



ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ
MAPEI ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

СБОРНИК

3

**РЕМОНТ
ДЫМОВЫХ И
ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ
ПРОМЫШЛЕННЫХ
ТРУБ**

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ
МАТЕРИАЛОВ **MAPEI** ДЛЯ
ПРЕДПРИЯТИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
РЕМОНТНОГО СОСТАВА ДЛЯ БЕТОНА
MAPEGROUT THIXOTROPIC

Рекомендации
разработаны



Заключение
выдано



РусГидро
Институт Гидропроект



РЕМОНТ ДЫМОВЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРУБ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭНЕРГЕТИКИ

СОДЕРЖАНИЕ

I. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ MAPEI



1. Предисловие	3
2. Основные виды дефектов и повреждений дымовых и вентиляционных труб	4
3. Виды ремонта и защиты	6
4. Требования к ремонтным материалам и подходы к их выбору	7
5. Описание материалов MAPEI для ремонта промышленных и вентиляционных труб	8
6. Описание материалов MAPEI для защиты промышленных и вентиляционных труб	14
7. Выбор ремонтного состава в зависимости от дефекта и вида ремонта	15

II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕМОНТНОГО СОСТАВА ДЛЯ БЕТОНА MAPEGROUT TНIXOTROPIC



1. Предисловие	19
2. Определение прочности при сжатии и потери массы при нормальной температуре и после выдержки при температуре 400°C	21
3. Определение кинетики усадки ремонтного состава после прогрева	24
4. Определение адгезионной прочности ремонтного состава к кирпичу	25
5. Выводы	27



**Разработано Филиалом ОАО «ИЦ ЕЭС» —
«Фирма ОРГРЭС».**

Исполнитель В. П. Осоловский

**Утверждено Филиалом ОАО «ИЦ ЕЭС» —
«Фирма ОРГРЭС»**

Главный инженер В. С. Невзгодин

15 ноября 2009 г.



**Начальник центра инжиниринга зданий и
сооружений энергопредприятий**

Е. И. Бобок

Исполнитель

В. П. Осоловский

I. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ МАРЕИ

1. ПРЕДИСЛОВИЕ

На тепловых электростанциях и в тепловых сетях генерирующих компаний в энергетике России в эксплуатации находится более 1500 дымовых труб, из них более 800 труб железобетонных высотой до 370 м, около 400 труб кирпичных, высотой до 120 м. Остальные трубы — металлические, высотой до 180 м. Железобетонные трубы обслуживают более 85% мощности ТЭС, из них более 40% находятся в эксплуатации от 35 до 55 лет, при эксплуатационном ресурсе 50 лет.

В большей части дымовых железобетонных трубах после 30-40 лет эксплуатации отмечается снижение прочности бетона до 30-50% в верхней части ствола трубы, наиболее подверженной воздействию внутренней и внешней среды. Аналогичные процессы наблюдаются в кирпичных дымовых трубах. В металлических дымовых трубах потеря несущей способности стволов труб зависит, в основном, от степени коррозионного износа металла.

Ежегодно в отрасли ремонтируется более 100 дымовых труб. Выполняется полная или частичная замена кирпичных футеровок и теплоизоляции, наиболее подверженных коррозионному износу, замена оголовков труб, усиление ослабленной части железобетонных стволов обоймами, восстановление защитного слоя бетона ствола с наружной стороны. Все в большем объеме производятся работы по реконструкции дымовых труб, которыми предусматривается устройство более газоплотных футеровок в железобетонных и кирпичных трубах. Техническое решение по ремонту или реконструкции трубы должно обеспечивать больший последующий ресурс эксплуатации, максимальное сокращение затрат на ремонтно-эксплуатационное обслуживание дымовой трубы, сведение к минимуму вынужденных остановок теплосилового оборудования для ремонтных работ внутри ствола дымовой трубы.



2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ДЫМОВЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРУБ

Основные виды дефектов и повреждений приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Наименование повреждения, дефекта	Вероятная причина возникновения дефекта, повреждения	Категория опасности
Разрушение защитного слоя, обнажение и коррозия арматуры трубы	Размораживание, выщелачивание, карбонизация бетона	«А», «Б»
Следы выхода конденсата на наружную поверхность трубы	Нарушение газоплотности футеровки неплотные швы бетонирования	«Б»
Сквозные отверстия в стенке трубы	Коррозионное разрушение бетона, кирпича, металла из-за отсутствия гидроизоляции, антикоррозионной защиты бетона ствола и футеровки	«А», «Б»
Пониженная, по сравнению с проектом, прочность бетона ствола более, чем на 30%	Несоблюдение технологии бетонирования. Нарушение структуры бетона от воздействия агрессивной парогазовой среды	«А», «Б»
Сульфатная коррозия футеровки и внутренней поверхности бетона ствола	Воздействие конденсата дымовых газов при работе котлов на сернистом топливе из-за наличия «мокрого» режима эксплуатации и недостаточной газоплотности футеровки	«А», «Б»
Разрушение теплоизоляции трубы, выполненной из минераловатных матов	Воздействие конденсата дымовых газов при пониженной газоплотности футеровки	«Б»
Вертикальные трещины в футеровке с раскрытием до 50-70 мм	Нарушение теплового режима эксплуатации трубы. Неисправность, разрушение теплоизоляции, недопустимые температурные напряжения в стенке футеровки	«Б»
Деформация футеровки локальными выпучинами более 300 мм, рост футеровки вследствие сульфатации, локальные обрушения футеровки	Работа котлов на сернистом топливе. Нарушение защитных качеств теплоизоляции	«А», «Б»
Повреждение ж/б обоймы усиления трещинами с раскрытием до нескольких мм, отслоение обоймы от защищаемого бетона ствола	Занижение толщины обоймы усиления до 30-60 мм, формирование, по этой причине, зоны размораживания на границе бетон обоймы — бетон ствола трубы	«А»

Наименование повреждения, дефекта	Вероятная причина возникновения дефекта, повреждения	Категория опасности
Повреждение вновь восстановленного защитного слоя трещинами, его отслоение и обрушение	Более высокая плотность нового бетона по сравнению с бетоном ствола. Формирование зоны размораживания бетона под новым защитным слоем	«Б»
Разрушение оголовка трубы, обрушение элементов защитного колпака	Сульфатация раствора кладки кирпичной футеровки	«Б»
Недостаточное армирование железобетонного ствола дымовой трубы	Коррозионный износ арматуры. Недостаточная тепловая защита бетона ствола. Более высокая сейсмичность по сравнению с принятой в проекте	«А»
Недостаточная несущая способность кирпичного ствола дымовой трубы	Повышенные сейсмические воздействия. Повышенные температурные воздействия	«А»
Обводнение подземной части дымовой трубы	Нарушение, неисправность гидроизоляции, наружной поверхности фундамента дымовой трубы	«Б»
Повреждение коррозией несущих балок и сборных плит перекрытия в трубе	Неисправность гидроизоляции перекрытия, протечки конденсата дымовых газов через неплотности в железобетонном перекрытии	«Б»
Обводнение подземных газоходов	Неисправность гидроизоляции наружной поверхности стен и перекрытий газоходов	«Б»
Повреждение коррозией поверхности и арматуры железобетонных плит кровли газохода	Неисправность гидроизоляции кровли	«А», «Б»

Примечания: категория «А» — дефекты и повреждения основных несущих конструкций труб, представляющие непосредственную опасность их разрушения.

Категория «Б» — дефекты и повреждения труб, не представляющие при их обнаружении непосредственной опасности разрушения их несущих конструкций, но способных в дальнейшем вызвать повреждения других элементов и узлов или при развитии повреждения перейти в категорию «А».



3. ВИДЫ РЕМОНТА И ЗАЩИТЫ

К основным видам наружных ремонтных работ железобетонных труб следует отнести:

- устранение неплотностей в швах бетонирования железобетонных труб;
- устранение повреждений защитного слоя бетона в виде сколов, крупнопористого бетона, трещин, отслоений, обнажения и коррозии арматуры;
- усиление ствола железобетонными обоймами в местах пониженной прочности бетона;
- восстановление маркировочной окраски ствола трубы;
- восстановление чугунных колпаков на оголовках труб или защита оголовка полимербетоном;
- ремонт и антикоррозионная защита металлоконструкций светофорных площадок, лестниц, систем молниезащиты светоограждения.

К числу основных работ по ремонту внутренних конструкций железобетонных

и кирпичных труб относятся:

- частичная или полная замена кирпичной футеровки и теплоизоляции;
- восстановление теплоизоляции дымовой трубы;
- восстановление разделительной стенки в трубе;
- восстановление слезников;
- устранение пустошовки и восстановление антикоррозионной защиты внутренней поверхности футеровки;
- ремонт внутренней поверхности железобетонного ствола;
- восстановление гидроизоляции и антикоррозионной защиты бетона ствола.

В кирпичных трубах, кроме того, в ряде случаев требуется заделка сквозных отверстий

в футеровке оставленных не заделанными при кладке футеровки.

Для обеспечения более эффективной защиты несущих стволов труб, подвергавшихся длительное время выщелачиванию, размораживанию из-за диффузии парогазовой среды, все чаще реализуются решения по реконструкции труб, которые предусматривают установку внутренних металлических, стеклопластиковых газоотводящих стволов, замена кирпичных футеровок монолитными полимербетонными футеровками.

Если футеровка трубы имеет значительный износ, но находится в работоспособном состоянии и имеет достаточную несущую способность, то в качестве эффективного решения применяется технология нанесения на поверхность футеровки цементных ремонтных составов с наличием полимерной фибры, наносимые толщиной 10-20 мм.



4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕМОНТНЫМ МАТЕРИАЛАМ И ПОДХОДЫ К ИХ ВЫБОРУ

Ограждающие конструкции железобетонных дымовых труб (ствол трубы, футеровка) эксплуатируются в условиях высоких градиентов температурных, влажностных, избыточного давления и разрежения в газоотводящем тракте, воздействия ветровых нагрузок, агрессивной внешней и внутренней среды. При выборе ремонтных материалов для наружного ремонта первостепенное значение имеют:

- более высокая паропроницаемость нового защитного слоя по сравнению с паропроницаемостью ремонтируемого кирпичного или железобетонного ствола. Такое же требование должно предъявляться к материалам по маркировочной окраске труб;
- высокая адгезия к бетону ствола вновь наносимого защитного слоя, безусадочность, трещиностойкость, морозостойкость.

При выборе материалов для ремонта футеровки и внутренней поверхности бетона ствола должны быть обеспечены: термостойкое, трещиностойкое, коррозионностойкое, с гидроизолирующими свойствами защитное покрытие в виде обмазки, окраски, фиброторкрета и других покрытий для выполнения функции вторичной защиты.

Достижение нормируемых значений ремонтного материала, долговечности работы защитного покрытия зависят от соблюдения технологии проведения ремонтных работ на всех его этапах: от подготовки места для ремонта, приготовления ремонтного состава, его нанесения, до организации ухода за отремонтированной поверхностью, предотвращая быстрое испарение воды, снижая за счет этого в ремонтном слое гидравлические усадки и как следствие предотвращая на ней образование микротрещин.



5. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛОВ MAPEI ДЛЯ РЕМОНТА ПРОМЫШЛЕННЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРУБ

ЗАО «МАПЕИ» российское подразделение Групп Компаний MAPEI являющееся одним из крупнейших мировых производителей продукции строительной химии. В настоящее время, на заводах Группы Компаний MAPEI производится более тысячи наименований продукции, которая широко применяется в различных сферах строительства.

В ассортименте выпускаемой продукции имеются системы материалов, предназначенные для ремонта, защиты и структурного усиления бетонных и железобетонных конструкций (см. таблицы 2,3,4,5,6,7).

Все материалы MAPEI соответствуют санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору и проходят процедуру добровольной сертификации на соответствие требованиям технических условий (ТУ), утвержденным на предприятии: ТУ 5745-001-70452241-2007, ТУ 5745-010-70452241-2007, ТУ 5745-011-70452241-2008.

В Таблице 2 приведены ремонтные составы серии **MapegROUT** на цементной основе для ремонта поврежденного бетона и кирпичной кладки.

Таблица 2

Наименование материала	Краткая характеристика материала	Область применения
MapegROUT Thixotropic	Тиксотропный состав с компенсированной усадкой, армированный полимерной фиброй	Для конструкционного ремонта бетона
MapegROUT T40	Тиксотропный состав с компенсированной усадкой, средней прочности (40 МПа), армированный полимерной фиброй	Для ремонта защитного слоя бетона
MapegROUT T60	Тиксотропный состав, высокой прочности (60 МПа), армированный полимерной фиброй, устойчивый к сульфатам	Для конструкционного ремонта бетона
MapegROUT Hi-Flow	Высокоподвижный (литой) состав с компенсированной усадкой, армированный полимерной фиброй	Для конструкционного ремонта бетона, с установкой опалубки
MapegROUT Hi-Flow10	Высокоподвижный (литой) состав с компенсированной усадкой, армированный полимерной фиброй, с крупным заполнителем 10 мм	Для конструкционного ремонта бетона, с установкой опалубки

Наименование материала	Краткая характеристика материала	Область применения
MapegROUT Easy Flow	Тиксотропный состав, высокой прочности, без ускорителей	Для конструкционного ремонта бетона методом сухого торкретирования.
MapegROUT Fast Set R4	Быстротвердеющий тиксотропный состав с компенсированной усадкой, армированный полимерной фиброй. Схватывание в течение 30-40 мин	Для ремонта защитного слоя бетона
MapegROUT MF	Тиксотропный состав с компенсированной усадкой, армированный полимерной и эластичной металлической фиброй	Для конструкционного ремонта бетона, работающего в условиях динамических нагрузок
Planitop 400	Быстротвердеющий тиксотропный состав с компенсированной усадкой, армированный полимерной фиброй.	Для ремонта защитного слоя бетона и финишной отделки бетонных поверхностей. Толщина слоя от 1 до 40 мм
Mapecer 1K	Цементный состав на цементной основе	Для защиты арматурных стержней при ремонте ж/б конструкций
APB 10	Высокоподвижный состав с компенсированной усадкой, армированный полимерной фиброй, с крупным заполнителем 10 мм	Для конструкционного ремонта бетона, в том числе наклонных поверхностей. Толщина слоя от 70 до 300 мм
APB 10Ф	Тиксотропный состав с компенсированной усадкой, армированный полимерной и жесткой металлической фиброй, с крупным заполнителем 10 мм	Для конструкционного ремонта бетона, работающего в условиях динамических нагрузок. Толщина слоя от 50 до 300 мм
Mapecfill	Высокоподвижный (литой), расширяющийся состав	Для высокоточной установки оборудования, заполнения жестких швов между элементами из бетона и сборного бетона
Mapecfill 10	Высокоподвижный (литой), расширяющийся состав, с крупным заполнителем 10 мм	Для высокоточной установки оборудования, заполнения жестких швов между элементами из бетона и сборного бетона
Planitop HDM	Двухкомпонентный, высокопластичный, тиксотропный состав с компенсированной усадкой	Для усиления кирпичной кладки в сочетании с Mapecgrid 220
Mapecgrid 220	Загрунтованная щелочестойкая стекло-сетка	Для структурного усиления кирпичных конструкций



использовать материал для ремонта футеровок дымовых труб.

В данных рекомендациях рассматриваются несколько десятков материалов торговой марки MAPEI, которые могут быть эффективно применены при ремонте дымовых и вентиляционных труб, а также других видов сооружений на энергопредприятиях России. Разработанные системы материалов позволяют комплексно решать проблемы ремонта и защиты конструкций.

Сочетание цены-качества для покупателей делает эти материалы наиболее выгодными по отношению к аналогичным материалам, как импортного, так и отечественного производства.

Ассоциация «ГИДРОПРОЕКТ», входящая в Электроэнергетический Совет Содружества Независимых Государств на основании исследований физико-механических свойств ремонтного состава **Mapegrou t Thixotropic** предложила

Таблица 3

Наименование показателя	Mapecfill 10	Mapecfill	АРБ-10	Mapegrou t Thixotropic	Mapegrou t Hi-Flow	Mapegrou t Hi-Flow10	Mapegrou t T40	Mapegrou t SF	АРБ-10Ф	Mapegrou t MF
Максимальный размер заполнителя, мм	10	3	10	3	3	10	3	3	10	3
Фиброаполнитель	Отсутствует		Полимерный		Полимерный			Полимерный/металлический		
								жесткий		эластичный
Удобоукладываемость, мм	210-260	270-300	145-160	150-170	300-340	210-260	170-190	190-210	145-160	165-185
Сохраняемость удобоукладываемости, не менее мин	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Предел прочности на сжатие, МПа, не менее:										
- через 8 часов			2						2	
- через 24 часа	30	32	30	25	35	30	8	30	40	20
- через 28 суток	60	70	65	60	80	60	40	60	75	60
Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа, не менее										
- через 24 часа	5	5	5	4,5	7	4	2	10	9	8
- через 28 суток	8	9	8	9	12	8	7	15	14	11
Предел прочности сцепления с бетоном в возрасте 28 суток, МПа, не менее	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2
Марка морозостойкости, не ниже	F300	F300	F300	F300	F300	F300	F300	F300	F300	F300
Марка водонепроницаемости, не ниже	W16	W16	W16	W16	W16	W16	W16	W16	W16	W16



В Таблице 4 приведены виды материалов, формирующих систему структурного усиления железобетонных и кирпичных конструкций с использованием высокопрочных тканей из углеволокна.

Таблица 4

Наименование материала	Краткая характеристика материала	Область применения
MapeWrap C	Высокопрочная с непрерывной нитью ткань из углеволокна с модулем упругости 230000 МПа, 390000 МПа, сбалансированная одно, двусторонне направленная и четырехсторонне направленная ткань	Для внешнего армирования железобетонных и кирпичных конструкций (в том числе стволов дымовых труб)
MapeWrap Primer 1	Эпоксидная грунтовка для системы Mape Wrap	Для выполнения грунтовки поверхности конструкции
MapeWrap 11, 12	Тиксотропный эпоксидный состав (11) с обычным временем схватывания. Состав (12) с замедленным временем схватывания.	Для выравнивания бетонных поверхностей.
MapeWrap 21, 31	Состав (21) сверхпрочная эпоксидная смола. Состав (31) — эпоксидная смола средней вязкости	Для пропитки системы MapeWrap «влажного нанесения». Для пропитки системы MapeWrap «сухого нанесения»
Carboplate	Пластины из углеволокна (ламели) в эпоксидной матрице	Для усиления предварительно напряженных железобетонных и стальных конструкций. Приклеивается на эпоксидные составы: Adesilex PG1/PG2
MapeWrap C Fiocco	Шнур из углеволокна	Для создания точки анкерки при ремонте, усилении и реконструкции ж/б конструкций совместно с тканями MapeWrap C и пластинами Carboplate



В Таблице 5 приведены виды материалов для структурного склеивания путем инъекции конструкций поврежденных трещинами.

Таблица 5

Наименование материала	Краткая характеристика материала	Область применения
Eporip	Двухкомпонентный эпоксидный клей низкой вязкости	Для обеспечения хорошей адгезии свежей бетонной смеси к старому бетону. Для ремонта трещин.
Epojet	Двухкомпонентная низковязкая эпоксидная смола	Для восстановления монолитности несущих конструкций с помощью инъекций низкого давления
Epojet LV	Двухкомпонентная эпоксидная смола с очень низкой вязкостью	Для инъекций в микротрещины под низким давлением
Eporit Turbo	Сверхбыстротвердевающая полиэфирная смола	Для герметизации трещин в бетоне путем инъекций под низким или атмосферным давлением
Foamjet T	Двухкомпонентная полиуретановая смола повышенной вязкости со сверхбыстрым временем схватывания	Для инъекций в целях консолидации и гидроизоляции конструкций подверженным сильным протечкам воды под высоким давлением
Foamjet F	Двухкомпонентная низковязкая полиуретановая смола с быстрым схватыванием	Для инъекций с целью консолидации и гидроизоляции конструкций подверженных слабым протечкам воды
Adesilex PG 1 Adesilex PG 2	Двухкомпонентные эпоксидные тиксотропные клеи	Для склеивания бетонных и металлических конструкций, ремонта трещин
Planicrete	Полимер для приготовления адгезивной смеси. Компоненты для смешивания: вода, цемент.	Для адгезии цементных растворов к цементной основе
Resfoam 1 KM Resfoam 1 KM AKS	Сверхжидкая однокомпонентная полиуретановая смола	Для инъекции с регулируемым временем схватывания. Для гидроизоляции бетонных и каменных конструкций

Так как дымовые трубы, относятся к высотным, особо опасным сооружениям, то проведение капитального ремонта и реконструкции должно осуществляться на основании проектного решения, прошедшего государственную экспертизу промышленной безопасности, утвержденную Ростехнадзором.

Производители работ предварительно должны ознакомиться с материалом и технологией его применения (см. технические карты на материалы), в случае необходимости получить дополнительные консультации в техническом отделе производителя материалов ЗАО «МАПЕИ».



6. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛОВ MAPEI ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРУБ

Для Группы Компаний MAPEI характерен системный подход к разработке и производству материалов строительной химии и разработке технологий ремонтно-восстановительных работ.

Помимо материалов, восстанавливающих работоспособность строительных конструкций, предусматривается большой выбор эффективных защитных материалов для вторичной защиты строительных конструкций от проникновения агрессивных компонентов, содержащихся во внешней среде и парогазовой технологической среде. Эти материалы созданы на базе эпоксидной смолы, полиуретана, цемента или тиксотропной консистенции и позволяют обеспечить защиту бетона от карбонизации, повышают его устойчивость к химической коррозии.

В Таблице 6 приведены виды материалов для защиты и гидроизоляции бетонных и кирпичных поверхностей защищаемой конструкции.

Таблица 6

Наименование материала	Краткая характеристика материала	Область применения
Mapelastic	Двухкомпонентный эластичный состав на цементной основе	Для гидроизоляции и антикоррозионной защиты железобетонных и кирпичных конструкций
Mapecoat E 23 Mapecoat PU 33	Двухкомпонентное, эластичное, износостойкое полиуретановое покрытие	Для защиты и гидроизоляции бетонных поверхностей от химически активных веществ
Elastocolor	Защитно-декоративная водно-дисперсионная краска на основе акриловых смол	Для защиты бетона и цементных поверхностей от агрессивного воздействия атмосферных явлений
Mapelastic Smart	Двухкомпонентный эластичный состав на цементной основе	Для гидроизоляции бетона, для создания высокоэластичного водонепроницаемого защитного слоя
Colorite Beton	Акриловая полупрозрачная вододисперсионная краска	Для защиты наружных поверхностей ж/б конструкций от атмосферных воздействий
Antipluviol Antipluviol S Antipluviol W	Гидрофобизаторы на основе: силиконовая в воде; силоксановая на растворителе; силоксановая в воде	Для защиты поверхности от воздействия внешней окружающей среды.

Объем работ по антикоррозионной защите и маркировочной окраске, например, дымовой железобетонной трубы высотой 250 м, диаметром устья 6-9 м составляет 22500-31000 м². Объем работ по гидроизоляции может составить 3000 м². Чем выше долговечность защитного покрытия футеровки для обеспечения ее газоплотности и снижения коррозионного износа, тем больше в последующем безремонтный срок эксплуатации трубы, тем меньше потери от остановок теплоагрегатов, подключенных к дымовой трубе.

Своевременно выполненная вторичная защита от коррозионного износа позволяет сохранить работоспособное состояние дымовых и вентиляционных труб, увеличить их межремонтные сроки.

Материалами серии **Mapegrouit**, производства ЗАО «МАПЕИ», выполнены ремонты футеровок стволов и газоходов железобетонных и кирпичных дымовых труб на Михайловском и Лебединском ГОКах, Старо Оскольском цементном заводе и металлургическом комбинате ОЭМК, на комбинате «ВоронежСинтезКаучук», на заводе «Строительные материалы» в городе Жигулевске, на заводах ООО «Евроцемент». Материалы серии **Mapegrouit** прошли многолетнюю проверку работоспособности в жестких, эксплуатационных условиях воздействия технологических процессов и внешней среды и завоевывают все больший авторитет среди материалов той же группы.

7. ВЫБОР РЕМОНТНОГО СОСТАВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕФЕКТА И ВИДА РЕМОНТА

Комплексные системы ремонта и защиты **Mapegrouit** разработаны для обеспечения экономически эффективного ремонта, при этом исключается несовместимость между ремонтным раствором и основным бетоном.

В Таблице 7 приведен перечень основных дефектов и повреждений дымовых и вентиляционных труб, видов ремонтов, реконструкции и возможного наиболее эффективного использования ремонтных и защитных материалов торговой марки MAPEI.



Таблица 7

Описание (характеристика) дефекта, повреждения конструкции	Вид ремонта	Наименование материала	Способ нанесения	Температура применения
Разрушение защитного слоя бетона, обнажение и коррозия арматуры ствола трубы. Сквозные отверстия в стенке трубы вследствие воздействия агрессивной среды	Восстановление защитного слоя бетона. Заделка локальных более глубоких и сквозных разрушений ствола трубы	Maepgrout Thixotropic тиксотропный, безусадочный армированный состав на цементной основе. Mafer 1K состав на цементной основе для защиты арматурных стержней от коррозии. Mapecure E, Mapecure S материалы для ухода за бетоном, эмульсионные составы для защиты от быстрого испарения воды с поверхности свежего бетона	Набрызг шпатель торкретирование Распыление с помощью сжатого воздуха	От +5°C до +35°C
Пониженная, более чем на 30% прочность бетона ствола в отдельных секциях бетонирования ствола трубы. Крупнопористый бетон, неплотности в швах бетонирования. Отслоение маркировочной окраски и шелушение поверхности бетона ствола трубы	Усиление ствола трубы железобетонной облоймой. Восстановление дневной маркировки и окраски ствола трубы	Mafer 1K для защиты вскрытой арматуры. Mapecure E, Mapecure S материалы для ухода за бетоном облоймы усиления. Elastocolor эластичная защитно-декоративная воднодисперсионная краска на основе акриловых смол	Кистью Распылением Кистью, валиком и распылением	От +5°C до +35°C
Недостаточное армирование железобетонного ствола. Недостаточная несущая способность кирпичного ствола на воздействие ветровых, тепловых нагрузок и в районах высокой сейсмической опасности	Восстановление несущей способности ствола трубы путем устройства внешнего армирования	Система структурного усиления углеволокном волокном MapeWrap: 1. MapeWrap Primer 1 грунтовка. 2. MapeWrap 11, 12 — состав для выравнивания поверхности. 3. MapeWrap 21 состав для пропитки системы MapeWrap 4. MapeWrap 21 (мокрая система пропитки ткани), MapeWrap 31 (сухая система). 5. MapeWrap GUNI-AX однонаправленная ткань из углеволокна	Кистью или валиком Плоским шпателем, жестким резиновым валиком С помощью специального оборудования	От +10°C до +30°C
Обводнение подземной части дымовой трубы и подземных газоходов	Устранение протечек, выполнение гидроизоляции	Epojet, Epojet LV, Eporip Turbo, Foamjet F в зависимости от характера протечек Mapelastic	Иньекции, распыление или шпатель	От +5°C до +35°C
Повреждение коррозией поверхности балок и плит перекрытия дымовой трубы и железобетонных плит перекрытия газоходов	Ремонт поврежденного бетона	Maepgrout Thixotropic, Maepgrout Easy Flow и другие смеси в зависимости от объема и глубины повреждения	Торкретирование Шпатель	От +5°C до +35°C
Недостаточная толщина железобетонной облоймы усиление размораживания бетона ствола под облоймой	Демонтаж облоймы усиления и устройство новой облоймы или инъектирование инъекционными составами зоны слабого бетона под облоймой	Составы Maepgrout Защитные составы Colorite Beton Добавка Mapecure SRA	Набрызг торкретирование Окраска	От +5°C до +35°C
Сульфатная коррозия футеровки и внутренней поверхности бетона ствола	Ремонт внутренней поверхности бетона ствола, антикоррозионная защита поверхности ствола замена теплоизоляции и футеровки	Maepgrout Thixotropic — ремонт бетона. Mapelastic — защитное покрытие бетона и поверхности новой кладки футеровки	Торкретирование вручную или механическим способом	От +5°C до +35°C



С начала 90-х годов прошлого столетия произошли принципиальные изменения в режимах работы теплоэнергетических агрегатов на ТЭС и котельных в генерирующих компаниях Российской Федерации, не предусмотренные в конкретных проектных решениях дымовых труб:

- использование нескольких видов топлива, отличающихся уровнем содержания серы;
- снижение и нестабильность тепловых нагрузок, снижение температуры удаляемых дымовых газов;
- более частые остановки и последующие растопки котлов, что сопровождается нерасчетными температурными напряжениями в конструкциях футеровки и ствола трубы.

Массовое старение и более интенсивное, по этим причинам, снижение надежности дымовых труб стало одной из реальных угроз для надежного функционирования теплоэнергетики. Поэтому, в последнее время проблемы повышения эффективности ремонта и реконструкции дымовых труб привлекают все большее внимание научно-исследовательских, проектных институтов, специализированных организаций и компаний, занимающихся разработкой и производством новых более эффективных материалов и технологий для ремонтно-строительных работ.

Широкое применение высокотехнологичных материалов торговой марки MAPEI в ремонте и реконструкции дымовых и вентиляционных промышленных труб позволит повысить эффективность ремонта, сократить сроки производства ремонтных работ, выполнить работы с высоким качеством, сохранить сооружение в работоспособном состоянии, продлить его эксплуатационный срок службы и значительно сократить затраты на проведение текущих ремонтных работ и реконструкцию.



РусГидро

Институт Гидропроект



ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

по теме: "Исследование физико-механических свойств ремонтного состава для бетона "Mapegrout Thixotropic", применяемого при ремонте футеровок дымовых труб".

(Договор № А77/07 от 01.09.2007г.)

Руководитель темы, к.т.н.

Т.А. Затворницкая

Ответственный исполнитель, к.т.н.

Е.Н. Талденкова

Москва 2007г.



II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕМОНТНОГО СОСТАВА ДЛЯ БЕТОНА MAPEGROUT THIXOTROPIC

1. ПРЕДИСЛОВИЕ

Работа выполнена в соответствии с договором № А77/07 от 01.09.2007 г. между ЗАО «МАПЕИ» и Институтом «Гидропроект».

Целью данной работы являлось: исследование основных физико-механических свойств (предел прочности при сжатии, усадка после прогрева до 105 и 400°C), адгезионной прочности ремонтного состава **Mapegrout Thixotropic**.

Техническая информация содержит результаты испытаний ремонтного состава при сжатии, потери массы, усадки после прогрева до 400°C, а также адгезионной прочности состава к кирпичу.

На основании полученных результатов определена температура применения ремонтного состава **Mapegrout Thixotropic** и дана рекомендация по повышению адгезионной прочности к пористым материалам (кирпичу).



2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ И ПОТЕРИ МАССЫ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ И ПОСЛЕ ВЫДЕРЖКИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 400°C

Для испытания фирма «МАПЕИ» представила сухой материал **Mapegrout Thixotropic** в герметичной упаковке в количестве 25 кг и информационный материал, содержащий сведения о технологии приготовления раствора и основных технических характеристиках.

Испытание материала выполнено в соответствии с ГОСТ 20910-90 «Бетоны жаростойкие», предел прочности бетона на сжатие определяют на образцах-кубах с ребром длиной 70 мм (ГОСТ 10180).

Приготовление раствора осуществляли следующим образом: в растворосмеситель типа МЛ-20 заливали воду и при включенной мешалке засыпали сухую смесь непрерывным потоком, перемешивали 2 минуты, затем после проверки однородности смеси, ее перемешивали дополнительно в течение 2-3 минут, готовую смесь укладывали в формы и вибрировали на стандартном вибростоле в течение 2-3 минут.

Подготовка для всех видов испытаний (предел прочности при сжатии, усадка, потеря массы) осуществлялась следующим образом: после отверждения образцы-кубы извлекали из форм (на вторые сутки после укладки в форму) и помещали в камеру нормально-влажного хранения с режимом: температура 18-20°C и влажность 95-100% на 7 и 28 суток. По достижению указанного срока часть образцов испытывали на сжатие. Другую часть образцов подвергали нагреву при температуре 105°C в течение 48 часов, а затем при 400°C в течение 4 часов. После прогрева образцы испытывались на сжатие, кроме того определяли потери массы после прогрева при 105°C и 400°C.

Предельно допустимую температуру применения ремонтного состава оценивали по изменению прочности при сжатии после выдержки образцов при 400°C. Остаточную прочность на сжатие γ , % определяют по формуле:

$$\gamma = \frac{R_1}{R} \cdot 100, \%$$

где R — прочность на сжатие после выдержки в течение 7, 28 суток;

R_1 — прочность на сжатие после прогрева при температурах 105°C и 400°C.



Общий вид образцов-кубов после испытания на сжатие представлен на рис.1 и рис. 2.



Рис. 1. Характер разрушения образцов при испытании на сжатие.



Рис. 2. Характер разрушения образцов при испытании на сжатие после прогрева до 400°C.

Результаты испытаний ремонтного состава на сжатие представлены в таблице 1, потери массы в таблице 2.



Таблица 1. Прочность при сжатии образцов ремонтного состава на основе Mapegrout Thixotropic

Наименование показателей	Характеристика показателей
Прочность при сжатии после выдержки в течение 7 суток, МПа	55,1 52,4 53,3 $\sigma_{cp} = 53,3$
Прочность при сжатии после выдержки в течение 7 суток и прогрева при температурах 105°C и 400°C, МПа	36,1 35,9 42,1 $\sigma_{cp} = 38,0$
Остаточная прочность при сжатии после выдержки в течение 7 суток и прогрева при температурах 105°C и 400°C, %	71,4
Прочность при сжатии после выдержки в течение 28 суток, МПа	58,4 58,2 49,8 $\sigma_{cp} = 58,3$
Прочность при сжатии после выдержки в течение 28 суток и прогрева при температурах 105°C и 400°C, МПа	49,4 43,7 45,5 $\sigma_{cp} = 47,5$
Остаточная прочность при сжатии после выдержки в течение 28 суток и прогрева при температурах 105°C и 400°C, %	81,5

Результаты испытаний на сжатие показывают, что при нагреве до 400°C остаточная прочность составляет 81,5% от первоначальной, что соответствует требованиям ГОСТ 20910 на жаростойкие бетоны.

Таблица 2. Потери массы при нагреве образцов-кубов ремонтного состава на основе материала Mapegrout Thixotropic

№ образца	Начальная масса, г	Масса после прогрева при 105°C, г	Потеря массы, г (%)	Масса после прогрева при 400°C, г	Потеря массы, г (%)
1*	755,28	710,68	44,6 (5,9)	666,55	88,73 (11,70)
2*	753,26	707,81	45,45 (6,03)	665,58	87,68 (11,6)
3*	773,02	725,53	47,49 (6,14)	683,84	89,18 (11,5)
4**	785,04	740,28	44,76 (5,7)	692,55	92,49 (11,9)
5**	782,33	738,75	43,58 (5,6)	689,63	92,7 (11,8)
6**	772,23	727,27	44,96 (5,8)	680,64	91,59 (11,9)

Примечание: * — нагрев после выдержки образцов в течение 7 суток.
** — нагрев после выдержки образцов в течение 28 суток.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИКИ УСАДКИ РЕМОНТНОГО СОСТАВА ПОСЛЕ ПРОГРЕВА

Усадку ремонтного состава **Mapegrout Thixotropic** определяли в соответствии с приложением 6 ГОСТа 20910-90.

Сущность метода заключается в определении изменения размеров образца ремонтного состава во время твердения и после нагрева до предельно допустимой температуры применения (400°C).

Для определения усадки изготовлены образцы-кубы с ребром длиной 7 см из ремонтного состава раствора на основе материала **Mapegrout Thixotropic**.

Усадку определяли по изменению размеров образца после прогрева при температуре 105°C и 400°C. Предварительно образцы выдерживали в течение 28 суток в камере влажного хранения.

Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3. Кинетика усадки состава Mapegrout Thixotropic

Шифр образцов	Показания индикатора и усадка после выдержки в течение 28 сут. и прогрева при t °C				
	28 суток, мм	105°C		400°C	
		Показание инд., мм	Усадка, мм (%)	Показание инд., мм	Усадка, мм (%)
MT-19	7,49	7,48	0,01 (0,014)	7,48	0,01 (0,01)
MT-20	7,22	7,16	0,06 (0,08)	7,13	0,09 (0,13)
MT-21	6,70	6,68	0,02 (0,03)	6,60	0,1 (0,14)

Анализ результатов кинетики усадки ремонтного состава при прогреве до температуры 105°C и 400°C характеризует материал **Mapegrout Thixotropic** как материал с незначительной усадкой. В соответствии с требованием ГОСТ 20910 для бетонов со средней плотностью 1500 кг/м³ и более допускается усадка до 1%.



4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ РЕМОНТНОГО СОСТАВА К КИРПИЧУ

Испытание на адгезионную прочность раствора **Mapegrout Thixotropic** выполнено на приборе ПСО-10 МГ4 (разработка «СКВ Стройприбор» г. Челябинск). Прибор позволяет определить прочность сцепления облицовочных, защитных, штукатурных покрытий с основанием. Принцип работы прибора основан на измерении усилия отрыва стальных дисков и вычисления соответствующей прочности сцепления покрытий с основанием по формуле:

$$R = \frac{P}{F},$$

где P — нагрузка, при которой произошел отрыв пластины, кгс;

F — площадь поперечного сечения диска, выбираемая прибором автоматически при вводе размеров пластины, см^2 .

Методически испытания проводили по двум вариантам:

- ремонтный состав наносили на увлажненную поверхность кирпича глиняного;
- ремонтный состав наносили на поверхность кирпича, предварительно насыщенного водой в течение 24 часов.

На подготовленную поверхность образца наносили ремонтный состав толщиной — 0,5-0,8 см. Затем на отвердевший состав приклеивали металлическую пластину эпоксидным клеем и выдерживали образец при температуре 20°C в течение 7 суток. По истечении срока выдержки образец испытывали.

Адгезионная прочность при испытании образцов составила:

- адгезионная прочность к поверхности увлажненного кирпича составила — 4,6 кгс/см²;
- при испытании на адгезионную прочность ремонтного состава когезионная прочность кирпича составила 9,2 кгс/см². Таким образом, адгезионная прочность испытуемого состава >9,2 кгс/см².



Следует отметить различный характер разрушения: в первом случае разрушение носит адгезионный характер на 50% поверхности кирпича; во втором случае происходит разрушение по телу кирпича. На рис. 3 и 4 представлены образцы после испытания на адгезионную прочность.



Рис. 3. Характер разрушения при испытании на адгезионную прочность

- а) 50% разрушения по контакту;
- б) разрушение по телу кирпича.



Рис. 4. Разрушение по телу кирпича при испытании на адгезионную прочность



5. ВЫВОДЫ

Выполнен комплекс испытаний основных физико-механических свойств ремонтного жаростойкого состава **MapegROUT Thixotropic**.

Ремонтный состав характеризуется высокой прочностью на сжатие: 50-58 МПа в возрасте 7 и 28 суток соответственно.

По результатам испытаний установлена оптимальная температура применения раствора состава **MapegROUT Thixotropic**: +400°C.

Ремонтный состав на основе материала **MapegROUT Thixotropic** обладает незначительной усадкой, в пределах 0,04-0,10%, допустимых для жаростойких материалов. Ремонтный состав характеризуется адгезионной прочностью к кирпичу — более 0,92 МПа при условии интенсивного водонасыщения поверхности.

Для обеспечения адгезионной прочности ремонтного состава необходимо обеспечить обильное увлажнение пористых поверхностей бетона, кирпича.

9 СБОРНИКОВ ОТРАСЛЕВОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ МАРЕИ

СБОРНИК №1



СБОРНИК №2



СБОРНИК №3



СБОРНИК №4



СБОРНИК №5



СБОРНИК №6



СБОРНИК №7



СБОРНИК №8



СБОРНИК №9

