НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РЕМОНТУ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛИМЕРНЫМИ СОСТАВАМИ

МОСКВА–1986

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
(НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕМОНТУ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛИМЕРНЫМИ СОСТАВАМИ

Утверждены
директором НИИЖБ
28 февраля 1986 г.

Москва - 1986

УДК 666.972:91.31:678

Печатается по решению секции коррозии и спецбетонов НТС НИИЖБ Госстроя СССР от 20 февраля 1986 г.

Рекомендации по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций полимерными составами. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1986, с. 28.

Рекомендации содержат основные положения по технологии приготовления полимерных составов, используемых для ремонта и восстановления железобетонных строительных конструкций.

Изложены требования к исходным материалам для приготовления полимерных составов, подготовке конструкций к ремонту и проведению ремонта, заключающемуся в заделке основных дефектов бетона (повышеной пористости, трещин , а также объемных дефектов). Приведены требования по противопожарной технике, технике безопасности, а также методика расчета экономической эффективности проведения ремонтных работ с использованием полимерных составов.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных, ремонтных и производственных организаций.

Табл.7.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР, 1986

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации содержат основные положения по технологии ремонта железобетонных строительных конструкций полимерными составами.

Одной из главных задач, стоящих перед строительными организациями в XII и последующих пятилетках, является резкое увеличение объемов работ, связанных с реконструкцией промышленных предприятий. Значительная доля в этих работах приходится на ремонт и усиление железобетонных конструкций. Кроме того, конструкции, получившие повреждения в предэксплуатационный период и во время эксплуатации, нуждаются в восстановлении с целью предотвращения дальнейшего разрушения.

Применение полимерных материалов для ремонта и восстановления железобетонных конструкций позволит снизить трудозатраты и сократить сроки проведения ремонтных работ, повысить надежность и долговечность восстановленных элементов.

Цель настоящих Рекомендаций - обеспечить рациональный выбор материалов для ремонта и восстановления железобетонных конструкций, а также ознакомить инженерно-технический персонал с технологией проведения ремонтных работ с применением полимерных составов.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (канд. техн. наук Ю.В.Максимов при участии д-ра техн.наук, проф.В.В.Патуроева, канд. техн.наук В.И.Агаджанова, инженеров М.А.Хорьковой, И.Б.Уваровой, С.М.Куркина, Т.В.Михайловой, Н.Я.Титкова).

Кроме того, при составлении Рекомендаций были использованы материалы ОИСИ Минвуза УССР (канд.техн.наук В.А.Лисенко), М И С И им.В.В.Куйбышева (доктора техн.наук, профессора Ю.М.Баженов, В.Г.Мигульский, кандидаты техн.наук В.В.Козлов, К.Н.Попов), ЦМИПКС при МИСИ им.В.В.Куйбышева (д-р техн.наук, проф. И.М.Елшин, канд. техн.наук О.С.Вершинина, инженеры Л.Н.Киселев, Н.П.Шаталова) Главспецстроя (инж. Ю.К.Шевченко), ИВС АН УССР, ТбилЗНИИЭП и др.

В целях определения эффективности научно-технических достижений, использованных в настоящих Рекомендациях, дирекция НИИЖБ просит выслать Справку по форме, приведенной в приложении.

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Рекомендации разработаны в развитие СНиП 2.03.II-85 "Защита строительных конструкций от коррозии", СНиП Ш-I5-75 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работы" и "Руководства по обеспечению долговечности железобетонных конструкций предприятий черной металлургии при их реконструкции и восстановлении" (М., Стройиздат, 1982).

I.2. Настоящие Рекомендации предназначены для использования при составлении проекта производства работ (ППР) и проведении ремонта бетонных и железобетонных строительных конструкций, получивших дефекты во время изготовления или поврежденных в процессе транспортирования, монтажа и эксплуатации.

Рекомендации могут быть использованы при проведении работ по ремонту и восстановлению железобетонных строительных конструкций промышленных, сельскохозяйственных и гражданских зданий.

I.3. Применение полимерных составов(полимеррастворов) рекомендуется для устранения следующих дефектов бетона в бетонных и железобетонных конструкциях:

участков слабого (имеющего повышенную пористость) бетона;

трещин (любой шириной раскрытия);

объемных дефектов (околов, раковин, пустот, отслоений и др.).

I.4. Основной задачей проведения ремонтных работ с применением полимеррастворов является предотвращение дальнейшего разрушения бетона в конструкции и недопущение снижения или потери несущей способности строительных конструкций.

I.5. Ремонтные работы проводят на конструкциях, не требующих дополнительного усиления или на конструкциях, усиленных с помощью дополнительных металлических и железобетонных элементов с соответствии с "Методическими рекомендациями по усилению железобетонных конструкций зданий и сооружений" (Харьков, Харьковский Промстройниипроект, 1984).

I.6. Необходимость проведения ремонтных работ выявляется в результате обследования строительных конструкций, которое может быть проведено в соответствии с "Руководством по обеспечению долговечности железобетонных конструкций предприятий черной металлургии при их реконструкции и восстановлении" и "Руководством по определению и оценке прочности бетона в конструкциях зданий и сооружений" (М., Стройиздат, 1979).

I.7. В связи с повышенной стоимостью полимерных материалов их применение должно ограничиваться случаями, когда цементные композиции не могут быть использованы, вследствие низкой механической прочности, недостаточной адгезии к ремонтируемой поверхности, ограниченными сроками проведения ремонтных работ, необходимостью повышения химической стойкости и абразивостойкости ремонтируемого участка конструкции.

I.8. Ремонтные полимерные составы имеют следующие преимущества по сравнению с цементными растворами и бетонами:

высокие прочностные показатели при растяжении (до 25 МПа) и сжатии (до I00 МПа);

высокую адгезию к старому бетону (до 5 МПа) и металлам (до 20 МПа);

стойкость к постоянному действию кислот, щелочей, нефтепродуктов, пищевых продуктов;

непроницаемость для агрессивных газов и жидкостей;

повышенную абразивостойкость и стойкость к ударным и динамическим воздействиям;

укороченные сроки проведения ремонтных работ;

хорошее качество поверхности после отверждения полимерраствора, позволяющее проводить влажную уборку и дезинфекцию.

I.9. Целесообразность применения полимеррастворов устанавливается в зависимости от конкретных условий эксплуатации конструкций, наличия материалов и обеспечении условий для работы с компонентами полимерных составов.

2. МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ

2.I. Для приготовления полимеррастворов используют мономеры, эпоксидные смолы, пластификаторы, отвердители, инициаторы и ускорители полимеризации, сшивающие агенты, наполнители, а также растворители и другие вспомогательные материалы.

2.2. Свойства компонентов полимерных составов, а также условия их хранения и транспортирования должны отвечать требованиям соответствующих ГОСТ и ТУ, приведенных в табл.I.

Таблица I. Основные компоненты полимеррастворов

Назначение компонента	Техническое название, марка	ГОСТ или ТУ
I	2	3
Связующее	Эпоксидная смола ЭД-20 или ЭД-16	ГОСТ I0587-84
	Эпоксидная смола ЭИС-I	ТУ 38-I09-I-7I
	Эпоксидная смола УП-5-I77	ТУ 6-05-24I-3I-74
	Композиция СПРУТ-5М	ТУ 88 УССР I93.006-77
	Фурано-эпоксидная смола ФАЭИС-30	ТУ 6-05-2II-I3I3-82
	ФАЭД-20	ТУ 6-05-2II-946-74
	Портландцемент М400 или М500	ГОСТ I0I78-76*
Мономер	Метилметакрилат (ММА)	ГОСТ 20370-74
Замедлитель испарения	Парафин	ГОСТ I6940-74
Пластификаторы	Бутадиенакрилонитрильный каучук СКН-18-1А или СКН-26-1А	ТУ 38-I03-I6-70
	Тиокол НВБ-2	ГОСТ 12812-80
	Полиэфир МГФ-9	ТУ 6-0I-450-70
Разбавители	Дибутилфталат	ГОСТ 8728-77Е
	Алифатический эпоксидный олигомер ДЭГ-I	МРТУ 6-05-I223-69
Инициаторы и ускорители полимеризации (отвердители)	Полиэтиленполиамин (ПЭПА)	ТУ 6-02-594-70
	УП-5-I79	ТУ 6-05-24I-3I-74
	Триэтаноламин	МРТУ 6-02-403-67
	Перекись бензоила	ГОСТ I4888-78
	Гидроперекись изопропилбензола (гипериз)	МРТУ 38-2-5-66
	Нафтенат кобальта (НК)	ТУ 6-05-I075-76
	Динитрил азоизомасляной кислоты	МРТУ 6-I4-237-69
	Диметиланилин	ГОСТ 2168-83
	Кубовые остатки гексаметилдиамина (ГМДА)	ТУ I33-03-20-7I-83
Модификаторы	Оксиэтилцеллюлоза	ТУ 6-05-22I-3I7-74
	Полистирол порошкообразный	ГОСТ 20282-74
	Полиэфир ТГМ-3	ТУ 6-0I-450-70
	Суперпластификатор С-3	ТУ 6-I4-625-80

Продолжение табл.I

1	2	3
	Кремнийорганическая жидкость ГКЖ-10	ТУ 6-02-696-76
Растворители	Ацетон	ГОСТ 2768-79
	Толуол	ГОСТ 9880-76
	Ксилол	ГОСТ I0214-78
Наполнители	Кварцевый песок	ГОСТ 6138-78
	Строительный песок средней крупности	ГОСТ 8736-77
	Тонкомолотый песок, диабаз, андезит, маршалит	ТУ 6-I2-I02-77
Антипирены	Винифос	-
	Трибутилфосфат	-

2.3. В зависимости от назначения полимеррастворы, используемые при ремонте строительных конструкций, делятся на группы:

пропиточные составы для усиления слабого бетона и повышения его непроницаемости;

составы для заделки трещин;

составы для заделки объемных дефектов (раковин, выбоин, околов и т.п.).

2.4. Соотношение компонентов полимеррастворов принимают согласно табл.2-4. В зависимости от сроков хранения компонентов и условий их отверждения концентрация инициаторов может меняться в пределах, указанных в табл. 2 - 4.

2.5. Окраску полимеррастворов производят, используя минеральные пигменты (железный сурик, охру, двуокись титана, трехокись хрома, сажу, алюминиевую пудру и др.), а также лакокрасочные материалы заводского изготовления на нитроцеллюлозной, полиэфирной, акриловой и эпоксидной основах.

2.6. Для придания полимеррастворам свойства "самозатухания" (прекращения горения при удалении источника огня) в них следует дополнительно вводить фосфоорганические соединения (винифос или трибутилфосфат) в количестве I5-20 % массы полимерного связующего.

2.7. Технология приготовления полимеррастворов включает следующие операции:

подогрев высоковязких компонентов (жидкого каучука, эпоксидных

смол);

сушку наполнителей;

дозирование компонентов полимеррастворов (взвешивание);

загрузку жидких компонентов (за исключением отверждающих доба - вок) в смеситель и перемешивание их;

загрузку наполнителя и пигментов в смеситель и перемешивани их с жидкими компонентами;

введение в состав отвердителей и перемешивание их с полимер-раствором;

выгрузку полимеррастворa и промывку смесителя.

Таблица 2. Пропиточные составы для усиления слабого бетона и повышения его непроницаемости

Компоненты составов	Содержание компонентов (в мас.ч) составов				
	I	2	3	4	5
Метилметакрилат	I00	I00	I00	I00	I00
Жидкий каучук СКН-I8-IA	-	-	2-5	I5-25	20
Полиэфир ТГМ-3	-	30	-	-	I0
Парафин	0-5	-	0,5	-	-
Перекись бензоила	-	-	5-7	-	-
Диметиланилин	-	-	2-3	-	-
Порофор ЧХЗ-57	0,5-I,5	0,5-I,0	-	-	-
Гипериз	-	-	-	7	5-6
Полиэтиленполиамин	-	-	-	7	5-6
Ацетон	5-I0	-	5-I0	-	-

2.8. Прогрев вязких компонентов производят на водяной бане при 60-80 °С непосредственно в упаковочной таре (металлических бараба - нах, флягах), а сушку наполнителей до постоянной массы при I50-250 °С - в термошкафах на противнях. Перед введением в состав полимеррастворa наполнитель должен быть охлажден до 20-30 °С.

Низковязкие компоненты (мономеры, растворители и др.) рекомен - дуется дозировать по объему, учитывая плотность материалов, указан-ную в соответствующих ГОСТ или ТУ. Для дозировки по массе использу-ют торговые или почтовые весы. Перемешивание осуществляют в клееме-шалке или лопастных смесителях.

Таблица 3. Составы для заделки трещин

Компоненты составов	Содержание компонентов (в мас.ч) составов										
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Метилметакрилат	I00	I00	I00	-	-	-	-	-	I00	-	-
Жидкий каучук СКН	-	30-40	30	-	-	30-40	-	-	2-5	-	-
Полиэфир ТГМ-3	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Полистирол	5-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Парафин	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	0,5	-	-
Эпоксидная смола ЭД-16, ЭД-20, ЭИС-I	-	-	-	I00	I00	I00	-	-	-	I00	-
Фурано-эпоксидная смола ФАЭД-20, ФАЭИС-30	-	-	-	-	-	-	I00	I00	-	-	-
Алифатический олигомер ДЭГ-I	-	-	-	20	I0	-	-	-	-	-	-
Триэтаноламин	-	-	-	0,5-I	-	-	-	-	-	-	-
Перекись бензоила	7-9	-	-	-	-	-	-	-	5-7	-	-
Диметиланилин	2-3	-	-	-	-	-	-	-	2-3	-	-
Гипериз	-	6-7	5-6	-	-	-	-	-	-	-	-
Полиэтиленполиамин	-	6-7	5-6	-	8-I0	8-I0	-	-	-	I5-20	-
Кубовые остатки ГМДА	-	-	-	-	-	-	I5-20	20-25	-	-	-

Продолжение табл.3

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Тонкомолотый наполнитель	-	-	-	-	I0-I00	I0-I00	-	50-200	-	50-300	-
Ацетон	-	-	-	I0-30	I0-30	I0-30	-	-	5-I0	-	-
Оксиэтилцеллюлоза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Портландцемент	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200-300	I00
Суперпластификатор С-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6-0,8
Кркмнийорганическая жидкость ГКЖ-I0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05-0,2
Вода	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80-I50	40-50

Таблица 4. Составы для заделки объемных дефектов

Компоненты составов	Содержание компонентов (в мас.ч) составов							
	I	2	3	4	5	6	7	8
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Метилметакрилат	I00	I00	I00	-	-	-	-	-
Жидкий каучук СКН	40-50	40-50	-	20-40	-	-	-	-
Полистирол	-	-	5-7	-	-	-	-	-
Парафин	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-
Эпоксидная смола ЭД-I6, ЭД-20 или ЭИС-I	-	-	-	I00	-	I00	-	I00

Продолжение табл.4

I	2	3	4	5	6	7	8	9
УП-5-I77	-	-	-	-	-	-	I00	-
Перекись бензоила	-	-	6-8	-	-	-	I00	-
Диметиланилин	-	-	2-3	-	-	-	-	-
Гипериз	6-7	6-7	-	-	-	-	-	-
Полиэтиленполиамин	6-7	6-7	-	8-I0	-	8-I0	-	I5-20
УП-5-I79	-	-	-	-	-	-	I0	-
Кварцевый строительный песок	I00-300	-	I00-300	50-I50	-	-	-	500-600
Тонкомолотый наполнитель	50-I00	I00-300	I00-300	50-I00	200-500	-	I00-300	-
Ацетон, толуол или ксилол	-	-	-	I0-30	-	50-I50	-	-
Оксиэтилцеллюлоза	-	-	-	-	-	-	-	5
Дибутилфталат СПРУТ-5М	-	-	-	-	I00	-	-	-
Перекись метилэтилкетона	-	-	-	-	3-5	-	-	-
Нафтенат кобальта	-	-	-	-	3-8	-	-	-
Силановый аппрет	-	-	-	-	-	-	3	-
Портландцемент	-	-	-	-	-	-	-	200-400
Вода	-	-	-	-	-	-	-	80-200

2.9. Инициаторы полимеризации и отвердители следует вводить в полимерраствор, имеющий температуру 10–25 °С, непосредственно перед употреблением.

В связи с ограниченной жизнеспособностью полимерраствров следует приготавливать в одном замесе только такое его количество, которое может быть переработано до начала полимеризации (10–50мин).

2.10. Для облегчения приготовления полимерраствора на строительной площадке целесообразно предварительно подготавливать на весь предполагаемый объем работ двухкомпонентный состав, содержащий в качестве первого компонента полимерраствор без отвердителя (инициатора полимеризации), а в качестве второго компонента – отвердитель (инициатор полимеризации). Оба компонента могут храниться раздельно до 6 мес. Перед началом работы они смешиваются в пропорциях, указанных в табл.2–4.

2.11. Категорически запрещается одновременное введение в полимерраствор перекисных инициаторов (перекись бензоила, перекись метилэтилкетона, гипериз) с ускорителями полимеризации (ПЭПА, триэтаноламин, нафтенат кобальта, диметиланилин), так как их непосредственный контакт может вызвать самовоспламенение. В полимерраствор следует сначала ввести ускоритель, а после тщательного перемешивания – перекись и еще раз всю смесь тщательно перемешать.

2.12. Для приготовления полимерцементных растворов (состав 10, табл.3 и состав 8, табл.4) предварительно подготавливают две смеси. В первой содержатся цемент, оксиэтилцеллюлоза и эпоксидная смола, во второй – наполнители и отвердитель эпоксидной смолы. Непосредственно перед употреблением обе смеси перемешивают между собой и затворяют водой. Состав 11 (табл.3) готовят затворением цемента раствором суперпластификатора и кремнийорганической жидкости в воде.

3. ПРОПИТКА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛИМЕРНЫМИ СОСТАВАМИ

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

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

3.3. Для проведения поверхностной пропитки используют полимеризующиеся композиции, приведенные в табл.2. Составы 1 и 2, отверждаемые при температуре 60-80 °С, используют для пропитки на глубину до 15 мм. Составы 3, 4 и 5 отверждаются при комнатной температуре, однако вследствие ограниченной жизнеспособности могут быть использованы для пропитки бетона на глубину до 7 мм. Конструкции, пропитанные составами 1 и 3, могут эксплуатироваться при температуре до 75 °С, а пропитанные составами 2, 4 и 5 - до 100 °С.

3.4. Бетонные конструкции и изделия, подготовленные для пропитки, не должны иметь выбоин, раковин и трещин шириной более 0,5 мм. Перед пропиткой подобные дефекты заделывают цементно-песчаным раствором марки 200 с предварительной очисткой поверхности в соответствии с п.5.3 настоящих Рекомендаций.

Поверхность бетонных изделий должна быть чистой; не допускается наличие пыли, лакокрасочных, гидроизолирующих и других покрытий и загрязнений, которые устраняются согласно пп. 5.2-5.4 настоящих Рекомендаций.

3.5. Перед пропиткой поверхность бетона должна быть высушена на глубину 5-15 мм до остаточной влажности 1-1,5 %. Сушку проводят, используя терморадационные обогреватели типа БИС-10, БИС-15, насыпные коксовые нагреватели и другие сушильные устройства, обеспечивающие необходимую степень сушки на заданную глубину при температуре бетона 110-250 °С. Работа с сушильными устройствами производится в соответствии с инструкцией на их эксплуатацию.

3.6. Продолжительность сушки, подбираемая опытным путем, может колебаться от 8 до 48 ч в зависимости от толщины и формы конструкции, состава бетона, типа сушильного оборудования, температуры сушки, исходной температуры и влажности бетона и окружающей среды. Контроль и продолжительность сушки осуществляют на образцах-кернах или образцах, получаемых сколом на глубину до 15 мм. Процесс сушки считают законченным, если влажность образца, определенная по потере массы при прогреве при 110 °С, не будет превышать 1-1,5 %. Пе-

ред пропиткой высушенные бетонные поверхности должны быть охлаждены до температуры 30–35 °С, для чего их выдерживают при температуре 10–20 °С в течение 1–2 ч.

3.7. Для пропитки горизонтальных поверхностей, обращенных вверх, пропиточный состав (см.табл.2) наносят в 1–2 слоя поливом с последующим разравниванием вениками, кистями, после чего укрывают полиэтиленовой пленкой или металлическим щитом. Расход пропиточного состава и продолжительность пропитки в зависимости от глубины пропитки и состава бетона принимают ориентировочно согласно табл.5 и уточняют во время пробных пропиток.

Таблица 5. Расход пропиточного состава, глубина и продолжительность пропитки в зависимости от прочности бетона

Класс бетона	Кубиковая прочность, кгс/см^2	Глубина пропитки, мм	Составы 1, 2 и 3 (по табл.2)		Составы 4–5 (по табл.2)	
			расход, кг/м^2	продолжительность пропитки, ч	расход, кг/м^2	продолжительность пропитки, ч
В3,5	50	5	1,0	0,8	1,0	0,3
		10	2,0	0,5	2,0	1,0
		15	3,0	1,0	-	-
В7,5	100	5	0,8	0,5	0,8	0,6
		10	1,4	1,0	-	-
		15	1,9	2,0	-	-
В15	200	5	0,7	1,0	0,7	1,0
		10	1,2	1,5	-	-
		15	1,7	3,0	-	-
В22,5	300	5	0,5	1,5	-	-
		10	1,0	2,5	-	-
		15	1,5	5,0	-	-

3.8. Пропитку вертикальных и наклонных поверхностей осуществляют при помощи специальных коробов, выполненных из жести или кровельного железа и имеющих размеры, соответствующие высушенному участку. Короб должен повторять профиль пропитываемой поверхности и крепиться к ней с зазором в 1–5 мм. По периметру зазор между коробом и бетонной поверхностью герметизируют цементно-песчаным рас-

твором, оконной замазкой, гипсо-песчаным раствором и другими материалами. В верхней части зазор между коробом и поверхностью бетона должен иметь уширение для залива пропиточного состава. В зазор между коробом и бетонной поверхностью заливают пропиточный состав и выдерживают в течение времени, указанного в табл.5. По окончании пропитки избыток пропиточного состава сливают через специально предусмотренное отверстие в нижней части короба (во время пропитки оно должно быть закрыто пробкой).

3.9. По окончании процесса пропитки проводят полимеризацию пропиточного состава в поровом пространстве бетона.

Полимеризацию пропиточных составов осуществляют с целью их перевода из жидкого состояния в твердое. Составы I и 2, приведенные в табл.2, рассчитаны на проведение термокаталитической реакции полимеризации при температуре 50-80 °С. Составы 3, 4 и 5 могут отверждаться при температуре I5-20 °С.

3.10. Процесс полимеризации составов I и 2 (см.табл.2) проводят, не снимая коробов, использованных для пропитки. После окончания процесса пропитки пропиточный состав полностью сливают в резервную емкость, а зазор между коробом и бетоном в течение I-3 мин заполняют подогретой до 80-90 °С герметизирующей жидкостью, которая служит для равномерного прогрева пропитанной поверхности и предотвращения испарения мономера. Герметизирующие жидкости не должны быть летучими, токсичными и горючими. В качестве герметизирующих жидкостей рекомендуется использовать воду, глицерин, водные растворы солей и т.п.

Необходимо обеспечить свободный доступ герметизирующей жидкости к любой точке пропитанной поверхности.

3.II. После заполнения герметизирующей жидкостью зазора между коробом и пропитанным бетоном для проведения процесса полимеризации составов I и 2 поверхность щита дополнительно прогревают до 60-80 °С в течение I-2 ч с помощью обогревателей, используемых при сушке бетона.

3.I2. Процесс полимеризации составами 3-5 проводят при комнатной температуре. После окончания процесса пропитки в течение времени, указанного в табл.5, и удаления избытка пропиточного состава, короб оставляют в исходном положении на 2,5-4,0 ч для замедления испарения мономера, после чего щит демонтируют.

3.I3. По окончании процесса полимеризации и демонтажа короба, использованного для пропитки, с поверхности бетона с помощью шпа-

теля удаляют остатки герметизирующего материала и полимеризующихся композиций.

4. ЗАДЕЛКА ТРЕЩИН В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

4.I. Заделку трещин в бетонных и железобетонных конструкциях полимерными составами проводят с целью предотвращения проникнове - ния внутрь бетона агрессивных жидкостей, а также сохранения несущей способности конструкций на уровне, соответствующем началу ремонта. Определение пригодности конструкций для дальнейшей эксплуатации производят в соответствии с СНиП 2.03.0I-84 "Бетонные и железобетонные конструкции", "Методическими рекомендациями по усилению железобетонных конструкций", "Руководством по определению и оценке прочности бетона в конструкциях зданий и сооружения", а также "Руководством по обеспечению долговечности железобетонных конструкций предприятий черной металлургии при их реконструкции и восстановлении".

4.2. Работу по заделке трещин полимерными составами рекомендуется начинать после стабилизации процесса трещинообразования, по достижении максимального раскрытия трещин. Для более полного заполнения трещин перед началом ремонтных работ рекомендуется небольшой (0,02-0,05 от разрушающей нагрузки) пригруз конструкции, который снимается через 6-I0 ч после начала отверждения состава.

4.3. Подготовка трещины к заполнению ее полимерным составом (инъецированию) заключается в освобождении ее от воды, пыли, грязи и других посторонних включений; для этого используют металлические щетки, скребки, пескоструйные аппараты, а также продувку сжатым воздухом.

Сушку трещины производят горелками типа ГПС-I5, паяльными лампами и другими нагревательными приборами, эксплуатация которых осуществляется согласно инструкциям на эти приборы.

4.4. Для заделки трещин используют полимерные составы, приведенные в табл.3 (они отверждаются при температуре выше I5 °С).

В случае, если трещина с шириной раскрытия более I мм сообща - ется с крупным объемным дефектом массивной железобетонной конст - рукции, для сокращения расхода полимерного связующего следует без предварительной сушки бетона произвести нагнетание в дефект полимерцементного раствора (составы I0, II, табл.3). Спустя 3-5 сут производят инъецирование остальных трещин полимеризующимися ком-

позициями (составы I-9) после подготовки трещин в соответствии с пп. 4.2 и 4.3 настоящих Рекомендаций.

4.5. В зависимости от ширины раскрытия трещин, ее расположения (в горизонтальной, вертикальной или наклонной плоскости), а также состава, применяемого для инъецирования, может быть использован способ подачи состава в трещину самотеком или при помощи инъецирующей установки. Выбор способа подачи состава приведен в табл.6.

Таблица 6. Способы подачи полимерных составов для заделки трещин

№ состава (по табл.3)	Ширина раскрытия трещины, мм	Трещины	Способ подачи состава	Жизнеспособность состава, мин
I,9	0,I-0,5	Горизонтальные, вертикальные, наклонные, обращенные вверх	Самотеком	I0-20
2,3	0,3-I,0	То же	То же	20-30
2,3	0,I-0,3	"	Инъецирующая установка шприцы-инъекторы	
4,5,6,7,8	0,2-I,5	Горизонтальные, вертикальные, наклонные, обращенные вверх и вниз	То же	30-50
I0, II	Свыше I,0	То же	"	60-200

4.6. Работы по инъецированию трещин рекомендуется проводить в соответствии с "Инструкцией по содержанию и ремонту балочных железобетонных мостов", ВСН-I-69 (М., Изд-во "Транспорт", I969), "Рекомендациями по применению новых типов защитно-конструкционных полимеррастворов для реставрации и консервации памятников и исторических зданий из камня и бетона" (М., Стройиздат, I982), "Рекомендациями по восстановлению и усилению крупнопанельных зданий полимеррастворами" (Тбилиси, ТБИЛЗНИИЭП, I984).

4.7. Подачу составов I, 2, 3, 9 (см.табл.3) в горизонтальные трещины и обращенные вверх осуществляют проливом этого состава в отдельные места или по всей длине трещины при помощи емкости типа масленки с оттянутым носиком до полного заполнения трещины. Если состав впитался в стенки трещины, последнюю заполняют повторно. Если трещина является сквозной, необходимо ее нижнюю часть гермети -

зировать, зашпаклевав ее одним из составов, приведенным в табл.4, цементно-песчаным раствором, гипсом, эпоксидным или другим клеем.

4.8. Подачу составов в вертикальные и наклонные трещины, обращенные вверх, а также трещины, обращенные вниз, осуществляют с помощью специальных инъекторов, представляющих собой металлическую трубку с внутренним диаметром 5–10 мм, длиной 40–50 мм, на одном из концов которой приварена шайба диаметром 40–50 мм. Инъекторы приклеивают составами 2, 4, 6, 8, 9 (см.табл.4) на трещину через 20–100 см, в зависимости от ширины раскрытия трещины, способа подачи полимерного состава, глубины и извилистости трещины, вязкости и жизнеспособности состава. Допускается использование конструкций инъекторов, а также клеющих составов из них, предлагаемых в документах, перечисленных в п.4.6 настоящих Рекомендаций. Инъекторы устанавливают в местах наибольшего раскрытия трещин.

4.9. После установки инъекторов и полного отверждения клея, которым они крепились, герметизируют трещину. Для составов, подаваемых самотеком, герметизацию трещин осуществляют способами, перечисленными в п.4.7 настоящих Рекомендаций. При использовании для подачи полимерного состава повышенного давления трещины между инъекторами заделывают путем наклеивания с помощью составов 2, 4, 8 (см.табл.4) полосок стеклоткани шириной 30–50 мм. Инъецирование состава в трещину можно начинать через 2–3 ч после герметизации трещины.

4.10. Перед началом инъецирования проверяют проходимость воздуха через инъекторы, для чего один инъектор соединяют шлангом с системой подачи сжатого воздуха (0,2–0,3 МПа) при закрытых пробками остальных инъекторах. Затем открывают последовательно по одному инъектору. Воздух должен свободно проходить через каждый инъектор. Одновременно проверяют герметичность клеевых швов. При обнаружении утечек воздуха дефектные места дополнительно усиливают путем приклеивания полосок стеклоткани или шпаклевой их составами 5, 6, 8, 10 (табл.4).

4.11. Для заполнения полимерными составами 1, 2, 3, 9 (см.табл. 3) вертикальных и наклонных трещин нижний инъектор соединяют шлангом с воронкой, в которую подают состав. После появления состава из вертикального инъектора заполнение трещины прекращают. По мере появления состава в средних инъекторах к ним присоединяют питающий шланг, а нижележащий инъектор закрывают пробкой.

4.12. Составы 4–8, 10, 11 вводят в трещины при помощи инъецирующей установки, состоящей из герметичного бачка-сифона и компрессора. Инъецирование начинают при давлении 0,05–0,15 МПа, постепенно доводя его до 0,3–2,0 МПа. Подробное описание оборудования для инъецирования приведено в инструкциях, упомянутых в п.4.6 настоящих Рекомендаций. Последовательное перемещение питающего шланга от нижнего инъектора к верхнему производят как указано в п.4.11 настоящих Рекомендаций.

Качество заполнения трещины повышается, если последний из свободных инъекторов соединяют с вакуумным насосом и процесс подачи состава в трещину сопровождается ее вакуумированием.

4.13. Продолжительность работы с приготовленным составом не должна превышать сроков его жизнеспособности (см.табл.6). По окончании работ все механизмы и приспособления должны быть промыты растворителем (ацетоном, толуолом или горячей водой с содой). После отверждения состава, заполняющего трещины, инъекторы и полосы герметизирующего материала удаляют.

4.14. Эксплуатация конструкций, в которых была проведена инъекция трещин полимерными составами, может быть начата через 24 ч после окончания работ. Температура воздуха в период твердения полимеррастворов должна быть не ниже 15 °С. При температуре твердения выше 20 °С срок начала эксплуатации конструкции может быть сокращен до 20–15 ч.

5. ЗАДЕЛКА ОБЪЕМНЫХ ДЕФЕКТОВ

5.1. Заделку объемных дефектов – околов, раковин, выбоин, поверхностных разрушений бетона на любую глубину, обнаженной арматуры, пустот в стыках сборных элементов и других подобных дефектов осуществляют с помощью полимеррастворов, состав которых приведен в табл.4.

5.2. Перед нанесением полимеррастворa поверхность, подлежащая ремонту, должна быть очищена от рыхлых продуктов коррозии, а также от окалины, пыли, грязи, масла, лакокрасочных материалов и других загрязнений в соответствии с требованиями ГОСТ 13015.0–83, ГОСТ 22753–77 и СНиП III–15–76.

5.3. Очистку поверхности производят газо-, песко-, дробе- и термоструйным, а также термоабразивным или гидропескоструйным способами. При небольших объемах работ используют пневматические тур-

бинки, тарелки или металлические щетки. Лакокрасочные материалы и масляные загрязнения предварительно смывают органическими растворителями или моющими составами в соответствии с ГОСТ 13015-83. После механической очистки поверхность конструкции обеспыливают с помощью волосяных щеток и обдувом сжатым воздухом, пропущенным через маслоотделитель. Рекомендуется обдув горячим воздухом, позволяющий проводить одновременную сушку конструкции.

5.4. При невозможности полной очистки от ржавчины металлических закладных деталей и арматуры допускается использование преобразователей ржавчины (№ 3, П-1Т Буванол, ВА-0112), которые наносят в два-три приема кистями с последующей выдержкой в течение 1-3 сут. Продукты взаимодействия преобразователя ржавчины смывают водой, а обработанный участок просушивают горячим воздухом.

5.5. Составы полимеррастворов для заделки дефектов приготавливают в соответствии с пп. 2.7-2.12 настоящих Рекомендаций непосредственно перед нанесением на ремонтируемую поверхность. Жизнеспособность полимеррастворов составляет 20-30 мин, в течение этого времени они должны быть полностью переработаны.

5.6. Перед нанесением полимеррастворa поверхность бетона покрывают грунтовочным составом № 6 (см.табл.4), который наносят кистью в количестве 0,1-0,2 кг/м^2. Покрытие грунтовочным составом выдерживают при комнатной температуре 0,5-1,5 ч, после чего наносят состав полимеррастворa.

5.7. Высоковязкие полимеррастворы наносят на дефектный участок с помощью шпателя, а также другого инструмента, используемого в штукатурных работах. Уплотнение полимеррастворa производят штыкованием.

5.8. При ремонте вертикальных поверхностей дефектное место после нанесения состава прижимают опалубкой (для удержания полимеррастворa), покрытой с внутренней стороны полиэтиленовой пленкой. После отверждения полимеррастворa опалубку удаляют.

5.9. Отверждение полимеррастворa производят в течение 1-2 сут при температуре выше 10 ^{o}С. Не допускается попадание влаги, растворителей на полимеррастворa в период его твердения. Следует избегать также механических воздействия на него.

5.10. Контроль качества нанесения полимеррастворa осуществляют внешним осмотром отремонтированного участка, на котором не должно быть каверн, пустот, незаделанных мест, а также отслоений. Полноту

отверждения проверяют через I сут после проведения ремонта, используя молоток Кашкарова или Физделя. Прочность полимерраствора должна быть не ниже прочности бетона, находящегося вблизи отремонтированного участка.

6. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОГО ВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

6.I. К работам с полимеррастворами и компонентами полимеризующихся композиций допускаются лица не моложе I8 лет, прошедшие обучение и сдавшие экзамены на знание правил работ с полимеризующимися композициями и оборудованием для их приготовления и нанесения.

6.2. При организации работ с полимеризующимися композициями правила техники безопасности устанавливаются в соответствии с указаниями СНиП Ш-4-80 "Техника безопасности в строительстве", а также требованиями ГОСТ и ТУ на компоненты составов.

6.3. Помещения, в которых производят ремонтные работы, должны быть оборудованы противопожарными средствами (водопровод, углекислотные огнетушители, ящики с песком и др.) в соответствии с требованиями СНиП П-2-80 "Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений", а также приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей 3-5 кратный обмен воздуха. Кроме того, аппараты и приспособления, в которых проводят приготовление полимеррастворов, а также пропитку и полимеризацию, оборудуются местными отсосами.

6.4. В производственных помещениях периодически (по графику) отбирают пробы воздуха для определения концентрации паров основных компонентов пропиточных составов, которая для рабочих зон не должна превышать предельно допустимую: мг/м^3:

для метилметакрилата	I0
" ацетона	200
" гидроперекиси изопропилбензола	I
" дифениолпропана	5
" гексаметилендиамина	I
" эпихлоргидрина	I
" дибутилфталата	0,5
" толуола	50
" ксилола	50

6.5. Обслуживающий персонал, занимающийся приготовлением и переработкой полимеррастворов, должен быть обеспечен спецодеждой из

плотной ткани, спецобувью, защитными очками или масками, брезентовыми и резиновыми рукавицами.

6.6. На рабочих местах, где проводят работы с полимерными композициями, должны быть аптечки с медикаментами для оказания первой помощи. В случае отравления летучими компонентами полимерных составов (головокружение, тошнота) следует немедленно выйти на свежий воздух и обратиться к врачу. При попадании компонентов полимеризующихся составов на кожу следует промыть это место теплой водой с мылом. При попадании компонентов на слизистую оболочку глаз необходимо немедленно промыть глаза обильным количеством воды и обратиться к врачу.

6.7. Лица, занятые на работах с полимеризующимися композициями, должны ежегодно проходить медицинский осмотр с регистрацией по установленной форме. Лица, страдающие кожными и аллергическими заболеваниями (бронхиальная астма, вазомоторный насморк, крапивница, дерматит и т.п.), а также хроническими заболеваниями слизистых оболочек глаз, к работе с материалами, перечисленными в разделе 2 настоящих Рекомендаций, не допускаются.

6.8. Компоненты полимеррастворов хранят в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ и ТУ на эти материалы. Инициаторы полимеризации следует хранить в светонепроницаемых герметичных емкостях отдельно от смол и мономеров. Мономеры и растворители являются легковоспламеняющимися веществами. Их хранят в плотно закупоренных металлических бочках в огнестойких складах и погребах при температуре не выше 15 ^{o}С.

6.9. В помещениях, где производят ремонт, и местах хранения компонентов полимерных составов категорически запрещается курить, пользоваться источниками открытого огня или искр, проводить электро- и газосварочные работы. Электрооборудование отделений приготовления и переработки полимеррастворов должно быть выполнено во взрывобезопасном исполнении.

6.10. При дозировке компонентов категорически запрещается смешивать одновременно инициатор и ускоритель твердения, реакция взаимодействия которых сопровождается воспламенением.

6.11. В рабочих помещениях следует вывесить инструкции по технике безопасности и противопожарному режиму с указанием обязанностей персонала на случай возникновения пожара.

7. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

7.1. Эффективность ремонтно-восстановительных работ с применением полимеррастворов устанавливается в результате сопоставительных инженерных и технико-экономических расчетов. За аналог для сравнения принимаются предварительные рекомендации по ремонту железобетонных конструкций, указываемые в актах, составляемых по результатам натурных обследований.

7.2. Затраты по ремонту поврежденных железобетонных конструкций по каждому из рассматриваемых вариантов определяются по формуле

$$Э_в = С_{обсл} \cdot \alpha_t + (Э_{дем.} + З_м)$$

где $С_{обсл}$ - затраты на проведение технического обследования конструкций, принимаются по фактическим данным; $Э_{дем}$ - затраты по производству демонтажных работ; $З_м$ - затраты по монтажу, восстановлению или ремонту конструкций.

7.3. Для учета различий, вытекающих из равновременности рассматриваемых в п.7.2 затрат и приведения этих затрат к одному моменту времени, используется коэффициент приведения α_t, определяемый по формуле

$$\alpha_t = (I + E)^t ,$$

где E - норматив приведения (0,I); t - время в годах между моментом осуществления затрат и моментом приведения (моментом возобновления выпуска продукции).

Значения коэффициента α_t при различной продолжительности восстановления поврежденных строительных конструкций принимают согласно табл.7.

Для определения предельной величины t следует пользоваться "Положениями о проведении планово-предупредительного ремонта производственных зданий и сооружений" (М., Стройиздат, I974).

Таблица 7. Значения коэффициента приведения α_t

Время между моментом осуществления затрат и моментом приведения		Значение коэффициента, α_t
месяцы	годы	
I	0,03	I,0I
2	0,I7	I,02
3	0:26	I,025
4	0,33	I,03
5	0,42	I,04
6	0,5	I,05
7	0,58	I,06
8	0,67	I,07
9	0,75	I,075
I0	0,83	I,08
II	0,92	I,09
I2	I	I,I0
I8	I,5	I,I5
24	2	I,2I

7.4. Затраты по производству демонтажных работ рассчитываются по формуле

$$З_{дем} = С_{дем} - С_{мет} ,$$

где $С_{дем}$ - стоимость демонтажных работ и сопутствующих работ по расчистке площади и уборке разобранных железобетонных конструкций; $С_{мет}$ - стоимость металла, подлежащего возврату во "Вторчермет" и других материалов от разборки, пригодных для последующего использования.

Показатель $З_м$ представляет собой совокупность стоимости железобетонных конструкций "в деле" и величины удельных капитальных вложений в производство используемых материалов, т.е.

$$З_м = С_д + \sum_{1}^{n} Е_н.К.Р ,$$

где Р - количество материалов и изделий, используемых при ремонте поврежденных конструкций; n - количество видов материалов и изделий, отличающихся в сравниваемых вариантах.

Величины удельных капитальных вложений К следует принимать в соответствии с "Руководством по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций", (М., Стройиздат, 1981). Если в сравниваемых вариантах используются материалы и изделия, серийно выпускаемые промышленностью в достаточном количестве, то капитальные вложения в организацию их производства не учитываются.

При определении $С_д$ используются сметные нормы и калькуляции, составленные для конкретных условий предприятия и осуществления рассматриваемых вариантов технических решений восстановления поврежденных строительных конструкций.

7.5. При различной продолжительности выполнения работ по вариантам ремонта строительных конструкций следует определить дополнительный экономический эффект в связи с ускорением ремонта, который рассчитывается по формуле

$$Э_д = Е_н \cdot К. (Т_п - Т_ф),$$

где $Е_н$ – нормативный коэффициент экономической эффективности, равный 0,15; К – стоимость основных фондов цеха, простой которых возможен при проведении ремонта; $Т_п$, $Т_ф$ – планируемые и расчетные фактические сроки ремонта, соответственно по базовому и новому техническому решению.

Дополнительный экономический эффект предлагаемого нового решения уточняется по фактическому сроку (дате) возобновления выпуска продукции после проведения ремонта строительных конструкций.

7.6. Экономический эффект на годовой объем внедрения или на объект в целом определяется по разности затрат по формуле

$$Э = (З_{в1} - З_{в2}) \cdot А_2 ,$$

где $З_{в1}$ – затраты по базовому варианту, определенные сметой и рассчитанные по формуле (см.п.7.2); $Э_{в2}$ – то же, по предлагаемому (новому) решению; $А_2$ – годовой объем внедрения нового решения или объем конструкций, подлежащих восстановлению и ремонту (шт., $м^3$, т, $м^2$).

7.7. Наряду с оценкой сравниваемых вариантов по приведенным затратам рекомендуется проводить сравнение показателей потребности материальных и трудовых ресурсов в соответствии со СНиП IУ-2-82. Приложение т.8. Сборник элементных сметных норм на строительные конструкции и работы.

Приложение

штамп предприятия,
ведомственная принадлежность,
адрес, реквизиты
"____" _____ 198 г.

НИИЖБ Госстроя СССР
ОНТИ
109389, Москва,
2-я Институтская, 6

С П Р А В К А

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ДОСТИЖЕНИЯ (НТД) ПО "Рекомендациям по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций полимерными составами"

1. Наименование НТД _____
(указать вид продукции, технологический процесс или проект с использованием НТД)
2. Название объекта _____
(указывается стройка или предприятие, где применены конструкции, технология или проект с использованием НТД)
3. Реквизиты договора о сотрудничестве с НИИЖБ (если имеются)

_____

4. Применение НТД по сравнению с _____
(указать аналог)

позволило снизить на единицу продукции (объекта):

сметную стоимость	руб., %
затраты труда	чел.-дн., %
расход: бетона	$м^3$, %
цементе	кг, %
металла	кг, %
энергии	кг усл.топл., %

5. Годовой объем производства (использования) продукции _____
6. Годовой эффект по приведенным затратам _____
(тыс.руб.)
7. Планируемый объем на _____ год (период)

Руководитель организации

Примечание. Справка не предполагает каких-либо финансовых отношений с НИИЖБ и не является основанием для получения вознаграждения авторами Рекомендаций.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Общие положения	4
2. Материалы и технология приготовления полимерных составов.	5
3. Пропитка бетонных конструкций полимерными составами	I2
4. Заделка трещин в железобетонных конструкциях	I6
5. Заделка объемных дефектов	I9
6. Основные правила безопасного ведения технологического процесса	2I
7. Расчет экономической эффективности проведения ремонтно - восстановительных работ	23
Приложение **Справка об использовании** научно-технического достижения (НТД) по данным Рекомендациям	27

НИИЖБ Госстроя СССР

Рекомендации по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций полимерными составами

Научный редактор И.М.Дробященко

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
I09389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор В.М.Рогинская

Л -53I20 Подп. в печать 23.06.86 Заказ 262
Формат 60х64/I6 Ротапринт. Уч.-изд.л.I,7. Усл.кр.-отт.I,7
Т - 500 экз. Цена 25 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе, д.25

gost.e-ecolog.ru