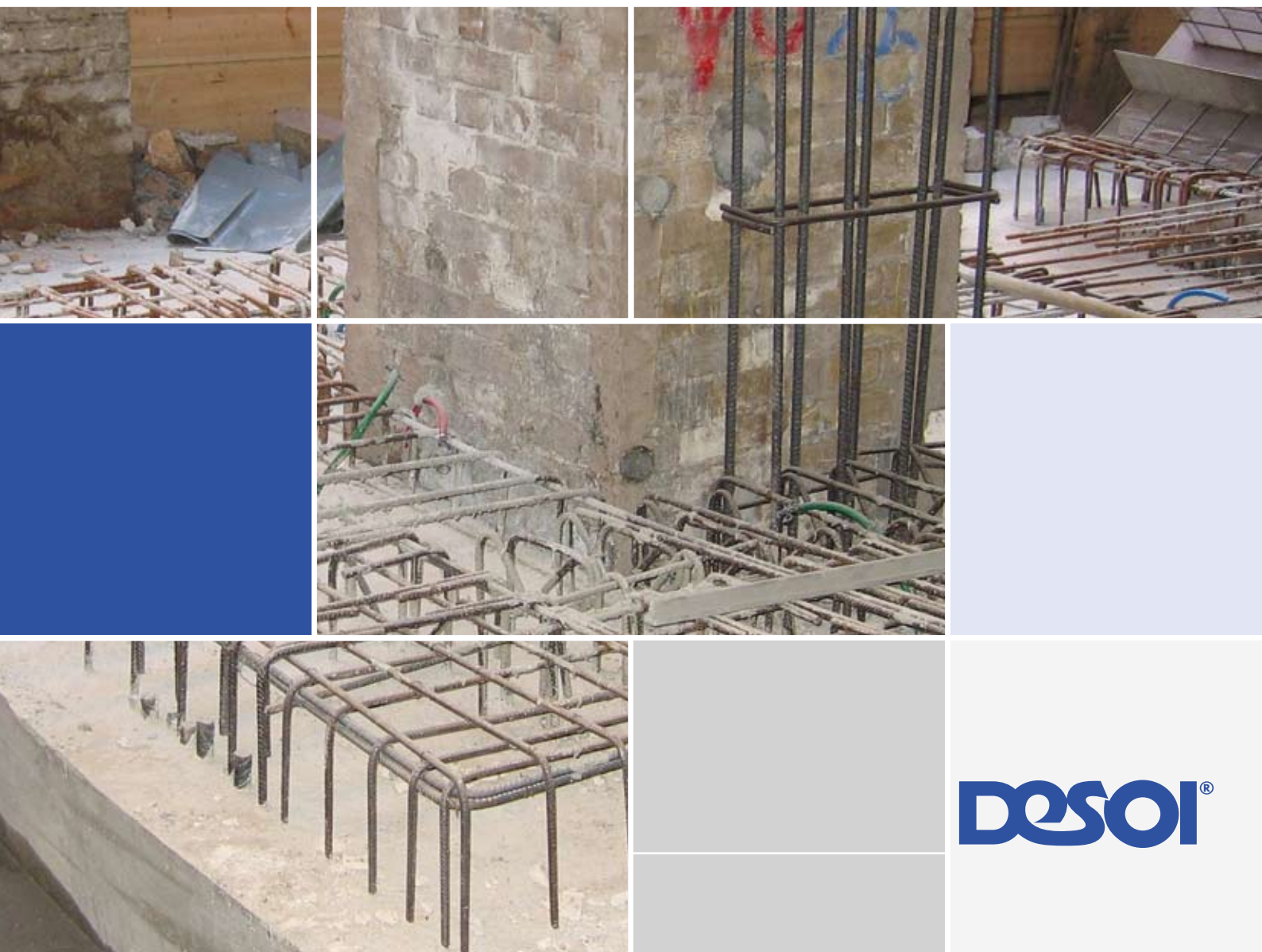




Водонепроницаемые сооружения из бетона Дополнительная гидроизоляция методом инъекции - инновационные решения и для сложных случаев



1 Введение

Многочисленные сооружения в инженерном, высотном и промышленном, гидротехническом и подземном строительстве изготавливаются как водонепроницаемые сооружения из бетона. К сожалению, как при проектировании, так и исполнении часто допускаются ошибки, приводящие к нарушению герметичности. Водопроводящие трещины, поверхностное пропитывание влагой и негерметичные швы не являются редкостью. При дополнительной гидроизоляции подобных негерметичностей речь, как правило, идет об изготовлении по размеру, специфичном для объекта, что требует больших специальных знаний и опыта как от проектировщика, так и от исполнителя. Гидроизоляцию можно выполнять посредством различных способов инъекции в зависимости от конструкции, установки строительных элементов, картины повреждений, нагрузки и специфичных для объекта данных. Какой метод больше всего подходит для соответствующего случая применения? Как функционируют различные методы и что при этом следует учитывать? Где границы применения отдельных методов?

2 Ситуационная съемка и диагностика сооружения – необходимые основы концепции санации

Проектирование дополнительной гидроизоляции сооружения является комплексной и выдвигающей высокие требования задачей, для которой необходим опыт и тщательность работы как проектировщика, так и исполнителя. Для разработки концепции санации следует точно знать конструкцию и специфичные для объекта типовые условия. Концепция санации, разработанная компетентным проектировщиком, наряду с описанием состояния сооружения (тип, установка конструкции, состояние строительных элементов, давление воды, деформация швов и трещин, предшествующие мероприятия, при применении геля также данные строительного грунта) должна содержать цель и применяемый метод гидроизоляции, данные заполнителя, применяемого для инъекции, и его свойства, технологию инъекции (одно- или двухкомпонентная технология инъекции, расстояние между буровыми пакерами, глубина буровой скважины, данные для процесса инъекции, в данном случае также для предварительной инъекции и времени реакции), необходимые разрешения (при инъекции в строительный грунт), описание мероприятий фланкирования (например, мероприятия по осушке), а также требования по обеспечению качества.

Таблица 1: Какие данные должна содержать концепция санации?

Цель и метод	<ul style="list-style-type: none">• Определение цели ремонта• Выбор применяемого метода гидроизоляции
Описание фактического состояния сооружения	<ul style="list-style-type: none">• Тип и состав конструкции, состояние строительных элементов, давление воды, перемещения швов и трещин, предшествовавшие мероприятия, при заполнении гелей по контакту «сооружение- грунт» также данные о строительном грунте (см. Также главу 3.5)
Данные по инъекционной технологии	<ul style="list-style-type: none">• Название применяемого заполнителя и его свойства• Одно-или двухкомпонентная инъекционная технология• Положение и расстояние между отверстиями / буровые пакеры, глубина и диаметр буровых отверстий• Данные о процессе инъекции, а также о предварительной инъекции и времени реакции, максимальное давление и инъекции• Время проведения инъекции, прежде всего, при зависимом от времени свойстве строительного элемента, которое приводит к перемещению трещин и швов)• При определенных обстоятельствах время дополнительного заполнения
Прочие данные	<ul style="list-style-type: none">• Описание мероприятий фланкирования (например, мероприятия по обеспечению устойчивости, осушке, защитные мероприятия)• В данном случае необходимые разрешения (например, при инъекции в строительный грунт) и сертификаты испытаний• Требования по обеспечению качества и документация

Далее приведены некоторые вопросы, имеющие значение для правильного выбора метода дополнительной герметизации и проектирования санации:

- Как сооружалась конструкция и какая толщина ее строительных элементов?
- Закончились ли уже деформации и каких деформаций еще можно ожидать?
- Какое давление воды возникает снаружи?
- Как выглядит общая проектная система гидроизоляции? На какие деформации /давление воды рассчитаны параметры существующей герметизации?
- Каким типом ленты уплотнялся шов? Какая ширина ленты для уплотнения швов? Встраивалась ли фактически система, приведенная в исполнительных чертежах? Установлены ли в качестве дополнительных мероприятий инъекционные шланги по сторонам ленты?
- Встроена ли система инъекционных шлангов? Имеется ли она еще в наличии для выполнения запрессовки? Доступны ли еще концы запрессовки? Где расположены короба для хранения концов инъекционных шлангов?
- Какие свойства имеет прилегающий грунт (состав грунта, его гранулометрический состав, содержание пор, плотность залегания, содержание воды, проницаемость грунта)?
- Всегда ли заделываемый шов доступен для санации или лишь в определенное время, например, в случае эксплуатации метро?
- Проводились ли уже мероприятия по санации, которые были безуспешными? Если да, то какие? Какие применялись заполнители?
- Согласуются ли выполненные строительные элементы с данными проектных чертежей?

Это лишь некоторые из вопросов, важных для правильного выбора метода дополнительной гидроизоляции и проектирования санации. В случае трещин также важно знать причину их возникновения, ширину,

Фото DESOI

изменение ширины (кратковременное, ежедневно, долговременное), состояние трещин (влажность, загрязнение) и характер их расположения. Для разработки технически правильной концепции ремонта и гидроизоляции негерметичных участков сначала следует поставить вопрос о причинах их возникновения. На этот вопрос часто не очень просто ответить. Типичные ошибки проектирования и исполнения, которые могут привести к нарушению герметичности конструкции, подробно описаны в [1 - 4].



3 Методы инъекции для дополнительной гидроизоляции негерметичных конструкций

Для проектирования санации возникает вопрос о подходящем методе. В принципе для инъекции есть следующие возможности:

- Заполнение проходов (трещины, дефекты, полости, швы) инъекционным материалом (инъекция в трещины и растры, заполнение швов гелем)
- Предотвращение поступления воды к конструкции или шву путем создания замкнутой инъекционной пленки геля перед конструкцией, или путем заполнения полых пространств в строительном элементе или сооружении (инъекция в стене).

Какой метод будет в конце концов применяться, зависит от большого количества параметров: сооружение, тип и устройство строительных элементов, картина повреждений, причина повреждений, в данном случае тип швов, нагрузка (давление воды, деформация), в данном случае особые специфические данные объекта, доступность, временные затраты, и, не в последнюю очередь, также экономические рассуждения, а также представления, задания и требование безопасности строительной фирмы являются решающими параметрами для выбора метода. Выбор метода санации - «изготовление по размеру», специфичное для объекта и повреждения В таблице 2 дан обзор различных методов инъекции для дополнительной гидроизоляции и область их применения.

Заполнение трещин через буровые пакеры

Таблица 2: Способы инъекции для дополнительной гидроизоляции негерметичных конструкций

Метод	Водопроницаемость при						
	Трещины	Полые пространства и нарушения структуры	Рабочие швы	Заданные сечения	Деформационный шов		Возможность проникновения (например, для вводов труб)
					Обтекание уплотнительного элемента	Повреждение тензометрического элемента	
Частичная инъекция через буровой пакер	x		x	x	x		x
Инъекция в стене строительного элемента (растровая инъекция)		x					
Заполнение гелем	Шва (со стороны грунта)					x	
	Шва (с наветренной стороны, в сочетании с забоечным материалом)					x	
Инъекция в стене с наружной стороны строительного элемента (пленка геля)		x				x	
Инъекция в стене пустот строительного элемента или сооружения		x					
Дополнительная запрессовка через систему инъекционных шлангов			x ^{1,2}		x ^{1,2}		

¹ однократно запрессованная система инъекционных шлангов, но еще не запрессованная окончательно

² повторно или многократно запрессованная система инъекционных шлангов, которую можно применять для дополнительной запрессовки

Далее описываются различные методы. Во всех случаях успех дополнительной гидроизоляции существенно зависит от квалификации, опыта и тщательности работы исполнителя.

3.1 Запрессовка трещины через буровой пакер

Негерметичности водонепроницаемых бетонных строительных элементов, возникшие в результате трещин, можно уплотнять посредством инъекции подходящего заполнителя через буровые пакеры. Для этого изготавливаются буровые каналы, которые, как правило, пересекают рабочий шов или водопроводящую трещину под углом 45°. После очистки каналов от буровой пыли буровые пакеры устанавливаются в каналы, через которые в рабочий шов нагнетается подходящий заполнитель. Указания по запрессовке трещин приведены в директиве DAfStb «Директива по защите и ремонту бетонных строительных элементов» [5], в разделе 5 ZTV-ING [11] и в руководстве ÖVBB «Инъекционная техника- часть 1: Сооружения из бетона и железобетона» [9]. Расстояние между буровыми пакерами зависит от специфических для объекта типовых условий (толщина строительного элемента, ширина трещины) и свойств инъекционного материала (время обработки, вязкость). На рис. 1 и 2 приведены ориентировочные значения. Расстояние между буровыми пакерами, как правило, составляет $d/2$, где d – это толщина строительного элемента. Во время инъекции осуществляется контроль потока материала, поступающего через соседние открытые буровые пакеры. В случае вертикальных трещин инъекция начинается от самого нижнего бурового пакера снизу вверх. После завершения инъекции пакеры удаляются и отверстия заделываются раствором с малой усадкой.

Заполнение трещин через буровые пакеры

Для уплотнительной инъекции в зависимости от специфичных условий объекта используются различные заполнители [5, 11 - 14]. Рекомендации WU [4, 5] и директива DAfStb «Защита и ремонт бетонных строительных элементов» [5] ограничивают номенклатуру применяемых заполнителей. В частности ZTV-ING, часть 3 «Монолитное строительство», раздел 5 [10], а также в названной директиве DAfStb в качестве заполнителей названы полиуретановая смола, цементные вяжущие и цементная суспензия.

Технические параметры заполнителей описаны в стандартах DIN EN 1504 5 [12] und DIN V 18028 [13].

В случае смол на полиуретановой основе речь идет об упругих и образующих поры заполнителях без растворителя и с низкой вязкостью (PUR-I), уплотнительное действие которых достигается благодаря прилипанию по боковым кромкам. Для уменьшения поступления воды с сильным напором в исключительных случаях предусматривается предварительная инъекция полиуретановой пеной (SPUR-I). При контакте с водой она образует мелкоячеистую структуру с открытыми порами, которая временно уменьшает поступление воды, однако не имеет длительного уплотняющего действия. Инъекция полиуретановыми смолами (PUR-I) должна выполняться после этого опять же через буровые пакеры. Наряду с полиуретановой смолой могут применяться цементные вяжущие и цементная суспензия. Они хорошо подходят для дешевой инъекции бетонов с большим количеством пустот и полых пространств большого размера. Наряду с названными заполнителями в строительной практике часто также применяются акрилатные гели, которые оказывают уплотняющее воздействие благодаря способности к разбуханию при контакте с водой. Они отличаются низкой вязкостью и высокой проникающей способностью. Акрилатные гели можно применять в железобетонных конструкциях лишь в том случае, если доказано, что названный гель коррозионно не опасен для арматуры [6]. Независимо от этой постановки вопроса акрилатные гели могут применяться для инъектирования по контакту «сооружение-грунт» снаружи самого строительного сооружения. Дополнительные указания приведены в [5, 6, 11, 14, 17, 18].

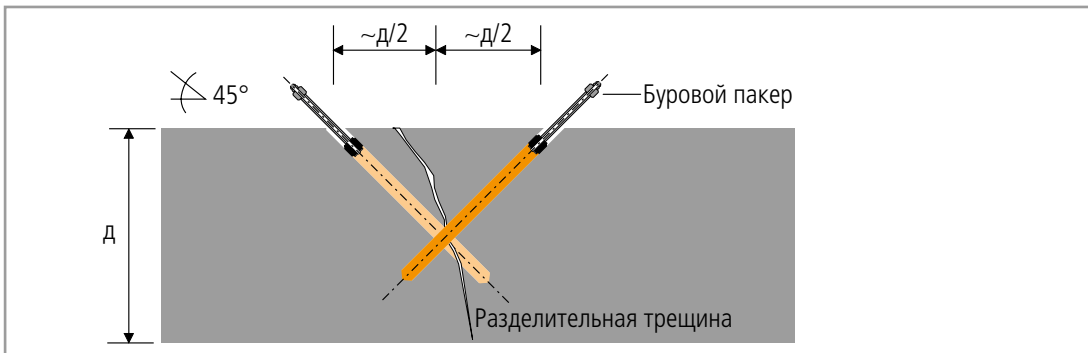


Рис 1: Запрессовка трещин через буровой пакер

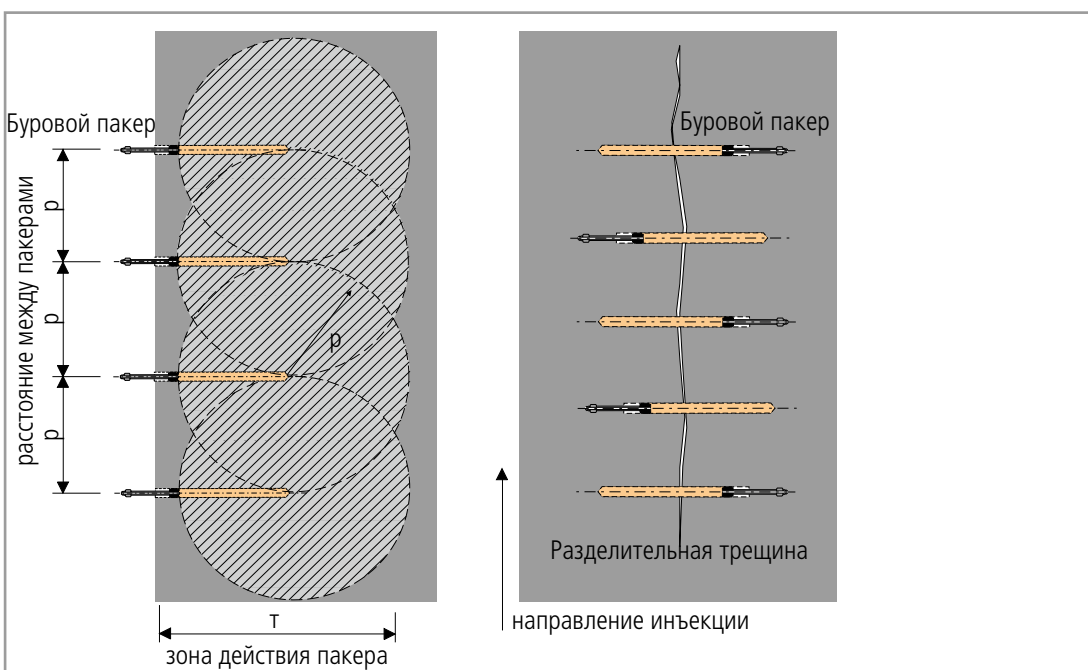


Рис 2: Расположение буровых пакеров при запрессовке трещин (согласно ZTV-ING [11])

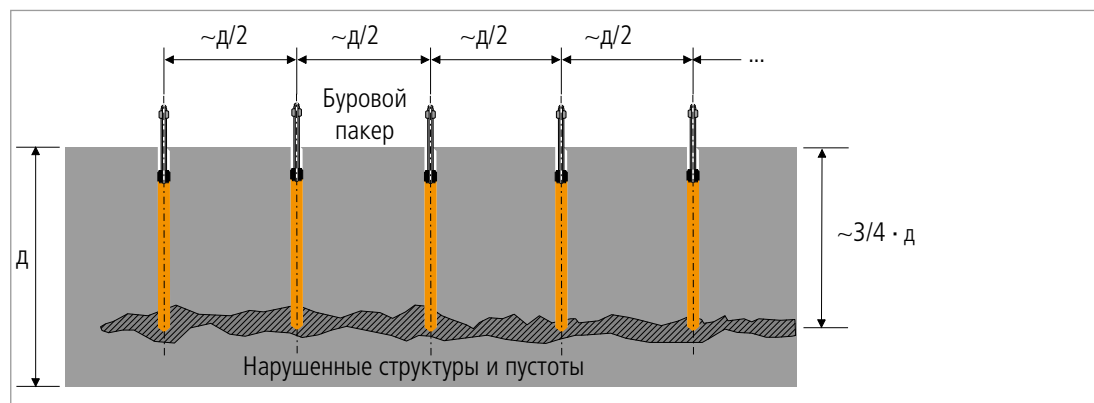
3.2 Инъекция в стены строительных элементов (в растры или полые)

При нарушениях структуры и проникновении влаги в фундаменты и стены гидроизоляцию проводят посредством инъекции. Для этого в местах повреждения выполняются буровые каналы в форме растра (см. рис.3), через которые посредством пакеров заполняются мелкие капилляры, поры и полые пространства. Размер растра и глубина буровой скважины должны согласовываться со специфичными условиями.

Строительный элемент после восстановления приобретает гидроизоляционные свойства. Хорошее распределение заполнителя достигается благодаря применению заполнителей с низкой вязкостью, т.е. они должны обладать жидкотекучими свойствами. Инъекция полиуретановых пен (SPUR-I) в поры и пустоты не допускается, так как в случае их применения последующая уплотнительная инъекция полиуретановой смолой (PUR-I), становится невозможной.

Расстояние между буровыми скважинами = $\frac{1}{2} \cdot$ толщины строительного элемента
Глубина буровой скважины = $\frac{3}{4} \cdot$ толщины строительного элемента

Рис.3: Инъекция в стене строительного элемента



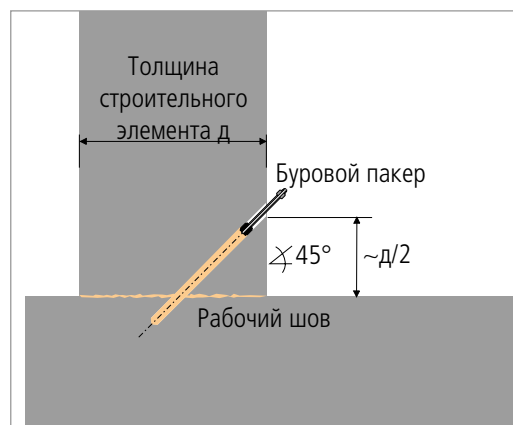
3.3 Герметизация фундаментных швов

3.3.1 Инъекция через буровой пакер

Подобно герметизации трещин фундаментный шов можно уплотнять путем инъектирования подходящего заполнителя через буровой пакер, как показано на рис.4

Для этого в местах стыка фундаментной плиты со стеной пробуриваются каналы, рис.4, которые пересекают рабочий шов под углом 45°. После очистки каналов от буровой пыли в каналы вставляются пакеры, через которые нагнетается заполнитель. Указания приведены в ZTV-ING [11] и руководстве DAfStb «Руководство по защите и ремонту бетонных строительных элементов» [5].

Рис 4: Герметизация шва между фундаментной плитой и стеной [3]



Максимальное расстояние между пакерами выбирается из соотношения $d/2$, где d - это толщина строительного элемента. Во время инъекции контролируется поток материала, поступающего из соседних пакеров.

В случае вертикальных швов процесс инъектирования - запрессовки должен осуществляться снизу вверх. После окончания инъектирования пакеры удаляются и отверстия заделываются раствором с малой усадкой.

3.3.2 Запрессовка фундаментного шва по системе инъекционных шлангов

Если в шов встроен инъекционный шланг, который еще не запрессован или может запрессовываться повторно или многократно, то его можно запрессовать подходящим заполнителем посредством этого инъекционного шланга, см. [3]. Условием является технически верно встроенный инъекционный шланг, см. [3], то, что он имеется в наличии для повторной запрессовки и запрессованные концы еще доступны.

В случае инъекционных шлангов, которые можно запрессовывать лишь однократно и инъекция по ним уже выполнялась, или если запрессованные концы больше недоступны, то инъекция должна выполняться через буровые пакеры, см. раздел 3.3.1. Это распространяется также на случай, когда инъекционный шланг всплывает из-за недостаточного закрепления и поэтому не лежит в шве.

3.4 Ремонт негерметичных температурных швов

Более трудным и взыскательным, чем герметизация водопроводящих трещин и негерметичных фундаментных швов, является гидроизоляция негерметичных температурных швов. При возникновении негерметичностей для их санации важно знать причину. При негерметичных температурных швах следует различать

- проникновение воды при повреждении тензометрического элемента шовной ленты, например из-за механического повреждения шовной ленты при монтаже, из-за избыточной нагрузки на шовную ленту или из-за технически неправильно выполненных соединений и ударов, недостаточной химической стойкости шовной ленты, см. рис 5а.
- обтекание воды вокруг уплотнительного элемента шовной ленты, например, как следствие технически неправильно забетонированных сторон шовной ленты или полых пространств, слишком большой высоты сбрасывания бетона, недостаточной гидроизоляции, см. рис 5б

Для технически правильной гидроизоляции негерметичного температурного шва необходимо знать положение и объем дефектного участка, а также нагрузку (давление воды, деформацию). Так как часто точного разграничения причин нет, то действуют, как правило, методом исключения и сначала инъекция выполняется в уплотнительный элемент в дефектной части шва, см. раздел 3.4.1.1. Если эта мера не дает нужного результата, то в заключение шов запрессовывается см. раздел 3.4.2.1. или уплотняется гелем непосредственно перед строительным элементом. Но последние меры подходят лишь для случая вероятных больших деформаций шва.

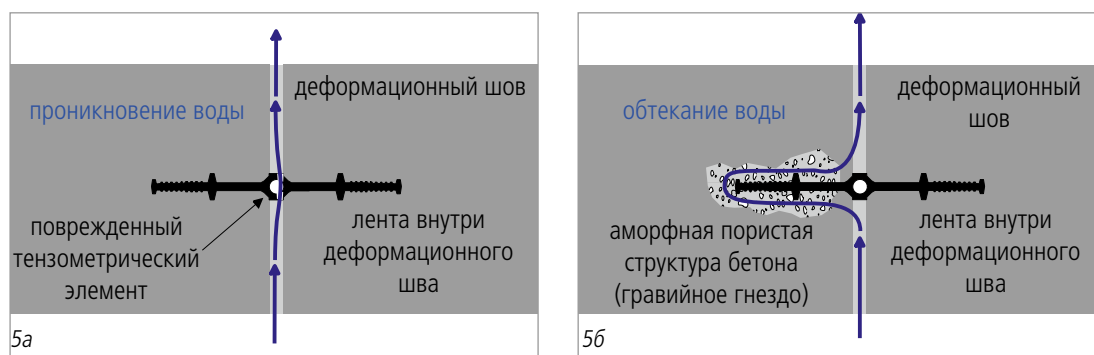


Рис 5: Причины проникновения воды в температурные швы на примере расположенной внутри шовной ленты (а: негерметичный уплотнительный элемент, б: обтекание воды вокруг уплотнительного элемента [3])

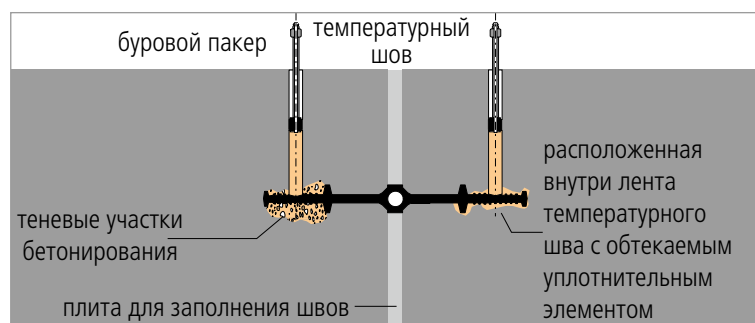
3.4.1 Лента температурного шва с обтекаемым уплотнительным элементом

Обтекание уплотнительного элемента лент деформационных швов обусловлено различными причинами, например, тени при бетонировании с нижней стороны шовной ленты вследствие неправильной установки в горизонтальные или наклонные строительные элементы, не удаленные перед бетонированием загрязнения или не растаявший лед на уплотнительном элементе, повреждения уплотнительного элемента гвоздями или концами арматуры или недостаточное закрепление уплотнительных кромок.

3.4.1.1 Герметизация уплотнительного элемента путем частичной инъекции через буровой пакер

Если уплотнительный элемент обтекаемый, то гидроизоляция пустот и дефектных участков в уплотнительном элементе может выполняться посредством инъекции подходящего заполнителя через буровые пакеры. Для этого оба уплотнительных элемента, как правило, попеременно пробуриваются с расстоянием 30-50 см, см. схему на рис.6. При этом следует помнить, что при бурении затрагивается лишь уплотнительный элемент, а не тензометрический элемент шовной ленты. Расстояние между пробуренными отверстиями и тензометрическим элементом должно соответствовать шовной ленте во избежание повреждения последнего. После очистки буровых каналов от пыли буровые пакеры устанавливаются рядом с уплотнительным элементом шовной ленты. Заполнитель нагнетается через буровые пакеры. Во время запрессовки следует контролировать поток материала на соседних открытых буровых пакерах. Через них также может улетучиваться вытесненный воздух.

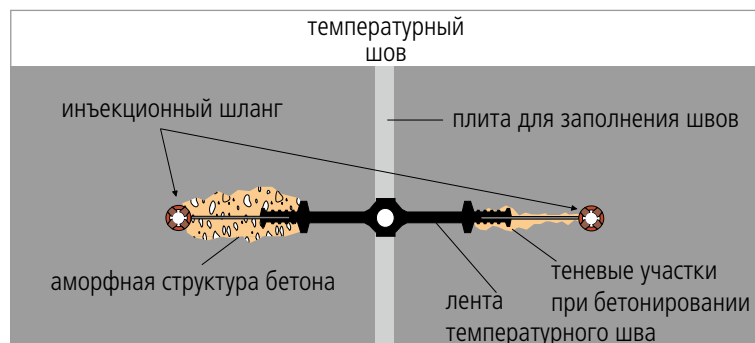
Рис. 6: Заполнение пустот на уплотнительном элементе при расположенной внутри ленте температурного шва [3]



3.4.1.2 Гидроизоляция уплотнительного элемента путем запрессовки через систему инъекционных шлангов

Если на уплотнительном элементе шовных лент в качестве дополнительной меры крепятся системы инъекционных шлангов, как это по плану предусмотрено в ZTV-ING [11], то запрессовка дефектных участков и пустот в уплотнительном элементе выполняется при их помощи, см. рис. 7. В результате этого отпадает необходимость дорогостоящего бурения и запрессовки через буровые пакеры. Правда, условием для успешного применения этого метода является технически правильная установка инъекционного шланга, см. [3] и доступность концов запрессовки или коробов для хранения концов инъекционных шлангов.

Рис.7: Запрессовка пустот в уплотнительном элементе посредством встроенных инъекционных шлангов [3]



Ремонт негерметичных температурных швов

3.4.2 Шовная лента с поврежденным или негерметичным тензометрическим элементом

3.4.2.1 Гидроизоляция посредством заполнения швов гелем

Если деформация швов завершена или существенной деформации больше не ожидается, то запрессовка деформационного шва, см. рис. 8, может выполняться «упругим» наполнителем, например акрилатным гелем или полиуретановой смолой.

При выполнении этой операции важна согласованность физических свойств наполнителя (например, время реакции, свойства текучести) со специфичными для объекта условиями.

Контроль потока материала при запрессовке осуществляется через соседние открытые буровые пакеры или вытяжной канал. После окончания инъекции пакеры удаляются и отверстия заделываются раствором с малой усадкой.

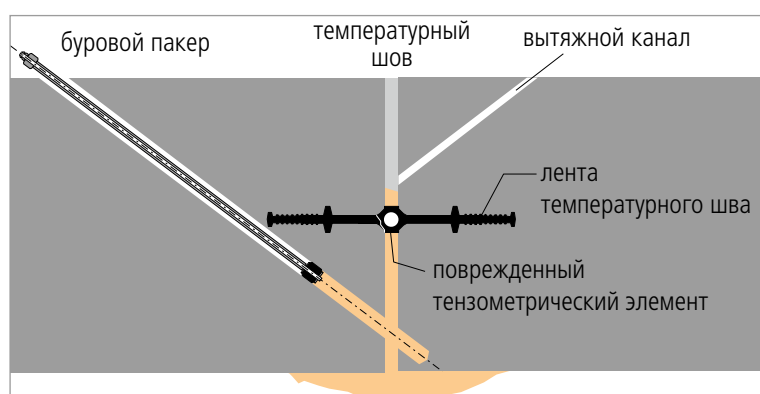


Рис. 8: Заполнение швов гелем при поврежденном тензометрическом элементе

3.4.2.2 Инъекция температурного шва между шовной лентой и поверхностью элемента, к которой не поступает вода

Согласно [6] негерметичный температурный шов можно уплотнить путем заполнения шва забоечным материалом с внутренней стороны строительного элемента. Затем промежуточное пространство между шовной лентой и забоечным материалом через буровые пакеры заполняется акрилатным гелем с большим содержанием твердых веществ или полиуретановой смолой с наполнителями, см. рис.9.

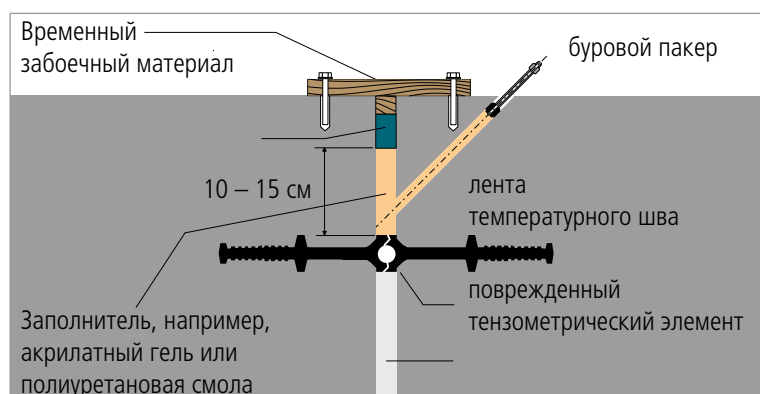


Рис 9: Инъекция в промежуточное пространство между шовной лентой и внутренней стороной строительного элемента [3]

3.5 Инъекция в стене с внешней стороны строительного элемента (инъекция по контакту «сооружение-грунт»)

Гидроизоляция негерметичных конструкций в зависимости от объекта также может выполняться посредством инъекции в стене с внешней стороны строительного элемента (инъекция по контакту «сооружение-грунт»). При этом пленка геля, образовавшаяся перед строительным элементом (смесь геля с грунтом), препятствует проникновению воды к конструкции или температурному шву. Типичными случаями применения инъекции по контакту «сооружение-грунт» является дополнительная гидроизоляция туннельных сооружений и стен подвалов при высоконапорных грунтовых водах, которые недоступны снаружи и для которых с точки зрения статике не требуется усиления строительных элементов. Инъекция по контакту «сооружение-грунт» является гидроизоляционной инъекцией, но которая с точки зрения статике не приводит к усилению строительных элементов.

Для инъекции по контакту «сооружение-грунт» сначала следует пробурить растровые скважины через всю конструкцию. Грунт перед строительным элементом, как правило, запрессовывается вместе с акрилатным гелем. При этом грунт служит акрилатному гелю опорным каркасом. Согласно [6] расстояния между буровыми пакерами следует выбирать таким образом, чтобы при взаимодействии с инъекционным материалом перед сооружением образовывалась пленка геля, толщиной, как минимум, 10 см, представляющая собой пересекающиеся, полусферические инъекционные тела (смесь геля с грунтом). Ориентировочные значения расстояния между буровыми пакерами в зависимости от водопроницаемости грунта приведены в таблице 2. При водопроницаемых грунтах расстояние между буровыми пакерами, как правило, составляет 30 - 50 см, в случае сильно или очень сильно водопроницаемых грунтов примерно 50 - 80 см. У грунтов со слабой водопроницаемостью тело из геля и грунта, как правило, не образуется. В лучшем случае это лишь тонкая пленка геля вдоль граничного слоя «сооружение- грунт», см. [1, 19].

Тип грунта, его уплотнение, содержание воды, тип инъекции (одно- или двухступенчатая инъекция) давление инъекции и ее скорость, а также время реакции инъекционного материала и расстояние между пакерами (по горизонтали, по вертикали) оказывают влияние на растекание инъекционного материала и тем самым на эффект гидроизоляции. Поэтому для проведения гидроизоляции посредством гелей необходимы детальные знания о грунтах, как например, состав грунтов, фракционный состав, пористость, плотность залегания, содержание воды и водопроницаемость, а также расчетный уровень вод и химические свойства воды [1, 6, 8, 19]. Успех инъекции в стене также зависит от способностей и опыта исполнителя. Свойства материала, технология инъекции и строительный грунт должны быть согласованы друг с другом в целях достижения желаемого результата гидроизоляции. Поэтому инъекцию в стене должны выполнять только специалисты, имеющие соответствующий опыт.

Фото DESOI



Инъекция по контакту «сооружение – грунт»

Таблица 3 - Экспериментальные данные расстояний между пакерами при гидроизоляционной инъекции акрилатного геля вблизи строительного элемента [14], [1]

Коэффициент водопроницаемости грунта	Классификация грунта	Буровой растр / расстояние между пакерами
$k > 10^{-2} \text{ м/с}$	Очень сильная водопроницаемость	са. 50 – 100 см
$10^{-2} \text{ м/с} \leq k \leq 10^{-4} \text{ м/с}$	Сильная водопроницаемость	
$10^{-4} \text{ м/с} \leq k \leq 10^{-6} \text{ м/с}$	Водопроницаемость	са. 30 – 50 см
$10^{-6} \text{ м/с} \leq k \leq 10^{-8} \text{ м/с}$	Слабая водопроницаемость	
$k < 10^{-8} \text{ м/с}$	Очень слабая водопроницаемость	- *

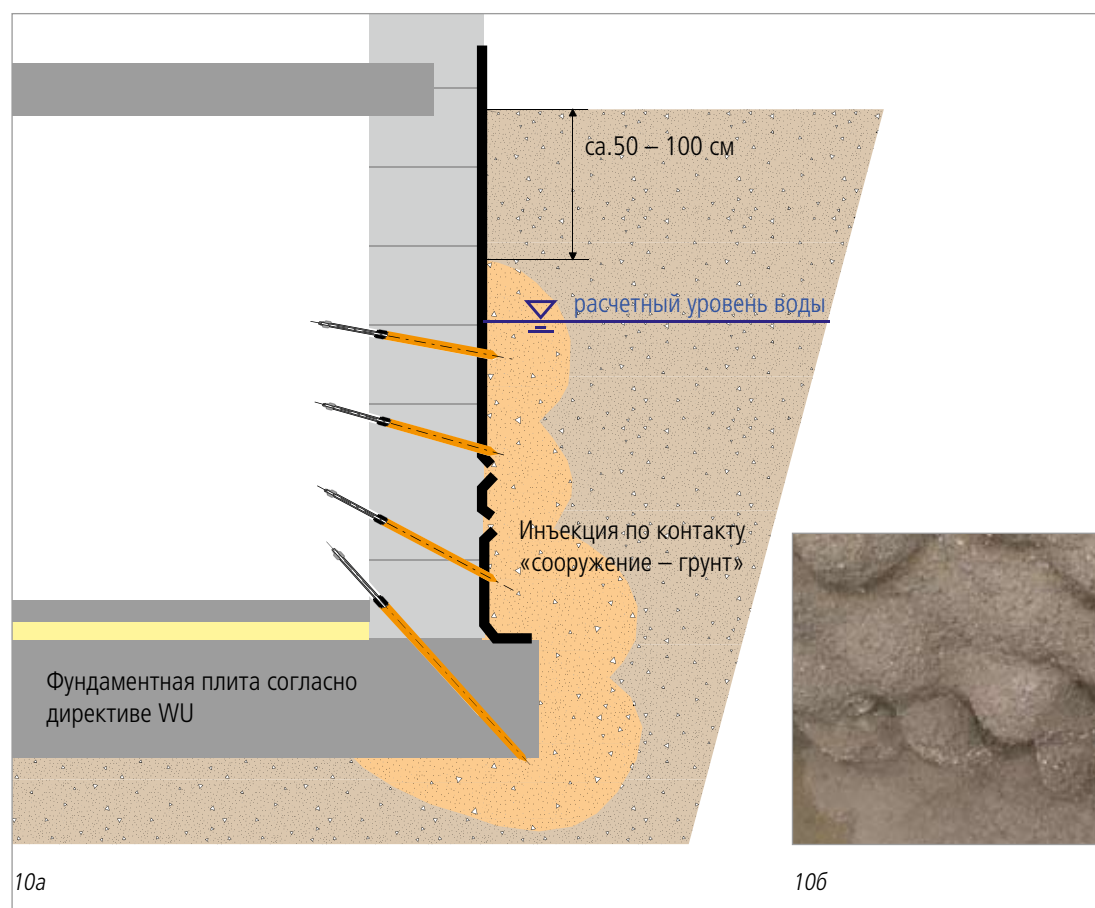


Рис. 10: Принцип гидроизоляции посредством гелей [19]

По закону регулирования водного режима для инъекций в строительный грунт

(WHG § 21) необходимо разрешение. Поэтому перед проведением работ с применением геля следует получить соответствующее разрешение подведомственных учреждений водного хозяйства и Управления охраны окружающей среды [6], а также [1, 8, 17 - 19].

3.6 Инъекция в стене промежуточных пространств элемента или сооружения

Поверхностные распределительные плоскости, например, конструкции с разделительной поверхностью между строительным элементом и гидроизоляционным материалом (с нетканым полотном и без него), промежуточные пространства между многослойными поверхностными гидроизоляционными системами, граничный слой между стеной и изоляцией, а также слои нетканого материала в туннелестроении действуют как разделительная плоскость для инъекционного материала и как слой, в котором может образовываться связанная, уплотняющая инъекционная пленка. Если на поверхности имеются промежуточные пространства, то дополнительную гидроизоляцию конструкции можно выполнить путем инъекции подходящего заполнителя в эти промежуточные пространства, см. рис. 11

При инъекции в стене промежуточных пространств элемента или сооружения такие параметры инъекции, как расстояние между скважинами, их глубина и инъекционная техника следует выбирать таким образом, чтобы в промежуточном пространстве образовывалась связанная уплотнительная плоскость. Скважины следует выполнять с особой тщательностью во избежание повреждения или разрушения существующих, еще работоспособных уплотнительных поверхностей. Выбор подходящего заполнителя зависит от специфических для объекта типовых условий, например, заполнители на основе акрилата или полиуретана. Но как и при инъекции в пустоты, при инъекции промежуточных пространств элемента или сооружения исключено в качестве предварительной инъекции использовать лишь временно уплотняющие полиуретановые пены (SPUR-I), так как после этого основную, заполняющую пространство, уплотнительную инъекцию, как правило, выполнить невозможно.

Рис. 11: Инъекция в стене промежуточных пространств элемента или сооружения

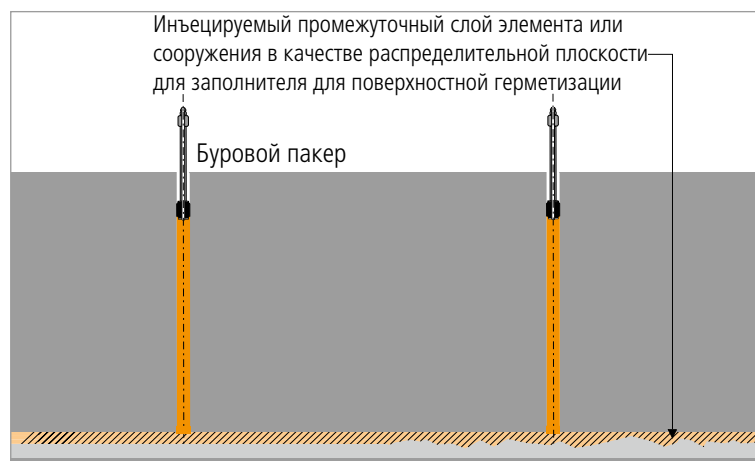


Фото DESOI



4 Обеспечение качества при дополнительной гидроизоляции методом инъекции

При применении методов инъекции для дополнительной гидроизоляции сооружений нельзя непосредственно определить и проверить, насколько успешна эта мера. Это возможно лишь косвенно путем контроля процесса инъекции и состояния влажности сооружения, изменяющегося в зависимости от времени. Поэтому большое значение имеет обеспечение качества и связанное с этим максимально возможное документирование параметров во время инъекции. Во-первых, полученные таким образом данные уже во время проведения инъекции могут свидетельствовать о соответствии параметров инъекции специфичным для объекта условиям. Во-вторых, они дают ценную информацию о дальнейших мероприятиях в случае, если не достигнута достаточная гидроизоляция. Поэтому следует документировать такие важные для инъекции данные, как

- дата и время запрессовки
- температура воздуха и элемента
- параметры буровых пакеров (положение, расстояние, глубин скважин)
- отклонение от концепции ремонта
- наполнитель (тип, обозначение продукта, номер партии, соотношение смешивания, время реакции, температура инъекционного материала)
- расход материала (в данном случае каждой составляющей), давление инъекции (мин./макс.) ее длительность на один буровой пакер
- ход инъекции (последовательность инжецируемых буровых пакеров, данные от соседних буровых пакеров во время инъекции, дополнительная инъекция, одно- или многоступенчатая инъекция)
- особенности во время выполнения инъекции

Объем документации должен определять компетентный проектировщик в концепции санации. Одновременно документация может служить доказательством выполненных работ по инъекции. Наряду с регистрацией вручную инъекционные насосы с измерительной и контрольной системой позволяют осуществлять цифровую запись возможных параметров инъекции. Благодаря постоянному контролю соотношения смешивания отдельных компонентов наполнителя, а также регистрации количества впрыскиваемого материала и давления инъекции на каждом пакере осуществляется точное документирование процесса инъекции и ошибок при смешивании, превышения количества материала и давления. Посредством этого обеспечения качества можно заблаговременно распознать и предотвратить ошибки. Указания по обеспечению качества и документации приведены в [1, 5 - 9, 19].



Фото DESOI

5 Вывод

У водонепроницаемых бетонных сооружений ошибки при проектировании и выполнении гидроизоляции швов, а также при бетонировании часто приводят к разгерметизации швов. Дополнительная гидроизоляция негерметичных швов не является «готовым платьем с вешалки», а представляет собой изготовление по размеру, которое должно быть согласовано со специфичными условиями объекта, типом швов, причиной повреждения, устройством и положением строительного элемента, нагрузкой и доступностью конструкции. Все это предъявляет высокие требования к проектированию и исполнению. Во многих случаях благодаря технологии инъекции можно выполнить дополнительную гидроизоляцию конструкции. В зависимости от конструкции, типа швов, устройства строительного элемента, картины повреждений, нагрузки и специфичных для объекта условий гидроизоляцию можно выполнить посредством частичной или поверхностной инъекции элемента, промежуточных пространств элемента или перед элементом. Так как непосредственный контроль инъекции, как правило, невозможен, то особое значение имеет обеспечение качества. Все это предъявляет высокие требования к проектировщику и исполнителю. В статье дан обзор различных мер для выполнения дополнительной гидроизоляции.

Фото DESOI



Автор



Проф., д-р технических наук Райнер Хоман, факультет строительной физики, специализированный вуз в Дортмунде. Он является членом экспертного комитета «Гидроизоляция сооружений и крыш» DiBt, Комитета по стандартизации DIN 7865 «Шовные ленты эластомеров для гидроизоляции швов в бетоне», DIN V 18197 «Гидроизоляция швов в бетоне шовными лентами» и DIN 18541 «Шовные ленты из термопластических пластмасс для гидроизоляции швов в монолитном бетоне», Подкомитета DAfStb «Водонепроницаемые сооружения из бетона», а также рабочей группы DBV «Ценность использования нижних этажей- строительная физика и микроклимат помещения», а также « Системы инъекционных шлангов и способные разбухать вставки для швов».

- [1] Haack, A.; de Hesselde, J.; Hornig, U.: Водонепроницаемый бетон. In: Haack, A.; Emig, K.-F.: Гидроизоляция в области фундамента и на используемых потолочных поверхностях. 2. Aufl., Berlin, Ernst und Sohn, 2003, S. 291 – 344
- [2] Hohmann, R.: Гидроизоляция швов водонепроницаемых сооружений из бетона. Типичные ошибки при проектировании и исполнении. Эксперт по вопросам строительства, часть I 1: Heft 2 (2005), S. 28 – 31 часть 2: Heft 3 (2005), S. 18 – 21
- [3] Hohmann, R.: „Гидроизоляция водонепроницаемых сооружений из бетона “. 2., ueberarb. und erw. Auflage, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2009
- [4] Hohmann, R.: Источники ошибок конструирования и исполнения при квалификации шовных конструкций. In: Bauphysik Kalender 2008 (Hrsg.: Fouad), Berlin, Verlag Ernst & Sohn, 2008, S. 355 – 376
- [5] Немецкий комитет железобетонных сооружений (Hrsg.): Руководство по бетонным строительным элементам, защита/ ремонт, изд. 2001-10. Руководство по защите и ремонту бетонных строительных элементов. (Руководство по ремонту). часть 1: Общие положения и принципы проектирования; часть 2: Строительные сооружения и применение; часть 3: Требования к предприятиям и контроль исполнения; часть 4: Методы контроля. Berlin, Beuth, 2001
- [6] STUVA e.V, Koeln (Hrsg.): ABI-бюллетень „Гидроизоляция сооружений посредством инъекции“. 2., berarb. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2007
- [7] Rudolph, M., Hornig, U.: Обеспечение качества посредством новой инъекционной техники. In: Tunnel, Heft 3 (2008), S. 2 - 4
- [8] WTA бюллетень 5-20 „Инъекция геля“ Ausgabe 05/2009
- [9] OEVBV-Руководство „Инъекционная техника - часть 1: Сооружения из бетона и железобетона, Ausgabe 01/2008
- [10] DV Руководство Nr. 804.6102: Мероприятия с использованием гелей – проектирование, выполнение и обеспечение качества. 2003
- [11] Дорожное федеральное ведомство (Hrsg.): Дополнительные технические условия контракта и руководство для инженерных сооружений (ZTV-ING), часть 3 Монолитные строения, раздел 5: Заполнение трещин и пустот в бетонных строительных элементах. Verkehrsblattverlag, Dortmund, 2003
- [12] DIN EN 1504-5: Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных несущих сооружений - Определения, требования, контроль качества и оценка единообразия - часть 5: Инъекция бетонных сооружений. Beuth, Berlin, 2005
- [13] DIN V 18028: Заполнители трещин согласно DIN EN 1504-5:2005-03 с особыми свойствами. Beuth, Berlin, 2006
- [14] Graeve, H.: Дополнительная гидроизоляция бетонных строительных элементов согласно WU. In: Bauphysikkalender 2004, Ernst & Sohn, 2004, S. 675 – 702
- [15] Немецкий комитет железобетонных сооружений (Hrsg.): Руководство для водонепроницаемых сооружений из бетона (WU-руководство). Berlin, Beuth, 2003
- [16] Немецкий комитет железобетонных сооружений (Hrsg.): Пояснения к DAfStb-руководству DAfStb Водонепроницаемые сооружения из бетона (WU-руководство). Heft 555, Beuth, Berlin, 2006
- [17] Hornig, U.; Rudolph, M.: Schleierhaft? – Первые полученные данные о дополнительной гидроизоляции посредством инъекции акрилатного геля. In: В + В 3/2000, S. 38 – 43
- [18] Meininger, M.: Новые основы сохранения железнодорожных мостов и прочих инженерных сооружений посредством технологии с использованием гелей und sonstigen Ingenieursbauwerken. Bauingenieur Band 75 (2000), S. 261 – 268
- [19] Hohmann, R.: Дополнительная гидроизоляция отсыревших жилых зданий посредством гелей– решение на все случаи? Europaeischer Sanierungskalender 2009, Berlin, Beuth Verlag, 2009



Инъекционная техника
Смесительная техника
Техника для торкретирования