



# Ремонт железобетонных конструкций

## Инъекции эпоксидных смол. Некоторые особенности технологии

По данным американского института бетона (ACI 224.1R-93), эпоксидные составы подходят для полноценного заполнения трещин в бетоне шириной раскрытия не менее 0,05 мм. Технология инъектирования, вкратце, состоит из:

- » устройства каналов подачи смолы и сброса воздуха.
- » установки пакеров (адгезионные и/или внутренние)
- » расчеканки (если есть необходи-

мость) и зачеканки/шпатлевания трещины в поверхностной части для предотвращения вытекания инъекционного состава

- » заполнения трещины эпоксидным составом под давлением.
- За исключением малочувствительных к влаге в основании эпоксидных составов, данная технология неприменима для заполнения мокрых трещин или трещин, через которые активно поступает вода. При применении ма-

лочувствительных к влаге эпоксидных составов (например, Epopip) нужно понимать, что сама по себе полимеризация такого эпоксиды в присутствии существенного количества воды (особенно если в воде растворены соли) не всегда происходит корректно, а окончательные характеристики продукта полимеризации могут отличаться от заявленных производителем в техкарте на материал. Необходимо четкое понимание различий в терми-

нах «мокрая поверхность» и «влажная поверхность» (EN 1504-5 Concrete Injection). Всегда, предпочтительнее попытаться высушить трещину доступными способами: как продувкой сжатым воздухом, так и предварительным инъектированием набухающих (водоблокирующих) полиуретановых составов (например, Resfoam 1KM). Использование низкомодульных, деформативных составов для заполнения трещин не приводит к значительным деформациям в конструкциях. По данным Causes, evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures, ACI 224.1R-93 (Reapproved 1998), эффективный модуль упругости «деформативного» инъекционного состава в трещине практически тот же, что и «жесткого» состава-клея по отношению к размерам собственно конструкции. Инъекции эпоксидных смол требуют высококвалифицированного исполнения работ и контроля со стороны постоянно присутствующего на объекте инженера, разбирающегося в данной технологии. Данная технология чувствительна не только к влажности основания, но и к температуре воздуха и бетона основания (меняется вязкость и время полимеризации).

### Очистка трещин

Это первая операция по подготовке основания к инъектированию. Инженер должен убедиться, что эта операция практически выполнима. Загрязнения (в том числе обычная пыль) могут существенно снизить эффект ремонта трещины – уменьшить % заполняемости трещины и/или адгезию эпоксиды к стенкам трещины. Для очистки трещин подходят все разумные способы и их комбинации – водой под давлением, воздухом под давлением и т.п. Важно, чтобы инженер, принимающий решение об использовании того или иного способа очистки трещин(ы), учитывал и практические ограничения использования оборудования, инструментов, и лимит времени, отпущенного на эту операцию. При инъектировании трещин (особенно на полах) с особым вниманием следует отнестись к очистке трещин от грязи. Промышленный пылесос, как правило, не в состоянии полноценно выполнить эту функцию.

Лучшим решением представляется расшивка трещины болгаркой на максимально возможную глубину.

### Герметизация (запечатывание-зашпатлевывание-зачеканивание) трещин(ы) на поверхности для предотвращения вытекания смолы во время инъектирования

В этой публикации не рассматриваются ситуации, когда по каким-либо причинам невозможна герметизация трещин(ы): отсутствие полноценного доступа к трещине, сквозная трещина в плите на грунте. В ситуации развитой системы соединяющихся трещин на поверхности элемента часто необходимо запечатать значительную часть плоскости. Для этого подходят как низковязкие эпоксидные составы (собственно инъекционные составы), так и цементные шпатлевки. Безусловно, эпоксидные составы при адекватном применении надежнее, но при их применении следует помнить, что образовавшаяся на поверхности пленка сделает невозможным после-

дующее применение по этой поверхности цементных материалов из-за очень низкой адгезии (или ее полного отсутствия) к такой пленке. Расчеканивать трещины или нет перед герметизацией – определяет инженер исходя из заключения о состоянии бетона, визуального осмотра поверхности, опыта инъектирования вообще и/или на соседней захватке в частности. В случае расчеканки-зачеканки (эпоксидным составом) для инъектирования даже под существенным давлением по данным Causes, evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures, ACI 224.1R-93 (Reapproved 1998), достаточно V-образной штробы шириной 20 мм и глубиной 13 мм.

### Устройство каналов подачи смолы и сброса воздуха

Чаще используются два способа:

- » Пакеры устанавливаются в заранее просверленные отверстия. Этот метод чаще применяется совместно с V-образным штроблением трещин. Диаметр отверстия зависит от диаметра пакера. Глубина отверстия по-





данным Causes, evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures, ACI 224.1R-93 (Reapproved 1998), на 13-25 мм больше глубины расчеканки трещины. Данная рекомендация носит общий, усредненный характер. Инженер на объекте может проводить корректировку глубины установки пакеров.

» Адгезионные поверхностные пакеры чаще устанавливаются в случаях, когда расшивка трещин не производится, а применяется поверхностная герметизация (часто клей для пакера используют и для герметизации, собственно, трещины).

### Замес компонентов и инъектирование смолы

Для замеса компонентов смолы необходимо ознакомиться с техкартой на применяемый материал. В рамках данной статьи мы не рассматриваем особенности оборудования для инъ-

ектирования. Обращаем внимание на тот факт, что избыточное давление подачи смолы может спровоцировать раскрытие трещин. Высокое давление подачи чаще слабо влияет на скорость инъектирования, а именно скорость (жизнеспособность подавляющего большинства эпоксидных составов ограничено) является основным внешним показателем возможности эффективно провести операцию инъектирования. Эмпирическая формула (Crack Repair. Closing, Sealing, Limited Flexibility And Structural Crack Repair. WEBAC Chemie GmbH) определения давления при инъектировании следующая:

$P_{max} = \text{класс бетона} / 3 \times 10$  (бар)

Например, для бетона В45/В25 давление в пакере должно быть не более 150/83,3 бар соответственно. Но к учету следует принимать и характеристики запечатывающего состава, точнее их соотношение к выбранному давлению подачи инъекционного

состава (Concrete Repair Guide, ACI 546R-04). Конечно, глубина и полнота заполнения трещины существенно зависят и от характеристик собственно инъектируемого материала («Ремонт и расчет инъектирования», Соловьев Г., Максимов Ю.), но мы эту тему здесь не рассматриваем.

Для вертикальных или наклонных трещин инъектирование ведется снизу-вверх (пока смола не проявится из вышерасположенного пакера). Для горизонтальных трещин процедура аналогична (пока смола не проявится из соседнего пакера), с той лишь особенностью, что инъектирование нужно вести от одного края трещины до другого (а не от центра к краям). Решение удалять или оставить шпательный слой на поверхности – прерогатива инженера.

Для массивных конструкций с развитой «географией» трещин альтернативно можно разбивать на захватки ремонтируемую плоскость с устройством

отсечек по трещинам путем предварительного инъектирования (а иногда и просто заливки) смолы в зонах отсечки Согласно Causes, evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures, ACI 224.1R-93 (Reapproved 1998), диаметр засверливания в зонах отсечки может быть от 20 до 100 мм. В едином европейском стандарте EN 1504-5 Concrete Injection определяются критерии выбора и требования к материалам для инъектирования (с целью ремонта или защиты бетонных конструкций) в случаях:

- » заполнения трещин, пустот и швов в бетоне эластичными составами (D)
- » заполнения трещин, пустот и швов в бетоне составами, обеспечивающими перераспределение усилий (F)
- » заполнения трещин, пустот и швов в бетоне набухающими составами (S).

Данный стандарт распространяется на трещины с шириной раскрытия на поверхности от 0,1 до 0,8 мм и не рассматривает способ ремонта трещин, когда трещина расширяется и заполняется эластомерными герметиками, и инъектирование с целью остановки протечек воды. В EN 1504-9 General Principles For Use Of Products And Systems определяются цели инъектирования:

- » добиться непроницаемости и, как следствие, водонепроницаемости
- » исключить проникновение агрессивных химреагентов
- » упрочнить поверхность путем упрочнения бетона.

В продолжении статьи мы рассмотрим основные характеристики и особенности материалов и схему инъекционного «лечения» трещин и внутренних пустот в бетоне железобетонных конструкций.

### Контроль качества

Единственный объективный способ контроля качества заполнения трещин (Рисунок) – выбуривание кернов. Диаметр выбуриваемых кернов около 50 мм. Особое внимание необходимо на участках с неоднородным основанием и/или где дефекты заполнения видны визуально.

Обратимся к Causes, evaluation and Repair of Cracks in Concrete Structures, ACI 224.1R-93 (Reapproved 1998):

» п. 3.7, стр. 17. Для оценки полноты заполнения трещины выбуриваются керны. По ним можно определить глубину заполнения трещины.



Допустимо проведение испытания на срез (сдвиг) в плоскости параллельной плоскости трещины. При этом в керне не должно быть арматуры.

» п. 3.11, стр. 18. Пропитка полимерами поверхности с волосными трещинами часто неэффективна с точки зрения ремонта (заполнения) этих трещин. Пропитка лишь придает поверхности улучшенные свойства (характеристики) по долговечности и непроницаемости.

# ВнешСтройХим



Весь спектр строительной химии (Италия)

**МАТЕРИАЛЫ** для ремонта и усиления строительных конструкций. EN 1504.

**ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ:** обмазочная (жесткая и эластичная); гидрошнур; пента; гидропломба; расширяющийся герметик.

**КЛЕЙ** для плитки, мозаики, натурального и искусственного камня, паркета и др. видов покрытий. Полиуретановый, эпоксидный, цементный. Для внутренних и наружных работ. EN 12004, EN 12008.

**ЗАТИРКА** эпоксидная и цементная. 26 цветов EN 13888. Цветные герметики для заполнения деформационных швов.

**КРАСКА ДЛЯ БАССЕЙНОВ** эпоксидная.

**ДОБАВКИ** для растворов и бетонов.

## Gail

Architektur Keramik

Производитель керамической плитки с вековым опытом (Германия)

Керамическая плитка и элементы для отделки бассейнов, фасадов, полов, промышленных помещений. 96 цветов и оттенков (колеровка RAL). Стандарты DIN EN 176, DIN EN 121, DIN EN 186



Стекломозаика (Тайвань)

более 100 оттенков и 300 готовых вариантов цветовых смесей



Реклама

Тел.: 747 7766 /многоканальный/

Тел.: 797 6414, тел./факс: 797 6424

e-mail: info@v-stroy.ru; www.v-stroy.ru