 488 максимум в три слоя в зависимости от глубины повреждения. Последний, финишный слой устраивается из ремонтного состава MasterEmaco® S 5400 толщиной до 5 см, с предварительным «пристреливанием» проволочной сетки по всей поверхности, оставив пространство между сеткой и поверхностью не менее 1 см (рисунок 2.5 б).

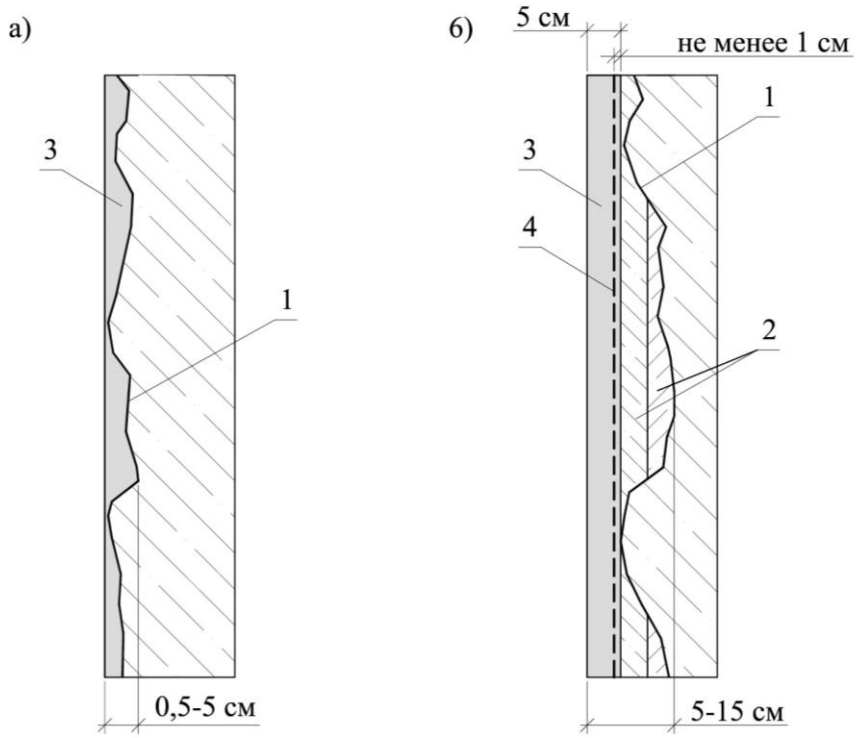

Рисунок 2.5 – Схемы ремонта конструкций крупномасштабных повреждений, характеризующиеся переменной глубиной:
а) типа К6, б) типа К7
1 – поверхность бетона после подготовки к ремонту; 2 – ремонтный состав MasterEmaco® S 488; 3 – ремонтный состав MasterEmaco® S 5400;
4 – проволочная сетка

2.5. Схемы крепления опалубки и укладки ремонтной бетонной смеси.

2.5.1. Опалубку следует крепить на анкерах таким образом, чтобы их концы не выступали за поверхность бетона после окончания работ. Рекомендуется использовать два вида креплений. Если они размещаются вне пространства, заполняемого ремонтным бетоном, их следует выполнять в виде извлекаемых самозаклинивающихся шпилек (рисунок 2.6 а). Если крепления размещены в заполняемом бетоном пространстве, анкеры выполняют в виде шпилек с пластмассовыми втулками на конце (рисунок 2.6 б). После распалубки втулки зачеканивают составом MasterEmaco® N 900, MasterEmaco® S 5400, или глушат пластмассовыми болтами.

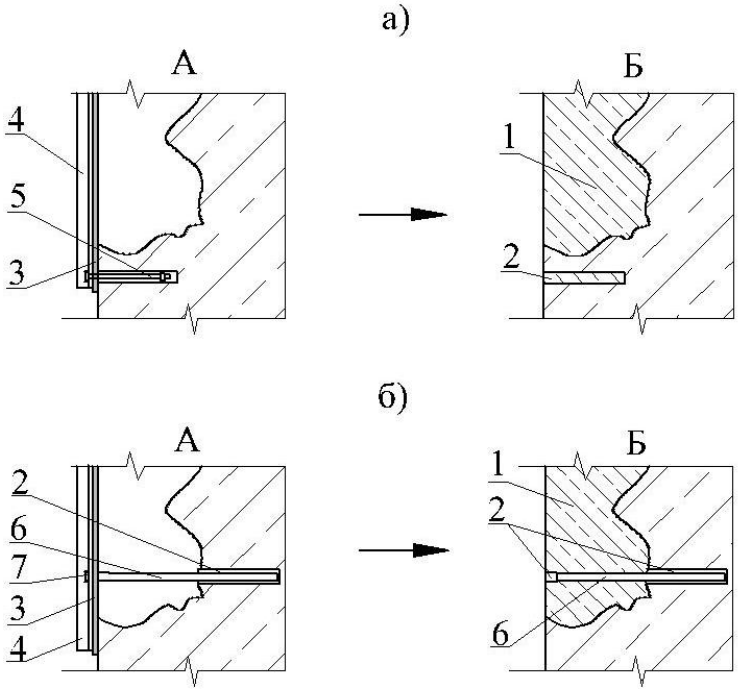

Рисунок 2.6 – Схемы закрепления опалубки

А – крепление опалубки; Б – после укладки ремонтного состава и распалубки; 1 – ремонтный состав; 2 – MasterEmaco® N 900 или MasterFlow® AN; 3 – опалубка; 4 – прижимной уголок; 5 – извлекаемая самозаклинивающаяся шпилька с гайкой (анкер); 6 – неизвлекаемая шпилька с пластмассовой втулкой (анкер); 7 – болт, закрепляющий опалубку

2.5.2. Схемы укладки наливных ремонтных смесей

Наливные ремонтные смеси укладываются на поврежденные участки конструкций механизированным способом или вручную. При использовании опалубки она герметизируется быстросхватывающимися ремонтными составами. Предпочтение следует отдавать механизированному способу.

2.5.2.1. Вручную наливные ремонтные смеси могут укладываться на горизонтальные поверхности (без использования опалубки), а также за опалубку при малых объемах (до 1 м^2) укладываемой смеси.

При свободном доступе сверху ремонтная смесь непосредственно подается за опалубку (рисунок 2.7).

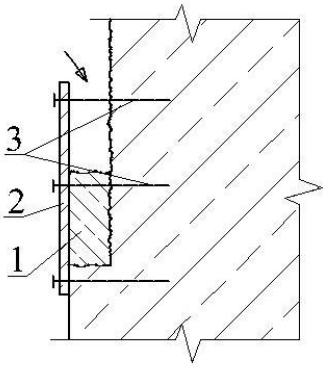

Рисунок 2.7 – Схема подачи наливной ремонтной смеси за опалубку при свободном доступе сверху
1 – наливная ремонтная смесь; 2 – опалубка;
3 – анкер крепления опалубки

При отсутствии доступа сверху смесь подается через лоток, устраиваемый в верхней части опалубки, таким образом, чтобы исключалась возможность защемления воздуха (рисунок 2.8). При необходимости в опалубке делаются контрольные отверстия, которые позволяют контролировать процесс заполнения пространства за опалубкой ремонтной смесью (глушатся при начале вытекания через них ремонтной смеси). Образовавшийся в лотке прилив срубается после распалубки.

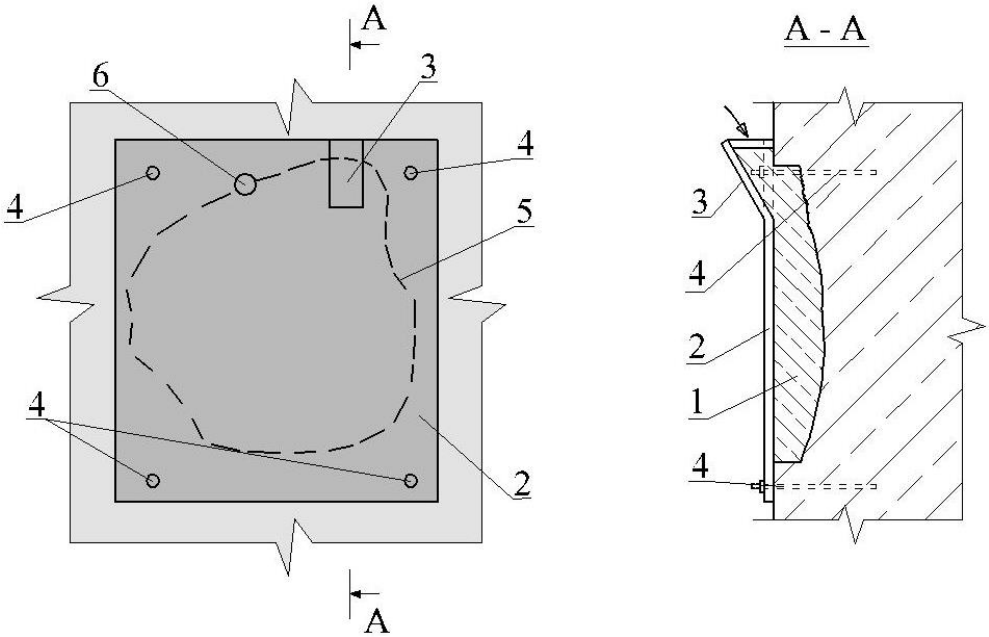

Рисунок 2.8 – Схема подачи наливной ремонтной смеси за опалубку через лоток
1 – наливная ремонтная смесь; 2 – опалубка; 3 – лоток; 4 – анкер крепления опалубки; 5 – контур повреждения; 6 – контрольное отверстие

2.5.2.2. Механизированный способ предполагает подачу литой ремонтной смеси за опалубку растворонасосами или бетононасосами.

Наиболее распространенным является способ подачи ремонтной смеси под давлением через отверстия в опалубке (рисунок 2.9). Количество отверстий, схема их расположения и последовательность подключения к насосу в первую очередь зависят от размеров и формы повреждения, густоты армирования. Во всех случаях подача смеси начинается через отверстие, располагаемое в нижней точке ремонтируемого участка. Заполнение контролируется посредством отверстий, в которые при начале вытекания из них смеси ставятся заглушки.

Аналогичная схема рекомендуется для заполнения пустот за металлической облицовкой элементов сооружений, например водопроводных галерей судоходных шлюзов.

При свободном доступе сверху и достаточном для свободного прохождения шланга бетононасоса расстоянии между опалубкой и арматурой (ремонтируемой бетонной поверхностью при отсутствии арматуры) применяется подача ремонтной смеси согласно схеме, представленной на рисунке 2.10. При этом необходимо, чтобы конец шланга был погружен в ремонтную смесь.

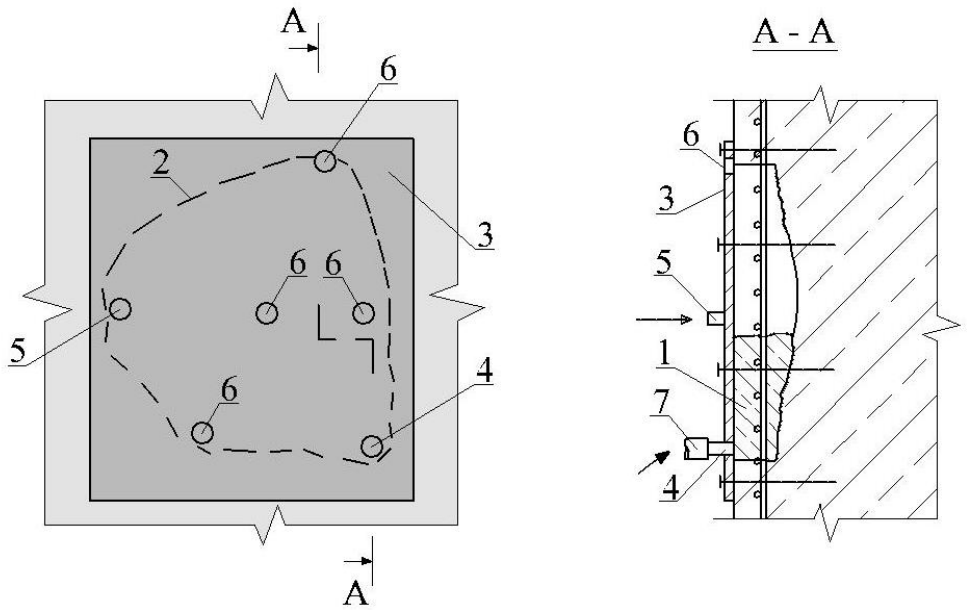

Рисунок 2.9 – Схема подачи наливной ремонтной смеси под давлением через отверстия в опалубке

1– наливная ремонтная смесь; 2 – контур повреждения; 3 – опалубка; 4 – штуцер для подачи ремонтной смеси первой очереди; 5 – штуцер для подачи ремонтной смеси второй очереди; 6 – контрольное отверстие; 7 – шланг бетононасоса

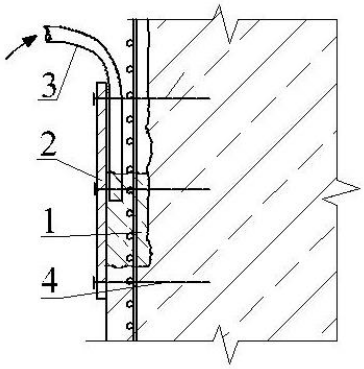

Рисунок 2.10 – Схема механизированной подачи наливной ремонтной смеси с верхней части опалубки

1 – наливная ремонтная смесь; 2 – опалубка; 3 – шланг бетононасоса; 4 – анкер

2.5.3. Укладка тиксотропных ремонтных смесей.

2.5.3.1. При укладке тиксотропных ремонтных смесей на влажную бетонную поверхность для улучшения адгезии ремонтного состава к основанию следует наносить грунтовку из укладываемой смеси с водо-твердым отношением на 15-20% выше оптимального установленного в технической документации по применению, либо специальный адгезионный состав MasterEmaco® P 5000 AP. Расход грунтовки около 2-3 кг/м^2. Грунтовочный слой наносится вручную с втиранием жесткой щеткой.

Нанесение слоя основного материала производится после грунтовки ремонтируемой поверхности способом «мокрый по мокрому», в данном случае не допускается высыхание материала.

2.5.3.2. При небольших объемах повреждений тиксотропные ремонтные смеси можно укладывать вручную с применением строительного инструмента для штукатурных работ.

2.5.3.3. Механизированный способ нанесения тиксотропных ремонтных смесей рекомендуется использовать при объемах укладки более 0,03м^3.

При механизированном нанесении основного слоя ремонтной смеси форсунка устанавливается под прямым углом к ремонтируемой поверхности на расстоянии 30-50 см. Толщина слоя ремонтного материала наращивается постепенно слоями по 20-40 мм за один проход способом «мокрый по мокрому». При укладке тиксотропных ремонтных смесей на участках с оголенными арматурными стержнями или дополнительно установленной арматурной сеткой (при укладке на больших поверхностях) заполнение пространства за арматурой производится под разными углами к ремонтируемой поверхности с целью заполнения пространства за арматурой. Для придания ремонтируемым поверхностям четких геометрических форм и размеров на ребрах конструкций устанавливают ограничительную опалубку.

2.5.3.4. При нанесении ремонтной смеси в два и более слоев перед нанесением последующего слоя на ранее уложенном слое рекомендуется создать искусственную шероховатость.

2.5.3.5. Отделка поверхности ремонтного слоя производится выравниванием, заглаживанием и затиркой. Выравнивание производят непосредственно после укладки ремонтного состава. Заглаживание и затирка производится после схватывания ремонтной смеси (при нажатии пальцами руки на поверхности остается только легкий след).

2.6. Заделка трещин.

Техническое решение по заделке трещин принимается на основе анализа следующих факторов: причины образования трещины (усадочная, силовая и т.п.), характеристик трещины (величина раскрытия, активность, наличие фильтрации, положение и т.п.), вида и состояния конструкции, а также требований к ней после ремонта.

2.6.1. Неактивные (статические) трещины.

К неактивным трещинам относятся трещины, ширина раскрытия которых не меняется с течением времени.

2.6.1.1. Волосяные трещины усадочного характера.

Волосяные трещины усадочного характера, образуются в результате нарушения температурно-влажностного режима твердения бетона.

Способ ремонта конструкции, на которой имеется сетка волосяных трещин, зависит от прочности и общего состояния поверхностного слоя бетона. Если он ослаблен, на нем имеются участки начавшегося шелушения, поверхностный слой подлежит удалению на глубину 1-2 см и замене в соответствии с указаниями по ремонту повреждений глубиной до 2 см (см. п. 2.3.1). Если поверхностный слой не ослаблен, способом ремонта является устройство защитного покрытия из материалов, рекомендованных к применению в разделе 3.

2.6.1.2. Несквозные трещины.

Ремонт заключается в нарезке камеры вдоль трещины, заполнении её ремонтным составом и инъектировании ремонтного материала в трещину через заранее пробуренные шпуры (рисунок 2.11).

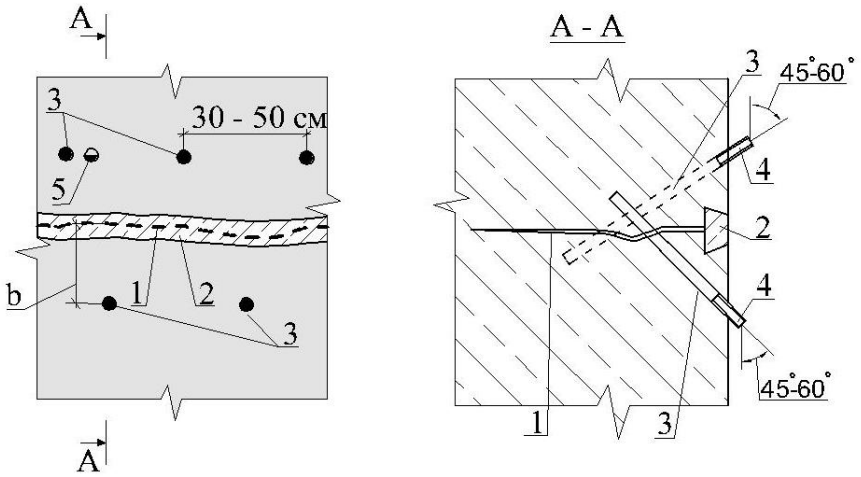

Рисунок 2.11 – Заделка односторонних трещин большой глубины
1 – трещина; 2 – ремонтный состав; 3 – шпур; 4 – пакер;
5 – шпур второй очереди (при необходимости)

2.6.1.2.1 Ширина камеры назначается такой, чтобы ее стенки были из неослабленного бетона (ширина должна быть не менее 20 мм). Глубина камеры принимается равной 20 - 40 мм. Нарезка камеры производится в «ласточкин хвост» с помощью отрезной машины с алмазным диском и перфоратора. Расшитую трещину подвергают водоструйной обработке, удаляют сжатым воздухом или губкой избыточную влагу и заполняют ремонтным составом.

2.6.1.2.2. В толстостенных конструкциях шпуры для инъектирования ремонтного материала пробуриваются, как правило, с двух сторон от трещины в шахматном порядке под углом 45-60° к трещине с шагом от 30 до 50 см так, чтобы пробуренный канал пересекал трещину. В тонкостенных конструкциях оптимальное расстояние между точками инъектирования составляет, как правило, 0,5 толщины конструкции. Расстояние от устья шпура до трещины **b** принимается в зависимости от глубины трещины. В просверленные отверстия закрепляются пакеры.

2.6.1.2.3. После нарезки камеры и установки пакеров через каждый шпур производится промывка трещины водой. Промывка ведется последовательно по высоте сверху вниз при наклонном или вертикальном расположении трещины, или начиная с одной стороны, при горизонтальном расположении трещины. Пакер закрепляется в шпуре перед началом промывки через шпур. Если через шпур промывочная вода не поступает в трещину (шпур не пересек трещину), то он тампонируется ремонтным составом и рядом с ним пробуривается другой под другим углом. Промывка ведется до тех пор, пока из шпуров и трещины не пойдет чистая вода. После промывки производится заделка камеры ремонтным составом.

После набора ремонтным составом достаточной прочности, непосредственно перед началом инъектирования, производится повторная промывка трещины водой с целью ее водонасыщения.

2.6.1.2.4. Инъектирование в начальной стадии следует производить под малым давлением – около 0,1 МПа. В вертикальных и наклонных элементах инъектирование производится, начиная с нижнего пакера и заканчивая верхним, в горизонтальных – начиная от одного из краев. В процессе инъектирования давление должно равномерно увеличиваться до величины не менее 1,5 МПа. Предельная величина давления при инъектировании ограничивается возможностью вытекания инъекционного состава из-под заделки камеры, а также прочностью бетона конструкции и возможностью седиментации суспензии на минеральной основе. После появления инъекционного состава исходной плотности, без пузырьков воздуха из пакера, расположенного выше нагнетаемого (последующего), используемый пакер перекрывается и инъектирование продолжают через выше расположенный (последующий) пакер.

При отказе в поглощении состава производится опрессовка пакера (выдерживание под давлением) в течение 2 - 3 минут и инъектирование продолжают через последующий пакер. Спустя некоторое время после инъектирования производится проверка вытекания инъекционного состава через колпачок

пакера. Если состав не вытекает, пакер удаляется из полости шпура, которая тампонируется ремонтным составом.

Если в процессе инъектирования подача инъекционного состава через какой-либо шпур была затруднена, то по завершении инъектирования рекомендуется рядом с ним пробурить шпур второй очереди под другим углом и произвести повторное инъектирование.

2.6.1.2.5. Работы по инъектированию следует производить при температуре воздуха и массива конструкции не ниже +5°С, оптимальной является температура в пределах 10-15°С. При температуре выше 25°С скорость твердения инъекционного состава повышается, что может ограничить глубину его проникания и степень заполнения им полостей. При производстве работ следует исключить динамическое воздействие на ремонтируемую конструкцию (вибрацию от технологического оборудования, проезд автотранспорта и т.п.).

2.6.1.2.6. В случае тонкостенной конструкции или трещины малой глубины, заделка трещины может производиться без инъектирования.

Рекомендуемые материалы:

Ремонтные составы – MasterEmaco® S 488, MasterEmaco® S 488 CI, MasterEmaco® S 5400, MasterEmaco® N 900.

Инъекционные составы – водная суспензия цемента MasterEmaco® A 640, двухкомпонентная полиуретановая смола MasterRoc® MP 355 MR0, двухкомпонентная смола на эпоксидной основе MasterInject® 1360, цементный состав MasterEmaco A640.

2.6.1.3. Сквозные трещины с двухсторонним доступом.

Ремонт заключается в нарезке камер вдоль трещины с обеих сторон, заполнении их ремонтным составом и инъектировании ремонтного материала в трещину. Схема ремонта представлена на рисунке 2.12.

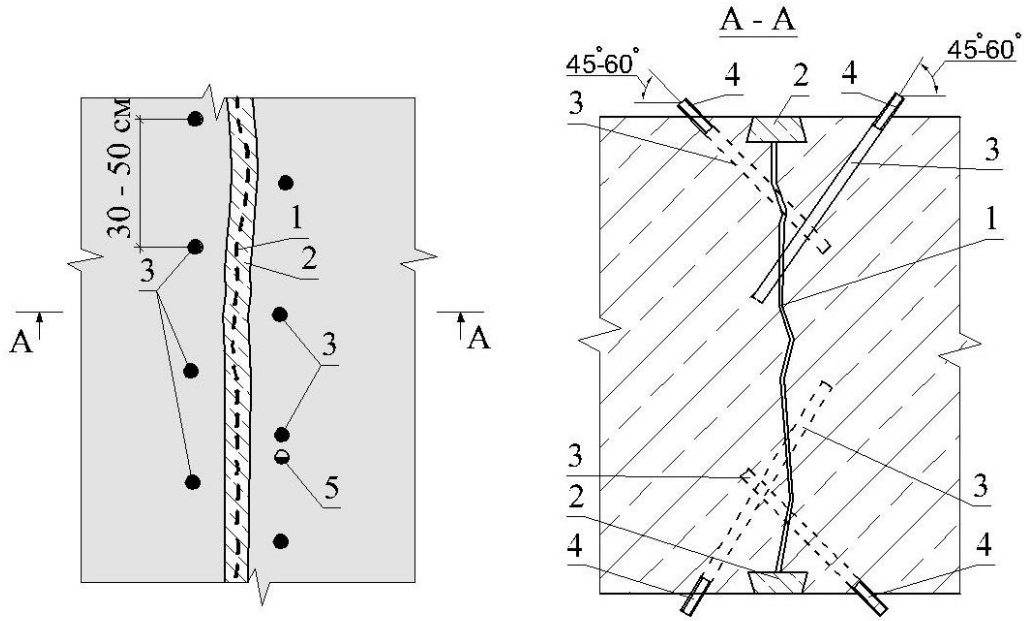

Рисунок 2.12 – Заделка неактивных сквозных трещин с двухсторонним доступом
1 – трещина; 2 – ремонтный состав; 3 – шпур; 4 – пакер;
5 – шпур второй очереди (при необходимости)

2.6.1.3.1. С одной стороны нарезается и заполняется ремонтным составом камера согласно п. 2.6.1.2.1. Пробуривается первый нижний (крайний) шпур.

2.6.1.3.2. После набора ремонтным составом достаточной прочности через шпур прокачивается подкрашенная (например, пигментом) вода для уточнения расположения трещины с противоположной стороны.

2.6.1.3.3. Нарезается камера с противоположной стороны, пробуриваются все шпуры с одной стороны при толщине конструкции до 40 см и с двух сторон при большей толщине, устанавливаются пакеры, производится промывка трещины, заделка камеры с противоположной стороны и повторная промывка согласно п. 2.6.1.2.1 – 2.6.1.2.3.

2.6.1.3.4. Инъектирование ведется с одной стороны, согласно п. 2.6.1.2.4. При этом, если через пакеры противоположной стороны (при их наличии) происходит вытекание инъекционного состава, то на них накручивается обратный клапан.

2.6.1.3.5. После завершения инъекционных работ с одной стороны переходят к инъектированию через незаглушенные пакеры противоположной стороны (при их наличии). При необходимости могут пробуриваться шпуры второй очереди.

2.6.1.3.6. После окончания инъектирования пакеры вынимаются и шпуры тампонируются ремонтным составом.

Рекомендуемые материалы:

Ремонтные составы – MasterEmaco® S 488, MasterEmaco® S 5400, MasterEmaco® N 900.

Инъекционные составы – двухкомпонентная полиуретановая смола MasterRoc® MP 355 MR0 и двухкомпонентная смола на эпоксидной основе MasterInject® 1360, цементный состав MasterEmaco A640.

.

2.6.1.4. Сквозные трещины с односторонним доступом.

Ремонт конструкций с такими повреждениями аналогичен ремонту конструкций с односторонними трещинами большой глубины. В связи с тем, что за конструкцией могут располагаться полости и сыпучий грунт, необходимо быть готовым к значительно большему расходу инъекционного состава.

Рекомендуемые материалы.

Ремонтные составы – MasterEmaco® S 488, MasterEmaco® S 488 CI, MasterEmaco® S 5400, MasterEmaco® N 900.

Инъекционные составы – двухкомпонентная полиуретановая смола MasterRoc® MP 355 MR0, двухкомпонентная смола на эпоксидной основе MasterInject® 1360, цементный состав MasterEmaco A640.

.

2.6.1.5. Трещины с напорной фильтрацией.

В зависимости от требований, предъявляемых к конструкции, возможны два варианта ремонта: заполнение трещины инъекционным составом на

цементной основе или полиуретановой инъекционной смолой.

2.6.1.5.1. Ремонт с заполнением трещины инъекционным составом на цементной основе.

Ремонт заключается в локализации фильтрационного потока (устройстве дренажа), нарезке камеры вдоль трещины, заполнении ее ремонтным составом и инъектировании ремонтного материала в трещину, заполненную водой.

2.6.1.5.1.1. Дренаж предназначен для отвода воды от участка нарезки камеры на период ее формирования, заполнения ремонтным составом, набора ремонтным составом необходимой прочности. В качестве дренажа могут выступать шпуры, пробуренные в соответствии с п. 2.6.1.2.2. Для удобства производства работ на пакеры могут надеваться шланги.

2.6.1.5.1.2. После устройства дренажа вдоль трещины нарезается и заполняется ремонтным составом камера, как это указано в п. 2.6.1.2.1. Если не удается полностью избавиться от поступления воды в камеру, то в качестве ремонтного состава для ее заполнения следует использовать гидропломбу MasterSeal® 590.

2.6.1.5.1.3. В дальнейшем работы проводятся в соответствии с п. 2.6.1.2.4. При этом переход на инъектирование через вышерасположенный пакер производится, когда из него начинает вытекать инъекционный состав исходной консистенции.

2.6.1.5.1.4. В зависимости от конкретных условий возможны другие варианты устройства дренажа, обеспечивающие подачу инъекционного состава в зону с малыми скоростями фильтрационного потока.

Рекомендуемые материалы.

Ремонтные составы – MasterEmaco® S 488, MasterEmaco® S 488CI, MasterEmaco® S 5400, MasterEmaco® N 900. Инъекционный состав – водноя суспензии MasterEmaco A640.

2.6.1.5.2. Ремонт с применением инъекционных полиуретановых смол.

Ремонт заключается в перекрытии фильтрационного потока по одно- или двухстадийной технологии, нарезке камеры вдоль трещины и заполнении ее ремонтным составом.

2.6.1.5.2.1. Вдоль трещины в шахматном порядке (см. рисунок 2.11) пробуриваются подсекающие ее шпуры, в которые вставляются пакеры. Шаг шпуров принимается равным 30-50 см. Расстояние от шпуров до трещины выбирается в зависимости от толщины конструкции и инъекционного состава. Нижний (крайний) пакер оборудуется ниппелем.

2.6.1.5.2.2. При одностадийной технологии при помощи насоса в шпуры, начиная с нижнего (крайнего), подается инъекционный состав, который, вспениваясь при контакте с водой, заполняет трещину и перекрывает путь фильтрационному потоку, образуя долговечный водонепроницаемый барьер.

2.6.1.5.2.3. При начале вытекания инъекционного состава из вышерасположенного (последующего) пакера, на пакере закрепляется ниппель, на него переносится шланг насоса и продолжается инъектирование. Поскольку время

начала реакции незначительно, то данная операция должна производиться максимально быстро.

2.6.1.5.2.4. При двухстадийной технологии, согласно предыдущим двум пунктам, производится инъектирование гидроактивной полиуретановой пены с коротким временем реакции для остановки фильтрации воды, а затем в те же пакеры (при условии, что с момента остановки воды прошло не более 1 часа) производится закачка плотной полиуретановой смолы для создания долговременной гидроизоляции. Если во время второй стадии давление достигает максимального рабочего (P_{max} $R_{сж}/3$) и не опускается, то инъектирование следует осуществлять через новые пакеры.

Инъектирование гидроактивной пены производится до момента, пока не перестанет поступать вода.

2.6.1.5.2.5. По окончании инъектирования пакеры вынимаются и шпуры тампонируются ремонтным составом. Далее вдоль трещины нарезается камера, которая заполняется ремонтным составом (см. п. 2.6.1.2).

Ремонтные составы – MasterEmaco® S 488, MasterEmaco® S 488CI, MasterEmaco® S 5400, MasterEmaco® N 900, MasterEmaco® N 310, MasterEmaco® T 1100 TIX.

Инъекционные полиуретановые смолы для одностадийной технологии – MasterRoc® MP 355 1K, MasterRoc® MP 355 Thix, MasterRoc® MP 355.

Инъекционные полиуретановые смолы для двухстадийной технологии: 1-я стадия: MasterRoc® MP 355 MR0, MasterRoc® MP 350, MasterRoc® MP 355 1K, MasterRoc® MP 355 1K DW; MasterInject® 1325;

2-я стадия: MasterInject® 1330, MasterRoc® MP 352.

2.6.2. Активные трещины.

К активным относятся трещины, ширина раскрытия которых меняется с течением времени.

Активные трещины часто возникают вследствие того, что деформационные швы были омоноличены при строительстве и не работают. В таких случаях следует принять решение, что целесообразнее – оставить трещину активной в роли деформационного шва или обеспечить нормальную работу проектных деформационных швов, а трещину в районе шва обратить в неактивную.

2.6.2.1. Перевод активной трещины в неактивную (силовое смыкание).

Перевод активной трещины в неактивную производится посредством ее «сшивки» поперечными анкерами (рисунок 2.13) совместно с инъектированием эпоксидным составом. Анкеры устанавливаются в направлении действия растягивающих усилий в конструкции. Шаг анкеров и их диаметр определяется расчетом. Чаще всего его назначают равным 40-50 см. В облицовочных плитах толщиной до 20-25 см обычно используют анкеры ∅12 мм, в массивных конструкциях – ∅18-20 мм. Анкеры выполняют из арматуры периодического профиля классов А300 или А400. Длину заделки анкера в каждую сторону от шва в зависимости от прочности бетона конструкции назначают равной 40-50 его диаметрам. Ширину камер для установки анкеров ∅12 мм назначают равной 18-20 мм. Такие анкеры закрепляют в проектном положении

ремонтным составом MasterEmaco® S 5400 или MasterEmaco® N 900. Для анкеров ∅18-20 мм нарезают камеры шириной 40 мм и заполняют их ремонтным составом MasterEmaco® S 488. Глубина камеры назначается, исходя из обеспечения необходимой толщины защитного бетонного слоя.

Работы выполняются в следующей последовательности:

- нарезается камера вдоль трещины (см. п. 2.6.1.2.1) и камеры для установки анкеров. Последовательно камеры под анкеры заполняются ремонтным составов примерно на четверть глубины и в них закладываются анкеры. Камера вдоль трещины и камеры под анкеры заполняются ремонтным составом;

- после набора ремонтным составом прочности, трещину инъектируют эпоксидным составом, руководствуясь п.2.6.1.2.2-2.6.1.2.6, и п.2.6.1.5.2.4. в части рабочего давления.

Материалы для инъектирования, способные передавать нагрузку внутри элемента: MasterInject® 1380, MasterInject® 1360, MasterRoc® MP 368, MasterRoc® RBA 380.

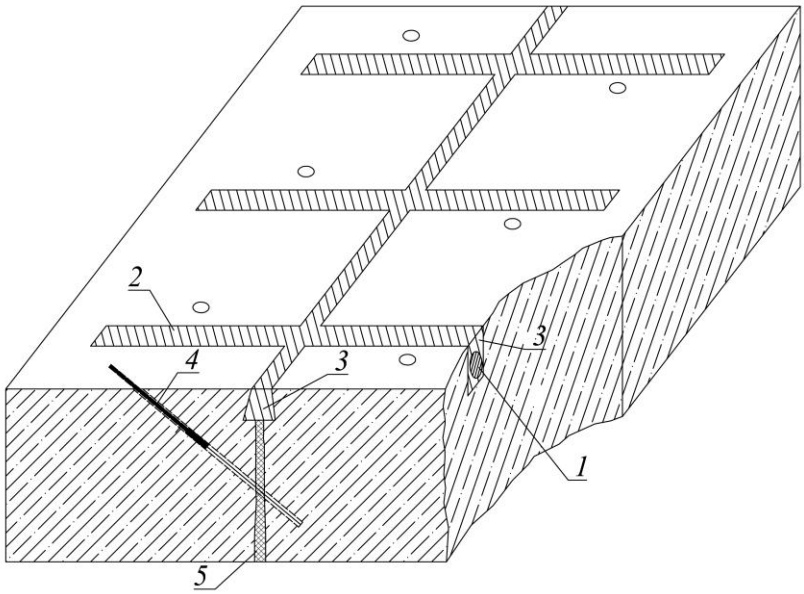

Рисунок 2.13 – Схема перевода активной трещины в неактивную
1 – анкер; 2 – камера под анкер; 3 – ремонтный состав; 4 – пакер;
5 – инъекционный состав

2.6.2.2. Заделка (герметизация) активных трещин.

Заделка (герметизация) активных трещин заключается в их инъектировании смолой на полиуретановой основе при наличии фильтрации воды (аналогично п. 2.6.1.5) или на акрилатной основе, при отсутствии фильтрации. Данные составы образуют эластичную массу и не участвуют в силовой работе конструкции.

2.6.2.2.1. Вдоль трещины в шахматном порядке пробуриваются пересекающие ее шпуры, в которые вставляются пакеры (рисунок 2.14). Шаг шпуров принимается равным 30-50 см. Расстояние от шпуров до трещины выбирается в зависимости от толщины конструкции и инъекционного состава.

2.6.2.2.2. Для уменьшения потерь инъекционной смолы и для обеспечения равномерного заполнения трещины, после установки пакеров устье трещины или шва герметизируется составами MasterBrace®ADH 1406, MasterSeal® 933 или MasterSeal® 590. Толщина нанесения состава должна составлять 3 - 5 мм, ширина – 7-10 см. Конец трещины не рекомендуется закрывать по длине примерно 3 - 5 см для обеспечения выхода защемленного воздуха. Трещина промывается водой.

2.6.2.2.3. При помощи инъекционного насоса через пакеры производится инъектирование трещины, начиная с нижнего (крайнего) шпура. После появления инъекционного состава из пакера, расположенного выше нагнетаемого (последующего), используемый пакер зачеканивается и инъектирование продолжают через вышерасположенный (последующий) пакер.

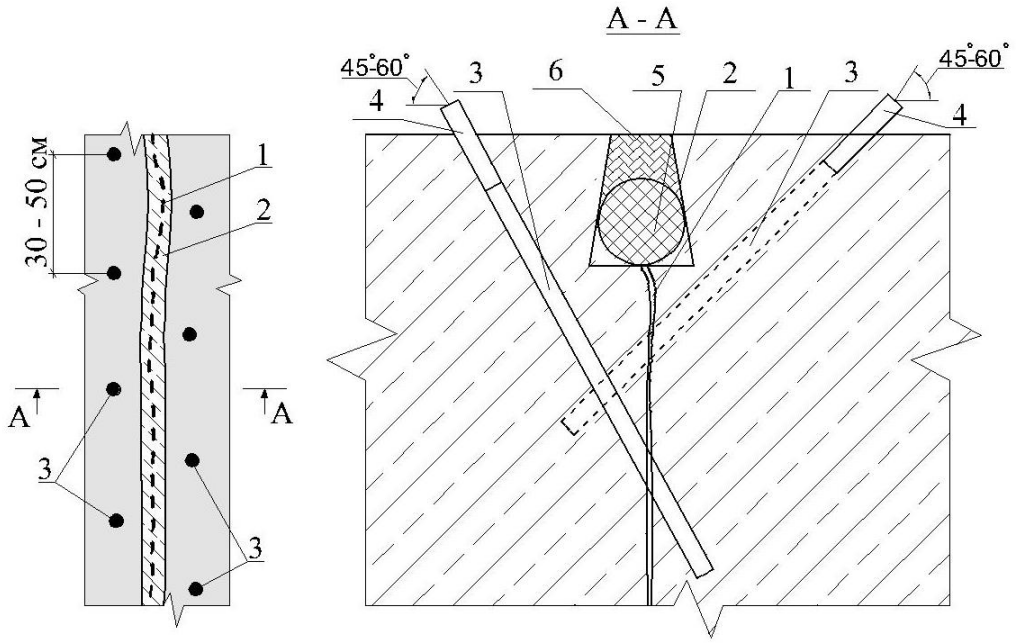

Рисунок 2.14 – Схема заделки активных трещин
1 – трещина; 2 – камера; 3 – шпур; 4 – пакер; 5 – уплотнительный шнур; 6 – полиуретановый герметик

2.6.2.2.4. По завершении полимеризации инъекционного состава вдоль трещины нарезается камера. Ширина камеры принимается равной 1-3 см, глубина – удвоенной ширине. В камеру закладывается уплотнительный шнур из вспененного полиэтилена с закрытыми порами, который перекрывается полиуретановым герметиком. Толщина слоя герметика принимается равной 0,7-0,75 ширины камеры.

2.6.2.2.5. Трещины, заполненные полиуретановыми смолами, допускается не герметизировать посредством нарезки камер с заполнением герметиком.

Рекомендуемые материалы.

Инъекционные смолы на основе акрилатов: MasterRoc® MP 307 CE, MasterInject® 1777 + MasterInject® 1778.

Инъекционные смолы на основе полиуретана: MasterInject 1325, MasterInject 1330.

Однокомпонентный полиуретановый герметик MasterSeal® NP 474.

Уплотнительный шнур из ППЭ типа Вилатерм.

2.7. Ремонт деформационных швов.

Ремонт деформационных швов заключается в их заполнении специальными материалами, обеспечивающими герметичность шва при относительных перемещениях соседних элементов конструкции. В зависимости от условий эксплуатации сооружения, рекомендуются схемы ремонта, представленные на рисунках 2.15 – 2.19.

Деформационные швы, рассматриваемые в данном разделе:

- эксплуатирующиеся под водой или в зоне переменного уровня, без фильтрации во время производства работ;
- эксплуатирующиеся под водой или в зоне переменного уровня, без фильтрации воды во время производства работ;
- эксплуатирующиеся в сухих условиях с фильтрацией воды во время производства работ;
- эксплуатирующиеся в сухих условиях без фильтрации во время производства работ.

2.7.1. Ремонт деформационных швов без фильтрации во время производства работ, находящихся в процессе эксплуатации под водой или в зоне переменного уровня.

2.7.1.1. Для ремонта рекомендуется применять инъекционные материалы на акрилатной основе совместно с гидроизоляционной эластичной лентой на полимерной основе MasterSeal® 930, установленной на эпоксидный шпатлевочный клей MasterSeal® 933 или MasterBrace® ADH 1406.

Схема ремонта приведена на рисунке 2.15.

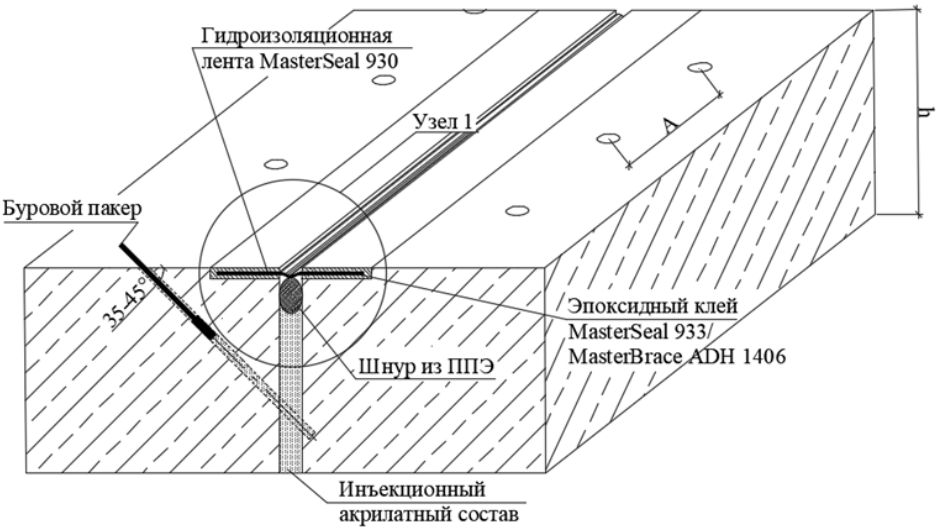

Рисунок 2.15 – Схема ремонта деформационных швов без фильтрации во время производства работ, находящихся в процессе эксплуатации под водой или в зоне переменного уровня.

2.7.1.2. Последовательность работ:

- подготовка углубления под ленту MasterSeal® 930 (рисунок 2.16);

Узел 1

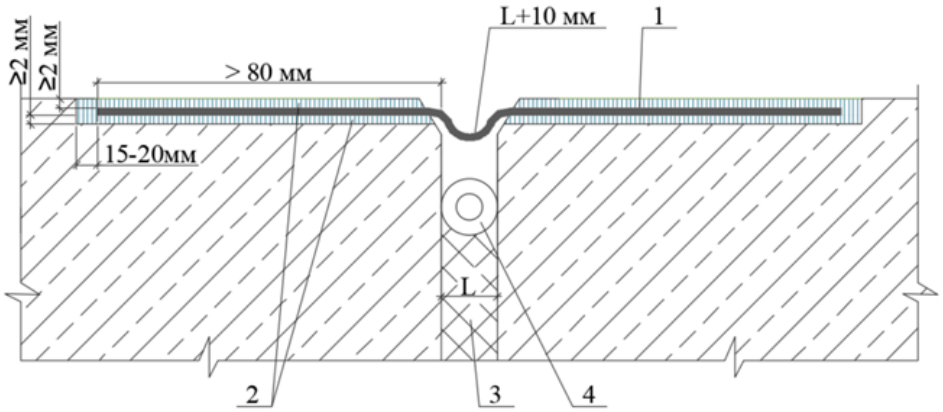

Рис.2.16 – Схема укладки ленты MasterSeal 930.
1 – гидроизоляционная лента; 2 – клей MasterSeal® 930 / MasterBrace® 1406 ADH; 3 – акрилатный заполнитель шва; 4 – шнур из ППЭ.

Рекомендуемые инъекционные составы на акрилатной основе:

MasterInject® 1777 + MasterInject® 1778, MasterRoc® MP 304, MasterRoc® MP 307 CE.

- пробуривание шпуров под углом 35-45° к поверхности конструкции и установка пакеров. Шаг шпуров **А** принимается равным: для тонкостенных конструкций – примерно половине толщины конструкции, для толстостенных конструкций – 30-50 см. Расстояние от шпуров до шва принимается равным 15-20 см;

- очистка шва от мусора, остатков заполняющего материала на глубину до 30 см;

- установка шнура из ППЭ (типа Вилатерм) на глубину 2-3 см от грани шва;

- установка удерживающей опалубки для шнура из ППЭ для исключения его выдавливания под напором инъекционного состава. В данном качестве может использоваться слой ремонтного состава на цементной основе толщиной 2-3 см или закрепленная в шве доска. В случае применения ремонтного состава MasterEmaco он должен быть выдержан минимум сутки до начала последующих работ;

- приготовление и закачка инъекционного состава под давлением не более 0,15 МПа. Время реакции состава подбирается таким образом, чтобы возможно было осуществлять контроль заполнения шва через выход состава из последующего пакера;

- демонтаж опалубки и пакеров после полимеризации инъекционного состава. В зависимости от количества катализатора и температуры окружающей среды, время полимеризации может составлять от 10 секунд до 24 минут;

- устройство гидроизоляции шва с применением MasterSeal® 930 по эпоксидному клею MasterSeal® 933 / MasterBrace® 1406 ADH: подготовка

поверхности основания под эпоксидный клей (очистка и выравнивание ремонтным составом), разметка мест установки ленты, нарезка и сваривание ленты посредством сварочного аппарата для ПВХ мембран (при необходимости), нанесение 1-го и 2-го слоёв клея с необходимым интервалом выдержки, приклеивание ленты.

Рекомендуемые размеры ленты MasterSeal® 930 – 2×200 мм и 2×300 мм.

2.7.2. Ремонт деформационных швов, находящихся в процессе эксплуатации под водой или в зоне переменного уровня, с фильтрацией во время производства работ. Схема ремонта приведена на рисунке 2.17.

Ремонт начинается с остановки фильтрующей через шов воды и проводится в следующей последовательности:

- пробуривание шпуров первой очереди под углом 35-45° к поверхности конструкции и установка пакеров. Шпуры должны пересекать шов на глубине около 40 см;
- установка на глубину ~30 см ППЭ-шнура и удерживающей опалубки, при необходимости;
- инъектирование гидроактивной пены до остановки фильтрации воды;
- удаление удерживающей опалубки и пробуривание шпуров второй очереди, установка второго шнура из ППЭ и удерживающей опалубки в соответствии с п. 2.7.1.2.

Далее работы ведутся в соответствии с п. 2.7.1.2.

Материалы для остановки воды: MasterRoc® MP 355 1K DW, MasterInject® 1325.

Материалы для заполнения шва: MasterInject® 1777 + MasterInject® 1778, MasterRoc® MP 304, MasterRoc® MP 307 CE.

Рекомендуемые размеры ленты MasterSeal® 930 – 2×200 мм и 2×300 мм.

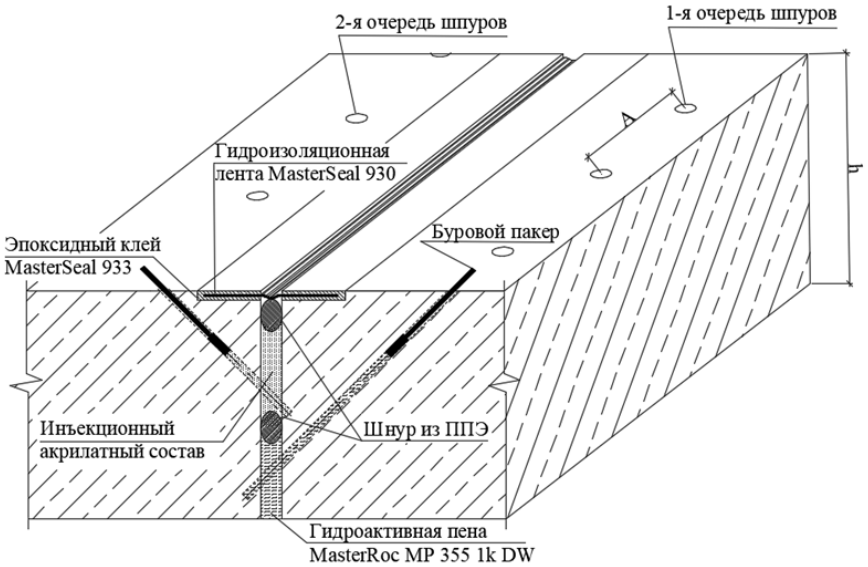

Рисунок 2.17 – Схема ремонта деформационных швов, находящихся в процессе эксплуатации под водой или в зоне переменного уровня, с фильтрацией во время производства работ

2.7.3. Ремонт деформационных швов раскрытием до 50 мм, находящихся в процессе эксплуатации в сухих условиях, с фильтрацией во время производства работ.

Схема ремонта приведена на рисунке 2.18.

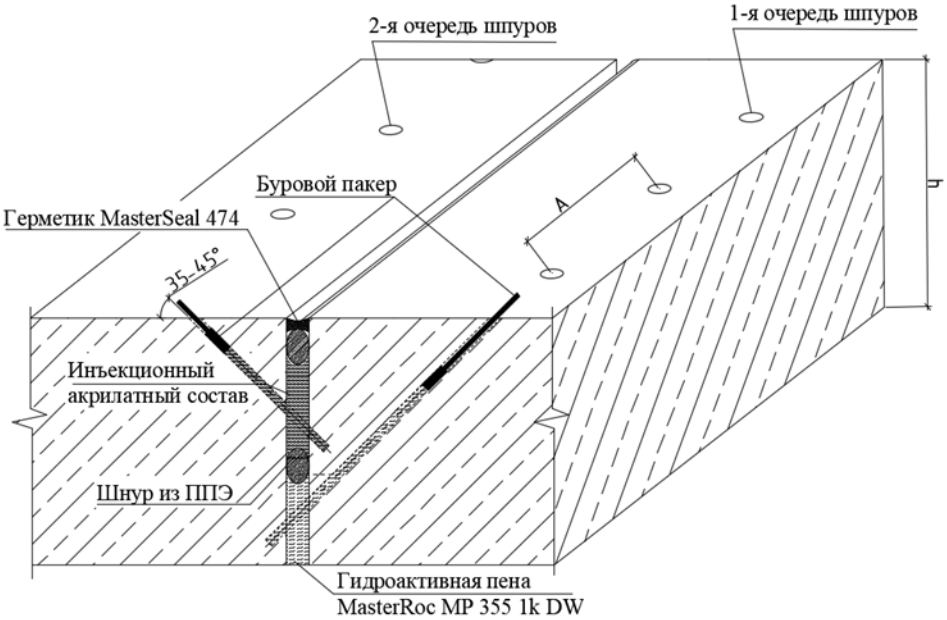

Рисунок 2.18 – Схема ремонта деформационных швов, находящихся в процессе эксплуатации в сухих условиях, с фильтрацией во время производства работ

Ремонт проводится в следующей последовательности:

- пробуривание шпуров первой очереди под углом 35-45° к поверхности конструкции и установка пакеров. Шпуры должны пересекать шов на глубине ~ 40 см;
- установка на глубину ~30 см ППЭ-шнура и удерживающей опалубки, при необходимости;
- инъектирование гидроактивной пены до остановки фильтрации воды;
- удаление удерживающей опалубки и пробуривание шпуров второй очереди, установка второго шнура из ППЭ на глубину 3-5 см (расстояние от грани до поверхности шнура) и удерживающей опалубки, при необходимости;
- закачка в шов заполняющего материала на акрилатной основе;
- удаление пакеров и зачеканивание отверстий ремонтным составом после полимеризации состава MasterInject® 1777 (от 10 сек до 24 мин, в зависимости от количества катализатора и температуры окружающей среды);
- удаление удерживающей опалубки, очистка деформационного шва от загрязнений и заполнение шва герметиком MasterSeal® 474.

При ширине шва более 30 мм герметик сначала наносится по бокам шва и хорошо зашпаклевывается с целью достижения достаточного сцепления. После этого полностью заполняется сечение шва. Сразу после заполнения шва герметик обрабатывается посредством вдавливания закругленным шпателем

или аналогичным инструментом. Наружная поверхность после обработки должна иметь слегка вогнутый профиль.

Материалы для остановки воды: MasterRoc® MP 355 1K DW, MasterInject® 1325.

Материалы для заполнения шва: MasterInject® 1777 + MasterInject® 1778, MasterRoc® MP 304, MasterRoc® MP 307 CE.

2.7.4. Ремонт сухих деформационных швов раскрытием до 40 мм, находящихся в процессе эксплуатации в сухих условиях, без фильтрации во время производства работ.

Схема ремонта приведена на рисунке 2.19.

Предлагаемая схема ремонта применима для деформационных швов раскрытием до 40 мм при подвижках шва до 25% от первоначальной ширины.

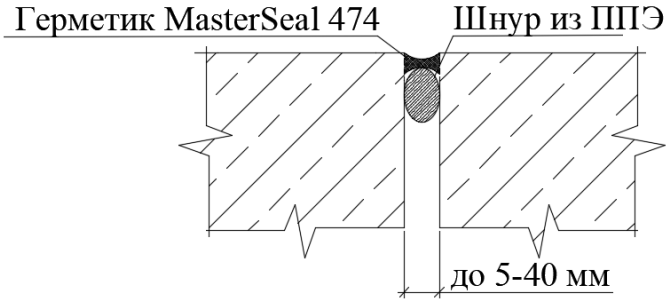

Рисунок 2.19 – Схема ремонта сухих деформационных швов, находящихся в процессе эксплуатации в сухих условиях, без фильтрации во время производства работ

Ремонт проводится в следующей последовательности:

- очистка внутренней поверхности деформационного шва от загрязнений на глубину 15-20 см;
- укладка шнура из ППЭ;
- укладка герметика MasterSeal® 474.

При ширине шва более 30 мм герметик сначала наносится по бокам шва и хорошо зашпаклевывается с целью достижения достаточного сцепления. После этого полностью заполняется сечение шва. Сразу после заполнения шва герметик обрабатывается посредством вдавливания закругленным шпателем или аналогичным инструментом. Наружная поверхность после обработки должна иметь слегка вогнутый профиль.

2.8. Ремонт внутренних повреждений монолитных конструкций инъектированием.

2.8.1. К основным дефектам и повреждениям бетона монолитных конструкций, ликвидация которых производится инъектированием в массив специальных материалов, относятся непровибрированные участки, раковины, участки с внутренней трещиноватостью и повышенной пористостью бетона. Поскольку эти дефекты и повреждения сосредоточены преимущественно

внутри бетонного массива, то для их оценки бурятся исследовательские скважины.

2.8.2. В общем случае расстояние между исследовательскими скважинами определяется размером повреждений конструкции, а их глубина должна быть достаточной для оценки всей поврежденной зоны бетона. Исследовательские скважины предназначены как для оценки водопоглащения поврежденного бетона, так и для отбора кернов с целью определения характера повреждения бетона. В дальнейшем исследовательские скважины для оценки водопоглащения могут быть использованы как рабочие инъекционные.

Отбор кернов производится после определения водопоглащения. Скважины после отбора кернов примерно за сутки до начала инъектирования тампонируются материалами MasterEmaco® S 488, MasterEmaco® S 488 CI или MasterEmaco® S 466.

2.8.3. При определении водопоглощения следует использовать гидравлические тампоны (одинарные, двойные), позволяющие достаточно четко фиксировать местоположение трещин, зон разуплотнения и т.п.

Водопоглощение бетона определяется путем нагнетания воды в скважину

$$q = \frac{Q}{Hl} \text{ (л/мин·м}^2\text{)},$$

где Q – расход воды, поглощаемый скважиной (зоной), л/мин; l – длина опробуемой зоны, м; H – напор воды, м.

Опробование исследовательских скважин глубиной более 6-8 м для оценки водопоглощения следует производить по отдельным зонам с применением гидравлических тампонов, позволяющих достаточно четко фиксировать местоположение трещин, зон разуплотнения и т.п. Протяженность зоны должна приниматься от 2 до 5 м, а в случае развитой трещиноватости и неоднородности характеристик бетона по глубине скважины она уменьшается до 1 м.

2.8.4. На основании анализа характера повреждений бетона (исследование кернов) и оценки водопоглощения принимается схема инъектирования и выбираются инъекционные материалы: микроцементы, полиуретановые смолы, смолы на эпоксидной основе.

2.8.5. Устья выходящих на поверхность трещин в бетоне должны быть расшиты и заделаны ремонтным составом согласно п. 2.6.1.

2.8.6. Инъектирование при наличии незначительных структурных разрушений бетона (чистые трещины с раскрытием менее 0,5 мм) и малом водопоглощении до 0,4 кг/(м^{2}ч^{0,5}) по ГОСТ 31356-2007.

2.8.6.1. На поверхности конструкции размечается сетка скважин первой и второй очереди. Скважины третьей очереди бурятся в случае, когда не удается достичь требуемого результата при инъектировании через скважины первой и второй очереди (рисунок 2.20).

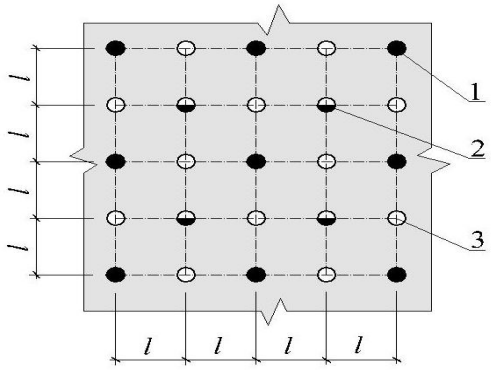

Рисунок 2.20 – Разбивка сетки скважин при инъектировании бетона массива монолитных конструкций при малом водопоглащении
1 – скважины первой очереди; 2 – скважины второй очереди; 3 – скважины третьей очереди

Шаг скважин первой очереди 2*l* принимается, как правило, равным 0,5 – 1 м.

2.8.6.2. Сначала бурятся скважины первой очереди. После окончания бурения скважины освобождаются от бурового шлама продувкой сжатым воздухом и тщательной промывкой водой под давлением 0,1-0,3 МПа.

При вертикальном или наклонном расположении конструкции инъектирование инъекционного состава следует начинать снизу, используя вышерасположенные скважины для отвода воды и инъекционного состава.

2.8.6.3. Давление нагнетания инъекционного состава назначается таким, чтобы обеспечить его подъем до вышерасположенной скважины. После появления из скважин вышерасположенного ряда инъекционного состава закачиваемой консистенции следует в течение 5-7 мин продолжать нагнетание, затем перекрыть подачу инъекционного состава, заглушить эти скважины и приступить к нагнетанию в скважины вышерасположенного ряда. Если скважины гидравлически не связаны между собой, то нагнетания продолжают до отказа в поглощении инъекционного состава, за который можно ориентировочно считать поглощение 1 литра в течение 10 минут при давлении 0,3 МПа. После отказа в поглощении производят опрессовку скважины в течение 10 мин при предельном давлении нагнетания.

Затем инъектируются скважины второй очереди. Если в результате проведенных работ не удается достигнуть требуемого по проекту снижения водопроницаемости бетона (проверяется гидравлическим опробованием промежуточных скважин между скважинами второй очереди), то инъектируются скважины третьей очереди и т.д.

2.8.6.4. При инъектировании микроцементами начальная консистенция подаваемого раствора (В/Ц) определяется величиной удельного водопоглощения и должна задаваться в проекте производства работ.

В процессе инъектирования в зависимости от поглощения материала составы цементных растворов могут уточняться.

2.8.6.5. Не ранее, чем через 24 часа после окончания цементации, скважину разбуривают и тампонируют ремонтным составом MasterEmaco® S 488 PG (скважины, направленные под углом вниз) и MasterEmaco® S 488 (горизонтальные и направленные под углом вверх скважины).

Рекомендуемые материалы для инъектирования – двухкомпонентная полиуретановая смола MasterRoc® MP 355 MR0, двухкомпонентная смола на эпоксидной основе MasterInject® 1360. Допускается предварительное смешивание компонентов А и В смол MasterRoc® MP 355 MR0 и MasterInject® 1360 с последующим инъектированием с использованием однокомпонентного насоса, что повышает качество инъектируемой смеси. Для увеличения «жизни» инъекционной смолы MasterRoc® MP 355 MR0 рекомендуется охлаждение компонентов А и В до температуры 8^{0}-10^{0}С.

2.8.7. Инъектирование при наличии значительных структурных разрушений бетона (трещин различного раскрытия, включая трещины с раскрытием 30-50 мм с заполнением продуктами коррозии бетона и множественные мелкие чистые трещины с раскрытием 0,5-1,0 мм), большом водопоглащении более 0,4 кг/($м^2ч^{0,5}$) по ГОСТ 31356-2007.

2.8.7.1. В случае, если при инъектировании по вышерассмотренной схеме не удается создать достаточно высокого давления, обеспечивающего проникновение инъектируемого материала в мелкие трещины, наблюдается повышенный расход дорогих инъекционных составов.

2.8.7.2. Инъектирование рекомендуется проводить захватками в два этапа. Размер захватки принимается равным примерно 1м × 1м.

На первом этапе производится инъектирование водной суспензией смеси MasterEmaco® A 640 по периметру захватки с В/Ц 0,55 – 0,65. Шаг шпуров для инъектирования принимается равным 0,1-0,15 м. При этом обязательна продувка шпуров сжатым воздухом и их тщательная промывка водой под давлением 0,1- 0,3 МПа. Давление инъектирования 0,1- 0,3 МПа.

2.8.7.3. На втором этапе (не менее, чем через 24 часа) производится инъектирование двухкомпонентными смолами MasterRoc® MP 355 MR0 и MasterInject® 1360 под давлением, близким к максимальному расчетному напряжению в существующей бетонной конструкции, но не менее 0,5- 1,0 МПа. Шаг шпуров принимается равным около 0,25 м (рисунок 2.21). При этом также обязательна продувка шпуров сжатым воздухом и их тщательная промывка водой под давлением 0,1 - 0,3 МПа.

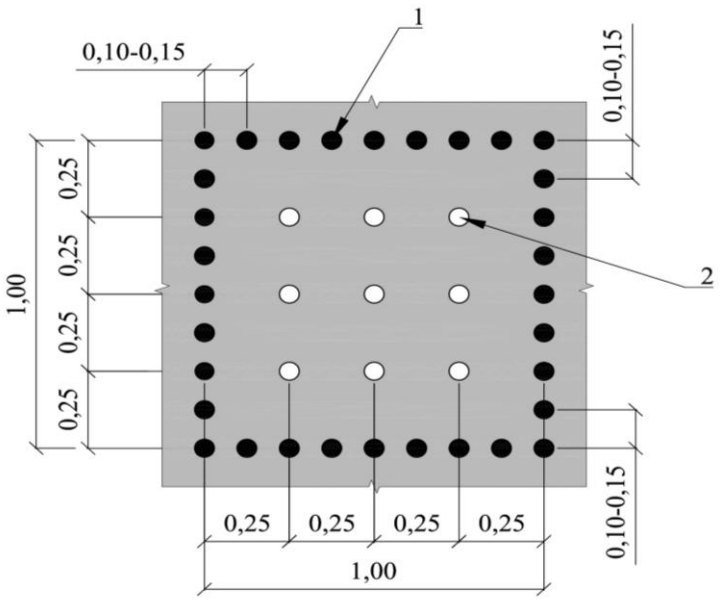

Рисунок 2.21 – Разбивка сетки скважин при инъектировании бетона массива монолитных конструкций при большом водопоглащении и значительных структурных повреждениях

1 – скважины под MasterEmaco® A 640, 2 – скважины под двухкомпонентную смолу

2.9 Ремонт конструкций под водой.

2.9.1. Ремонт подводных частей сооружений специальными бетонами из сухих смесей MasterEmaco® и на смеси MasterEmaco® A 640 не требует предварительного осушения частей сооружений.

2.9.2. Основной метод ремонта бетонных и железобетонных конструкций под водой состоит в наполнении опалубки ремонтным составом, вытесняющим из нее воду. Ремонтируемые поверхности должны быть очищены от ослабленного бетона, продуктов коррозии арматуры, грязи и биологических обрастаний.

2.9.3. Подача ремонтного состава в опалубку путем сбрасывания через толщу воды не допускается. Рекомендуются два способа подачи ремонтного состава за опалубку (рисунок 2.22).

Первый способ предусматривает, что опалубка снабжается расположенными друг над другом штуцерами, к которым присоединяется шланг от бетоно- или растворонасоса. По мере наполнения опалубки нижерасположенные штуцеры глушатся и конец шланга присоединяется к вышерасположенным. Переключение должно производится до начала схватывания бетона, залитого через нижерасположенный штуцер. Ширина захватки бетонирования и размещение штуцеров по высоте определяются, исходя из этого условия.

При втором способе заливки бетона используется бетонопровод, нижний конец которого постоянно утоплен в бетонной смеси. По мере наполнения опалубки поднимается и нижний конец бетонопровода.

При обоих способах бетонирования ширину захватки назначают в пределах 3-4 м в зависимости от удобоукладываемости бетона (при его подаче в середину захватки).

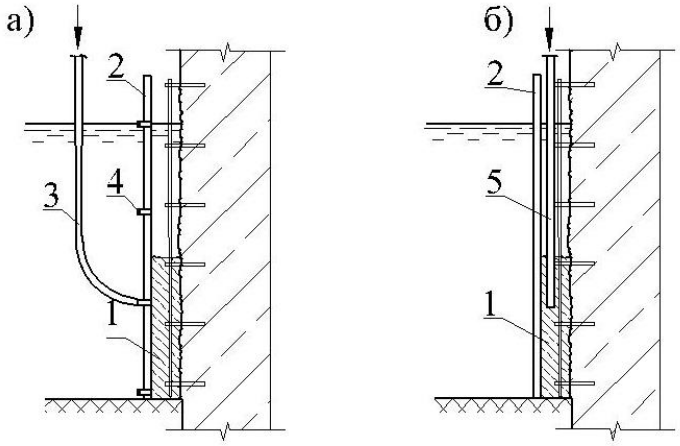

Рисунок 2.22 – Схемы подачи наливной ремонтной смеси при подводных ремонтных работах: а) по гибкому шлангу через штуцеры в опалубке; б) по трубопроводу, нижний конец которого опущен в ремонтную смесь
1– наливная ремонтная смесь; 2 – опалубка; 3 – шланг бетононасоса; 4 – штуцер; 5 – трубопровод

2.9.4. При бетонировании под водой свободная верхняя поверхность специальных ремонтных смесей не размывается и не повышает водоцементное отношение в неподвижной воде. Прочностные характеристики ремонтных смесей, твердеющих под водой, такие же, как при наборе прочности в воздушной среде.

Водный поток может размывать бетонную массу. Для предотвращения этого явления следует использовать опалубку с крышкой (рисунок 2.23).

2.9.5. При необходимости укладки под водой небольшого количества ремонтного состава рекомендуется снабжать водолаза наполненной этим составом емкостью. Масса выдавливается из емкости с помощью ручного насоса или сжатым воздухом, поступающим от компрессора.

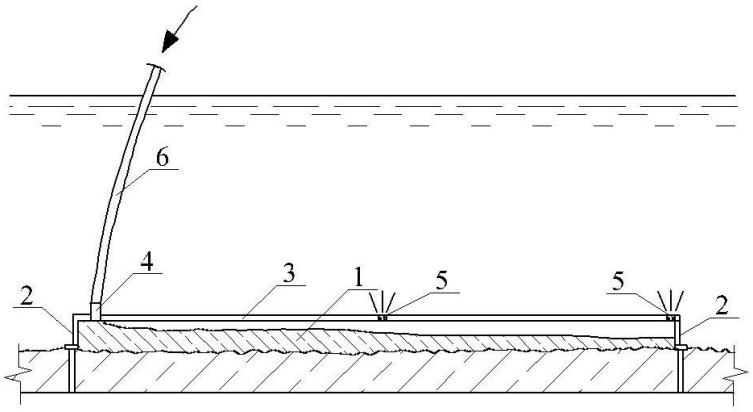

Рисунок 2.23 – Схема ремонта горизонтально расположенных бетонных конструкций в условиях водного потока
1 – наливная ремонтная смесь; 2 – борта опалубки; 3 – крышка опалубки; 4 – штуцер; 5 – контрольные отверстия; 6 – шланг бетононасоса

2.9.6. Тиксотропные ремонтные составы наносятся под водой на поверхность бетона вдавливанием или втиранием без применения опалубки и могут использоваться только в неподвижной воде. Исключение составляют швы между облицовочными плитами, где уложенный ремонтный состав должен сразу защищаться от размывания забивкой уплотнительного шнура (рисунок 2.24).

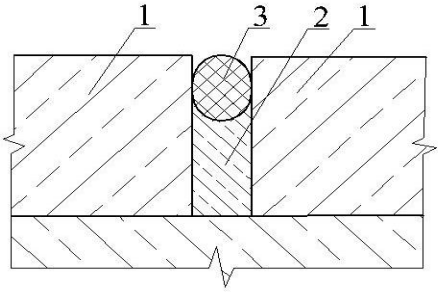

Рисунок 2.24 – Заполнение швов между облицовочными плитами в условиях водного потока

1 – облицовочная плита; 2 – тиксотропный ремонтный состав; 3 – уплотнительный шнур

Рекомендуемые материалы:

- ремонтные составы: MasterEmaco® S 5400, MasterEmaco® S 488, MasterEmaco® N 900+ MasterEmaco® T 1100 (в зависимости от ширины шва);
- уплотнительный шнур из ППЭ типа Вилатерм.

2.9.7. Для ремонта небольших повреждений (по объему требуемого ремонтного материала) на малых глубинах, в том числе в условиях водного потока, рекомендуется использовать состав MasterSeal® 590. Его готовят к применению в воздушной среде, после чего передают водолазу для укладки на место.

2.9.8. Анкеры для крепления арматуры под водой заделывают в бетон так же, как при работе в воздушной среде, руководствуясь указаниями п. 2.2.8. Для крепления опалубки следует использовать анкеры, рекомендованные в п. 2.5.1.

2.9.9. Для сверления отверстий, оконтуривания ремонтируемых участков, удаления ослабленного бетона следует применять инструменты с пневмо- и гидроприводом, предназначенные для выполнения подводных ремонтных работ. Для очистки поверхностей рекомендуется использовать водоструйные и кавитационные установки.

2.10 Закрепление арматурных стержней и шпилек с помощью химических анкеров.

Для быстрого ввода в эксплуатацию и сокращения сроков производства работ рекомендуется применение химических составов MasterFlow® 916 AN, MasterFlow® 918 AN, MasterFlow® 920 AN, MasterFlow® 932 AN, MasterFlow® 936 AN, что позволяет произвести установку анкеров и

закладных деталей на различных основаниях и в кратчайшие сроки, в том числе в условиях легкой влажности.

MasterFlow® 916 AN – двухкомпонентный состав на основе полиэфирной смолы для крепления резьбовых стержней в бетоне, кирпичной или каменной кладке.

MasterFlow® 918 AN – двухкомпонентный состав на основе винилэфирной смолы для крепления резьбовых стержней в бетоне, кирпичной или каменной кладке. Обеспечивает более высокую адгезионную прочность по сравнению с полиэфирными составами.

MasterFlow®920 AN – двухкомпонентный состав на основе эпокси-акрилатной смолы. При смешивании 2-х компонентов образуется высокопрочный состав. Обеспечивает высокую раннюю и конечную прочность, в том числе при отрицательных температурах до - 5ºС.

MasterFlow® 932 AN – двухкомпонентный состав на основе эпоксидной смолы без добавок для крепления анкеров в трещиноватых бетонах и бетонах без трещин – как в обычных условиях, так и в условиях повышенной сейсмичности (категория сейсмичности С1). Обеспечивает высокую несущую способность и разработан для самых «требовательных» конструкций и соединений с вклейкой арматуры.

MasterFlow®936 AN – двухкомпонентный состав на основе эпоксидной смолы. При смешивании 2-х компонентов образуется высокопрочный состав. Обеспечивает высокую раннюю и конечную прочность. Состав может также использоваться для приклеивания металлических элементов на бетон или для склеивания частей бетона.

Установка анкеров выполняется в следующей последовательности:

- бурение отверстий в основании;
- очистка и обеспыливание отверстий;
- очистка и обезжиривание металлического анкера;
- укладка химического состава в отверстие;
- установка анкера.

При бурении отверстий глубина и диаметр должны определяться в зависимости от основания, полезной нагрузки и диаметра анкерных болтов и арматуры. Глубина заделки анкера, как правило, принимается от 8 до 12 диаметров анкера.

Одним из важных ограничивающих факторов для эффективного применения систем анкеровки является расположение отверстий относительно кромки элемента бетона и относительно друг друга.

Рекомендуемое расположение отверстий для анкеров относительно кромки элемента бетона и относительно друг друга приведено в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Расположение отверстий для анкеров относительно кромки элемента бетона и относительно друг друга.

Номинальный диаметр d (мм)	h_{ef} (мм) 8×d		h_{ef} (мм) 12×d	
	S_{min}	C_{min}	S_{min}	C_{min}
M8	35	35	48	48
M10	40	40	60	60
M12	48	48	72	72
M16	64	64	96	96
M20	80	80	120	120

В таблице 2.8 приняты следующие обозначения:
d – диаметр анкера;
h_{ef} – глубина заделки анкера;
S_{min} – минимальное расстояние между отверстиями;
C_{min} – минимальное расстояние от кромки.

Диаметр отверстия **D** принимается равным D=d+2 мм при d≤16 мм и D=d+4 мм при d>16 мм.

3. ВТОРИЧНАЯ ЗАЩИТА И ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

3.1 Материалы для вторичной защиты и гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций.

3.1.1. Материалы вторичной защиты и поверхностной гидроизоляции предназначены для продления срока службы сооружения и снижения эксплуатационных затрат на его ремонт.

3.1.1.1 В зависимости от принципа защиты бетона, согласно ГОСТ 32017-2012 (таблица 3.1), материалы делятся на следующие группы:

а) гидрофобная пропитка (Н) – обработка бетона для получения поверхности с водоотталкивающим эффектом;

б) пропитка (1) – обработка бетона материалами на полимерной или минеральной основе для уменьшения пористости и упрочнения поверхности;

в) покрытие (С) – обработка бетона материалами на полимерной или минеральной основе для получения сплошного защитного слоя на поверхности бетона толщиной от 0,1 до 5,0 мм.

Таблица 3.1 – Материалы в соответствии с принципами защиты (ГОСТ 32017-2012)

	Принцип 1. Защита от проникновения			**Принцип 2. Контроль влажности**		**Принцип 5. Физическая стойкость**		**Принцип 6. Стойкость к химическим воздействиям**	**Принцип 8. Повышение сопротивления**	
Материал	**1.1 (Н)**	**1.2 (I)**	**1.3 (С)**	**2.1 (Н)**	**2.2 (С)**	**5.1 (С)**	**5.2 (I)**	**6.1 (С)**	**8.1 (Н)**	**8.2 (С)**
MasterSeal® 501		■					■			
MasterSeal® 531			■		■					■
MasterSeal® 588			■		■	■		■		■
MasterProtect® H 303				■						
MasterProtect® 8500 CI				■					■	
MasterProtect® 320			■		■	■		■		■
MasterProtect® 330 El			■		■	■		■		■
MasterSeal® 6808			■		■	■		■		■

3.1.1.2. Гидрофобизирующие пропитки.

MasterProtect® H 303 – гидрофобизатор, снижающий капиллярное водопоглощение бетона и повышающий его стойкость к проникновению Cl^- и CO_2 при сохранении паропроницаемости.

MasterProtect® 8500 CI – ингибитор коррозии, препятствующий проникновению влаги и хлоридов в бетон, значительно замедляющий процесс

активной коррозии, повышает электрическое сопротивление арматуры коррозионным токам.

3.1.1.3. MasterSeal 501® – состав проникающего действия на цементной основе для уплотнения структуры бетона за счет химически активных веществ, образующих в порах бетона труднорастворимые кристаллы. Основное назначение – повышение марки W по водонепроницаемости.

3.1.1.4. Покрытия MasterSeal® и MasterProtect® на полимер-цементной и полимерной основе предназначены для защиты бетонных поверхностей, если необходимы следующие характеристики:

- стойкость к карбонизационным процессам;
- химическая стойкость;
- механическая прочность покрытия.

MasterSeal® 588 – двухкомпонентное покрытие, предназначенное для гидроизоляции и защиты от воздействия CO_2, Cl^-, SO_4^- железобетонных конструкций, в том числе изгибаемых, не подверженных механическим воздействиям.

MasterProtect® 320 / MasterProtect® 330 El – защитно-декоративное покрытие (жесткое и эластичное) на водной основе для бетонных конструкций и каменной кладки, стойкое к атмосферным воздействиям. Для любых железобетонных поверхностей, находящихся на открытом воздухе. Возможна колеровка по таблице цветов RAL.

Покрытие MasterSeal® 6808 – гидроизоляционная система, состоящая из праймера MasterTop® P 617 (для сухих оснований) / MasterSeal® P 385 (для влажных оснований) и эластичной полиуретановой мембраны MasterSeal® M 808. Предназначено для защиты бетонных поверхностей от атмосферных воздействий, а также в качестве гидроизоляции, стойкой к механическим воздействиям, в том числе от ледовой нагрузки.

MasterSeal® 531 – однокомпонентное жесткое гидроизоляционное покрытие на минеральной основе. Предназначено для гидроизоляции бетонных и каменных конструкций в подводной зоне и зоне переменного уровня воды.

3.1.1.5. Материалы для гидроизоляции узлов (швы, примыкания).

MasterSeal® 910 – расширяющаяся при контакте с водой гидроизоляционная лента на полимерной основе, для конструкционных и холодных швов железобетонных конструкций, подверженных давлению воды с одной или обеих сторон. Лента устанавливается в промежутках между бетонированием в зоне холодного или конструкционного шва и обеспечивает сохранение герметичности указанных видов швов при их раскрытии до 5 мм при давлении воды до 0,5 МПа.

MasterSeal® 912 – однокомпонентный герметик на основе форполимера, расширяющийся при соприкосновении с водой до 200% в объеме, предназначенный для постоянной гидроизоляции различных видов швов (кроме деформационных) и стыков в бетонных конструкциях.

3.2. Технология применения материалов вторичной защиты и гидроизоляционных материалов.

Технология применения материалов вторичной защиты и поверхностной гидроизоляции предусматривает площадную обработку защищаемой поверхности специальным составом и состоит из нескольких этапов.

3.2.1. Подготовка поверхности. Поверхность бетона к моменту нанесения материалов должна удовлетворять следующим требованиям:

- отсутствие повреждений и дефектов;
- прочность бетона основания должна быть не ниже проектной;
- отсутствие загрязнений;
- отсутствие трещин с шириной раскрытия более 0,1 мм;
- требуемая влажность.

3.2.2. Нанесение первого слоя материала и его сушка в требуемых интервалах времени.

3.2.3. Нанесение и сушка следующих слоёв материала; контроль качества выполненных работ по вторичной защите.

Основные условия и технология нанесения материалов указаны в таблицах 3.2 и 3.3, толщина защитного покрытия и расход материала – в таблице 3.4.

Таблица 3.2 – Технология нанесения материалов MasterSeal® и MasterProtect®

Названия материалов	Температура окружающей среды при нанесении	Требования к качеству поверхности по ГОСТ 13015	Влажность основания при нанесении	Ручной способ нанесения	Параметры оборудования при механизированном способе нанесения
MasterProtect® H 303 MasterProtect® 8500 CI	+ 5 … + 35° C	Не нормируется	До 4%	Синтетический валик; Синтетическая кисть.	Пневматический опрыскиватель низкого давления. Давление 2 – 4 бар, диаметр сопла 0,2 – 0,3 мм
MasterProtect® 320 MasterProtect® 330 El	+ 8 … + 30°C	A1 – A3	До 8%	Синтетический валик: 8 – 12 мм ворс. Синтетическая кисть.	Безвоздушный Давление: 150 – 170 бар, диаметр сопла: 0,35 – 0,5 мм, внутренний диаметр шланга: 18 – 20 мм.
MasterSeal® M 808	+ 10…+ 35° C	A1 – A3		кисть, короткошерстный валик с нейлоновым роликом, ворс 10 – 12 мм	Безвоздушный Давление 200-250 бар Диаметр сопла 0,76-0,9 мм Угол распыления 50-80° Минимальный объем подачи 10 л/мин Диаметр шланга 3/8”
MasterSeal® 588	+ 5 + 35° C	A1 - A5	Более 8%	Синтетический валик: 8 – 12 мм ворс. Синтетическая жесткая кисть.	Безвоздушный. Давление 50 – 60 бар, диаметр сопла 4 – 6 мм, внутренний диаметр шланга 18 – 25 мм.
MasterSeal® 531	+ 5 … + 35° C	Не нормируется	Полное насыщение водой	Синтетическая кисть, шпатель	Пневматический. Мощность компрессора от 500 л/мин, давление 4 – 6 бар, диаметр сопла 2 – 4 мм.
MasterSeal® 501	+ 5 … + 35° C	Не нормируется	Полное насыщение водой	Синтетическая кисть.	Пневматическая установка: Давление воздуха – 2,5 - 3,5 бар Мощность компрессора – более 450 л/мин Диаметр сопла: 1,5-2,0 мм Безвоздушный: Давление: 120 – 140 бар Размер сопла: 1,2 – 2,0 мм Угол факела – 60 – 80°

Таблица 3.3 – Стандартное время сушки слоев материалов MasterSeal® и MasterProtect®

Слои	Температура °С	Время (часы)
1-й слой	+20°С +15°С +10°С +8°С	Минимум 4 Минимум 8 Минимум 24 Минимум 24
2-й и следующие слои	+10°С +20°С +35°С	Минимум 24 Минимум 4 Минимум 4

Таблица 3.4 – Толщина слоя и расход материалов серии MasterSeal® и MasterProtect®.

Первый (грунтовочный) слой		Второй (финишный) слой		Номинальная общая толщина сухой пленки, мкм	Общий теоретический расход
Материал	Толщина сухой пленки	Материал	Толщина сухой пленки		
MasterProtect® 330 El	100 мкм	MasterProtect® 330 El	100 мкм	200 мкм	0,62 кг/м^2
MasterProtect® 320	150 мкм	MasterProtect® 320	120 мкм	270 мкм	0,5 кг/м^2
MasterSeal® 588	1 мм	MasterSeal® 588	1,0 мм	2,0 мм	3,0 кг/м^2
MasterSeal® P 385*	400 мкм	-	-	400 мкм	0,7 кг/м^2
MasterSeal® M 808	300 мкм	MasterSeal® M 808	300 мкм	600 мкм	0,8 кг/м^2
MasterSeal® 531	2-3 мм			-	3-4,5 кг/м^2
MasterSeal® 501	-	-	-	-	1,5-2 кг/м^2

4 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

4.1. Качество работ по ремонту сооружений следует контролировать, руководствуясь указаниями главы 7 СП 48.13330.2019 «Организация строительства».

4.2. Технический персонал подрядной организации должен уделять особое внимание контролю качества работ, влияющих на безопасность сооружения. Если контроль качества таких работ при сдаче объекта в эксплуатацию затруднен, к поэтапным проверкам могут привлекаться представители заказчика и органов государственного надзора. Результаты проверок должны фиксироваться в актах.

4.3. При производстве подводных работ осуществляется видеоконтроль с использованием соответствующего оборудования. Он позволяет проверять точность соблюдения технологии и контролировать качество работ, в том числе со стороны заказчика и органов государственного надзора.

4.4. Входной, операционный и приемочный контроль следует осуществлять в соответствии с РД 11-01-2006, а также указанными ниже пунктами.

4.5. При производстве работ с применением ремонтных смесей и покрытий MasterSeal® и MasterProtect® осуществляется следующий контроль:

- контроль качества поступающих материалов;

- контроль качества подготовки бетонной поверхности;

- контроль качества готовых составов MasterEmaco®, MasterSeal®, MasterProtect®;

- контроль качества нанесения материалов.

4.6. Входной контроль качества ремонтных сухих смесей должен осуществляться в соответствии с требованиями СТО 70386662-010-2021 (Ремонтные смеси MasterEmaco®), СТО70386662-002-2021 (Смесь сухая тонкодисперсная пластифицированная расширяющаяся MasterEmaco® A 640).

4.7. При подготовке бетонных поверхностей следует контролировать:

- постоянно: соблюдение глубины нарезки бетона по контуру мест повреждений, последовательность и правильность выполнения технологических операций по удалению разрушенного бетона, степень очистки подготовленных поверхностей от пыли перед укладкой ремонтного состава и чистоту поверхности арматурных стержней;

- при необходимости: прочность бетона ремонтируемой поверхности при отрыве.

4.8. При приготовлении ремонтных, защитных и гидроизоляционных смесей контролируется однородность смеси, количество воды затворения. Строительная лаборатория изготавливает из подготовленного ремонтного состава контрольные образцы, по которым определяется прочность на сжатие и растяжение при изгибе в соответствии с СТО 70386662-010-2021.

4.9. В процессе механизированного нанесения ремонтных, гидроизоляционных и защитных составов необходимо систематически осуществлять контроль над соблюдением правильного дозирования воды (при наличии) и выхода из форсунки однородного состава требуемой консистенции.

4.10. По завершению ремонтных работ проверяется качество ремонта: поверхности должны быть ровными, гладкими без раковин, трещин, вздутий и каверн, с четко отделанными гранями углов пересекающихся плоскостей. Ремонтные составы должны быть прочно соединены с ремонтируемой поверхностью и не отслаиваться от нее.

4.11. Прочность бетона на отремонтированном участке определяется неразрушающим методом по ГОСТ 22690.

4.12. Поверхность бетона перед нанесением защитных и гидроизоляционных составов должна иметь класс не менее А3-А5 по классификации ГОСТ 13015-2012.

4.13. Перед началом производства работ по инъектированию необходимо проводить контрольные замеры:

- температуры воздуха;

- температуры поверхности бетона;

- температуры компонентов смеси.

4.14. При проведении инъекционных работ предоставляются:

- исполнительные схемы на устройство инъекционных шпуров;

- журнал бурения инъекционных скважин;

- акт приемки инъекционных отверстий после бурения;

- таблица расхода инъекционных материалов на 1 п. м конструкций и в целом на ремонтируемую конструкцию с указанием параметров давления.

4.15. Приемка инъекционных работ осуществляется по каждой трещине/шву в конструкции.

4.16. Таблицы контроля качества приведены в технологических картах на соответствующие материалы.

5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Согласно заключениям Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека сухие смеси MasterEmaco®, MasterEmaco® A 640 и MasterRoc® MP, защитные и гидроизоляционные покрытия MasterSeal® и MasterProtect®, а также инъекционные смолы MasterInject® и химические анкера MasterFlow®, а также инъекционные составы MasterRoc® соответствуют государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам. Они могут применяться в строительстве без ограничений.

5.2. Удельная эффективная активность естественных радионуклидов в сухих смесях MasterEmaco®, MasterEmaco® A 640 не превышает 370 Бк/кг.

5.3. Сухие смеси MasterEmaco®, MasterEmaco® A 640 пожаро- и взрывобезопасны; они относятся к веществам IV класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

5.4. При приготовлении бетонов из сухих смесей MasterEmaco®, MasterEmaco® A 640, и строительных работах, связанных с применением этих бетонов, а также работах по приготовлению и нанесению материалов MasterSeal® и MasterProtect® следует соблюдать требования:

- СП 49.13330.2012 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;

- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;

- ГОСТ 12.3.016-87 ССБТ. «Строительство. Работы антикоррозионные. Требования безопасности».

5.5. При работе с полимерными многокомпонентными составами MasterInjec t®, MasterFlow® следует соблюдать требования СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации рабочих процессов, производственному оборудованию, рабочему инструменту», паспорта безопасности, инструкции по применению.

Работу следует осуществлять с применением средств индивидуальной защиты органов дыхания (респираторы типа РПГ, РУ-60 с фильтром А), кожи рук (перчатки нитрильные), глаз (очки закрытые).

5.6. Обеспечение безопасности строительных работ возлагается на подрядную организацию.

5.7. При производстве подводных строительных работ подрядная организация должна руководствоваться требованиями руководящих документов: ГОСТ 12.3.012-77 «Работы водолазные. Общие требования безопасности», РД 31.84.01-90 «Единые правила труда на водолазных работах», а также внутренними инструкциями организации по технике безопасности и охране труда. Для внешнего контроля безопасных условий труда водолаза следует использовать подводное телевидение.

5.8. Более подробные правила по технике безопасности приведены в технологических картах на рассмотренные в Рекомендациях материалы.