

ИНЪЕКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ГЕРМЕТИЗАЦИИ СТАТИЧНЫХ И ПОДВИЖНЫХ ТРЕЩИН В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

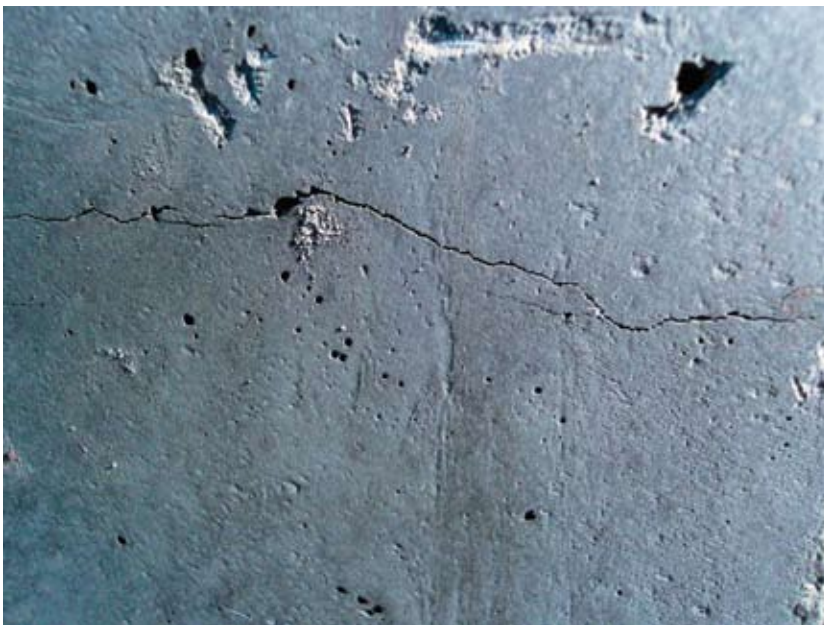
Д.В. БАЛАКИН, технический директор ЗАО «ГК «Пенетрон-Россия»

В статье рассмотрены технология герметизации статических и динамических водонесущих трещин специализированными инъекционными полиуретановыми материалами производства ГК «Пенетрон-Россия», а также способы последующего ремонта и структурного упрочнения конструкций, подверженных трещинообразованию.

Первое десятилетие нового века ознаменовалось в России существенным ростом объемов строительства. В значительной степени этому способствовал переход к монолитному строительству. Seriously ужесточились требования к вновь возводимым сооружениям: резко возросла этажность зданий при сокращении времени их строительства. Появилась свобода в выборе архитектурных решений. Между тем для качественного возведения объектов из монолитного железобетона наряду с надлежащим выполнением технологий строительства важнейшими критериями качественного производства работ являются оптимальный подбор бетонной смеси и соблюдение технологий заливки и ухода за свежесуложенным бетоном. Нарушение одного или нескольких этапов строительного цикла приводит к дефектам железобетона, результатом которых является образование трещин.

Трещины могут быть классифицированы на несколько типов.

1) Трещины, оказывающие влияние на несущую способность конструкции (конструктивные трещины), снижающие устойчивость и коэффициент безопасности сооружения или его части. Это не означает, что сооружение находится в аварийном состоянии. Конструктивные трещины могут быть вызваны: а) ошибками при



проектировании; б) перегрузками сооружения выше расчетных нагрузок при изменении условий эксплуатации; в) ошибками в методах строительства или недостатками применяемых материалов; г) непредвиденными ситуациями, например взрывом, ударом и т.п. (повреждения от пожара отнесены в отдельную категорию).

2) Трещины от пожара. Часть из них может быть конструктивными, а часть – неконструктивными (структурными). Они всегда сопровождаются расслоением бетона и другими повреждениями.

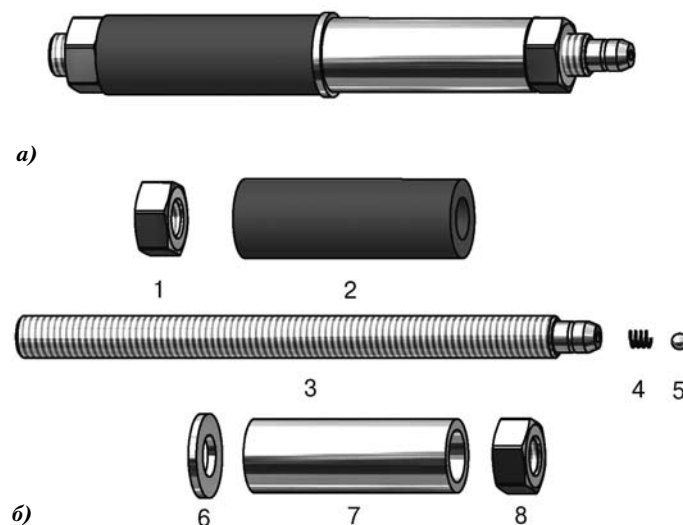


Рис. 1. Вариант конструкции пакера инъекционного:
 а – пакер в сборе, б – составные части изделия: 1 – гайка М8;
 2 – резиновый уплотнитель (сменный); 3 – трубка пакера; 4 – шарик
 металлический; 5 – пружина; 6 – прижимное кольцо (шайба);
 7 – прижимная втулка; 8 – прижимная гайка

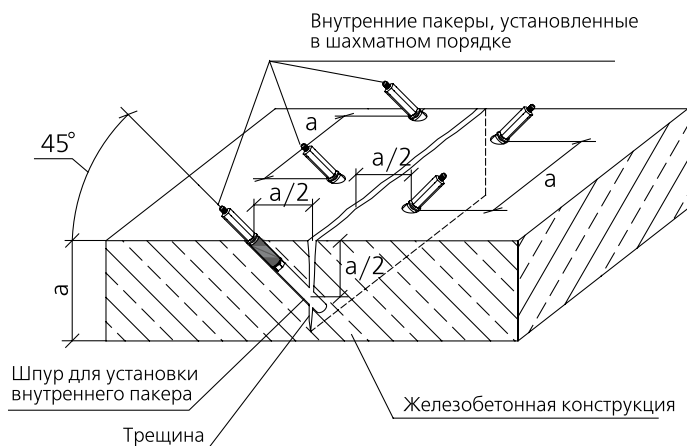


Рис. 2. Схема расположения внутренних пакеров при прокачке инъекционного состава

3) Неконструктивные трещины. Эти трещины вызываются причинами, не относящимися к вышеуказанным в пунктах 1 и 2. Они могут быть разделены на несколько основных типов:

а) трещины при пластической усадке, которая бывает двух видов:

- образованные в результате очень быстрого испарения влаги с открытой поверхности бетона;
- осадочные трещины, образованные в результате низкой пластичности смеси, что приводит к сопротивлению поверхности формы, оседанию, застреванию бетонной смеси на арматуре;

б) температурно-усадочные трещины в бетоне в раннем возрасте;

в) усадочные трещины при высыхании;

г) трещины от коррозии арматуры.

Кроме того, трещины могут быть сквозные (силовые) и поверхностные, статичные и подвижные (динамические), вызванные растягивающими напряжениями и изгибающими нагрузками и т.д.

Для правильного выбора материала для герметизации трещины необходимо проанализировать причину ее образования, а также уточнить такие характеристики, как наличие влаги, ширина раскрытия, глубина и форма трещины, наличие нефтепродуктов и других веществ, препятствующих хорошей адгезии. По наличию воды можно выделить сухие, влажные и водонесущие трещины.

Влажные трещины имеют темный цвет по сравнению с прилегающим бетоном, но не способствуют образованию скоплений воды (луж). Водонесущие трещины характеризуются наличием потока воды слабого или сильного напора.

Также при герметизации трещины могут стоять следующие задачи:

а) поверхностная герметизация статичной трещины (при выполнении работ со стороны воздействия агрессивных факторов);

б) полная герметизация статичной трещины (при выполнении работ со стороны, обратной воздействию агрессивных факторов);

в) полная эластичная герметизация подвижной трещины (при выполнении работ с любой стороны воздействия агрессивных факторов).

В основном проблемные трещины образуются в ограждающих элементах подземных парковок, в подвалах зданий, в плотинах, резервуарах, бассейнах, шахтах, мостах и т.п. Для того чтобы решить эти задачи, применяются специальные материалы.

Для решения задачи поверхностной герметизации статичной трещины (а) со стороны воздействия агрессивной среды применяются безусадочные сухие смеси совместно с проникающей капиллярной сухой смесью, например Пенекрит или Пенетрон.

Для решения второй задачи (б) можно применить инъекционную сухую смесь на цементном вяжущем при раскрытии трещины более 0,5 мм (например, Скрепа М600 инъекционная), для трещин раскрытием менее 0,5 мм эффективно применение двухкомпонентной полиуретановой гидроактивной смолы (например, ПенеПурФом).

Для третьей задачи (в) необходимо применение эластичных двухкомпонентных полиуретановых смол (например, ПенеСплит-Сил) с предварительной герметизацией устья трещины материалами Пенекрит, Пенетрон, Ватерплаг, ПенеПлаг.

Рассмотрим методику проведения работ при самом сложном варианте – герметизации водонесущей подвижной трещины. Главное в этой технологии – обеспечить плотное заполнение полости трещины инъеклируемым материалом. Материал подается под давлением через герметично установленные в шпур инъекторы (пакеры), представляющие собой изделие в виде трубки с резиновым уплотнителем и обратным клапаном (рис. 1).

Первый шаг – это бурение шпуров с двух сторон трещины диаметром, равным или немного больше диаметра инъектора, под углом 45° к поверхности конструкции таким образом, чтобы пересечь полость трещины. В нашем случае – водонесущей трещины. В шпурах должна появиться вода. Шпур бурится в шахматном порядке (если это технически возможно). Расстояние между соседними на одной стороне трещины шпурами равняется минимум половине толщины и максимум толщине конструкции. Расстояние от трещины до шпура равно половине толщины конструкции (рис. 2).

После установки инъекторов в шпур (рис. 3а) производится их уплотнение и фиксация путем сжатия резинового уплотнителя при закручивании корпуса инъектора с помощью рожкового или накидного гаечного ключа (рис. 3б).

При использовании однокомпонентного (одноцилиндрового) насоса, например ЕК-100, для устранения сильной напорной течи необходимо использовать двухкомпонентную полиуретановую гидроактивную смолу ПенеПурФом Н или НР. Время пенообразования можно регулировать добавлением ускорителя ПенеПур-Адмикс, который дозируется в соотношении от 0,01% до 1% по массе. Время (скорость реакции) образования пены подбирается конкретно в соответствии с активностью устраняемой течи путем пробного инъектирования. Также имеются еще две модификации пены ПенеПурФом: средняя – ПенеПурФом НР и быстрая – ПенеПурФом Р. Эти модификации можно использовать только при

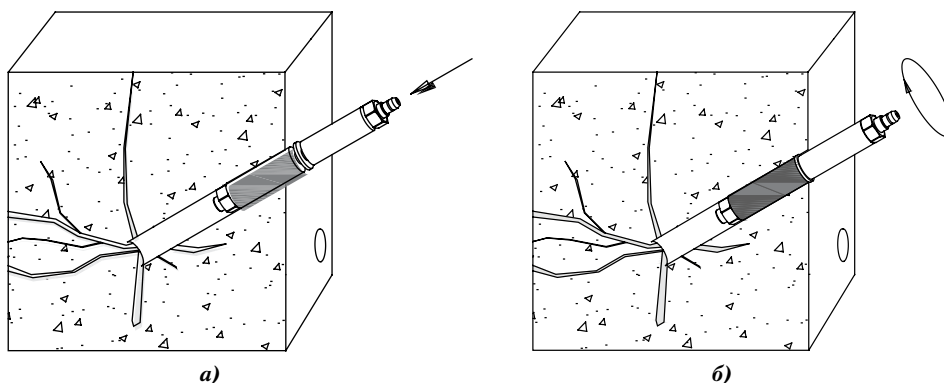


Рис. 3. Метод крепления инъекционных пакеров в шпур (отверстия): а) установка пакера в шпур; б) фиксация пакера



наличии двухкомпонентного (двухцилиндрового) насоса, так как время начала схватывания составляет от нескольких минут до нескольких секунд. Такие материалы незаменимы при устранении сильных напорных течей.

Перед нагнетанием полиуретановых гидроактивных смол необходимо выкрутить обратные клапаны из инжектора, кроме первого, через который производят первое инжектирование. В случае герметизации вертикальной трещины инжектирование всегда начинают с самого нижнего инжектора. Как только в соседнем инжекторе появится пена или вода, необходимо установить обратный клапан и присоединить к нему головку насоса и продолжить инжектирование (рис. 4).

Эта процедура повторяется от инжектора к инжектору, иногда необходимо повторение этой процедуры до полного устранения течи. Для полного заполнения трещины надо инжектировать под

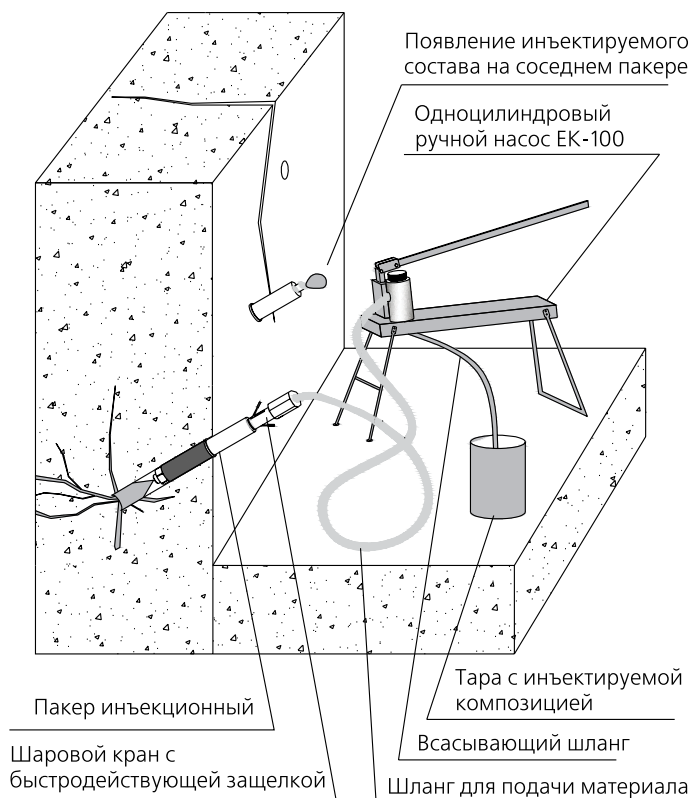


Рис. 4. Технологический процесс нагнетания двухкомпонентных полиуретановых смол в шпур (инжектор)

Шовный безусадочный материал

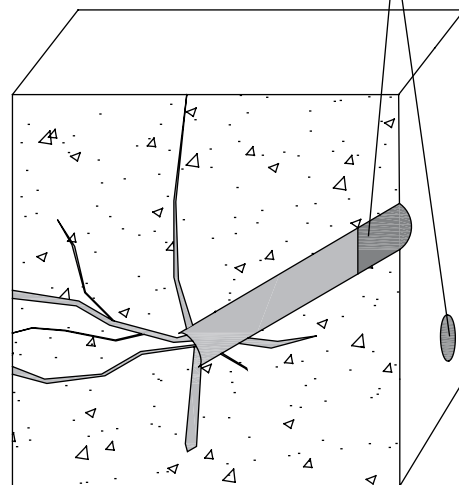


Рис. 5. Герметизация отверстий после проведения инъекционных работ

большим давлением (30-100 атм.). Максимально возможное давление рассчитывается по следующей формуле: давление равно прочности бетона на сжатие (существующая марка бетона), деленная на 10.

$$P_{\max.} = (\text{прочность бетона} / 10)$$

Пример:

Класс бетона В22,5 (соответствует марке бетона М300) = 30 МПа (прочность на сжатие)

$$P_{\max.} = (30 / 10) = 30 \text{ атм.}$$

Для постоянной герметизации необходимо использовать двухкомпонентную смолу ПенеСплитСил. Она поставляется в двух модификациях, нормальной (ПенеСплитСил) и ускоренной (ПенеСплитСил С). ПенеСплитСил можно инжектировать однокомпонентным (например, ЕК-100) или двухкомпонентным насосом с обязательным контролем времени начала схватывания.

При инжектировании ПенеСплитСил нужно успеть до момента, когда пена ПенеПурФом наберет прочность, т.е. в течение 30-60 минут после ее инжектирования. ПенеСплитСил инжектируют с таким же давлением, что и пену. При необходимости нужно заменить обратные клапаны. Расход материалов для инжектирования производится исходя из их плотности и объема заполняемых пустот и уточняется после проведения работ на пробном участке.

После полной герметизации трещины пакеры демонтируют и зачеканивают отверстия шовным безусадочным материалом (например, Пенекрит, рис. 5).

После окончания работ насос промывают гидравлическим маслом.

При инжектировании необходимо соблюдать технику безопасности, начинать работы при инжектировании с малого давления, не стоять напротив инжектора, пользоваться средствами защиты для глаз и кожи.



ПЕНЕТРОН
РОССИЯ
ГРУППА КОМПАНИЙ