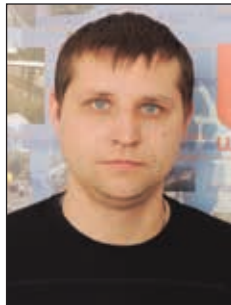


Специальные технологии инъектирования и полимерные материалы ЦМИД



Халов А. В.
ведущий инженер
ЗАО «НП ЦМИД»

В статье рассматриваются специальные технологии производства работ методом инъектирования, новые современные полимерные материалы, их соответствие требованиям нормативной документации, апробация и применение на объектах ГТС.

В 2013 году компания ЗАО НП ЦМИД начала выпуск полимерных материалов ЦМИД-СМ для инъекционной гидроизоляции на основе эпоксино-диановых смол модификаций ЦМИД-СМ 1 и ЦМИД-СМ 3. Работы выполнялись по заказу на создание и применение новых технологий и материалов для устранения фильтрации воды через свинцовую зачеканку швов между чугунными и железобетонными тубингами наклонных ходов станций метрополитена в Санкт-Петербурге в 2013–2015 годах.

Разработанные современные полимерные гидроизоляционные материалы ЦМИД-СМ представляют собой двухкомпонентные системы и обладают такими свойствами, как высокая эластичность (до 30%), высокая стойкость к агрессивным средам, высокая проникающая способность. При низких рабочих давлениях инъекционного оборудования материал свободно проникает в трещины с раскрытием более 0,15 мм, обладает длительным временем жизнеспособности (до 180 минут) и высокой прочностью сцепления с поверхностью (бетона, камня) — более 2,5 МПа.

Новые материалы и составы выполнили свое назначение и доказали высокую эффективность при применении в ходе реконструкции наклонных ходов станций Санкт-Петербургского метрополитена «Лиговский проспект», «Выборгская», «Пушкинская» (рис. 1, 2).

НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТОК НП ЦМИД НА ОБЪЕКТАХ ГТС

Разрушение бетона сооружений, основными причинами которого являются физико-механическое, химическое и биологическое воздействия воды, особенно проявляется на напорных гидротехнических сооружениях.

Напорные гидротехнические сооружения — это сооружения, которые находятся под постоянным воздействием водной среды, предназначенные для использования и охраны водных ресурсов, предотвращения негативного воздействия вод, в том числе загрязненных жидкими отходами, включая плотины, здания гидро-



Рис. 1. Производство работ по устранению фильтрации воды через швы между чугунными тубингами наклонного хода. Станция метрополитена «Пушкинская» (г. Санкт-Петербург), 2014 год



Рис. 2. ЦМИД-СМ 3 — полимерный гидроизоляционный материал



Поз. 1. Вид участка до производства инъекционных работ

Поз. 2. Вид участка после производства подготовительных работ

Поз. 3. Вид участка после производства инъекционных работ

1. Трещина в «сухом» состоянии с шириной раскрытия более 0,15 мм

1. Штраба с обратным уклоном «ласточкин хвост» под углом 10–15° шириной 40–50 мм на глубину 20–40 мм
2. Шпурсы расположены с шагом 200 мм в шахматном порядке.
3. Пакера с кеглевидным ниппелем высокого давления d(ø 10, 12, 14, 16 мм)

1. Используемые материалы ЦМИД-СМ 3, ЦМИД-3МФ
2. Электрический однокомпонентный поршневой насос
3. Оптимальное рабочее давление инъекционного насоса до 50 Бар
4. Производительность насоса до 1,1 л/мин.

Рис. 3. Технология производства работ №4 по зачеканке трещин в сухом состоянии раскрытием более 0,15 мм (принцип 1, метод 1.5)

электростанций (ГЭС), водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, судоводные шлюзы, судоподъемники, доки; сооружения, предназначенные для защиты от наводнений и разрушений берегов морей, озер и водохранилищ, берегов и дна русел рек; струнаправляющие и ограждающие сооружения; сооружения (дамбы), ограждающие золошлакоотвалы и хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций; набережные, пирсы, причальные сооружения портов и т.д.

Специалисты ЗАО «НП ЦМИД» разрабатывают полимерные инъекционные материалы и специальные технологии производства инъекционных работ для таких задач, как: устранение трещин, каверн, заполнение пустот различной глубины в бетоне; остановка разрушений холодных строительных швов; разуплотнений деформационных, температурных, температурно-осадочных швов, через которые с течением времени образуются неактивная фильтрация воды и далее струйные течи.

ПРОИЗВОДСТВО РЕМОНТНЫХ РАБОТ МАТЕРИАЛАМИ ЦМИД

Для установления причин разрушений бетона, оценки фактического состояния сооружения проводится комиссионный осмотр либо комплексное визуальное и инструментальное обследование конструкций, участков бетона с выявлением дефектов.

При необходимости выполняются инъекционные исследовательские работы, в которые входят:

- отбор образцов бетона — кернов диаметром не менее 100 мм в количестве не менее 3 штук на расстоянии друг от друга 100–200 мм на глубину нагнетания материала;
 - осмотр образцов бетона — кернов на предмет распространения инъекционного материала, уплотнения полости трещины, шва, пустот в теле бетона;
 - установка границы распространения материала.
- Окончательно назначаются шаг, глубина и диаметр шпуров, выбираются принцип и метод ремонта в соответствии с ГОСТ 32016-2012 «Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Общие требования», определяется материал и назначаются требования к значениям показателей материала.

Для производства работ по зачеканке и гермети-



Рис. 4. ЦМИД-СМ 1 — полимерный гидроизоляционный материал

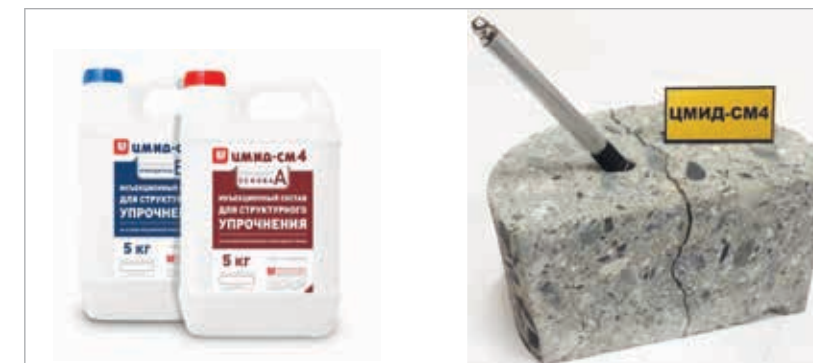


Рис. 5. ЦМИД-СМ 4 — полимерный ремонтный материал



Рис. 6. ЦМИД-ПС 4 — полимерный герметизирующий материал



Рис. 7. Улитка галереи нижней головы шлюза №9 ББК. Остановка фильтрующей течи полиуретановым материалом ЦМИД-ПС 1

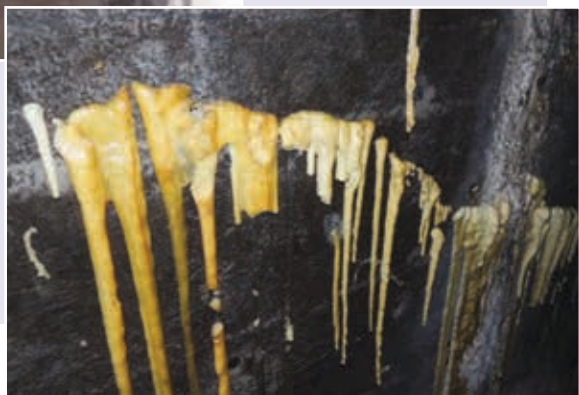


Рис. 8, 9. Смотровая потерна под водосборной частью плотины №27 ББК. Фильтрующий бетон. Инъекционная гидроизоляция бетона полиуретановыми и эпоксидными материалами ЦМИД-СМ 1, ЦМИД-СМ 3, ЦМИД-ПС 1

зации трещин, швов и зон трещиноватой структуры бетона методом инъектирования назначаются следующие принципы и методы ремонта:

- принцип 1 — защита от проникания для метода 1.5 — заполнение трещин нагнетанием под принудительным давлением или под действием гравитации;
- принцип 4 — упрочнение конструкции (консолидация бетона) для методов:
 - 4.5 — заполнение нагнетанием под принудительным давлением трещин, полостей и расщелин;
 - 4.6 — заполнение нагнетанием под действием гравитации трещин, полостей и расщелин.

Для решения технических и специфических задач компания ЗАО «НП ЦМИД» разработала технологии производства инъекционных и гидроизоляционных работ по устранению дефектов и разрушений бетона, соответствующие принципам и методам по ГОСТ:

- технология производства работ по площадному нагнетанию (создание сплошных противофильтрационных завес), по предотвращению просачивания и поднятия капиллярной влаги, по зачеканке трещин в сухом, мокром, влажном состоянии раскрытием более 0,15 мм (принцип 1, метод 1.5) (рис. 3);
- технология производства работ по восстановлению монолитности в строительных швах, по структурному склеиванию элементов конструкций, по заполнению пустот, расщелин (принцип 4, метод 4.5);
- производство работ при низких положительных температурах, по герметизации соляных пластов, по зачеканке стыков и швов между железобетонными и чугунными тубингами, по быстрой остановке фильтрующей воды, по герметизации деформационных и температурно-осадочных швов.

Производство ремонтных и гидроизоляционных работ выполняется с применением инъекционных материалов (рис. 2, 4–6):

1. Группа ЦМИД-СМ — двухкомпонентные эпоксидные материалы, после затвердевания образующие тугопластичные, высокопрочные, эластичные и высокоэластичные компаунды, а также работающие в условиях низких положительных температур: ЦМИД-СМ 1, ЦМИД-СМ 1 «Эластик», ЦМИД-СМ 3, ЦМИД-СМ 4, ЦМИД-СМ 7.
2. Группа ЦМИД-ПС — одно- и двухкомпонентные полиуретановые материалы, увеличивающиеся после взаимодействия с водой в период от 3 секунд до 120 минут в объеме от 8 до 40 раз и образующие упругий, эластичный либо твердый компаунд: ЦМИД-ПС 1; ЦМИД-ПС 2; ЦМИД-ПС 3; ЦМИД-ПС 4; ЦМИД-ПС 5.

В соответствии с ГОСТ 33762-2016 «Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к инъекционно-уплотняющим составам и уплотнениям трещин, полостей и расщелин» инъекционные материалы модификаций ЦМИД-СМ, ЦМИД-ПС отнесены по группам назначения АГ, АС, КГ и исследованы на следующие показатели: базовые, удобоукладываемости, долговечности уплотнения и реакционной способности (табл. 1).


Передовые технологии производства работ методом инъектирования, соответствующие методам и принципам, указанным в нормативной документации, с применением современных по своей структуре полимерных материалов отечественного производства ЦМИД, реализованы при осуществлении проектов реконструкции, проектов капитальных и текущих ремонтов на напорных гидротехнических сооружениях, в том числе таких, как плотина №27, судоходный шлюз №9 Беломорско-Балтийского Канала.

Табл. 1. Группы назначения

Модификация	Группа по ГОСТ 33762-2016	По принципам и методам	Показатели базовые, удобоукладываемости, реакционной способности, долговечности уплотнения				
			1.1. Прочность сцепления (адгезия) с бетоном и способность к удлинению	1.3. Температура стеклования	3.1. Жизнеспособность (при температуре +5 °С)		
ЦМИД-СМ 1	Группа АГ (уплотнение (неконструкционное) с адгезионно-герметизирующим замыканием)	Принцип 1 Метод 1.5	Превышает когезию бетона	120 °С	180 мин.		
ЦМИД-СМ 1 Эластик			Превышает когезию бетона	70 °С	180 мин.		
ЦМИД-СМ 3			Превышает когезию бетона	70 °С	240 мин.		
			1.1. Прочность сцепления (адгезия) на растяжение при отрыве — (адгезия)	1.2. Прочность при сжатии	3.1. Жизнеспособность	3.2. Рост прочности на растяжение (при изгибе)	3.3. Сроки схватывания (при температуре +5 °С)
ЦМИД-СМ 4	Группа АС (уплотнение (конструкционное) с адгезионно-силовым замыканием)	Принцип 1 Принцип 4 Метод 1.5 Метод 4.5 Метод 4.6	2,5 МПа	58,8 МПа	180 мин.	29,4 МПа	7 суток
ЦМИД-СМ 7			2,5 МПа	58,8 МПа	140 мин.	49,0 МПа	7 суток
			2.1. Сохранение вязкости (при 23 °С)	2.2. Степень ограниченного набухания и его изменения при выдерживании в воде	3.1. Жизнеспособность	4.2. Чувствительность к циклам увлажнения/высыхания	
ЦМИД-ПС 1	Группа КГ (уплотнение (неконструкционное) с компрессионно-герметизирующим замыканием)	Принцип 1 Метод 1.5	120 мПа*с	40 раз	120 мин.	Не изменяется	
ЦМИД-ПС 3			150 мПа*с	15 раз	240 мин.	Не изменяется	
ЦМИД-ПС 4			370 мПа*с	20 раз	120 мин.	Не изменяется	
ЦМИД-ПС 2			100 мПа*с	10 раз	360 мин.	Не изменяется	
ЦМИД-ПС 5			370 мПа*с	8 раз	120 мин.	Не изменяется	

ЛИТЕРАТУРА:

1. РД 153-34.2-21.625-2003 «Типовая инструкция по цементации трещин в бетоне гидротехнических сооружений».
2. ГОСТ 32016-2012 «Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Общие требования».
3. ГОСТ 33762-2016 «Требования к инъекционно-уплотняющим составам и уплотнениям трещин, полостей и расщелин».
4. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 (с Изменением N1).
5. «Современные полимерные материалы ЦМИД-СМ для инъекционной гидроизоляции». Журнал «СтройПРОФИ», выпуск №20 от 23.05.2014.



«НП ЦМИД»
195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д.21, оф.139,
Тел.: (812) 535-21-02, e-mail: info@np-cmid.ru
www.np-cmid.ru