

С. Д. Сокова

ПРИМЕНЕНИЕ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ПРИ РЕМОНТЕ ЗДАНИЙ

Московский
строительный



государственный
университет

Москва 2011

УДК 699.8

Р е ц е н з е н т ы

зав. кафедрой сельскохозяйственного строительства и архитектуры
МГУП, канд. техн. наук, проф. **В.И. Грозав**,
директор ООО НТЦ «Спецхимзащита» **В.П. Протасов**

Сокова С.Д.

Применение инновационных технологий при ремонте
зданий: монография /ГОУ ВПО Моск. гос. строит. ун-т. М.:
МГСУ, 2011. – 364 с.: ил.

ISBN 978-5-7264-0503-2

В монографии представлены материалы последнего поколения по подземной гидроизоляции конструкций зданий различных периодов постройки, а также способы их нанесения. Рассматриваются особенности каждой технологии, возможность их применения в зависимости от конкретных условий ремонта зданий. Приводятся методы микроволновой термоинъекции, восстановления гидроизоляции материалами на основе бентонитовых глин, обладающих самозалечивающимся эффектом, рулонными материалами на основе термопластов, рулонными материалами с замковым эффектом, нанесения жидкой резины, а также инъекционные технологии Инжпайп и соединения гидрошпонок.

Предназначена для студентов высших и средних профессиональных учебных заведений строительных специальностей, изучающих дисциплины «Технология ремонтно-строительных работ», «Технология ремонта конструкций зданий», а также для инженерно-технических работников жилищно-эксплуатационных и ремонтных служб управляющих компаний, занимающихся техническим обслуживанием зданий.

Ил. 145, табл. 20, библи. сп. 10.

РЕКОМЕНДОВАНО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ СОВЕТОМ МГСУ

ISBN 978-5-7264-0503-2

© Сокова С.Д., 2011

© ГОУ ВПО МГСУ, 2011

ВВЕДЕНИЕ

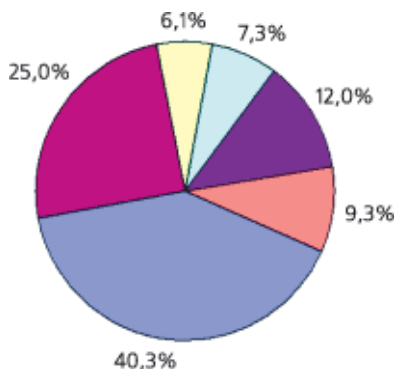
В настоящее время проблемы безопасной эксплуатации и надежности каменных и железобетонных конструкций особенно актуальны. За первые 15 лет перестройки не проводились все виды плановых ремонтов зданий. Поэтому для восстановления работоспособного состояния жилого фонда требуются эффективные технологии и материалы. Первое поколение зданий индустриального домостроения выработало свой эксплуатационный ресурс и в основном подлежит сносу, для следующего поколения зданий необходимы новые технологии ремонта для повышения надежности конструкций.

Наиболее распространенными при ремонте зданий являются гидроизоляционные работы, включая кровельные. Проводить ремонт в условиях существующей застройки крайне сложно, особенно сложно восстанавливать гидроизоляцию подземных конструкций зданий. В последнее время на строительный рынок хлынул огромный поток новых материалов, поэтому необходимо знать, в каких случаях следует применять тот или иной материал, а соответственно, и технологию его укладки. Сегодня большинство зданий приходит в негодность из-за прорыва гидроизоляционной системы намного раньше проектируемого срока эксплуатации, а появление воды в строительных конструкциях подземных и заглубленных сооружений означает их критическое состояние, разрушение фундамента и бетонных конструкций, что по прошествии некоторого времени приводит к аварийному состоянию всего здания.

Гидроизоляционные работы и дренаж – одни из самых ответственных составляющих любых строительных и ремонтных работ. В умеренных широтах с постоянной сменой погоды и переменной влажностью, и в особенности в местах с активными грунтовыми водами, от того, насколько качественно проведены эти работы, зависит долговечность здания. Выбор способа гидроизоляции и дренажа закладывает резерв прочности и долговечности конструкции. На этом этапе производится оценка опасности со стороны природных стихий, выявляются наиболее уязвимые мес-

та строения. Основная цель работ по гидроизоляции – как непосредственная защита от проникновения воды внутрь конструкции, так и ограждение материала от разрушающего воздействия влаги (воды или же любой другой жидкости, способной нанести вред постройке). Гидроизоляционные работы особенно актуальны (и даже попросту необходимы) в местах с повышенной влажностью окружающей среды - будь эта влажность сезонным или климатическим постоянным явлением.

При реконструкции зданий часто осуществляются надстройки, пристройки, встройки. При этом необходимо создавать надежные деформационные швы. По данным городского центра экспертиз «Север», причины выхода из строя зданий представлены на рис.В1.



*Рис. В1. Причины обрушений зданий
(по данным городского центра экспертиз «Север»):*

- некачественное выполнение строительно-монтажных работ;
- аварийное состояние здания: нарушение сроков эксплуатации без капитального ремонта;
- природный фактор: не предусмотренные проектом природные явления, подвижка грунта, сильные морозы, оползни и пр.;
- внешнее воздействие: аварии, взрывы, проведение строительных работ вблизи объекта;
- низкое качество строительных материалов;
- ошибки при проектировании

Причинами нарушения целостности гидроизоляции и элементов конструкции здания являются усадка, неравномерное давление почвы, корни деревьев, промышленные и бытовые воды (стоки); периодически или многократно повторяющиеся тепловые (сезонные и дневные колебания температуры); процесс увлажнения и высыхания (колебания атмосферной влажности, специфические условия службы), как следствие - внутренние напряжения в бетоне. Влага, впитавшаяся в поры бетона (кирпича, камня), при замерзании расширяется (на 9%) и разрывает его. Также влага вызывает коррозию арматуры, находящейся в бетоне. Продукты коррозии, увеличиваясь в объеме, вызывают, в свою очередь, разрушение бетона. Так образуются микротрещины, открывающие дорогу активному току воды. Кроме того, на бетон (кирпич, камень) оказывают влияние как механические воздействия – удары волн, выветривание, истирание, так и биологически вредное воздействие бактерий. Результат влияния этих факторов один - протечка.

Для гидроизоляции стен, подвалов и для борьбы с протечками применяются различные материалы и технологии. К классической гидроизоляции относятся материалы, работающие по принципу гидроизоляционных мембран, традиционная обмазочно-оклеечная и покрывная гидроизоляция (на основе полимеров, полимерных смол, битумных мастик и т.д.). Как показывает опыт применения этих материалов, при всех их положительных качествах, таких как общедоступность, низкая цена, высокая водонепроницаемость, химическая стойкость, эти материалы имеют существенные недостатки. Данный вид гидроизоляции требует обязательной сухости защищаемой поверхности, механической защиты гидроизоляционного слоя. Гидроизоляционные материалы предназначены для защиты от поверхностного износа и трещин различных строительных конструкций, т.е. от вредного действия воды (*антифильтрационная гидроизоляция*) и агрессивной внешней среды (*антикоррозионная гидроизоляция*).

Технические решения по защите строительных конструкций должны быть самостоятельной частью проектов зданий и сооружений. При проектировании защиты строительных конструкций и материалов следует определять характеристики агрессивной среды, в условиях которой происходят те или иные коррозионные

разрушения. В зависимости от физического состояния агрессивные среды подразделяют на газообразные, жидкие и твердые.

В зависимости от интенсивности агрессивного воздействия на строительные конструкции среды делят на классы, которые определяют по отношению к конкретному не защищенному от коррозии материалу. Среда, воздействующая на бетонные и железобетонные конструкции, делят на слабоагрессивные, среднеагрессивные и сильноагрессивные. В зависимости от характера воздействия агрессивных сред на строительный материал их подразделяют на химические (например, сульфатная, магниевая, кислотная, щелочная и т.п.) и биологические.

Вид подземных конструкций и степень их ответственности также влияют на выбор защиты. В связи с этим следует различать основные фундаменты под здания, которые рассчитывают на прочность, устойчивость, деформацию, и многочисленные фундаменты мелкого заложения (выполняемые без расчетов) из бетона или из железобетона с конструктивным армированием. Как правило, они имеют большие запасы по прочности. Для конструкций этого типа нормы агрессивности подземных вод допустимо принимать со значительно более высокими показателями, ввиду меньшей ответственности самой конструкции. Нормы могут быть увеличены по предельным значениям водородного показателя pH, ионам окислов SO_4^{2-} , Cl^- на 25-30%. По отдельным параметрам, например бикарбонатной щелочности и агрессивной углекислоте, защита вообще не требуется. В старых постройках во влажных местах выступают соляные пятна. Речь идет о вредных солях группы хлоридов, сульфатов и нитратов. Соли обладают свойством даже из воздуха вбирать влагу, накапливать и вновь выделять. При этом повторяющемся процессе образуются кристаллы соли. Эта разрушительная сила усиливается путем соединения новой кристаллизующейся соли со старыми кристаллами. Давление кристаллизации ведет к разрушению материалов. Устранение поднимающейся капиллярной влажности достигается бурением горизонтальных отверстий и заполнением их Аквафин-Ф. Повреждения от ржавчины, которые можно наблюдать на сооружениях, являются проявлением сложного процесса ухудшения состояния бетона. Обычно арматурная сталь надежно защищена растворной частью бетона, поскольку высокий водородный

показатель (≈ 13) бетона укрепляет тонкую защитную пленку металла, покрывающую арматуру. Если величина pH уменьшается, пленка перестает защищать арматуру и арматура подвергается электрохимической реакции (ржавлению).

Выше максимального уровня грунтовых вод конструкции должны быть изолированы от капиллярной влаги. Средние значения максимального поднятия капиллярной воды в зависимости от грунта приведены ниже:

Вид грунта	Капиллярный подъем воды, м
Пески:	
крупнозернистые.....	0,03-0,15
среднезернистые.....	0,15-0,35
мелкозернистые.....	0,35-1,1
супеси.....	1,1-2
Суглинки:	
легкие.....	2-2,5
средние.....	3,5-6,5
лессовидные и глинистые грунты.....	4 и более
Глины.....	до 12
Илы.....	до 25

Для предотвращения коррозионного разрушения строительных материалов и конструкций могут быть предусмотрены следующие виды защиты:

- *первичная*, которая заключается в выборе материала конструкции или в создании его структуры с тем, чтобы обеспечить стойкость этого материала при эксплуатации в соответствующей агрессивной среде;

- *вторичная*, которая заключается в нанесении защитного покрытия, которое ограничивает или исключает коррозионное разрушение материала строительной конструкции при воздействии на него агрессивной среды;

- *специальная*, которая заключается в осуществлении технических мероприятий, не охваченных в представленных выше пунктах, но позволяющих защитить строительные конструкции и материалы от коррозии.

Для вторичной защиты (СТ СЭВ 4419-83) подземных ненапорных конструкций можно использовать: лакокрасочные, мастичные, пропиточные, штукатурные и оклеечные материалы, обладающие стойкостью к агрессивной среде. На промышленных объектах в основном применяются два типа защиты: битумные мастики для окрасочной (обмазочной) защиты и оклеечная изоляция на основе битумов (гидроизол, рубероид, бризол, стекло-рубероид и др.). Применение оклеечной изоляции целесообразно в условиях, когда грунтовые воды содержат такое количество агрессивных составляющих, при котором битумная обмазочная защита уже не обеспечивает химической стойкости. При использовании оклеечной изоляции, выполняемой из рулонных материалов, необходимо гарантировать ее сохранность (от механического воздействия) защитной прижимной стенкой. Материалом для прижимной стенки может быть кирпич на цементно-песчаном растворе или плоские асбестоцементные листы на битумной мастике. Возведение прижимных стенок по высоте с целью обеспечения их устойчивости должно вестись по мере обратной засыпки фундаментов. Так как прижимная стенка нужна главным образом для обеспечения сохранности оклеечной изоляции на период строительства, для кладки можно использовать цементно-песчаные растворы. Может возникнуть необходимость специальной усиленной защиты в виде прижимной стенки из кислотоупорного кирпича на химически стойких вяжущих и др. Схему защиты в таких средах следует выбирать по аналогии с защитой железобетона от кислот и щелочей.

При проведении ремонтных гидроизоляционных работ возникает масса технологических проблем: необходимость высушивания поверхности, сложность работы в конструкциях, где в период проведения работ есть открытые течи, постоянный приток воды. Кроме того, требуется обнажение наружных стен, а если площадь стройплощадки ограничена существующей застройкой - то невозможно провести ремонтно-гидроизоляционные работы снаружи. Более того, "классические" материалы (рубероид, стеклоизол и т.п.) являются инородными материалами по отношению к бетону, кирпичу и т.д. Они не «дышат», газопаронепроницаемы, работают отдельно от защищаемой конструкции в силу несовместимости их реологических свойств, что приводит со време-

нем к отслаиванию от защищаемой поверхности с последующей потерей ими своего функционального назначения. Также эти сплошные покрытия удерживают внутреннюю влагу, что приводит к повышенной влажности внутри здания (подвала). Гидроизоляцию зданий по основным методам ведения работ можно классифицировать следующим образом:

1. Штукатурная гидроизоляция:

- на основе цементных неорганических вяжущих:
 - из торкрет-бетона или пневмобетона (на основе портланд-цемента и безусадочного цемента);
 - из цементно-песчаных растворов с уплотняющими добавками;
 - из материалов на основе сухих гидротехнических цементных смесей с модификаторами (полимерами) и наполнителями (называется проникающая изоляция с пенетрирующим действием);
 - из коллоидно-цементного раствора;
- на основе органических вяжущих:
 - битумная:
 - из холодных асфальтовых мастик;
 - из горячих асфальтовых мастик;
 - из горячих асфальтовых растворов;
 - полимерная;
 - полимербетонная;
 - полимеррастворная (полимерцементные материалы на основе водных дисперсий эпоксидных смол).

2. Окрасочная гидроизоляция:

- битумная:
 - из растворенных и горячих битумов и каменноугольных мастик
 - из битумных эмульсий и паст, асфальтовых эмульсионных мастик;
- битумно-полимерная:
 - из битумно-латексных мастик;
 - битумно-наиритовых мастик;
 - битумно-каучуковых мастик;
 - битумно-бутилкаучуковых мастик;
 - битумно-полиэтиленовых мастик;
- полимерная из синтетических смол;
- полимерцементная - из цементно-латексных составов.

3. Литая гидроизоляция:
 - горячая битумная (асфальтовая) или асфальтополимерная;
 - холодная битумная (асфальтовая) или асфальтополимерная;
 - холодная полимерная.
 4. Клеечная и наплавляемая гидроизоляция:
 - битумная;
 - битумно-полимерная;
 - полимерная (эластомеры, термопласты, полиолефины).
 5. Засыпная на основе природных бентонитовых глин.
 6. Экранная (монтируемая):
 - металлическая с механическим креплением и сварная;
 - полимерная с механическим креплением, сварная с конструктивными приспособлениями (тефонд).
 7. Инъекционная на основе:
 - эпоксидных смол;
 - полиуретановых смол;
 - акрилатных гелей;
 - микроцементов.
 8. Комплексная система гидрозащиты здания:
 - инъектирование под высоким давлением или без давления;
 - диффузионная пропитка конструкций;
 - поверхностная пропитка конструкций;
 - защита от увлажнения сырых помещений (санирующие или высушивающие штукатурки, греющие краски).
- Для конструкций, которым требуется вторичная защита от коррозии, в проектах следует указывать:
- требования к защищаемой поверхности (шероховатость, прочность, чистота, допускаемая влажность в момент нанесения покрытия и т.д.);
 - требования к форме защищаемого конструктивного элемента, к твердости поверхностного слоя с определением допустимого раскрытия трещин и необходимой герметичности защитного покрытия;
 - требования к материалам защитного покрытия с учетом возможного их взаимодействия с материалом конструкции;

- требования к совместной работе материала конструкций и защитного покрытия в условиях переменных температур;
- периодичность осмотра состояния конструкций и восстановления их защиты.

Исходными данными для проектирования защиты от коррозии являются:

- характеристика агрессивной среды: вид и концентрация вещества, частота и продолжительность агрессивного воздействия;
- условия эксплуатации: температурно-влажностный режим в помещениях, вероятность попадания на строительные конструкции агрессивных веществ, наличие и количество пыли (в особенности пыли, содержащей соединения солей) и др.;
- климатические условия района строительства;
- результаты инженерно-геологических изысканий;
- предполагаемые изменения степени агрессивности среды в период эксплуатации здания или сооружения;
- механические воздействия на конструкцию;
- термические воздействия на конструкцию.

При воздействии на здание или сооружение нескольких различных агрессивных сред необходимо определять соответствующие зоны конкретных агрессивных воздействий и степень агрессивности в этих зонах.

В зависимости от степени агрессивности среды следует применять следующие виды защиты или их сочетания:

- *в слабоагрессивной среде* - первичную или вторичную;
- *в среднеагрессивной среде* - первичную и вторичную, осуществляя последнюю путем нанесения защитного покрытия, ограничивающего доступ агрессивной среды к материалу конструкции;
- *в сильноагрессивной среде* - первичную и вторичную, осуществляя последнюю путем нанесения покрытия, исключающего доступ агрессивной среды к материалу конструкции.

В особых экономически обоснованных случаях эксплуатации зданий и сооружений можно применять специальную защиту от коррозии.

Основные требования к гидроизоляционному материалу представлены в табл. В1.

Т а б л и ц а В1

Основные требования к гидроизоляционному материалу

Свойства материала	Вид сооружений			
	Гидросо- оружения	Над- земные	Под- земные	Кровли
Водонепроницаемость - напор, м	300	10	40	1
Водостойкость - действие воды	постоянно	переменно	постоянно	переменно
Водопоглощение, % массы, не более	5	5	3	7
Набухание, % объема	0,5	1	0,8	1,5
Теплостойкость, °С, не менее	+40	+60	+40	+70
Температура хрупкости, °С	-15	-40	-5	-50
Трещиностойкость, мм: при максимальных трещинах в монолитных конструкциях	2,5 0,1	5 0,3	1 0,1	3 0,5
в сборных конструкциях	2	2	0,5	4
Растяжимость, %	50	100	50	150
Предел прочности при рас- тяжении, разрыве, МПа, не менее	1	0,8	0,5	0,3
Предел прочности при сжатию, вдавливании, МПа, не менее	4	1	1	0,5
Химическая стойкость против агрессии: общекислотной, рН, не менее	5,5	2	5	6
щелочной, г/л (рН), не более	80(10)	100(12)	150(12)	50(8)
Сульфатостойкость, мг/л, не более	2000	5000	50000	100
Магнезиальная стойкость, мг/л, не более	2000	5000	2000	1000
Атмосфероустойчивость: через 500 циклов	0,75-0,5	0,9-0,8	0,7-0,6	0,95-0,9
через 3 мес., не менее	0,9	0,75	0,8	0,7
по адгезии через 6 мес., не менее	0,9	0,8	0,9	0,8
Снижение относительного удлинения через 500 ч, %	25	10	30	5
Минимальная долговечность, годы	50-100	10-40	50-100	10-25

В настоящее время разработано много методов укрепления каменных и бетонных сооружений. Одним из перспективных и высокоэффективных методов является технология инъектирования и импрегнирования в пористую структуру сооружения специальных составов, которые, претерпевая определённые изменения после введения, повышают целый ряд эксплуатационно-технических характеристик. Гидроизоляция подземной части здания предохраняет несущие конструкции от преждевременной коррозии, а следовательно, продлевает срок службы здания. Традиционные методы и технологии восстановления гидроизоляции достаточно дороги и неэффективны, материалы имеют недостаточный срок эксплуатации. На рис. В2 указаны факторы, влияющие на выбор материала гидроизоляции.



Рис. В2. Факторы, влияющие на выбор материала

Ниже будут рассмотрены инновационные технологии в области гидроизоляции подземных конструкций зданий.

1. ИНЪЕКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1.1. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ПРИ ИНЪЕКЦИРОВАНИИ

Наиболее востребованным на сегодняшний день является инъекционный метод, который исключает дорогостоящие работы по разработке грунта, позволяет при необходимости соединить в одном приеме работы по усилению грунтов, фундаментов и восстановить гидроизоляцию.

Для сохранения существующих подземных сооружений на долгие годы применяется широкий спектр инъекционных технологий. Инъектирование применяется для различных целей: уплотнения пустот в конструкции, уплотнение зоны стена - грунт, защиты каменных кладок и др.

Существуют три основных вида санирования инъекционными материалами:



- *наружная гидроизоляция* - со стороны улицы;
- *внутренняя гидроизоляция* - из подвального (подземного) помещения;
- *внутреннее уплотнение* строительной конструкции.

Также возможно применение комбинированного метода уплотнения при неоднородном характере дефектов.

При применении технологии инъектирования по ликвидации водопроявлений в железобетонных конструкциях наилучших результатов можно достичь только при использовании специальных инструментов и технических приспособлений (табл. 1.1). В первую очередь это насосы, система трубопроводов, запорная и контролирующая аппаратура, инъекционные пакеры. Пакерами называются приспособления, которые монтируются в инъекционном отверстии (шпуре) либо на поверхности конструкции для последующего присоединения к ним системы трубопроводов и введения гидроактивного материала в конструкцию и дефектные участки. Для каждого конкретного случая подбирается собственный набор приспособлений для инъектирования (шланги, пакеры, инжекторы, запорная арматура, насосы и т.д.) с целью наиболее эффективного применения гидроактивного материала.

Таблица 1.1

Инъекционное оборудование и аксессуары

Наименование оборудования	Вид оборудования
1	2
БМ 0203, БМ 0204 - ручные инъекционные насосы для смол: рабочее давление до 400 атм. В комплект входят шланг 0,3 м и цанговая муфта. Емкость 1 л, вес 1 кг, без манометра БМ 0203, с манометром БМ 0204	
БМ 0303, БМ 0304 - ручные однокомпонентные инъекционные насосы на тринеге для смол: рабочее давление до 100 или до 250 атм. В комплект входят: манометр, всасывающий шланг 0,3 м, шланг высокого давления 2 м и цанговая муфта. Вес 10 кг, давление до 100 атм. - БМ 0303; давление до 250 атм - БМ 0304	
БМ 0305 - ручной двухкомпонентный инъекционный насос на тринеге для смол: рабочее давление до 60 атм. В комплект входят: два манометра, два всасывающих шланга по 0,3 м, два шланга высокого давления 2 м и смесительный блок. Вес 10 кг	
БМ 0400 - электрический однокомпонентный поршневой насос: рабочее давление до 400 атм. Скорость 0,4 л/мин. В комплект входят манометр, шланг 0,3 м, цанговая муфта, ключи. Электродрель в комплект не входит. Емкость 1 л. Вес 4,2 кг	
БМ 1200 - электрический однокомпонентный мембранный насос: рабочее давление до 220 атм., скорость 2,5 л/мин. В комплект входят манометр, шланг 7,5 м, пистолет с манометром. Двигатель мощностью 0,75 кВт. Питание 220 В. Емкость 6 л. Вес 25 кг	

1	2
<p>БМ 1425 - пневматический двухкомпонентный инъекционный насос для акрилатных гелей: смешивание компонентов 1:1. Рабочее давление до 200 атм. Давление воздуха до 8 атм. В комплект входят: 3 шланга высокого давления по 7,5 м, смешивающая насадка, цанговая головка, вес 50 кг</p>	
<p>БМ 1500 - электрический двухкомпонентный инъекционный насос для полиуретановых и акриловых гелей и смол: смешивание компонентов от 1:1 до 1:12. Рабочее давление до 30 атм. Питание 220 В. Скорость 2,5 л/мин. В комплект входят 3 шланга, смешивающая насадка, цанговая головка, прочее, вес 60 кг</p>	
<p>БМ 0382 - шланг высокого давления длиной 1 м, резьба М10х1,0 БМ 0383 - шланг высокого давления длиной 2 м, резьба М10х1,0 БМ 0384 - шланг высокого давления длиной 5 м, резьба М10х1,0</p>	
<p>БМ 0314 - муфта коаксиальная, внутренняя резьба М10х1,0, внешняя М10х1,0 БМ 0315 - муфта для соединения шлангов, резьба М10х1,0</p>	
<p>БМ 0330 - муфта для цанговой головки М10х1,0 низкого давления БМ 0331 - муфта для цанговой головки М10х1,0 высокого давления</p>	
<p>БМ 0332 - муфта для плоской головки М10х1,0, металлическое уплотнение БМ 0333 - муфта для плоской головки М10х1,0, резиновое уплотнение</p>	
<p>БМ 0306 - шаровой кран высокого давления (до 500 атм.), резьба 1/8"</p>	

Продолжение табл. 1.1

1	2
БМ 0317 - резинки для плоской головки БМ 0333, упаковка 50 шт.	
БМ 0334 - шланг высокого давления с быстроразъемной муфтой. Резьба М10х1,0, длина 0,3 м	
БМ 1111 - пакер с цанговой головкой, 10/110 БМ 1131 - пакер с цанговой головкой, 13/110	
БМ 1171 - пакер с цанговой головкой, 17/110 БМ 1172 - пакер с цанговой головкой, 17/210	
БМ 0171 - пакер с плоской головкой, 17/110 БМ 0172 - пакер с плоской головкой, 17/210	
БМ 0173 - пакер с плоской головкой, 17/310 БМ 0175 - пакер с плоской головкой, 19/510	
БМ 0105 - пластиковый пакер с цанговой головкой, 10/100. Давление до 200 бар. Упаковка 50 шт.	
БМ 0140 - пистолет для пластикового пакера БМ 0105	
БМ 1165 - пакер пластиковый с цанговой головкой для деревянных конструкций, 6,5 мм	
БМ 1195 - пакер пластиковый с цанговой головкой для деревянных конструкций, 9,5 мм	
БМ 2831 - пакер пластиковый под быстроразъемную муфту для нагнетания гелей, D12 мм, длина 75 мм	
БМ 2830 - пакер пластиковый под быстроразъемную муфту для нагнетания гелей, D18 мм, длина 105 мм с обратным клапаном	

Продолжение табл. 1.1

1	2
БМ 1188 - адгезионный пакер с цанговой головкой, пластиковый	
БМ 1189 - адгезионный пакер с цанговой головкой, металлический	
БМ 2697 - электрический шнековый насос для цементосодержащих смесей, суспензий и битумных эмульсий: питание 220 В. Скорость 0,5-13 л/мин. Максимальный размер наполнителя 3 мм. Рабочее давление 16/25 атм. Высота подачи без потери напора 10 м. Вес 22 кг	
БМ 1697 - электрический шнековый насос для цементосодержащих смесей, суспензий и битумных эмульсий: питание 220 В. Скорость - 0,5-12 л/мин. Максимальный размер наполнителя - 2,5 мм. Рабочее давление - 25 атм. Высота подачи без потери напора 10 м. Вес 14 кг	
БМ 0402 - шланг резиновый (до 20 бар) 1", 10 пог. м, для БМ 2697 и БМ 1697; шланг резиновый (до 20 бар) 3/4", 10 пог. м БМ 0403 для БМ 2697 и БМ 1697	
БМ 0481 - шар для прочистки шлангов 3/4" БМ 0482 - шар для прочистки шлангов 1"	
БМ 0406 - шланг полимерный (до 40 бар) 3/4", 10 пог. м для БМ 2697 и БМ 1697 БМ 0456 - шланг полимерный (до 40 бар) 3/4", 5 пог. м для БМ 2697 и БМ 1697	
БМ 2696 - дистанционный регулятор подачи для БМ 2697 и БМ 1697	

1	2
БМ 2688 - торкрет-пушка 215 мм с набором сопел	
БМ 2646 - быстрозажимной штуцер для БМ 2830/2831	
БМ 2630 - ротор синий, короткий 2-6 л/мин БМ 2631 - статор синий, короткий, скорость 2-6 л/мин; БМ 2632 - ротор синий, длинный, скорость 2-6 л/мин; БМ 2633 - статор синий, длинный, скорость 2-6 л/мин; БМ 2634 - ротор зелёный, скорость 0,2-2 л/мин; БМ 2635 - статор зелёный, скорость 0,2-2 л/мин	
БМ 2831 - пластиковый пакер 12/75 для БМ 2646	
БМ 2830 - пластиковый пакер 18/105, для БМ 2646 с обратным клапаном, БМ 2835 - без обратного клапана	
БМ 2832 - пластиковый пакер 18/105 с резьбой, для БМ 2646	
БМ 2833 - шаровый кран для БМ 2832	
БМ 2834 - переходник с БМ 2833 на БМ 2646	
БМ 7000 - инъекционный шланг "Инжпайп" для герметизации и гидроизоляции швов, стыков и трещин бетонных и металлических конструкций. Для инъекционных работ используются полиуретановые, эпоксидные и акриловые смолы. Наружный диаметр шланга - 12 мм. Внутренний диаметр шланга - 5 мм. Бабина 100 м	

1	2
<p>БМ 6999 - инъекционный шланг "Инжпайп Т" для герметизации и гидроизоляции швов, стыков и трещин бетонных и металлических конструкций. Для инъекционных работ используется полиуретановые, эпоксидные, акриловые смолы и цементные суспензии. Наружный диаметр шланга - 12 мм. Внутренний диаметр шланга - 6 мм. Бабина 100 м</p>	
<p>БМ 70031, БМ 70032 - шланг высокого давления для подачи составов в "Инжпайп". Наружный диаметр шланга - 14 мм. Внутренний диаметр шланга - 7 мм. Бабина 50 м. БМ 70031 жёлтый и БМ 70032 черный</p>	
<p>БМ 7002 - коннектор для шлангов "Инжпайп". Упаковка, 30 шт.</p>	
<p>БМ 7006 - пластиковый пакер подачи для "Инжпайп" с защитной заглушкой на резьбе М8. Крепится непосредственно к опалубке. Подача состава через цанговую головку М8</p>	
<p>БМ 1181 - головка цанговая М8</p>	
<p>БМ 7005 - защитная заглушка для шлангов. Упаковка, 30 шт.</p>	
<p>БМ 7001 - анкер для крепления "Ижпайп". Упаковка 500 шт.</p>	
<p>БМ 1165 - пакер пластиковый под цанговую муфту. Диаметр 6,5 мм. Подходит под шланги подачи и "Инжпайп Т". Упаковка 100 шт.</p>	
<p>БМ 0806 - металлический пакер с цанговой головкой для "Инжпайп". Диаметр 6 мм, БМ 0808 - то же, диаметр 8 мм</p>	

1.2. ВНУТРЕННЕЕ УПЛОТНЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИНЪЕКЦИОННЫМИ ГЕЛЯМИ

Современные инъекционные материалы и технологии позволяют выбрать для уплотнения подземных конструкций именно тот способ, который наиболее рационально остановит проникновение влаги в помещение. В результате получается уплотнённая, долговечная и прочная поверхность. Целью такого инъектирования является остановка проникновения воды в тело конструкции за счёт сужения или перекрытия пустот и капилляров.

В настоящее время наиболее широко используются инъекционные материалы, содержащие растворители, эмульсии, суспензии, инъекционные эмали, получаемые плавлением, акрилатные гели.

Составы метилакрилатных гелей в последние несколько лет целенаправленно совершенствовались, и сейчас их отличает: низкая вязкость инжецируемой смеси (плотность состава $1,1 \text{ г/см}^3$, после смешивания компонентов $1,05 \text{ г/см}^3$, хорошее проникновение в небольшие трещины менее $0,1 \text{ мм}$); низкая минимальная температура нанесения; управляемое время реакции (реально для работы от 8 с до нескольких минут, в зависимости от ситуации); высокая гибкость с низким сопротивлением деформациям; высокая химическая стойкость; высокая скорость реакции; эластичность примененного (среагировавшего) материала; стойкость к внешним воздействиям; хорошая адгезия к поверхности независимо от её влажности; отсутствие в составе растворителей; морозостойчивость; высокая степень набухания; отсутствие негативного воздействия на окружающую среду.

Например, в случае наружного применения гелей (например, стена - грунт) важную роль играет стойкость материала к воздействию кислот, соляных растворов и других химических воздействий, что и является одной из основных его характеристик. Наряду с известными инъекционными материалами все чаще используют гидрогели, называемые еще гидроструктурированными смолами. Все гели, вступая в химические реакции, образуют желатиноподобные продукты. Вследствие крупномолекулярного химического сшивания и наличия водоактивных боковых цепей продукт реакции сохраняет мягко-упругую гидроструктуру (отсюда второе

название – гидроструктурированные смолы). В качестве промежуточных элементов полимерной цепи действует поглощаемая вода, поэтому продукты называются еще и гидрогелями. Новейшие гидрогели имеют следующие свойства:

- *реакционная способность* - материал представляет собой двухкомпонентную композицию, которая отверждается в течение небольшого промежутка времени, поддающегося регулированию, поэтому реакция отверждения в основном не зависит от внешних условий;

- *упругость* - продукт реакции представляет собой мягкоупругое твердое тело, деформирующееся в большом диапазоне; дефекты сшивания компенсируются набуханием;

- *адгезия* - гидрогели имеют хорошее сцепление почти со всеми поверхностями; влажность и загрязнения, не образующие пленки, как правило, не создают проблем;

- *поведение при контакте с водой* - быстро сшивающийся продукт реакции не реагирует на воду. Некоторые гидрогели, обладающие определенной реакционной способностью, могут отверждаться под водой, при этом не происходит их разбавления или образования пены, достигается водонепроницаемость, присущая бетону;

- *изотропное расширение* (увеличение объема) - после отверждения гидрогель заполняет объем, в который его вводили. При последующем поступлении воды гидрофильный продукт набухает до насыщения. Образующая боковые цепи свободная вода делает процесс набухания обратимым. Если этому процессу воспрепятствовать, развивается небольшое давление прижатия, которое способствует заполнению материалом трещин, швов, полостей, уплотняя их;

- *долговечность* – гидрогели в течение длительного времени устойчивы к воздействию обычных строительных материалов и многих типичных для грунтов химических веществ;

- *совместимость с окружающей средой* - допустим контакт компонентов гидрогелей и продуктов отверждения с грунтовыми водами и питьевой водой.

Гидрофильный, изотропно увеличивающийся в объеме герметизирующий продукт используется для создания инъекционных завес в строительных грунтах. В противоположность инерт-

ным инъекционным материалам гидроструктурированные смолы в состоянии следовать за изменениями размеров объекта. Благодаря этому обеспечивается оптимальное уплотнение поврежденных вибрациям грунтов.

Перед инъектированием требуется производить обследование поврежденных участков ремонтируемого объекта. Основными критериями их оценки являются вид, причина и размеры дефектов а также состояние, подвижность и наличие доступа к поврежденной поверхности. Для выбора метода инъектирования необходимо определить давление и количество поступающей воды.

До начала работ по инъектированию проводятся: оптимизация расположения инъекционных головок; определение максимальной производительности инъекционной головки и времени отверждения продукта; оценка текучести продукта в зависимости от скорости его подачи, давления и темпа отверждения; проверка работы и освоение инъекционных головок различных типов; корректировка технологической документации на инъекционное оборудование с учетом условий эксплуатации; опробование изоляционного материала для оптимального заполнения швов между готовыми железобетонными элементами.

Работы по инъектированию проводятся в следующем порядке:

- Установка строительных лесов.
- Бурение по заданной сетке колонковых отверстий диаметром 25 мм в железобетонных элементах для размещения инъекционных головок. Бурение системы инъекционных сквозных и несквозных отверстий производится с помощью перфоратора для создания наружной водонепроницаемой мембраны. Бурение инъекционных скважин производится ручной установкой алмазного бурения с помощью колонковых буров Д18 мм или комбинированного перфоратора с твердосплавными бурами того же диаметра. После окончания бурения скважина продувается сжатым воздухом для ликвидации бурового шлама из конструкции. Герметизация инъекционных скважин производится установкой в них разжимных металлических пакеров Д17 мм.
- Герметизация вертикальных и горизонтальных швов между элементами.
- Инъектирование гидроструктурированных смол. По технологии работ по инъектированию составов MC-Injekt GL-95 компа-

нии МС подлежащие герметизации полости и раковины должны быть очищены от масла, грязи, жира и других разделительных веществ. Водорастворимые загрязнения необходимо удалить водой под давлением. До начала работ по инъектированию нужно устанавливать пакеры (нагнетательные трубки) и, по мере необходимости, заклеивать участки между ними. Целесообразнее использовать борпакеры, к примеру забивные пакеры, которые вставляются в пробуренные отверстия Д18 мм. Расположение пакеров зависит от местных условий.

Состав МС-Injekt GL 95 состоит из нескольких компонентов. Компоненты А и В смешиваются на месте. Компонент А состоит из компонентов А₁, А₂ и А₃. Компоненты А₃ и А₂ выливаются в компонент А₁. Перемешивание производится дрелью с большой насадкой или с помощью миксера и длится минимум 1 минуту. Компонент В поставляется в виде порошка, который растворяется в компоненте В₁.

Зависимость времени реакции от содержания компонента В представлена ниже:

Компонент В в компоненте В₁, %	Время реакции при +20°С
3.....	25 с
2.....	37 с
1.....	59 с
0,5.....	1 мин 13 с
0,3.....	1 мин 55 с
0,1.....	7 мин

В зависимости от необходимого времени реакции порошок растворяется в определенных пропорциях. При температуре +5°С время реакции будет приблизительно в восемь раз больше, чем указано в данных. Желательно определить время реакции на месте, потому что это зависит от преобладающей температуры и других условий.

Состав МС-Injekt GL-95 инъектируется с помощью подходящей двухкомпонентной инъекционной машины. Максимальное давление инъектирования определяется на месте и зависит от конструкции строительного элемента. Технические данные состава МС-Injekt GL 95 TX приведены ниже (все величины указаны при Т +20°С и 50%-ной относительной влажности):

Основа.....	Акрил
Цвет.....	Голубой
Плотность, г/см ³	1,1
Соотношение смешивания частей компонентов.....	A : B = 116 : 91 (по весу); A ₁ : A ₂ : A ₃ = 110 : 2 : 4 (по весу); B ₁ : B = 100 : 1 (по весу)
Вязкость, МПа.....	60
Жизнеспособность, мин, с	25 с – 7 мин
Минимальная температура нанесения, °С	+1
Хранение.....	Не менее 6 месяцев в плотно закрытой оригинальной таре в сухих условиях при температуре в интервале +5 – 30°С

Из-за коррозионной активности компонента В все металлические части машины, находящиеся в контакте с этим компонентом, должны быть из химически стойкого материала. В течение всего срока годности материалов все рабочие элементы машин могут быть очищены водой. Полимеризовавшийся материал удаляется только механическим путем. При инъектировании используется защитная одежда. В перерывах между работами сопло для инъектирования должно быть защищено от грязи и находиться в чистом месте.

С помощью специального оборудования (станок алмазного сверления, перфоратор Hilti, инъекционное оборудование) инъекционный материал закачивается в созданные отверстия, чем обеспечивается полная защита сооружения от поступающей влаги. При необходимости производится комплекс работ по уничтожению грибковых поражений конструкции, нейтрализации солей и созданию системы специальных штукатурок. Нагнетание растворов в скважину для ликвидации течей через швы осуществляется в две очереди: вначале производится обработка быстровесивающимся составом MC-Injekt 2033, затем – инъекция полиуретановым составом MC-Injekt 2300 для равномерного и плотного заполнения оставшихся трещин и пор в конструкции. Пакеры демонтируются после схватывания инъекционного раствора внутри скважины, сами скважины ликвидируются (чеканятся) цементной смесью «Плаг».

- Отвод инъекционных головок, предварительное удаление геля с краев отверстий, заливка в отверстия специального раство-

ра, снятие излишков изолирующего материала в зоне стыков железобетонных элементов, очистка элементов.

При инъектировании метилакрилатными гелями создаётся преграда от гидростатической нагрузки. Можно формировать как горизонтальные, так и вертикальные барьеры-мембраны от поступления капиллярного влаготранспорта или гидростатической нагрузки. Жизнеспособность инъектируемых составов может составлять от 15 с до 40 мин и регулируется содержанием в смеси катализатора. Полное отверждение акрилатов наступает через 10-40 мин. Для инъектирования применяют нагнетательные насосы для двухкомпонентных смесей. Основное достоинство акрилатных гелей - низкая вязкость (от 2 до 5 МПа), что позволяет инъектировать волосяные трещины менее 0,3 мм (для сравнения: вязкость полиуретановых смол - от 100 до 800 МПа, воды - 1 МПа). Отверждённые акрилатные гели отличаются коррозионной стойкостью к нефтяным продуктам и могут применяться при pH среды от 3 до 12.

Схемы инъектирования при различных способах представлены на рис. 1.1.

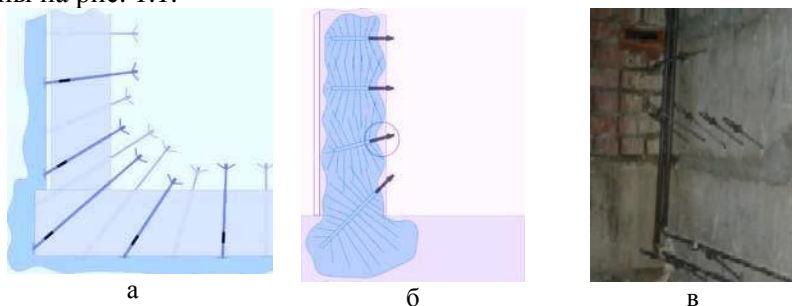


Рис. 1.1. Схемы инъектирования при различных способах:
а - инъектирование стены - грунт; б - защита стен фундамента;
в - общий вид инъекторов

1.3. УПЛОТНЕНИЕ ПУСТОТ В ТЕЛЕ ГОРИЗОНТАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Внутренняя герметизация горизонтальных поверхностей инъекционными системами перекрывает доступ в конструкцию капиллярной влаги. Инъектирование производится через инъекционные каналы, которые пробуриваются на небольшом расстоянии друг от друга (рис. 1.2, 1.3).

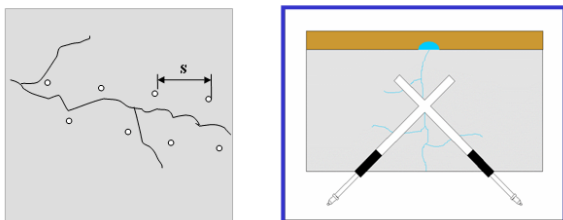


Рис. 1.2. Классическая схема сверления для устранения трещин

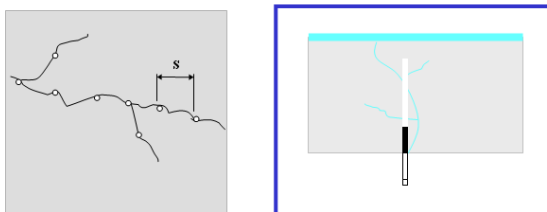


Рис. 1.3. Альтернативная схема сверления для устранения трещин

Иногда нет необходимости в сквозном пробуривании сквозь толщу основания. Каналы имеют наклон в 30-45 градусов. Давление при инъектировании должно соответствовать типу конструкции и обычно составляет от 5 до 30 бар.

1.4. УПЛОТНЕНИЕ ПУСТОТ В ТЕЛЕ ВЕРТИКАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ И СВОДЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

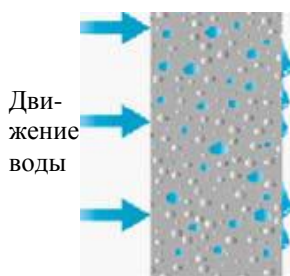


Рис. 1.4. Вертикально ориентированная конструкция

Инъектирование производится для достижения водонепроницаемости конструкции, а также при устойчивом проникновении и последующем скоплении влаги в её внутренних пустотах. Как и при уплотнении горизонтальных поверхностей, инъекционные каналы располагаются под наклоном, при этом сама поверхность не пробуривается насквозь (рис. 1.4). Инъектирование производится в каналы, в порядке от нижних пакеров к верхним.

1.5. НАРУЖНОЕ УПЛОТНЕНИЕ ЗОНЫ СТЕНА – ГРУНТ

В масштабных подземных сооружениях с большим количеством сквозных дефектов и в каменных подземных кладках со значительными внутренними пустотами самым надёжным способом уплотнения в зоне стена - грунт будет плоскостное наружное инъецирование. Использование этого метода возможно и в каменных кладках с высокой плотностью конструкции.

Принципиальная технологическая схема при инъецировании выглядит так: выявление и подготовка мест инъецирования; устройство инъекционных отверстий-шпуров и установка пакеров; подготовка рабочего состава и проверка системы технологических трубопроводов в сборе; инъецирование при постоянном контроле изменения давления и расхода; очистка инструмента.

При применении подобных технологий инъецирования, наряду с материалами для укрепления конструкций, можно использовать другие составы, например, на полимерной основе (эпоксидные олигомеры, амины, акрилаты, полиэфирсы) и на минеральной основе (специальные цементы с тонкомолотыми добавками). В этих случаях принципиальная технологическая схема остаётся такой же, только изменяются некоторые технологические особенности.

Инъецирование метилакрилатным гелем производится из внутреннего помещения, сквозь толщу конструкции, в зону соприкосновения стены с грунтом. Закаченная инъекционная субстанция распределяется по наружной поверхности конструкции, между сквозными выходами инъекционных каналов. При соблюдении технологии инъецирования с наружной стороны подземного сооружения образуется так называемая гелевая "мембрана".

В старых зданиях наружная гидроизоляция со временем утрачивает свои свойства, и в подвальные помещения сквозь каменную кладку начинает проникать вода. Это является причиной сильнейшей коррозии несущих металлических конструкций, которые служат опорой для каменной кладки. Для создания защиты вначале разбирается каменная кладка, а все стальные конструкции подвергаются антикоррозионной обработке. Далее восстанавливается каменная кладка.

Для обследования каменной кладки (толщиной 60 см) вырезается пробный цилиндр, затем проводится анализ прилегающего

грунта и пробное инъецирование. Результаты служат обоснованием следующего технологического решения. Например, для создания гелевой мембраны на одном из старых зданий было пробурено 85 сквозных отверстий. В них через специальные инъекционные пакеры диаметром 22 мм было закачено около 2400 л метилакрилатного инъекционного геля MC-Injekt GL 95. Для нагнетания материала применялся инъекционный насос MC-I 240 GL (для проведения инъекций двухкомпонентными материалами). При проверке спустя три недели после завершения работ каменные стены стали сухими. На наружной стене было пробурено отверстие глубиной 30 см. Обследование поверхности стены - грунт в точке на наружной стене показало, что гель образовал практически непрерывную защитную "мембрану".

1.6. КОМБИНИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРИ ЗАПОЛНЕНИИ ПУСТОТ В ТОЛЩЕ КОНСТРУКЦИИ

В одном из зданий было проведено комбинированное уплотнение горизонтальных и вертикальных поверхностей. Интерес представляло подвальное помещение с кирпичными полом и стенами. К тому времени, когда проводилось обследование, зданию было около 80 лет. Проблемы в подвальном помещении возникали из-за подсосывания влаги из прилегающего грунта. Для герметизации пустот кирпичного пола в нём пробуривались отверстия глубиной 45 см, при толщине горизонтальной кладки в 50 см. Полученные каналы диаметром 22 мм имели наклон в 45 град. и располагались на расстоянии около 20 см друг от друга. Всего было сделано два ряда таких каналов, куда затем были вставлены инъекционные пакеры. Через эти пакеры, со скоростью один-два литра в минуту, в каждый канал было закачено в среднем по четыре литра акрилатного геля. Для создания надёжной защиты кирпичной кладки от горизонтально проникающей влаги были пробурены отверстия в направлении водяного тока. Каналы располагались на расстоянии 40 см друг от друга, но не были сквозными. Расход акрилатного геля MC-Injekt GL 95 был на уровне 15 л на один канал.

Во время инъецирования на отдельных участках стен подвала проступали следы инъекционного геля. Причиной такого поведения геля является его чрезвычайно низкая вязкость, за счёт чего он находит самые узкие капилляры и неплотности, чтобы прони-

кать вглубь кладки. В таких случаях инъектирование останавливают, поскольку протекание материала в помещение уже не способствует внутреннему уплотнению кладки. Обычно процесс инъектирования в каждый отдельный канал продолжается до тех пор, пока гель не начинает вытекать из самого канала. Поэтому рядом с каналами, которые не были проинъектированы до конца из-за возникновения протечек, пробуривались дополнительные отверстия для последующего добавочного инъектирования. Инъекционный гель, обладая высокой скоростью реагирования (от 30 до 90 с), легко перекрыл все самые узкие пути, по которым вода проникала в подвал.

Часто возможность устройства наружной гидроизоляции подвальных помещений в существующих сооружениях отсутствует из-за других близко прилегающих или примыкающих построек.

Возможная внутренняя поверхностная гидроизоляция, например, поверхностно уплотняющими растворами, позволяет получить сухую внутреннюю поверхность стен или пола, и только. Наружное проникновение воды в конструкцию всё равно не будет ликвидировано. Пол и стены подземных помещений будут постоянно влажными, что приведёт к их разрушению.

Через инъекционные каналы может быть произведено наружное уплотнение (герметизация) конструкции непосредственно из подземного или подвального помещения, и разрушающее влияние воды будет устранено.

При выборе того или иного материала для инъектирования следует объективно учитывать большое количество технических условий для конкретного объекта. В настоящее время широко применяются полимерные гидроактивные материалы компании "ДРИЗОРО", отверждение которых происходит за счёт взаимодействия с естественной влагой, в результате чего образуется полимер, объём твёрдой фазы которого в 3-20 раз больше объёма жидкой фазы исходных реагентов, т.е. происходит заполнение трещин, швов, пустот и уплотнение порового пространства в структуре материала. Общим результатом применения такой технологии является увеличение прочностных характеристик и уменьшение влагопроницаемости. Это обуславливает целевое применение таких материалов - гидроизоляционная защита и восстановление прочностных показателей конструкций сооружений.

2. ТЕРМОИНЪЕКЦИЯ

2.1. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ БЛОКИРУЮЩЕЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩЕЙ ПОСТУПЛЕНИЕ ВЛАГИ

Видимые мокрые образования на стенах многих зданий являются результатом отсутствия горизонтальной и вертикальной гидроизоляции или технических нарушений в них. Правильное выполнение изоляции, блокирующей капиллярную подпитку и миграцию влаги из грунта, непосредственно соприкасающегося со стенами здания в подвальных помещениях, - одно из главных условий стойкости строительной конструкции, а также условие обеспечения здоровой среды для жильцов зданий. Известно также, что влажные стены создают условия для быстрого образования плесневых грибов (рис. 2.1), которые негативно воздействуют на людей, провоцируя аллергические заболевания, вызывая болезни дыхательных путей и являясь канцерогенами. Влажные стены также ухудшают теплоизоляцию, выступая иногда причиной промерзания стен зимой и приводя к ускоренному разрушению строительной конструкции. Особенно острые проблемы возникают в старых постройках, памятниках архитектуры, на которых работы по гидроизоляции не проводились. Для борьбы с сыростью эффективны методы осушения стен: термоинъекция, инъецирование под давлением и проникающая гидроизоляция. Все три способа можно использовать изнутри дома, что позволяет не разрабатывать грунт для откапывания фундамента.

Имеющиеся технологии выполнения гидроизоляции стен основываются на создании в стене слоя, который не допускает миграции воды. Наиболее популярными методами являются: «подрезание» стен и размещение в выполненных полостях изоляционного материала; вбивание тонких листов в подвальную часть стен; инъекция химических препаратов в стены. Наиболее популярны в настоящее время методы инъекции, основывающиеся на естественной гравитации, или инъекции под давлением в стену силиконовых или силикатно-силиконовых препаратов. Проведённые лабораторные исследования, а также практика применения инъекционного метода на многих объектах показала, что

предлагаемый метод особенно хорош (даже необходим) при выполнении гидроизоляции с помощью силиконовых препаратов (Sarsil, Ahydrosil). Главным условием успешного насыщения стен



Рис. 2.1. Стена здания, пораженная грибком

этим препаратами является минимальное содержание воды в месте инъекции. Такие силикатные препараты, как Aquafin фирмы Schomburg, Hydrotim фирмы Proxan, Aida Kezol фирмы Remmers и др., наиболее успешно впитываются в стену в зоне выполненных отверстий для инъекций тогда, когда влажность стен находится в пределах 4 – 8 %. В результате проведенных исследований и экспериментов для определения качества выполнения гидроизоляции (условием чего является впрыскивание гидрофобных изолирующих растворов до полного насыщения стеной) выяснилось: для выполнения качественной гидроизоляции необходима предварительная сушка стены.

2.2. МЕТОД МИКРОВОЛНОВОЙ ТЕРМОИНЪЕКЦИИ

Одним из вариантов применения инъекционных методов является метод микроволновой термоинъекции, отличительной особенностью которого является предварительный нагрев и осушение участка стены с помощью микроволнового поля перед инъекцией гидрофобными препаратами. Эффективны следующие способы осушения стен: термоинъекция, инъектирование под давлением и проникающая гидроизоляция. Все три варианта можно применять изнутри дома, что дает возможность не отрывать фундамент. На-

пример, при применении проникающей гидроизоляции применяют материалы, которые проникают в структуру бетона и кристаллизуются в микротрещинах, что предупреждает просачивание воды через бетонную стену. Проникающая гидроизоляция воздействует на глубину до полуметра и не требует формирования дополнительного защитного слоя на поверхности стены, а срок службы такой защиты равен сроку службы фундамента.

В 70-х гг. прошлого века была разработана технология микроволнового осушения стен зданий. Правда, тогда по этой технологии необходимо было создать сооружение из набора тяжелого и громоздкого оборудования. С 2004 г. начались работы по внедрению технологии микроволновой термоинъекции для быстрой просушки стен зданий, уничтожению грибка, плесени и патогенной микрофлоры, образующихся в переувлажнённых стенах зданий и после наводнений. Сегодня появилась иная элементная и электронная база, так что генератор микроволнового излучения весит не больше 18 кг, что вполне по силам среднеразвитому физически работнику. Появились разнообразные модели для выполнения различных задач, в том числе и со встроенной антенной. Система управления использует эффект сверхвысоких частот (по этому принципу работают наши кухонные микроволновки). Перед началом работ необходимо сделать гидроизоляцию здания и только тогда приступать к реновации. Для этого в стене высверливают ряд отверстий. После чего в них помещают специальные прутковые антенны, по которым и поступает энергия микроволн. С помощью этих антенн направляют микроволновую энергию. Эффект осушения значительных участков стен наступает в течение считанных минут - вместо часов, как при использовании традиционных методов. По окончании нагрева фрагмента стены в отверстия подаются растворы препаратов кремния или силиконовые растворы, которые образуют гидроизоляцию. Осушение стен можно производить и методом обычного конвенционального нагрева, используя поток горячего воздуха для подачи в отверстия для инъекций. Однако значительно быстрее процесс сушки стен происходит при применении микроволнового поля. Кроме того температурный режим, поддерживаемый в зоне просверленных для инъекций отверстий, при нагревании микроволнами позволяет значительно быстрее удалить воду из зоны нагревания.

Метод микроволновой термоинъекции (МТИ), разработанный доктором Пароса, объединяет в себе как инъекционный метод, так и термоинъекционный метод выполнения гидроизоляции, блокирующей миграцию влаги. Метод состоит из двух этапов. На первом этапе в стене высверливаются отверстия, в которые помещаются прутковые микроволновые антенны для локального разогрева участка стены с целью удаления воды из этого

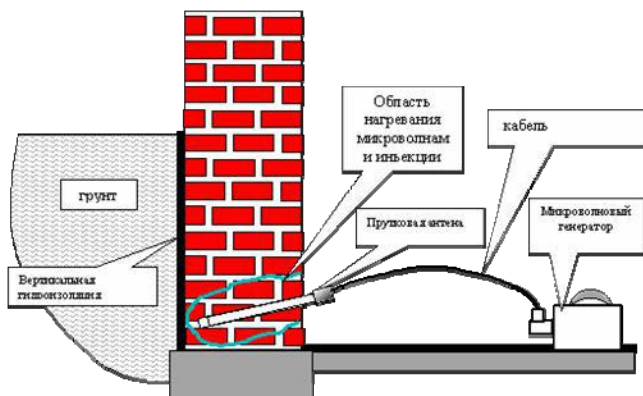


Рис. 2.2. Способ нагрева стены микроволновой энергией с помощью прутковых антенн

участка. На втором этапе после предварительного осушения участка стены вместо антенн в эти же отверстия помещаются инъекторы, через которые производится инъекция гидрофобных растворов, создающих при их полимеризации изолирующий слой. Способ размещения антенн показан на рис. 2.2.

Отверстия высверливаются в местах выполнения гидроизоляции с шагом около 15 – 20 см на одном или на двух уровнях (рис. 2.3).

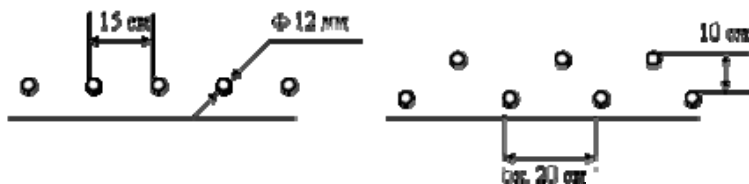


Рис. 2.3. Размещение отверстий для инъекций в стену при выполнении горизонтальной гидроизоляции

Осушение стен методом микроволновой термоинъекции осуществляется с помощью специального оборудования, состоящего из усилителя, микроволнового генератора, тубовой и прутковой антенн, специального оборудования, удаляющего образующийся при осушении пар и конденсирующего этот пар в воду, и оборудования для инъекций гидрофобных растворов. Процесс осушения с помощью микроволнового поля базируется на основе облучения «пучком» микроволн переувлажнённого участка стены в результате чего нагревается не только поверхность стены, как при конвекционной сушке, но и вся внутренняя часть стены. Вода, находящаяся в структуре нагреваемого микроволнами участка, вытесняется на более холодную поверхность стены, откуда легко удаляется. Условием успешного осушения является устранение с поверхности стены всех отделочных строительных материалов (штукатурка, окраска, гипс, обои и т.д.), блокирующих миграцию воды и препятствующие парообразованию. Поэтому вначале стена очищается до основы. Важен также процесс удаления пара и воды с поверхности стен. Для этого используются и вентиляторы, и специальное оборудование, абсорбирующее пар, подающее одновременно в помещение сухой воздух и устраняющее водные пары. Особенно эффективно использование абсорбционных осушителей, подающих сухой и холодный воздух в помещение при нагревании стены микроволновыми генераторами из зоны нагрева, находящейся выше расположения антенн. Система эта называется условно „push – pull” (тяги – толкай), поскольку микроволны вызывают интенсивное вытеснение воды и пара на поверхности стен, а сухой воздух осушителя поглощает влагу с поверхности стены и удаляется осушителем из осушаемого подвала. Описанный метод приведен на рис. 2.4.

Специальная конструкция антенн обеспечивает равномерную эмиссию микроволновой энергии по всей длине отверстия и равномерный разогрев участка стены, что приводит к интенсивному удалению воды из всего нагреваемого участка. Микроволны легко проникают через стены, однако сильно поглощаются водой. В быстропеременном поле 2450 МГц за счёт трения вращающихся полярно заряженных частичек воды наступает быстрый рост температуры. Этот эффект наступает практически мгновенно - в течение нескольких минут вместо часов нагрева при применении традиционных методов, когда вода нагревается конвекционно.

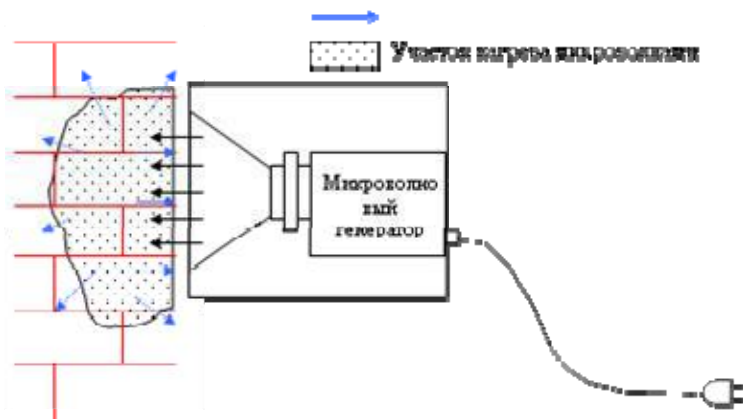


Рис. 2.4. Способ осушения стены при помощи микроволн

Вода, находящаяся в стенах в области нагрева микроволновой энергией, интенсивно вытесняется из стен водяными парами, образующимися в зоне разогрева стены прутковыми антеннами, главным образом через высверленные отверстия, в которых размещены антенны. Для выполнения горизонтальной гидроизоляции отверстия $\varnothing 12$ мм высверливаются на одном уровне с шагом около 15-20 см на всём участке выполняемой гидроизоляции. Нагрев производится циклично в течение 4-7 мин, с отключением микроволнового генератора и перемещением антенн в новое отверстие.

Для качественного осушения стены нагрев осуществляется многократно до момента, когда влажность стен уменьшится до 4-6%. Следует подчеркнуть, что по окончании процесса нагревания влажность стен в течение нескольких часов выравнивается на всю их толщину. После окончания нагрева фрагмента стены микроволновыми генераторами в отверстия подаются жидкие силикатные или силиконовые препараты, которые создают внутри стены качественный водоизоляционный слой (рис. 2.5). При этом, существенным является то, что благодаря предварительному осушению участка стены незаполненные водой капилляры легко впитывают необходимое количество гидрофобных препаратов, что прямым образом влияет на качество выполнения изоляции.



Рис. 2.5. Закачивание в отверстия высушенной стены гидрофобного раствора

Для подачи жидких препаратов, создающих в стенах изоляционный слой, используется специальное оборудование и приспособления для инъекций (рис. 2.6).

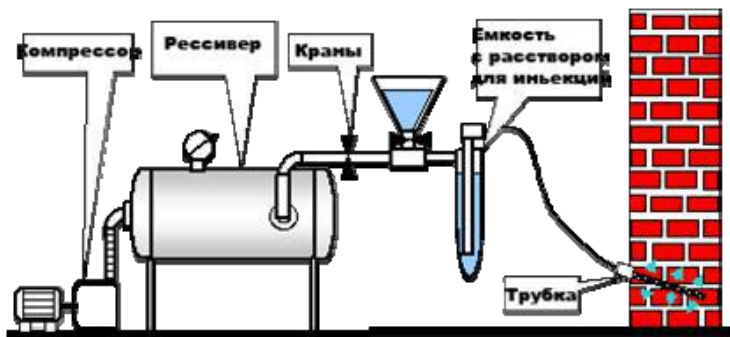


Рис. 2.6. Схема оборудования для инъекций в стену изоляционных растворов

Данное оборудование позволяет приготовить необходимое для выполнения гидроизоляции количество раствора, а также создать необходимое давление. Раствор подаётся в стену с помощью специальных „инъекторов” $\varnothing 12$ мм, вставляемых в те же отверстия в стене, в которые ранее помещались прутковые микроволновые антенны (рис. 2.7 и 2.8). Микроволновые генераторы для осушения имеют следующие характеристики:

- МИГ-01: напряжение 220/230 В, частота 50 Гц, потребляемая мощность 1000 Вт, мощность микроволновая 650 Вт, рабочая частота 2450 МГц \pm 25 МГц. Микроволновый излучатель имеет тубовую антенну, подключаемую к волноводу с помощью специального кольца.

- МИГ-02: напряжение 220/230 В, частота 50 Гц, потребляемая мощность 1000 Вт, мощность микроволновая 650 Вт, рабочая частота 2450 МГц \pm 25 МГц, волновод; встроенная в корпус генератора тубовая антенна.



Рис. 2.7. Микроволновый генератор для осушения МИГ-01

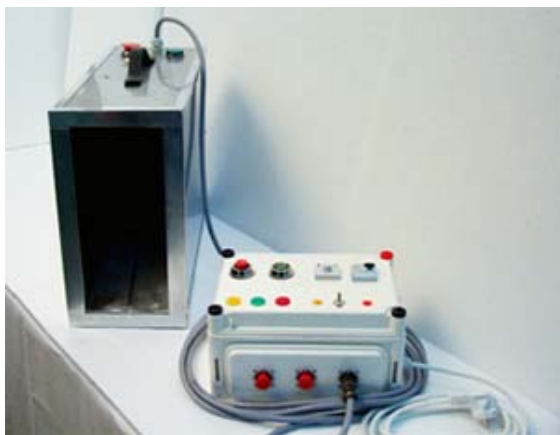


Рис. 2.8. Микроволновый генератор для осушения МИГ-02

Управление работой производится с помощью выносного пульта управления. Имеется возможность управлять работой одним, двумя или одновременно тремя генераторами.

Дополнительное оснащение генераторов состоит из измерителя микроволнового поля, ткани, поглощающей микроволны, сигнальной лампы, обслуживает установку один человек.

В случае если гидроизоляция выполняется в стенах с кавернами, пустотами внутри стен, после завершения нагрева микроволнами участка стены в отверстия закачивается специальный быстро твердеющий состав и в нём после затвердевания повторно высверливаются отверстия для инъекций. Такая работа предотвратит нерациональное расходование гидрофобного раствора в процессе выполнения инъекций. Особое значение такая работа имеет в случае выполнения гидроизоляции на объектах, имеющих внутри стен воздушную прослойку. По окончании работ по гидроизоляции технологические отверстия замуровываются.

Микроволновое осушение стены может осуществляться как с применением штырьковых антенн (рис. 2.9), так и с применением тубовых.



Рис. 2.9. Микроволновое осушение стены с применением штырьковых антенн

Для водоизолирующего импрегнирования и гидрофобизации жилых домов, промышленных строений, для сохранения памятников архитектуры, часто возведенных из пористых строительных материалов (черепица, асбестоцементные плиты или изделия из декоративных сортов камня (мрамор, гранит, песчаник) при-

меняется концентрированный раствор метилсиликоновой смолы в бензине (растворяется в бензине в пропорции 1:5).

Для просушки стен методом термоинъекции может использоваться состав Sarsil H-14/2®, свойства которого приведены в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Свойства Sarsil H-14/2®

Свойства	Ед. изм.	Величина
Плотность при 20°C	г/см ³	0,87±0,01
Вязкость при 20°C	С	11±1
Содержание нелетучих веществ	%	25±2
Содержание ароматических соединений	%	Менее 6
Расход неразведенного средства	г/м ²	30-50

Технология нанесения состава Sarsil H-14/2® различна: кистью, валиком, пневматическим распылением или окунанием (например, черепицы) на 5 мин в рабочий раствор.

Для осушения стен инъекционным методом может применяться Sarsil H-15® (табл. 2.2) - экологически безвредная разновидность Sarsil H-14/R.

Т а б л и ц а 2.2

Свойства Sarsil H-15®

Свойства	Ед. изм.	Величина
Плотность при 20°C	г/см ³	0,780±0,005
Вязкость при 20°C	С	10±1
Содержание смолы	%	5±0,5
Содержание ароматических соединений	%	0,05
Расход неразведенного средства	г/м ²	150-400

Технология нанесения состава зависит от объема работ: кистью, валиком, пневматическим распылением либо окунанием (например, черепицы) на 5 минут в рабочий раствор. В случае импрегнирования внутри помещения необходимо производить проветривание помещения до исчезновения специфического запаха.

3. ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ШВОВ

3.1. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОШПОНОК

Защита строительных деформационных швов (рис. 3.1) от воды и химической агрессии актуальна как в наземном, так и в подземном строительстве. Подземные гаражи, тоннели, а также другие сооружения и конструкции, подвергающиеся действию воды, уязвимы, прежде всего, в области швов. Разнообразие геометрии швов, воздействие атмосферных осадков, грунтовых и сточных вод, являющихся, по сути, растворами химических соединений, выдвигают ряд специфических требований и к материалам, и к конструктивным особенностям защиты. Общеизвестны факты высокозатратных ремонтно-восстановительных мероприятий в сооружениях с некачественно выполненной гидроизоляцией деформационных и рабочих швов.

Современные защитные системы изготавливаются из модифицированных полимерами поливинилхлорида и полиэтилена, обладающих линейно-пространственной структурой, эластомерных композиций на основе натурального и синтетических каучуков, химически стойких высокомолекулярных инъекционных материалов и набухающих под действием воды полимеров.

Все швы и трещины в конструкциях зданий, подверженных повышенному воздействию грунтовых вод, разделяют на подвижные, к которым относят деформационные швы, и, соответственно, неподвижные (например, рабочие швы, возникающие при бетонировании).

На сегодняшний день вопрос гидроизоляции швов и трещин остается актуальным, однако выбор правильного решения зависит от многих факторов, таких как вид шва с учетом степени подвижности, характер нагрузки с учетом величины напора, температурного режима, химической агрессивности, оптимальная степень водонепроницаемости конструкции, особенности используемого строительного материала, его технические и эксплуатационные характеристики; доступность шва (изнутри и снаружи), экономические и прочие внешние факторы выполнения гидроизоляционных работ.

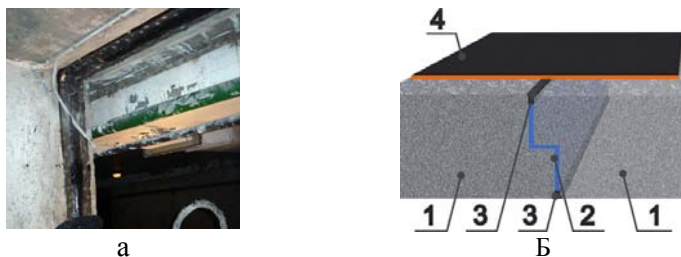


Рис. 3.1. Деформационный шов на бетоне или бетонных плитах:
 а - общий вид; б – схема (1 – основание; 2 - наполнитель деформационного шва; 3 - полости (швы), заполненные мастикой Trowel Grade™; 4 - мембрана Spray Grade 30™, толщина 3 мм)

С учетом показателей по каждому отдельному пункту, а также в зависимости от конкретного применяемого строительного материала гидроизоляция швов бетонных строений, кирпичных конструкций и каменной кладки может быть выполнена различными способами:

- *С помощью специальных разбухающих шнуров.* Такие шнуры достаточно просты в укладке, однако проводиться она должна исключительно опытным мастером, поскольку срок между укладкой разбухающего шнура и последующего его бетонирования должен быть сокращен до минимума. Данный способ гидроизоляции целесообразно применять только при новом строительстве.

- *С использованием дополнительных профилей.* Дополнительные профили могут быть установлены непосредственно при бетонировании, а также монтированы с помощью клея, например, на существующие конструкции. Профили (шпонки) очень удобны при строительстве «с нуля», они способны выдерживать достаточно высокое давление воды. Отлично работают на прижим.

- *Путем инъектирования различными полимерными твердеющими составами.* К таким составам относят акрилы, полиуретаны и другие материалы, характеризующиеся высокими гидроизоляционными свойствами. Данные составы могут быть использованы как при возведении нового здания, так и при выполнении капитального ремонта старого. Однако данный метод гидроизоляции не пригоден для деформационных швов в чистом виде.

- *Зачеканкой безусадочными жесткими смесями, полимерными герметиками.* Гидроизоляция жесткими смесями подходит исключительно для неподвижных швов, эффективна для резервуаров и заглубленных конструкций. Полимерные герметики отлично переносят любые перемещения, подходят для работ с объектами с неправильной геометрией.

Однако гидроизоляция швов и трещин не производится исключительно только одним из вышеперечисленных способов. Решение данной проблемы носит, скорее, комплексный характер, поэтому для того, чтобы достичь ожидаемого эффекта и обеспечить надежную гидроизоляцию фундамента, стен и пола, необходимо, прежде всего, правильно подобрать комбинацию этих способов.

Основными причинами проявления деформаций в сооружении являются нагрузки и воздействия, которые согласно СНиП бывают постоянными и временными, в том числе длительные, кратковременные и особые. В дополнение к существующей классификации следует ввести еще один уточняющий критерий - кратность действия нагрузок. Тогда все виды нагрузок можно подразделить на две условные группы - нагрузки однократного действия и нагрузки многократного, циклического действия. Такая классификация применительно к конструктивным решениям по обустройству деформационных швов имеет ряд преимуществ:

- исходные параметры деформационного шва определяются по величине и сочетанию однократных нагрузок;
- эксплуатационные параметры деформационного шва подбираются в зависимости от интенсивности воздействия на элементы конструкции многократных нагрузок; при этом следует учитывать возможность необратимых изменений в конструкциях от однократных нагрузок.

Однократные нагрузки воздействуют на сооружение только единожды, в определенный период времени, иногда весьма продолжительный. Многократные нагрузки непрерывно повторяются, причем интенсивность их действия и интервалы между ними могут изменяться.

По предлагаемой классификации к однократным нагрузкам, вызывающим *однократные* деформации, следует отнести: равномерную осадку сооружения в целом; неравномерную осадку элементов или отдельных частей сооружения; усадку, вызванную процессами схватывания, твердения и вызревания бетона; пластические деформации (например, прогиб конструкций, изгиб стоек и т.п.), вызванные статическими воздействиями; ползучесть в элементах сооружения, являющуюся следствием длительных статических воздействий.

К *многократным* нагрузкам, которые приводят к возникновению циклических деформаций, можно отнести: динамические воздействия; набухание или высыхание материалов при изменении их влажности; химические взаимодействия материала конструкции и агрессивных сред; изменения объема конструкции от колебаний температуры окружающей среды.

Прежде чем перейти к детальному анализу воздействий указанных нагрузок на деформации сооружений и их влияния на разрабатываемое конструктивное решение деформационных швов, следует учитывать, что при наличии различных сочетаний воздействий и особенностей конструкций проводимый анализ не может быть исчерпывающим.

Основное внимание следует уделять анализу причин объемных деформаций сооружения, таким как:

- *Усадка бетона* (пластическая, гидратационная, гидравлическая, термическая, усадка от карбонизации бетона).

- *Изменение относительной влажности воздуха.* Большинство строительных материалов, в том числе и бетон, имеют сильно развитую и достаточно открытую капиллярно-пористую структуру, благодаря чему могут поглощать влагу из окружающей среды (гигроскопическое увлажнение) либо впитывать (сорбировать) воду при непосредственном соприкосновении с ней. Изменение содержания воды в материале приводит к изменению объема, т.е. к объемным деформациям: при высыхании элемента происходит испарение воды и уменьшение объема, при увлажнении - наоборот. Объемные деформации, наступающие вследствие изменения относительной влажности, зависят от тех же факторов, что и деформации, вызванные температурными воздействиями.

• *Химические взаимодействия, происходящие в бетоне конструкций.* В процессе эксплуатации конструкция подвергается коррозионным повреждениям вследствие воздействия различных агрессивных химических веществ. Результат этого воздействия - частичное изменение химической структуры материала, возникновение новых веществ. Основным элементом этих процессов является вода, выполняющая, как минимум, две роли - или сама вступает в реакцию, или является посредником, катализатором протекания реакций.

• *Колебания температуры окружающей среды.* Тепловые объемные изменения габаритных размеров конструкции являются основными и наиболее существенными причинами деформаций как сооружения в целом, так и его отдельных элементов. Точное определение температурных колебаний в ограждающих конструкциях сооружений следует проводить в каждом конкретном случае для каждого элемента.

• *Ползучесть бетона* (пластическая усадка под нагрузкой). Под ползучестью бетона конструкций понимают его способность деформироваться во времени при длительном действии постоянной нагрузки, в том числе и от собственного веса. На ползучесть бетона влияют: расход и вид цемента, водоцементное отношение, вид и крупность заполнителя, степень уплотнения бетона, степень гидратации цемента к моменту приложения нагрузки, температура и влажность окружающей среды и бетона, размеры конструкции, величина напряжений в бетоне.

Мерой деформации является относительное удлинение ϵ , определяемое по формуле

$$\epsilon = \Delta L / L_{\text{перв}},$$

где ΔL - изменение длины конструкции;

$L_{\text{перв}}$ - первоначальная длина конструкции или элемента.

Всякое однородное тело изменяет свой объем пропорционально изменению воздействующей на него температуры. Достаточно точно величину объемных и линейных изменений размеров элементов можно определить из выражения

$$\Delta L = L_{\text{монт}} \cdot \alpha \cdot \Delta t,$$

где ΔL - относительное удлинение или сокращение элемента;

$L_{\text{монт}}$ - длина элемента на момент возведения или монтажа;

α - коэффициент термического линейного расширения;

Δt - изменение температуры элемента; $\Delta t = t_2 - t_1$,

здесь t_1 - температура воздуха во время монтажа;

t_2 - температура максимальная и минимальная, воздействию которой может подвергаться элемент в зимний или летний период.

Длина строительного элемента $L_{\text{монт}}$ характеризуется протяженностью деформирующихся участков конструкции, разделенных деформационными швами и не имеющих между собой "силового" замыкания. Эта длина устанавливается в зависимости от величины возможного перемещения элемента, характера ожидаемой деформации, величины воспринимаемых напряжений и возможного конструктивного решения обустройства шва.

Проектная длина деформирующегося участка конструкции должна уменьшаться, если элемент подвержен значительным тепловым воздействиям. Ограничение длины деформирующихся участков зависит также от величины коэффициента теплового линейного расширения строительного материала. Помимо величины градиента температур и значения коэффициента теплового линейного расширения длину деформирующегося участка определяет величина его нагружения, т.е. степень свободы деформации, взаимосвязь и взаимозависимость сопрягаемых элементов как между собой, так и с окружающей средой.

Здания большой протяженности подвержены деформациям под влиянием колебаний температуры наружного воздуха в течение года, неравномерных осадок грунта основания, сейсмических явлений и других причин. Во всех этих случаях в стенах, перекрытиях, покрытиях и других частях здания могут появиться трещины, резко снижающие прочность и эксплуатационные качества здания. Для предупреждения появления трещин в несущих и ограждающих конструкциях предусматривают деформационные швы, разрезающие здание на отсеки. В зависимости от назначения применяют следующие деформационные швы: температурные, осадочные, антисейсмические и усадочные.

Надежность и долговечность любой строительной конструкции определяется, в первую очередь, качественной гидроизоляцией швов. Все швы и трещины возводимой конструкции, подверженной повышенному воздействию грунтовых вод, разделяют

на подвижные, к которым относят деформационные швы, и, соответственно, неподвижные (например, рабочие швы, возникающие при бетонировании).

Причины, определяющие деформируемость конструкции и, как следствие, деформации отдельного элемента, можно разделить на кратковременные и циклические. Основными причинами кратковременных деформаций являются деформации усадки и ползучести бетона. Основными причинами циклических деформаций являются тепловые изменения объема конструкции. Под воздействием этих причин в конструкциях могут возникать трещины, сколы, прогибы и т.д. Для восприятия возникающих в конструкциях усилий формируются деформационные швы. В деформационных швах реализуются деформации элементов. Их можно разделить на искусственно сформированные или образовавшиеся произвольно.

Искусственно сформированные швы являются соединениями (жесткими или податливыми), препятствующими возникновению повреждений в данной конструкции или структуре элементов.

Можно выделить следующие виды *деформационного шва*: температурный, осадочный, антисейсмический, усадочный и другие, а также их сочетания.

Температурные швы делят здание на отсеки от уровня земли до кровли включительно, не затрагивая фундамента, который, находясь ниже уровня земли, испытывает температурные колебания в меньшей степени и, следовательно, не подвергается существенным деформациям. Расстояние между температурными швами принимают в зависимости от материала стен и расчетной зимней температуры района строительства.

Отдельные части здания могут быть разной этажности. В этом случае грунты основания, расположенные непосредственно под различными частями здания, будут воспринимать разные нагрузки. Неравномерная деформация грунта может привести к появлению трещин в стенах и других конструкциях здания. Другой причиной неравномерной осадки грунтов основания сооружения могут быть различия в составе и структуре основания в пределах площади застройки здания. Тогда в зданиях значительной протяженности даже при одинаковой этажности могут появиться осадочные трещины. Во избежание появления опасных деформаций

в зданиях устраивают *осадочные швы*. Эти швы, в отличие от температурных, разрезают здания по всей их высоте, включая фундаменты.

Если в одном здании необходимо использовать деформационные швы разных видов, их по возможности совмещают в виде так называемых *температурно-осадочных швов*.

Антисейсмические швы применяются в зданиях, строящихся в районах, подверженных землетрясениям. Они разрезают здание на отсеки, которые в конструктивном отношении должны представлять собой самостоятельные устойчивые объемы. По линиям антисейсмических швов располагают двойные стены или двойные ряды несущих стоек, входящих в систему несущего остова соответствующего отсека.

Усадочные швы делают в стенах, возводимых из монолитного бетона различных видов. Монолитные стены при твердении бетона уменьшаются в объеме. Усадочные швы препятствуют возникновению трещин, снижающих несущую способность стен. В процессе твердения монолитных стен ширина усадочных швов увеличивается; по окончании усадки стен швы наглухо заделывают.

Технологический шов бетонирования - шов в месте контакта бетона разного возраста, обусловленный технологией производства бетонных работ.

Основными материалами уплотнения деформационных швов малых перемещений - до 25% величины зазора шва (контурное уплотнение) - служат герметики.

В деформационных швах больших перемещений (более 25%) в качестве контурных и мидельных уплотнений используют специальные профили, шпонки, компрессионные уплотнители. Виды перемещений приведены на рис. 3.2. Материалом таких уплотнителей являются синтетические каучуки (резины), пластифицированный поливинилхлорид, полиэтилен высокой или низкой плотности и т.п. Шпонки предназначены для устройства и восстановления гидроизоляции деформационных и технологических швов бетонирования в железобетонных конструкциях подземных и заглубленных сооружений. Область применения для каждого типа шпонок приведена в табл. 3.1.

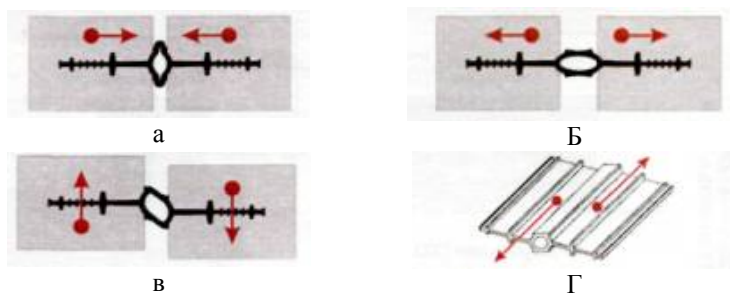
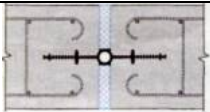
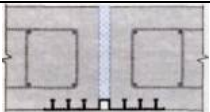

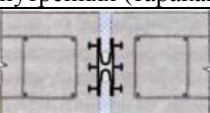
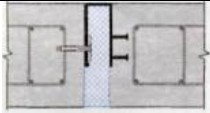
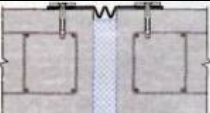
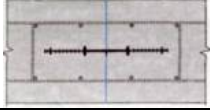
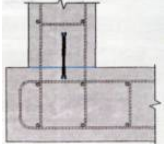
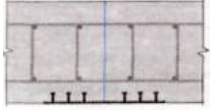


Рис. 3.2. Виды перемещений: а – сжатие; б – растяжение; в – сдвиг поперечный; г – сдвиг продольный

Таблица 3.1


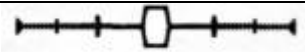

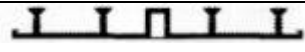
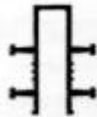
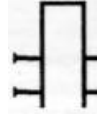





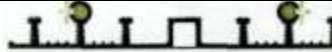
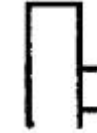

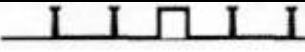
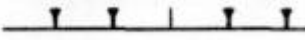

Область применения различных типов шпонок

Вид шва	Тип гидроизоляционной шпонки	
Деформационный	Внутренняя (ДВ, ДВС)	Опалубочная (ДО, ДОС, ДОМ)
		
	Защитная (ДЗ)	Внутренняя (таракан)
		
	Защитная специальная (ДЗС)	Ремонтная (ДР)
		
Технологический (рабочий) шов бетонирования	Внутренняя (ХВ)	Внутренняя (ХВС)
		
	Опалубочная (ХО, ХОМ)	
		

Номенклатура гидроизоляционных шпонок приведена в табл. 3.2.

Т а б л и ц а 3.2

Номенклатура гидроизоляционных шпонок

Тип шпонки	Материал изделия	
	Резина	ПВХ-П
ДВ		
ДО		
ДЗ		
ХВ		
ХО		
ДВС		-
ДОС		-
ДЗС	-	
ХВС	-	
ДОМ	-	
ХОМ	-	
Таракан	-	

Условные обозначения гидроизоляционных шпонок приведены ниже:

Д.....	Деформационная
Х.....	Для технологических швов бетонирования
В.....	Внутренняя защитная
З.....	Защитная
....	
О.....	Опалубочная
Р.....	Ремонтная
С.....	Специальная
М.....	Для применения с ПВХ мембранами
ДОС-270/25-4/25...	Деформационная опалубочная, 1-й - тип шпонки, 270/25 - ширина шпонки /ширина деформационного узла, 4/25 – кол-во анкеров / высота анкеров (включая тело шпонки)

Шпонки могут изготавливаться из резиновых смесей на основе этиленпропиленового каучука (EPDM) или пластифицированных композиций на основе поливинилхлорида (ПВХ-П).



Рис. 3.3. Двухкулачковые (а), трехкулачковые (б) шпонки и специальные профили для малоэтажного строительства (в)

В настоящее время используются профили и шпонки самых различных типов. Первоначально широкое применение нашли резиновые шпонки в виде "гантели", однако они плохо воспринимали деформации сдвига. Затем были разработаны и стали использоваться так называемые "трехкулачковые" шпонки, имеющие полую центральную часть в виде цилиндра. В этой конструкции центральная часть может воспринимать как деформации сжатия и растяжения, так и деформации сдвига (рис. 3.3).

Использование для изготовления шпонок современных резин на основе ЭПДМ позволило существенно сократить их габаритные размеры при сохранении характеристик по деформативности. В этом плане интерес представляет шпонка, представленная на рис. 3.4.

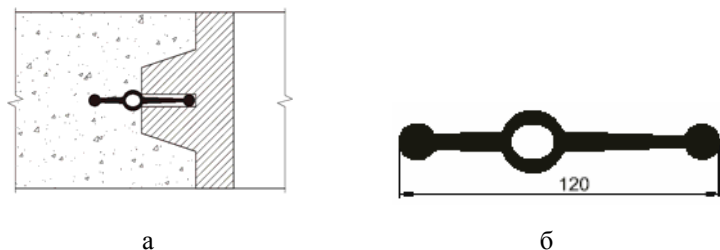


Рис. 3.4. Универсальная шпонка:
а - шпонка в теле бетона; б - сечение шпонки

В отличие от гидроизоляционных шпонок из резины шпонки из ПВХ имеют более развитый, более сложный профиль на краях, в результате чего достигается большая площадь контакта и сцепления с бетоном. Это связано с тем, что чем больше площадь контакта шпонки с бетоном, тем выше герметизирующая способность. Для шпонок из ПВХ такое условие весьма желательно, так как они более пластичны, чем резиновые, и обладают меньшей упругостью, особенно при снижении температуры.

Широкое применение получили односторонние плоские шпонки с полой П-образной центральной частью, предназначенной для восприятия деформаций сжатия или растяжения. Такие

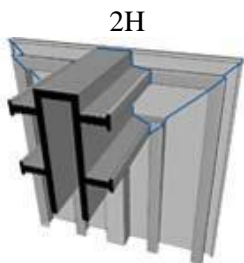


Рис. 3.5. Шпонки с полой П-образной

шпонки в качестве контурного уплотнения могут устанавливаться как с наружной, так и с внутренней стороны деформационного шва при бетонировании сопрягаемых элементов конструкций (рис. 3.5). Достоинством такого типа шпонок является то, что при их установке с наружной стороны конструкции они могут стыковаться с оклеечной гидроизоляцией, образуя замкнутый контур. К недостаткам следует

отнести то, что, во-первых, эти шпонки устанавливаются в определенный зазор шва, во-вторых, при изменении плоскости расположения шпонки необходимо очень точное, вплоть до нескольких миллиметров, расположение фасонного элемента, что не всегда можно реализовать в построечных условиях. Кроме того, при расположении шпонки на внешней, плоской, горизонтальной стороне шва возникают трудности с омоноличиванием анкерных элементов. С помощью этих шпонок сложно получить высокое качество работ при бетонировании перекрытий, поэтому в основном их следует использовать для уплотнения швов в лотках, днище и стенах.

Особый интерес в номенклатуре шпонок представляет уплотнительный профиль объемных перемещений Masterflex 2000 DK 12S (рис. 3.6) фирмы MBT (Швейцария).



*Рис. 3.6. Уплотнительный профиль
объемных перемещений Masterflex 2000 DK 12S*

В конструкции этого профиля, используемого в качестве мидельного уплотнителя, совмещены достоинства варианта уплотнения швов с помощью двух гидроизоляционных лент и возможность омоноличивания при бетонировании элементов конструкций, а также независимость от величины установочного зазора деформационного шва. Материал профиля - пластифицированный ПВХ, который может надежно свариваться даже в построечных условиях. Он обладает относительным удлинением на разрыв 350% и высокой морозостойкостью.

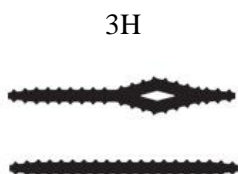
Конструктивно профиль выполнен в виде двух полос переменной толщины, соединенных двумя U-образными петлями-компенсаторами длиной ~ 60 мм каждая. С наружной стороны

вдоль полос профиля имеются по три Т-образных анкерных элемента, обеспечивающих крепление профиля в бетоне боковых поверхностей зазора деформационного шва. Зазор деформационного шва формируется независимо от монтажа арматурного каркаса. Величина зазора деформационного шва задается при установке рабочих закладных элементов (заполнитель шва) и может составлять от 10 до 30 мм. В качестве закладных элементов обычно используются листы пенополистирола.

После установки профиля в зазоре деформационного шва располагаются две петли, которые обеспечивают двухступенчатую систему изоляции, причем при величине деформативности смежных элементов конструкции вплоть до 60 мм в профиле не возникает напряжений - петли изменяют свою конфигурацию, аналогично двум лентам, установленным с петлями-компенсаторами.

Уникальность конструкции профиля, его способность воспринимать значительные деформации как растяжения - сжатия, так и сдвига, простота технологии установки обеспечили профилю Masterflex 2000 DK 12S широкое применение.

При значительных деформациях растяжения, когда шпонки растягиваются и утоньшаются, или при наличии полостей в бетоне около шпонок, возникающих в результате некачественного



бетонирования, возможна фильтрация воды по контакту "шпонка - бетон". Наибольшая вероятность образования полостей рядом со шпонкой возникает при бетонировании мидельных уплотнений в виде лент.

Рис. 3.7. Специальные

Для повышения надежности и качества уплотнения при установке шпонок в бетон гидротехнические шпонки, особенно плоские, типа трехкулачковых, комбинируются со жгутами водонабухающего герметика или специального уплотнителя (рис. 3.7). Такие дополнительные элементы гидротехнических шпонок имеют хорошую адгезию как к самой шпонке, так и к бетону. Гидроизоляция контакта "шпонка-бетон" резко повышается, однако такая модификация шпонок значительно дороже обычных типов. В практике строительных работ, если в местах установки шпонок

наблюдаются отдельные протечки, их, как правило, устраняют путем инъектирования гидроактивных пенополиуретанов.

Для правильной установки шпонок в процессе возведения конструкции необходимо соблюдать следующие требования:

- Правильно расположить шпонку по отношению к сопрягаемым элементам конструкции. Если шпонка имеет центральную расширенную часть, воспринимающую деформации, то ее нужно располагать точно по оси шва, в его зазоре, иначе она не будет выполнять своих функций.

Большинство типов шпонок требуют использования разрезной торцевой опалубки (исключение составляют шпонки "лабиринтного" типа и односторонние шпонки). Шпонку следует прочно закрепить в опалубке и зафиксировать, например, привязав проволокой к арматуре. Места сопряжения шпонки и опалубки должны быть хорошо уплотнены, чтобы при бетонировании через них не вытекал цементный раствор.

- Омоноличиваемые части шпонок должны быть чистыми. Загрязнение и замасливание не допускается, иначе не удастся добиться требуемой адгезии к бетону. Попадание посторонних предметов и инородных частиц на омоноличиваемые части шпонок также исключается.

- Бетон около омоноличиваемых частей шпонок должен быть хорошо уплотнен. Это условие является одним из важнейших, поскольку эффективная работа гидроизоляционных шпонок любого типа зависит от качества контакта "шпонка - бетон", т.е. от качества уплотнения бетонной смеси. Важно, чтобы контакт бетона со шпонкой был по всей ее омоноличиваемой поверхности без наличия пустот и неплотностей.

- Бетон сопрягаемых швом элементов конструкции должен обладать высокой плотностью и непроницаемостью. Большинство типов шпонок препятствуют сквозному прохождению воды через зазор шва, но они не обеспечивают защиту от фильтрации воды в обход шпонки, через поры, капилляры и трещины в бетоне.

- При использовании шпонок зазор деформационного шва должен иметь не менее двух степеней защиты. Шпонки мидельного* уплотнения швов, установленные в тело бетона, не обеспе-

* Мидель - наибольшее по площади поперечное сечение тела, движущегося в воде.

чивают полной герметизации, поэтому для подобного способа обустройства шва необходимо использовать и другие уплотняющие материалы и технические решения. При уплотнении зазоров деформационных швов с помощью шпонок особого внимания требует стыковка отдельных кусков или отрезков шпонок. От целостности и прочности этих соединений зачастую зависит надежная эксплуатация всего уплотнения.

Учитывая сложность профиля поверхности шпонок, стыковка внахлест вообще недопустима, так как не позволяет обеспечить сплошность полотна шпонки. Возможно соединение шпонок только торцевой стыковкой. При этом, использование шпонок из материала на основе ПВХ является предпочтительным, так как он достаточно легко сваривается.

Стыковку соединения шпонок из резины можно выполнять путем склеивания или горячей вулканизации с использованием так называемой "сырой" резины. При соединении резиновых шпонок с помощью клея прочность соединения в лучшем случае составляет 60-70% от прочности самого материала. Однако это весьма простой способ соединения, и его легко осуществить в условиях строительной площадки.

Прочность соединения отрезков резиновых шпонок путем вулканизации может даже превысить прочность самого материала, однако для выполнения этого вида работ требуется специальное оборудование и высокая квалификация персонала.

Намного проще выполнять соединение отрезков шпонок из ПВХ-материала, температура размягчения которого, т.е. требуемая температура сварки, не превышает 200°C. Прочность такого квазисварного соединения достигает 90% от прочности исходного материала. Единственным ограничением при выполнении этих работ является требование к источнику нагрева материала. Запрещается использование открытого пламени, поскольку его прямое воздействие может изменить структуру материала и, соответственно, эксплуатационные характеристики.

При уплотнении деформационных швов, во-первых, не следует использовать и стыковать в шве шпонки из материалов на разной основе, поскольку вследствие различия физических свойств они будут по-разному вести себя в процессе эксплуатации. Во-вторых, при обустройстве деформационных швов слож-

ной конфигурации, наличии изгибов, поворотов, угловых, Т-образных, Х-образных участков все фасонные элементы уплотнения швов следует изготавливать в заводских условиях, при соблюдении всех требований технологии, а в условиях строительной площадки выполнять лишь прямолинейную стыковку отрезков шпонок.

3.2. ОБУСТРОЙСТВО ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ КОМПРЕССИОННЫМИ УПЛОТНИТЕЛЯМИ

Компрессионные уплотнители - готовые, разделенные на секции изделия, изготавливаются методом экструзии из эластомерных материалов, чаще всего из резины, в том числе и на основе ЭПДМ. Для обеспечения эффективного уплотнения зазора деформационного шва, на его боковых поверхностях должно поддерживаться достаточное контактное давление, что достигается при условии постоянной работы уплотнения – резинового профиля на некоторую степень сжатия (рис. 3.8).

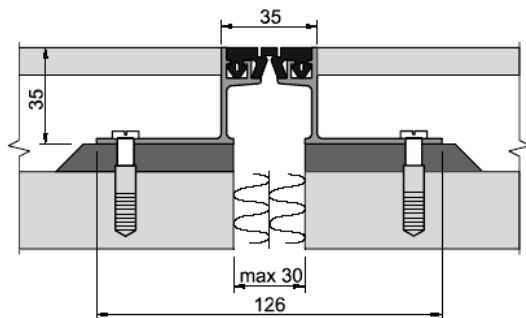


Рис. 3.8. Резиновый профиль (тип ДШВ)

Резиновый профиль **тип ДШВ** изготовлен из плотной термо-, свето-, озоно-, морозостойкой резины на основе этиленпропиленового каучука (EPDM) и устойчив к воздействию озона, ультрафиолета, маслам, бензину и антиобледенительным солям. При выходе из строя может быть легко заменен.

Конструктивно деформационный шов ДШН (рис. 3.9) состоит из алюминиевых направляющих, в которые плотно вставлен резиновый профиль. Конструкция шва препятствует попаданию внутрь шва грязи и обеспечивает водонепроницаемость и устой-

чивость к износу при тяжелых эксплуатационных условиях. Швы не требуют проведения профилактических работ и устойчивы к старению.

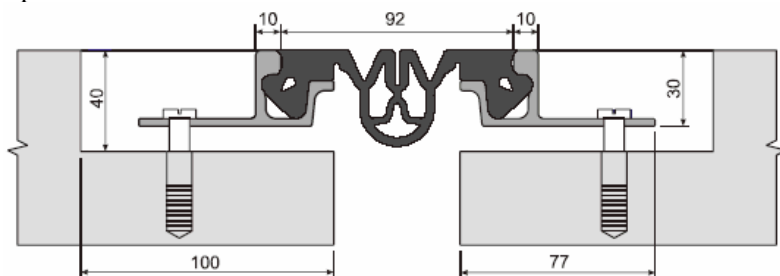


Рис. 3.9. Резиновый профиль (тип ДШН)

Установлено, что разделенные на секции компрессионные уплотнители должны оставаться сжатыми приблизительно на 15% (при раскрытии шва, составляющем 85% номинальной ширины уплотнителя) при максимальном растяжении шва для того, чтобы поддерживать достаточное для обеспечения герметизации контактное давление. Как правило, компрессионные уплотнители не должны сжиматься более чем на 50% (50% номинальной ширины уплотнителя) при максимальном сжатии шва, чтобы избежать чрезмерного сжатия и потери материалом уплотнителя упругоэластичных свойств. Как установлено, такой предел сжимаемости и длительная безотказность обеспечиваются при контактном давлении до 0,24 МПа. При более высоких величинах ускоряется процесс деструкции эластомерного уплотнителя.

3.3. СОЕДИНЕНИЕ ГИДРОШПОНОК ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ

В холодное время года при температуре окружающей среды менее +5⁰С перед сваркой прогревают концы шпонок (температура материала должна быть более +15⁰С), поверхность шпонок должна быть чистой и сухой. Вначале ровно обрезаются концы шпонок с помощью угольника и острого ножа или специального кондуктора. От качества разреза зависит качество сварного шва. Температура сварки шпонки зависит от материала и температуры окружающей среды. Максимальная температура сварки 215⁰С для различных материалов - Besaflex 180-190⁰С, Nitriflex 160-170⁰С,

Poliflex 215⁰С; ТРЕ 150-210⁰С. Перед началом сварочных работ осуществляют пробную сварку предварительно нагретым сварочным аппаратом. Если свариваются внутренние или П-образные шпонки, то устанавливаются нижние части зажимов, верхние части лежат под рукой, губки кондуктора разведены; поверхности нагревательного элемента очищены чистой и сухой тряпкой.

Концы шпонок выравниваются по направляющей (рис. 3.10). Сверху на них надевается прижимная планка, которая стягивается при помощи гаек-барашков. Между концами шпонок устанавливается нагревательный элемент. С помощью рычага концы шпонок плотно прижимают к нагревательному элементу и выдерживают с силой 1-3 кг в течение 10-20 с до появления буртика расплавления высотой около 1 мм (рис. 3.11). Затем концы шпонок снова разводят, и нагревательный элемент убирается. Максимально допустимое время между моментом отсоединения концов шпонок от нагревательного элемента и прижатием их друг к другу равно 2 с (рис. 3.12).

С помощью рычага кондуктора концы шпонок плотно прижимаются к нагревательному элементу. Затем концы шпонок разводятся, нагревательный элемент опускается вниз, шпонки плотно прижимаются друг к другу, что не должно занимать более 2 с. При этом, сила прижатия колеблется от 3 до 12 кг в зависимости от типа шпонки. Положение рычага фиксируется поворотом ручки по часовой стрелке. Таким образом достигается одинаковая сила прижатия в течение всего процесса сварки. Далее на 5 мин соединение оставляют в данном положении для охлаждения (рис. 3.13). При этом, положение рычага неизменно. После охлаждения соединение извлекается из кондуктора (рис. 3.14) и откладывается в сторону. Через 10 мин соединение можно использовать по назначению. Излишки расплавленного материала удаляют перед проведением испытания контроля качества соединения. Методы контроля качества сварки следующие: визуальный, испытание на изгиб, контроль с помощью электроискрового метода и появление искры при некачественной сварке (рис. 3.15).

Незначительные дефекты устраняют ручной сваркой (сварочным топориком или феном для сварки горячим воздухом) или навариванием накладки. В противном случае концы разъединяются и свариваются повторно.



Рис. 3.10. Выравнивание концов шпонки и зажатие их в кондукторе

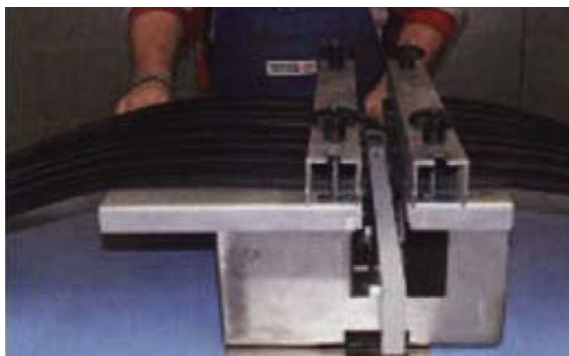


Рис. 3.11. Соединение концов шпонки с нагревательным элементом



Рис. 3.12. Процесс сварки



Рис. 3.13. Охлаждение



Рис. 3.14. Извлечение из кондуктора



Рис. 3.15. Контроль качества сварки концов шпонки

3.4. ВУЛКАНИЗАЦИЯ ГИДРОШПОНОК ИЗ ЭЛАСТОМЕРОВ

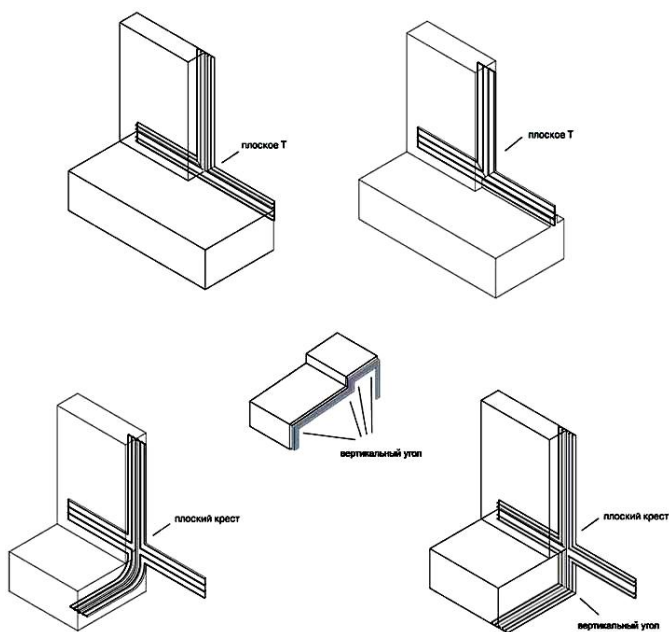
Гидроизоляционные шпонки из эластомеров соединяются по технологии вулканизации с помощью вулканизирующего аппарата и матрицы, соответствующей профилю гидрошпонки. На строительной площадке в основном выполняются соединения встык. Технология работ при горячей вулканизации следующая. Вулканизирующий аппарат и матрицы нагреваются около полутора часа. Температура матриц должна достигнуть 160⁰С. Концы шпонок обрезаются острым ножом под прямым углом. Затем концы шпонок зажимаются так, чтобы они выступали примерно на 10 см. Выступающие концы шпонок зачищаются нождачной бумагой (шкуркой) или шлифовальной машиной. Тщательно отшлифованные концы шпонок очищаются, покрываются тонким слоем горячего раствора, который высыхает в течение 5 мин. Покрытые раствором концы шпонок должны оставаться чистыми. При вулканизации шпонок для деформационных швов центральная трубка затыкается каучуковой пробкой на глубину 5-6 см. При отсутствии пробки (полое пространство) невозможно достигнуть необходимой силы прижатия в месте центральной трубки. На область шва наносится тонкий слой ленты из сырой резины, излишки ленты загибаются. Лента должна быть хорошо приклеена к шпонке. Далее с нее удаляется защитная пленка. Оба зажима притягиваются длинными болтами так, чтобы концы шпонок плотно соединились. Благодаря ленте на торцах шпонки ее концы моментально прилипают друг к другу. На область шва наносится слой ленты из сырой резины размером 50х3мм, защитная пленка удаляется. Затем наносится второй слой ленты из сырой резины размером 80х3мм. Каждый слой тщательно прикатывается роликом. Общая толщина наклеенного слоя должна быть минимум 6 мм. Далее соединение помещается в предварительно нагретый вулканизатор и зажимается так, чтобы алюминиевые матрицы были плотно прижаты друг к другу. В большинстве случаев матрицы не сразу принимают нужное положение, так как наклеенный слой ленты из сырой резины не имеет нужную толщину. После выдержки в течение 5 мин необходимо еще раз подтянуть натяжные болты. В зависимости от температуры и погоды (при

сильном ветре и низкой температуре окружающей среды вулканизирующий аппарат следует накрыть любым теплоизолирующим материалом) процесс вулканизации занимает 20-35 мин. Далее вулканизирующий аппарат открывают. Соединение достигает окончательной прочности только после остывания. Если от пальцев или отвертки остаются следы, то процесс вулканизации не закончен. Объясняется это тем, что температура в 160⁰С не была достигнута или период вулканизации был слишком коротким. В этом случае на место стыка накладывается новый слой ленты из сырой резины, и соединение снова помещается в аппарат на 10 мин. Появление неровностей на поверхности резиновой ленты объясняется недостаточной толщиной слоя из данной ленты, нанесенного на область шва.

Технология работ *при холодной вулканизации* следующая. Концы шпонок зачищаются проволочной щеткой, и удаляется грязь. На торцы шпонки наносится клей-момент, и концы плотно прижимаются друг к другу. Область шва покрывается специальным клеем BL, и соединение оставляют высыхать при температуре 20⁰С на 10-30 мин. Компоненты А и Б смешиваются друг с другом в отношении 1:1 и перемешиваются вручную 5-10 мин до получения массы однородного цвета. Полученный раствор наносится тонким слоем на область шва и хорошо прижимается. При этом, следует следить, чтобы на поверхности не образовывались пузыри. Далее соединение оставляют на 8 часов. Холодная вулканизация применяется только при ремонтных работах с использованием химических средств, соединение не приобретает нормативных физико-химических свойств, которые появляются при горячей вулканизации.

3.5. СОЕДИНЕНИЯ УЗЛОВ ГИДРОШПОНОК

Различают следующие соединения гидрошпонок: встык (т.е. по длине гидрошпонки), угловые, Т-образные и крестовые (рис. 3.16, рис.3.17). На стройплощадке разрешено выполнять *только* соединения встык. Угловые, Т-образные, крестовые соединения узлов гидрошпонок изготавливаются исключительно в заводских условиях посредством сварки или вулканизации.



*Рис. 3.16. Соединения узлов гидрошпонок:
Т-образные, угловые, крестовые*



*Рис. 3.17. Конструкция деформационных швов
под высокую интенсивность движения*

3.6. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ ШВОВ МАТЕРИАЛАМИ ФИРМЫ Sika

Гидрошпонки представляют собой профили (ленты) из ПВХ, они устанавливаются в швы при отливке бетонной плиты. Шпонки удлиняют путь прохождения воды через тело бетона. Это соз-

дает дополнительное сопротивление току воды и увеличивает водонепроницаемость конструкции. Поэтому чем шире шпонка, тем большее давление воды она сдерживает. Для разных типов швов (холодные, деформационные) выпускают различные типы шпонок (рис. 3.18).

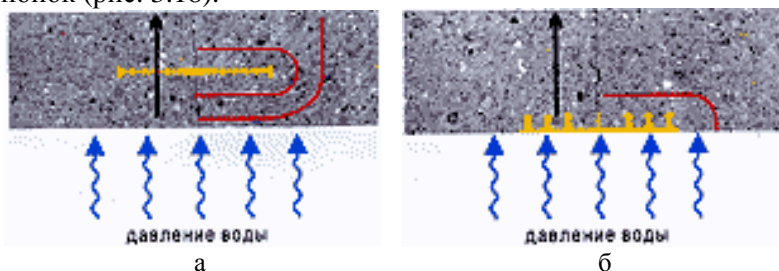


Рис. 3.18. Направление движения воды при наличии шпонки (а) и без нее (б): ↑ - путь воды при отсутствии шпонки; — - путь воды при наличии шпонки

В качестве средств по герметизации швов компания Sika предлагает: гидрошпонки, замоноличиваемые в железобетонные плиты; набухающие герметики SikaSwell; систему Sikadur Combiflex (рис. 3.19).

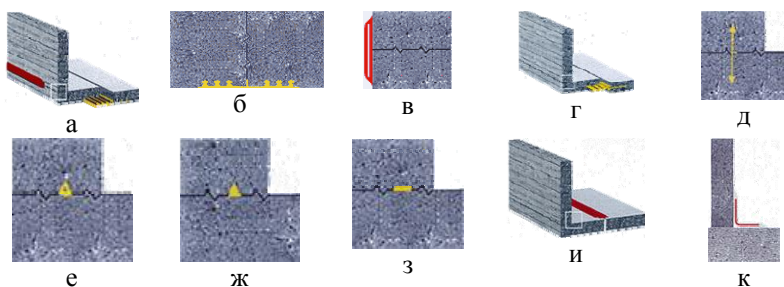


Рис. 3.19. Варианты выполнения герметизации швов материалами фирмы Sika:

а - герметизация шва нанесением на внешнюю поверхность; б - укладка гидрошпонки на внешнюю поверхность; в - Sikadur-Combiflex; г - нанесение при заливке бетона; д - гидрошпонка (нанесение при заливке бетона); е - Sika Injectoflex-System (нанесение при заливке бетона); ж - SikaSwell-S (нанесение при заливке бетона); з - SikaSwell-Profile (нанесение при заливке бетона); и - нанесение на внутреннюю поверхность; к - Sikadur-Combiflex System (нанесение на внутреннюю поверхность)

Герметизация деформационных и конструктивных швов с помощью системы Sikadur-Combiflex (рис. 3.20) и дополнительных профилей (рис. 3.21).

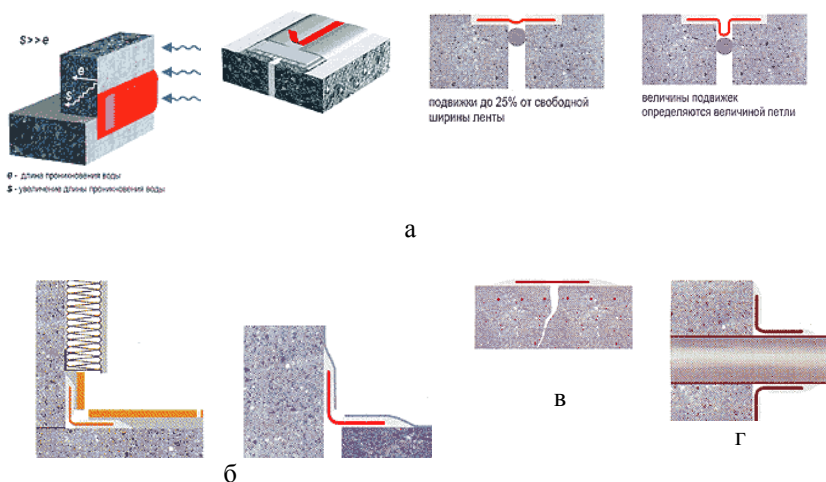


Рис. 3.20. Герметизация подвижных (а) и угловых (б) швов, трещин (в) и выводов труб (г)

Гидрошпонки достаточно просты в укладке, однако следует точно выполнять технологический регламент, поскольку срок между укладкой разбухающего шнура с последующим его бетонированием должен быть сокращен до минимума. Данный способ гидроизоляции швов целесообразно применять только при новом строительстве.



Рис. 3.21. Дополнительные профили, используемые для герметизации

Они могут быть установлены непосредственно при бетонировании, а также монтированы с помощью клея, например, на существующие конструкции. Профили (шпонки) очень удобны при строительстве «с нуля», способны выдерживать достаточно высокое давление воды, превосходно работают на прижим.

В зависимости от конкретного строительного материала гидроизоляция швов бетонных строений, кирпичных конструкций и каменной кладки может быть выполнена различными способами:

- с помощью специальных разбухающих шнуров;
- с помощью специальных набухающих герметиков;
- путем инъектирования различными полимерными твердеющими составами;
- зачеканкой безусадочными жесткими смесями, полимерными герметиками.

3.6.1. Технология выполнения водонепроницаемых швов с помощью специальных разбухающих шнуров

Профиль набухающий Аквастоп типа ПНР (рис. 3.22) (полиэтилен высокого давления) изготавливается из гидрофильной резины, которая обладает свойством увеличиваться в объеме при контакте с водой. Данное свойство позволяет с успехом применять данный профиль для герметизации швов и стыков, как при монолитном строительстве, так и при монтаже сборных бетонных конструкций. При использовании этого профиля достигаются надежное уплотнение и герметизация швов и стыков за счет объемного увеличения шнура до 6-8 раз при контакте с водой. Входящие в состав оболочки шнура активные вещества проникают в бетон, образуя кольматирующее облако. Монтаж набухающих гидроизоляционных шнуров не требует специальных навыков и подготовки. Снижение риска деформации бетонной матрицы в начальные сроки твердения (при контакте с водой, содержащейся в свежееуложенном бетоне) достигается за счет защитного покрытия, имеющегося на поверхности шнура. Шнур экологически безопасен, экономичен, морозостоек, долговечен, имеет стабильность свойств при многократных циклах расширения или сжатия, прост в перевозке, хранении и использовании. Для предотвращения набухания в свежееуложенном бетоне до набора прочности и понижения требований к условиям хранения и транспортировки, профиль ПНР покрыт специальным лаком, который разрушается в щелочной среде бетона или при долговременном контакте с водой.

Монтаж шнура ПНР выполняется в центральной части конструкции. Расстояние до любой из сторон бетонной конструкции не должно быть меньше 50 мм. Поверхность бетона предварительно очищается от пыли, грязи, стоячей воды или льда. Крепление выполняется клеями, мастиками или герметиками, которые позволяют производить работы с учетом внешних условий. В зимнее время для надежного крепления рекомендуется дополнительно использовать металлические гвозди/дюбели через 25 см с полимерной сеткой типа "строби". При монтаже шнур необходимо укладывать плотно стык в стык. Герметизация технологических (рабочих) швов бетонирования фундаментов, стен подвальных помещений, бассейнов, гидротехнических сооружений

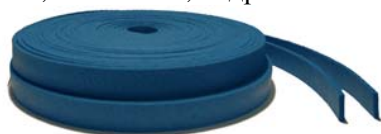


Рис. 3.22. Профиль набухающий Аквастон (тип ПНР)

представлена на рис. 3.23. Герметизация стыков при монтаже сборных бетонных элементов (коллекторов, колодцев, тубингов, паттерн и т.д.) представлена на рис. 3.24. Герметизация мест прохода инженерных коммуникаций через бетонные панели представлена на рис. 3.25.

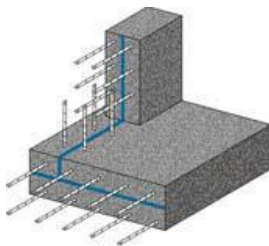


Рис. 3.23. Герметизация технологических (рабочих) швов бетонирования

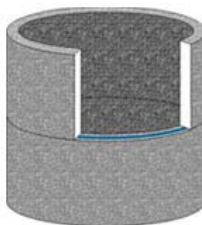


Рис.3.24. Герметизация стыков при монтаже сборных бетонных элементов

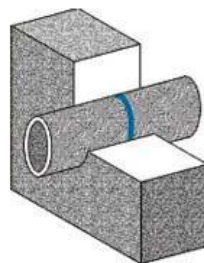


Рис. 3.25. Герметизация мест прохода инженерных коммуникаций через бетонные панели

Набухающий профиль фирмы Besaplast® служит для гидроизоляции рабочих швов. При контакте с водой он набухает и тем самым герметично закрывает рабочий шов (рис. 3.26).



Рис. 3.26. Набухающий профиль:
а - схема набухания профиля; б - монтаж профиля

Основным материалом, входящим в состав набухающего профиля, является термопластичный эластомер (ТРЕ). Данный высокоэластичный материал при контакте с водой увеличивается в объеме (набухает) до 300%. Таким образом, шов остается водонепроницаемым на протяжении всего времени. Преимущества набухающего профиля следующие: гарантированные характеристики разбухания, способность возвращаться в первоначальную форму, превосходная стойкость к химическим реагентам. Перед укладкой профиля следует проверить условия хранения, так как хранить профиль обязательно в сухом защищённом месте, чтобы избежать его набухания ещё до укладки; осуществлять укладку незадолго до процесса бетонирования. Только так можно избежать преждевременного набухания профиля, обусловленного погодными условиями (как, например, повышенной влажностью во время осуществления работ, дождем).

Требования к технологии работ: поверхность должна быть ровной, чистой, без пыли и грязи, сухой; толщина слоя бетона, закрывающего набухающий профиль, должна быть не менее 10 см; набухающий профиль желательно располагать в середине сечения бетонной плиты; набухающий профиль крепится специальными клеями или фиксируется механически с шагом не более 20 см.

Набухающий герметизирующий профиль для швов SikaSwell®-P Profiles применяется для герметизации конструктивных швов, вводов труб и других стальных конструкций сквозь стены и плиты перекрытий, конструктивных швов в сборном железобетоне, конструктивных швов в туннелях и других элементах туннелей, рабочих швов кабельных каналов и т. д., вокруг всех типов элементов, проходящих через бетон. Профиль прост в применении,

водостойкий, может наноситься на различные поверхности, защитное покрытие предотвращает профиль от преждевременного разбухания, не требуется времени для отверждения, не используется сварка.

При укладке профилей Sika основание должно быть прочным, чистым, сухим (допускается матово-влажное состояние), очищенным от каких-либо загрязнений, от всех слабодержащихся и крошащихся частиц, краски, ржавчины, цементного молочка и других ухудшающих адгезию веществ любым подходящим ручным или механическим способом, так как поверхности с сильной шероховатостью впоследствии склонны пропускать воду.

Рекомендуется загладить свежееуложенный бетон рейкой в тех местах, где будет уложен профиль. Профили SikaSwell®-P Profiles могут крепиться к основанию с помощью SikaSwell®S-2 и/или Sikal®Trocac Adhesive C-705 в зависимости от типа основания и условий применения. На гладкие, плоские и сухие основания, такие как ПВХ, металлы, сборные железобетонные элементы и т.д., Sika®Trocac Adhesive C-705 наносится с помощью маленькой кисти как по длине профиля с одной стороны, так и на основание, на которое будет крепиться профиль. После сушки (в течение примерно 15 мин) профили SikaSwell®-P Profiles плотно прижимаются к основанию в месте нанесения клея. При применении герметика SikaSwell®S-2 на шероховатые, неровные, сухие или матово-влажные основания его выдавливают в достаточном количестве для выравнивания шероховатостей основания. Тонкая полоска SikaSwell®S-2 наносится на основание (размер треугольного сечения - около 5 мм) и в течение 30 мин, пока герметик еще остается липким, в него должен быть вдавлен профиль. Герметик должен при этом немного выступать с обеих сторон профиля. После этого перед укладкой бетона герметик SikaSwell®S-2 выдерживается для отверждения 2-3 часа. Необходимо, чтобы достигался полный и продолжительный контакт между профилями SikaSwell®-P Profiles и основанием. Профиль SikaSwell®-P Profiles следует располагать по центру сечения бетонной плиты. Минимальное расстояние от профиля до края грани бетонной плиты должно составлять не менее 10 см для армированной плиты и не менее 15 см для неармированной плиты. Концы профиля необходимо соединять «встык» и склеивать. При заливке бетона следует тщательно уплотнить бетон вокруг

SikaSwell®-P Profiles для обеспечения качественной заливки без пустот и ячеек. Затвердевший материал удаляется только механическим способом с помощью Sika® Colma-Cleaner. Профили SikaSwell®-P Profiles расширяются при контакте с водой, но набухание длится несколько часов. Не рекомендуется оставлять SikaSwell®-P Profiles на открытом воздухе или при дожде (не более 24 ч - время, на протяжении которого капли воды скатываются с профиля). Нельзя применять профили SikaSwell®-P Profiles для деформационных швов и в соленой воде. При внезапном резком поднятии уровня воды водонепроницаемость швов достигается только после набухания профилей SikaSwell®-P Profiles. В полностью просушенном состоянии профили SikaSwell®-P Profiles сокращаются до своего первоначального объема и способны вновь многократно расширяться при контакте с водой. Вследствие небольшой площади уплотнения не рекомендуется использование профилей SikaSwell®-P Profiles для восприятия гидростатического давления выше 2 бар.

Если нужно закрепить профиль SikaSwell®-P Profiles вокруг труб небольшого диаметра, его можно зафиксировать механически, например, стянуть проволокой, хомутом.

Шпонки гидравлические Sika Waterbars – это эластичные гидравлические шпонки из ПВХ, предназначенные для гидроизоляции подвижных и неподвижных швов в бетонных конструкциях фундаментов, подземных парковок и др. Свойства гидравлических шпонок Sika Waterbars представлены ниже:

Свойства	Показатели
Плотность, кг/л.....	~ 1,3
Твердость по Шору.....	шкала А 67 +5
Рабочая температура, °С	-35...+55
Прочность на растяжение, МПа.....	> 10
Удлинение при разрыве, %	> 350
Химическая стойкость.....	Постоянно: вода и сточные воды Временно: разбавленные неорганические щелочи и кислоты, минеральные масла
Стойкость к щелочам.....	В соответствии с данными CRD-C 572-65, US Corps of Engineers
Температура сварки, °С.....	~ + 200
Срок хранения.....	5 лет в прохладных условиях, предохранять от солнечных лучей

Шпонки Sika® изготовлены из термопластичного ПВХ и могут быть легко сварены. Концы шпонок вставляются в сварочный кондуктор (для каждого типоразмера шпонок свой) и нагреваются до температуры плавления специальным нагревателем. После этого нагреватель убирается, а концы шпонок прижимаются друг к другу с усилием и выдерживаются в сжатом состоянии в течение времени, необходимом для охлаждения материала шпонки. Оборудование, требуемое для сварки шпонок, поставляется по заказу. Для удобства создания необходимого контура гидроизоляции для каждого типоразмера шпонок выпускается большое количество соединительных элементов: крестообразный плоский и вертикальный, Т-образный плоский и вертикальный, L-образный плоский и др.

Можно выделить следующие системы и профили:

- Система *KAB-Fugenband* является комбинацией ленточного профиля из полужесткого ПВХ и встроенного круглого профиля из набухающего материала. Данное сочетание способно изолировать швы, находящиеся под большим давлением воды. Монтаж профиля осуществляется перед бетонированием с помощью

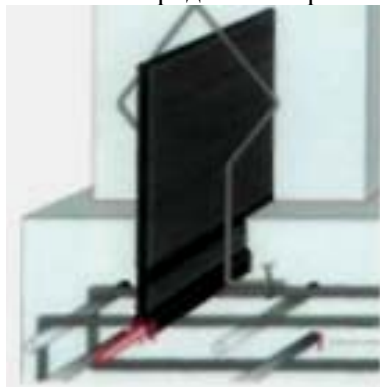


Рис. 3.27. Ленточный профиль *Fugenbander*

специальных фиксирующих устройств, расположенных на расстоянии 50 см от наружной поверхности (рис. 3.27), или вдавливанием набухающего элемента в свежий бетон.

Ленточные профили выкраиваются под размер швов и монтируются на строительных площадках. Применяются для гидроизоляции деформационных и рабочих швов. Высокая химическая

устойчивость материалов к кислотным и щелочным средам, нефтепродуктам, механическая прочность в сочетании с эластичностью позволяют использовать профили внутреннего и внешнего исполнения для швов различных геометрических форм и размеров. Профили полностью подготовлены для соединения встык на строительной площадке при помощи специальной сварочной аппаратуры.

- *Система Westek* - ленточные профили изготовлены из специально выполненных термопластичных материалов, отличающихся высокой химической стойкостью к большинству агрессивных сред, в том числе и к растворителям. Это позволяет использовать их в сооружениях приема, хранения и переработки опасных для окружающей среды производственных и бытовых стоков.

- *Набухающие системы Sollriss-Fugenschiene* (рис. 3.28) призваны обезопасить конструкции при сплошном бетонировании от неконтролируемого и хаотичного образования трещин. Специальные комбинированные профили ослабляют тело бетона, образуя герметизированные ложные швы.

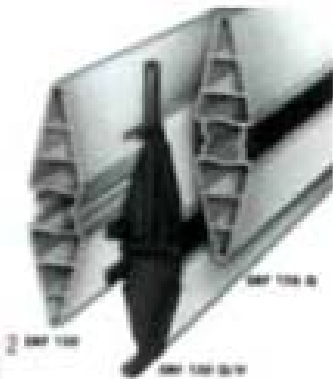


Рис.3.28.Ленточный профиль
Sollriss-Fugenschiene

- *Набухающие профили Durasel Quellbander* отличаются исключительно высокой устойчивостью к химической агрессии, совместимы с питьевой водой. Активная гидроизоляционная система, устанавливаемая в бетонные конструкции для плановой гидроизоляции рабочих швов, обратимо набухает при контакте с водой. Основой материала ленты является вязкоэластичный по-

лимер на основе акрилата, способный под воздействием воды к трехмерному увеличению объема до 160% за счет проникновения воды в полимерную матрицу без изменения ее молекулярной структуры. Монтаж ленты осуществляется при помощи специального однокомпонентного клея, обладающего высокой адгезией к сухим и влажным поверхностям таких разнородных материалов, как бетон, металл и пластмассы.

- *Шовная прокладка из гидрофильной резины Swellseal Joint (Свеллсил Джойнт)* разбухает под действием воды и применяется для гидроизоляции строительных или холодных швов при условии ровной опорной поверхности. Ребристая отделка обеспечивает хорошую адгезию с бетоном; прокладка безвредна для окружающей среды, при падении уровня воды лента возвращается в первоначальное положение; может противостоять динамическим нагрузкам конструкции. Технология работ следующая: поверхность должна быть сухой, выровненной, чистой и очищенной от масла, пыли и цементного молока. Укладывать прокладку следует так, чтобы при бетонировании она оказалась полностью прижатой. Для выполнения этого условия ее приклеивают или прикрепляют гвоздями к бетону через каждые 25 см.

- *Герметизирующий профиль Плуг*, набухающий при контакте с водой, используется для водонепроницаемых конструктивных швов. Плуг применяется в качестве набухающего эластичного компенсатора для предотвращения протечек в конструкции в конструктивных швах, вводах труб через стены и полы и других элементах. Лента сохраняет свои физико-механические характеристики после контакта с водой, выдерживает большое количество циклов набухания - высыхания, изготавливается любого профиля и формы, наносится на различные поверхности. Свойства этого профиля приведены ниже:

Увеличение в объеме (при нормальной температуре) – 24 часа, %	не менее 150
Увеличение в объеме (при нормальной температуре) – 48 часов, %	не менее 250
Коэффициент растяжения, %	не менее 100
Химстойкость в грунтовых водах.....	с pH 4 ÷ 11

Рассмотрим технологию нанесения профиля Плуг. Основание под профиль должно быть сухим, можно укладывать и на влажное основание, но только без стоячей воды. На основании не должно быть слабых мест и раковин, цементного молочка и торчащего щебня. Рекомендуется заглаживать свежее уложенный бетон в местах, где будет уложен профиль. Приклеивание профиля производится в зависимости от типа основания, типа профиля, температуры и влажности воздуха. Профиль может приклеиваться на гладкие и сухие основания, такие как ПВХ, металлы, бетонные изделия. Все профили Плуг могут крепиться клеем, который наносится кисточкой на профиль и на основание. После сушки в течение примерно 15 мин Плуг плотно прижимается к основанию, на нанесенный клей. При использовании Плуга для приклеивания на грубую сухую или матово-влажную поверхность его расход определяется конкретными условиями.

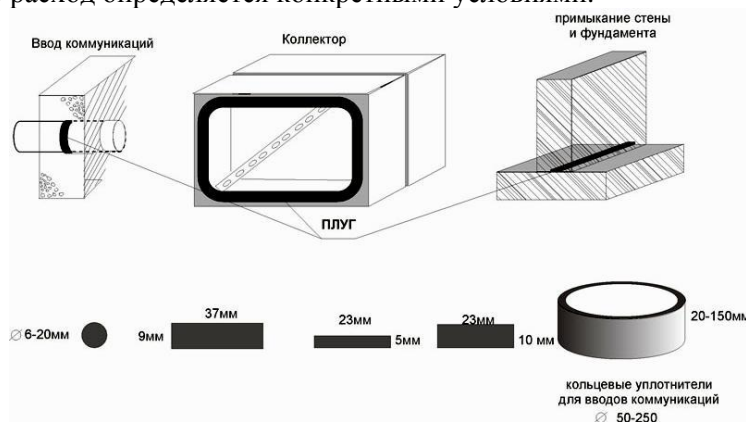


Рис. 3.29. Применение и основные типоразмеры Плуга

Профиль следует располагать в центре сечения бетонной плиты (рис. 3.29). Минимальное расстояние до края должно быть не менее 10 см для армированной плиты и 15 см - для неармированной. При сращивании профилей они должны быть надежно склеены. При заливке бетона профиль покрывается небольшим слоем бетона (работает как защитный слой), и только потом заливается остальной бетон. При заливке следят, чтобы у профиля не было пустот. Рекомендуемое максимальное давление воды должно быть не более 0,4 МПа. Обычно для набухания требуется

несколько часов. Но в любом случае недопустимо мочить профиль в воде. Попадание профиля под дождь не вызывает его набухания, так как капли воды с него скатываются. В случае быстро поднимающегося уровня грунтовых вод герметизирующий эффект наступает не сразу, так как профилю необходимо некоторое время для увеличения объема. Процесс набухания обратим. После высыхания профиль восстанавливает свои размеры, но в случае последующего намокания набухает вновь. Если нужно закрепить профиль вокруг труб небольшого диаметра, его необходимо зафиксировать механически, например стянуть проволокой.

3.6.2. Технология выполнения водонепроницаемых швов с помощью специальных набухающих герметиков

Набухающие герметики – это герметики, при контакте с водой увеличивающиеся в объеме, обеспечивая надежную герметизацию шва (рис. 3.30).



Рис. 3.30. Различные способы применения набухающих герметиков:
 а - увеличение в объеме разбухающего герметика; б - заполнение шва;
 в - установка гидрошпонки; г - проход коммуникаций

Отвержденная двухкомпонентная паста на основе вязкоэластичного полимер - акрилата Durasel Quellfugenpaste при контакте с водой набухает и гидроизолирует рабочий шов. Отверждение пасты происходит примерно за 20 мин, в связи с этим сопутствующие строительно-монтажные работы не приостанавливаются и не задерживаются.

Однокомпонентная полиуретановая композиция Quellnpaste в виде пасты при набухании увеличивается в объеме на 250% и гидроизолирует шов. Время отверждения до начала бетонирования составляет 24 часа. Материал обладает высокой клеящей способностью к сухим и влажным поверхностям, в том числе и к разнородным по химической природе бетону, металлу, пластику.

Клеевая система Tricoflex представляет собой комбинацию эластичной изолирующей ленты из вулканизированного каучука и специальной композиции с чрезвычайно высокой клеящей способностью как к бетону, так и к гладким поверхностям (сталь, пластмасса). Обладает особой надежностью вследствие эффекта комбинированной защиты и высокой ремонтопригодности.

Набухающие герметики выпускаются в виде готового профиля SikaSwell-P и в виде пластичного герметика SikaSwell-S. Они увеличиваются в объеме в 2-2,5 раза при контакте с водой и плотно закрывают полость, в которой находятся, перекрывая путь воде. Профиль SikaSwell-P покрыт специальным лаком, разрушающимся в щелочной среде бетона, что делает его нечувствительным к влажности до попадания в тело бетона. Также это увеличивает продолжительность задержки по времени для набора бетоном прочности.

Система Sika Injectoflex System представлена на рис. 3.31. Эта система состоит из профиля с набухающими вставками (красные), позволяющими при возникновении протечек закачать инъекционный раствор через систему каналов. Раствор, проникая в тело бетона, герметизирует все неперекрываемые полости набухающим герметиком.

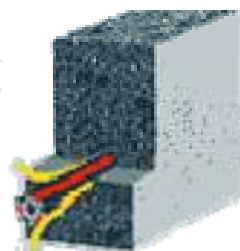


Рис. 3.31. Система Sika Injectoflex System

Однокомпонентный гидроизоляционный герметик Swellseal Mastic (Свеллсил Мастик) обладает двойным герметизирующим воздействием, используется для герметизации швов в монолитном бетоне, в сборных железобетонных элементах, для герметизации швов вокруг металлических широкополочных двутавров, между шероховатыми поверхностями (стены в грунте и бетонные плиты конструкций, стена и днище и пр.), вокруг болтов и сопряжений конструкций с трубами и т.д.

Swellseal Mastic укладывается на влажные или неровные поверхности в разнообразных температурных режимах и строительных условиях. При нанесении на гладкую или неровную поверхность его клейкость и способность к заполнению пустот обеспечивают начальную герметизацию; при наличии воды он расширяется в объеме с увеличением герметизирующего давле-

ния и предотвращает протечки воды; обладает устойчивостью к воздействию ряда химикатов. Перед началом работ участок очищается от пыли и мусора, но при этом допускается небольшая его влажность. Наносится Swellseal Mastic из картриджа, находящегося в пистолете так, чтобы в слое выдавливаемого материала не было разрывов. Кончик картриджа-насадки отрезается у отметки, соответствующей требуемому диаметру герметика. В случае укладки поверх материала Swellseal Mastic бетона герметику дается приблизительно 24 часа на вызревание.

3.6.3. Технология выполнения гидроизоляции швов путем инъектирования различными полимерными твердеющими составами

К полимерным твердеющим составам относятся акрилы, полиуретаны и другие материалы, характеризующиеся высокими гидроизоляционными свойствами. Эти составы могут быть использованы как при возведении нового здания, так и при выполнении капитального ремонта старого. Однако данный метод гидроизоляции швов не пригоден для деформационных швов в чистом виде.

Инъекционные системы включают следующие инъекционные шланги:

- Система *FUKO* - шланг для запрессовки в швы инъекционных жидкостей (рис. 3.32). Это долговечный инъекционный шланг для простой и надежной герметизации рабочих швов. В бетонном строительстве он отличается:

- возможностью применения различных инъекционных материалов;
- многократностью применения;
- возможностью оперативной очистки вакуумированием.

Шланг представляет собой оригинальное устройство, включающее стержень из высококачественного полимерного материала, снабженный отверстиями для инъекций; отжимаемые давлением материала неопреновые ленты в желобках с отверстиями и наружную фиксирующую сетку.

Принцип действия. Неопреновые полосы, закрывающие выходные отверстия, при бетонировании препятствуют проникновению в инъекционный канал цементного молока. Давление из-

нутри отжимает полосы и выдавливает инъекционный материал из всех отверстий. При этом идет непрерывная подача материала по всей длине шланга, обеспечивая надежность герметизации шва. Очистка шланга производится промыванием инъекционного канала вакуумированием.

Испытание на герметичность может быть осуществлено системой FUKO при определенном давлении воды.

Варианты. FUKO 1 и FUKO 2 отличаются внутренним и внешним диаметром инъекционного шланга. Увеличенные размеры FUKO 2 позволяют осуществлять запрессовку цементными клеевыми растворами.

- *Система Duroject* - экономичная система шлангов для запрессовки смол. Благодаря оригинальной конструкции шланга, при инъектировании в области шва заполняются все мельчайшие трещины, усадочные раковины и кремневые гнезда.

Полимерная спиралевидная сердцевина шланга, выдерживающая давление бетона, покрыта вспененной полимерной оболочкой, препятствующей проникновению в инъекционный канал цементного молока. Стержень и оболочка имеют специальные многорядные отверстия для равномерного выхода инъекционного материала.

Принцип действия. Создаваемое давление открывает перфорацию на оболочке, и инъекционный материал нагнетается через расположенные по спирали отверстия на стержне шланга, обеспечивая многостороннюю и тщательную герметизацию шва.

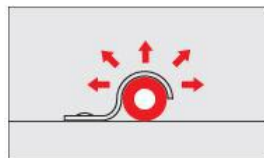
В качестве инъекционных материалов используются минеральные и органические композиции:

- *Tricodur SI* - однокомпонентное связующее средство на основе ультратонкого цемента для приготовления цементной суспензии, проникающей в микротрещины и пустоты.

- *Duroseal Injekt* - двухкомпонентные низковязкие инъекционные смолы на основе акрилата.

- *ИН 80. 81* - двухкомпонентные полиуретановые смолы с высокой клеящей способностью; могут применяться при контакте с питьевой водой.

Применяемые в настоящее время современные инъекционные системы оригинальных шлангов и водостойких композиций инъекционных материалов - надежная гидроизоляционная защита строительных швов.



а









б

Рис. 3.32. Система инъекционных шлангов:
а – инъекция смолы через шланг; б – общий вид

Система инъекционных шлангов 6/12 WP фирмы Besaplast® (рис. 3.32) применяется для герметизации рабочих швов или в комбинации с гидрошпонками, при высоком давлении воды, в качестве вторичной гидроизоляции.

Инъекционный шланг высокоэластичен, непластифицирован; возможно использование в емкостях с питьевой водой; совместим со всеми распространёнными растворами, используемыми для инъектирования, максимальное давление 13 бар; рекомендуемая длина инъекционного шланга зависит от инъекционного раствора, примерно 10 м, способ очистки зависит от используемого инъекционного раствора (например, сжатым воздухом или водой). Шланг обладает высокой химической стойкостью, внешний диаметр 12 мм, внутренний диаметр 6 мм. Комплектующее оборудование для системы фирмы Besaplast приведено ниже:

Назначение	Общий вид
Инъекционный пакер	
Инъекционный пакер	
Инъекционный ниппель; служит для соединения инъекционного винта с инъекционным насосом	
Прижимные скобы для крепления к бетону; при большой опорной поверхности возможно осуществление механизированного крепления	
Зажимы для гидроизоляционных шпонок; для крепления шланга к гидроизоляционным шпонкам со стальными пластинами	
Пластмассовые соединительные элементы тройники и прямые элементы; обеспечивают прямые или Т-образные соединения инъекционных шлангов	

Причины, определяющие деформируемость конструкции и, как следствие, деформации отдельного элемента, можно разделить на кратковременные и циклические. Основными причинами кратковременных деформаций являются деформации усадки и ползучести бетона, основными причинами циклических деформаций – тепловые изменения объема конструкции. Под воздействием этих причин в конструкциях могут возникать трещины, сколы, прогибы и т.д. Для восприятия возникающих в конструкциях усилий формируются деформационные швы. В деформационных швах реализуются деформации элементов. Их можно разделить на искусственно сформированные или образовавшиеся произвольно.

Искусственно сформированные швы являются соединениями (жесткими или податливыми), препятствующими возникновению повреждений в данной конструкции или структуре элементов.

3.6.4. Зачеканка безусадочными жесткими смесями, полимерными герметиками

Гидроизоляция жесткими смесями подходит исключительно для неподвижных швов, эффективна для резервуаров и заглубленных конструкций. Полимерные герметики отлично переносят любые перемещения, подходят для гидроизоляции швов с неправильной геометрией.

Применение комплекса материалов Sika для гидроизоляции подвала показано на рис. 3.33.

Восстановление водонепроницаемости бетонной поверхности или каменной кладки производится следующим способом: на изолируемую поверхность наносится слой штукатурной гидроизоляции (рис. 3.34), выполняемой с использованием готовой сухой смеси Sika-101 или цементно-песчаного раствора с добавлением гидрофобной добавки Sika-1.

Раствор наносится зубчатым шпателем с шагом зубьев вдвое большим, чем необходимая толщина слоя, и через 2-3 минуты заглаживается плоской стороной шпателя. Добавка Sika-1 при гидратации цемента блокирует капилляры.

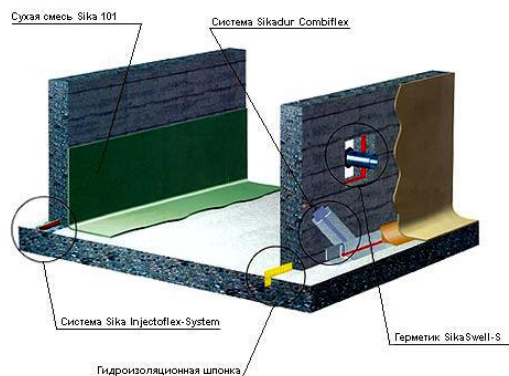


Рис. 3.33. Гидроизоляция подвала материалами Sika

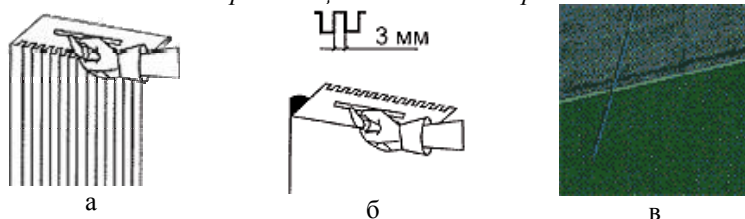


Рис. 3.34. Восстановление водонепроницаемости конструкции штукатурной гидроизоляцией Sika: а, б – нанесение гидроизоляции; в – нанесенный штукатурный слой



Рис. 3.35. Заполнение трещин в бетоне материалами фирмы Sika: а – заполнение трещин набухающим герметиком; б – установка инъекционных штуцеров

Ремонт и герметизацию трещин в бетонной конструкции можно производить несколькими способами:

- расширить трещину, заполнить ее набухающим герметиком SikaSwell-S, закрыть полость быстротвердеющим материалом Sikadur 31 (рис. 3.35,а);
- пробурить наклонные отверстия в шахматном порядке;
- вставить инъекционные штуцера (рис. 3.35,б) и закачать под давлением инъекционный материал.

Материалы для инъекций могут использоваться на различной основе и для различных целей по восстановлению гидроизоляции. Существуют два основных типа - для остановки течей составом Sikainjection 20 и для ремонта конструкций из бетона составом Sikainjection 52.

Для остановки течей перед выполнением штукатурной гидроизоляции поверхности можно также использовать добавку Sika-4a (рис. 3.36) и готовую сухую смесь Sika-4a mortar. Время схватывания раствора составляет от 15 с до 2 мин в зависимости от дозировки и температуры.

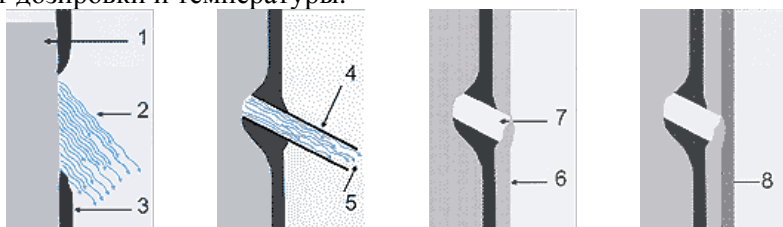


Рис. 3.36. Остановка течей с использованием Sika-4a
(цифрами указаны выполняемые работы)

Технология выполнения работ следующая:

1 - бетон или кирпич очищается и делается шероховатым, удаляются слабые места и непрочные держащиеся частицы;

2 - потоки воды локализуются в нескольких местах;

3 - проводится предварительная обработка цементным тестом с Sika-4a;

4 - дренажная пластиковая трубка вмуровывается в цементное тесто;

5 - поток воды, идущей по этой трубке;

6 - два слоя гидроизоляции на базе Sika-1, нанесенные на шероховатую поверхность первоначальной гидроизоляции;

7 - после удаления пластиковой трубки остановка течи с помощью Sika-2 или Sika-4a;

8 - финишное покрытие на базе Sika-1, выполнение которого необходимо, так как быстросхватывающийся раствор с течением времени снижает свою прочность, это снижение прочности характерно для всех подобных растворов.

Пример гидроизоляции подземных сооружений материалами фирмы Sika приведен на рис. 3.37.

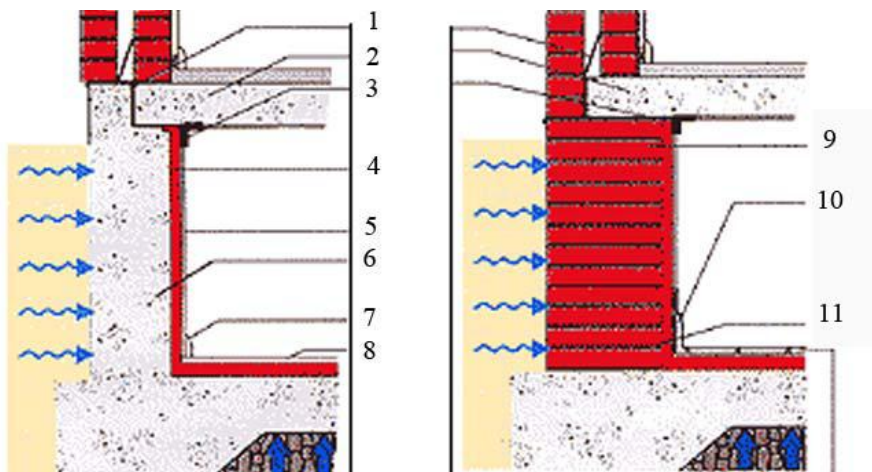


Рис. 3.37. Примеры гидроизоляции подвалов материалами фирмы Sika: 1 – горизонтальная гидроизоляция; 2 – бетонный пол; 3- Sikadur Combiflex; 4 – штукатурная гидроизоляция на основе Sika-1; 5 – отделочная штукатурка (при необходимости); 6 – стена фундамента; 7 – деревянный плинтус, приклеенный Sikaflex 11 FC; 8 - декоративное покрытие на цементно-песчаной стяжке толщиной 40 мм, изготовленной с использованием Sika-1; 9 – кирпичная стена; 10 – керамическая плитка, уложенная на Sikadur 31; 11 – шов кирпичной кладки, расширенный на глубину 12 мм и заполненный раствором на базе Sika-1

Гидроизоляционная шпонка из ПВХ легко сваривается, устанавливается в будущий шов и заливается бетоном. Шпонки выпускаются разных размеров для разных условий эксплуатации и различного давления воды.

Однако гидроизоляция швов и трещин не производится исключительно только одним из вышеперечисленных способов. Решение проблемы носит, скорее, комплексный характер, поэтому для того, чтобы достичь ожидаемого эффекта и обеспечить надежную гидроизоляцию швов фундамента, стен и пола, необходимо, прежде всего, правильно подобрать комбинацию используемых способов.

Гидроизоляционные шпонки компании Besaplast® выполняются из следующих материалов: ПВХ (Besapflex®, Nitriflex®), полиэтилена (Polyflex), термопластичного эластомера (TPE), все они соединяются сваркой, а также из эластомера (Elastoflex®), соединяемого вулканизацией. Характеристики этих материалов приведены в табл. 3.3, 3.4, 3.5 и на рис. 3.38 – 3.40.

Т а б л и ц а 3.3

Физико-механические свойства материалов компании Besaplast®

Характеристики	Термопласты (плавкие)				Эластомеры (неплавкие)
	Besapflex®	Nitriflex®	Polyflex	TPE	Elastoflex®
Эксплуатационные условия	Стандартные	Выше стандартных	Особые	Особые	Высокие
Отличительные особенности	Высокая экономическая эффективность	Высокая химическая стойкость	Соединение с гидроизоляционными мембранами	Высокая эластичность	Высокая эластичность для динамических деформаций
Твердость по Шору, А	75±5	67±5	≥90	62±5	62±5
Прочность при растяжении, МПа	≥8	≥10	≥17	≥10	≥10
Удлинение при разрыве, %	≥275	≥350	≥700	≥600	≥380
Остаточная деформация, %	-	-	-	≤35	≤20
Термостойкость	От 10 до +60°C	От 10 до +65°C	Подбирается индивидуально	Подбирается индивидуально	От 40 до +120°C
Свойства	Совместим с битумом	Совместим с битумом, несовместим с битумом	Совместим с битумом	Совместим с битумом	Несовместим с битумом

Т а б л и ц а 3.4

Таблица типоразмеров шпонок-трубок Besaplex® S

Характеристики	Тип		
	S1	S2	S3
Диаметр, мм	88	175	6
Диаметр с высотой ребра а*, мм	128	235	110
Высота ребра f*, мм	25	25	25

* См. рис. 3.40.

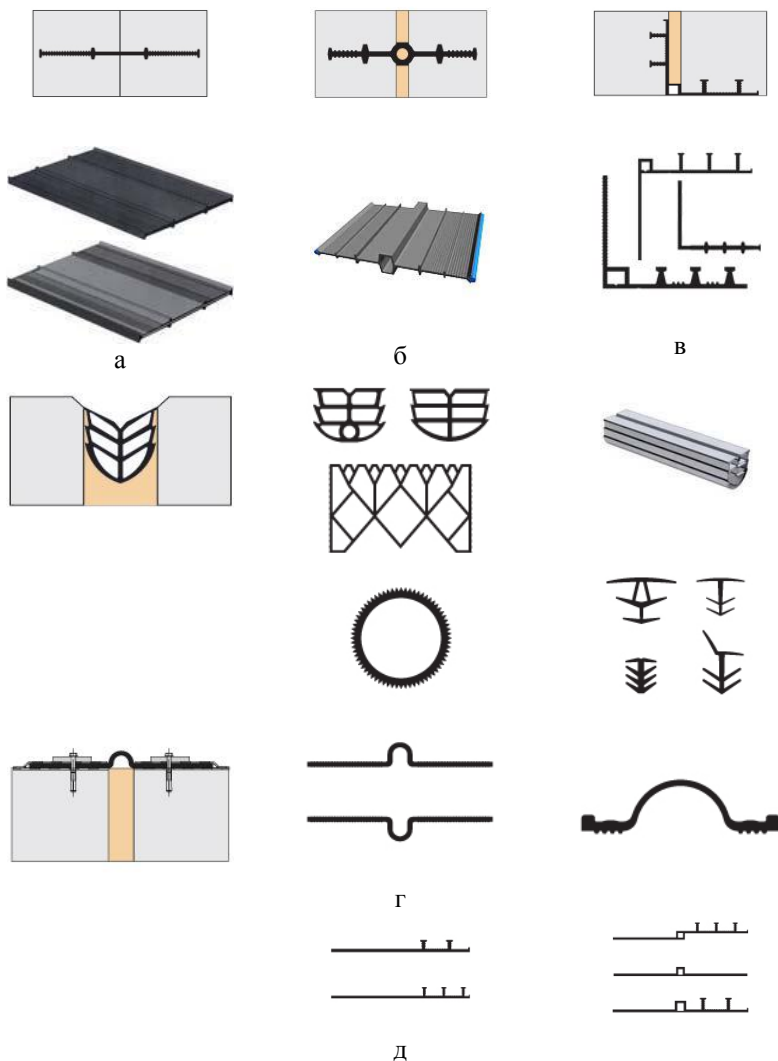
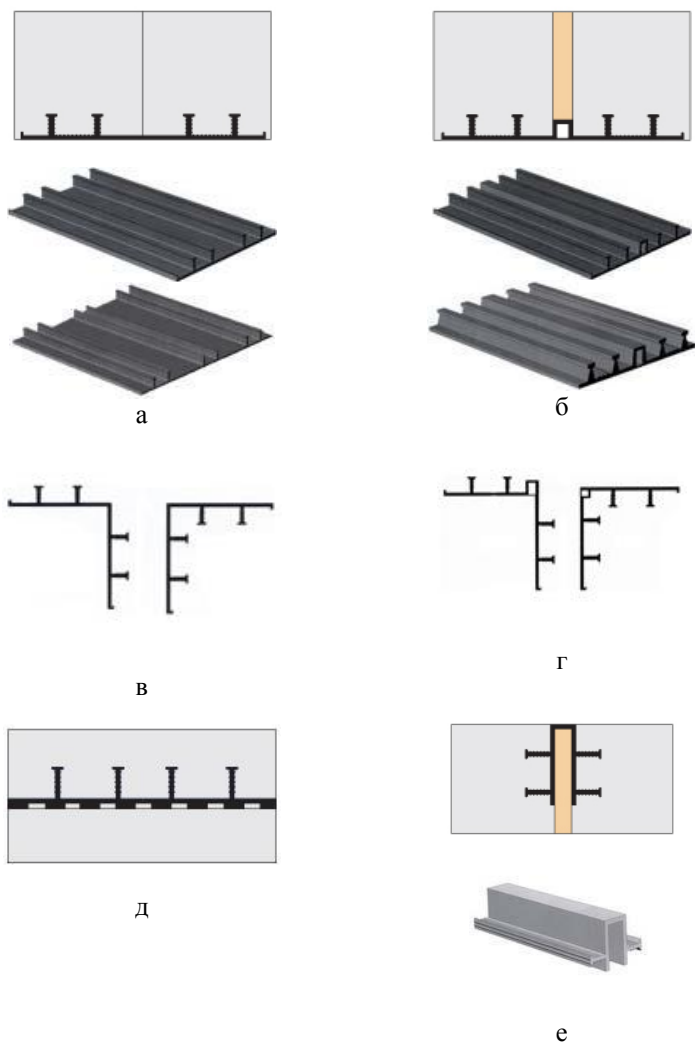


Рис. 3.38. Внутренние, уплотнительные, прижимные, угловые профили и гидрошпонки компании Besaplast®:

а – внутренние гидрошпонки для рабочих швов; б – внутренние гидрошпонки для деформационных швов; в – угловые прижимные гидрошпонки; г – уплотнительные профили; д – прижимные гидроизоляционные шпонки



*Рис. 3.39. Внешние гидрошпонки компании Besaplast®:
а – внешние шпонки для рабочих швов; б – внешние гидрошпонки для деформационных швов; в – угловые внешние гидрошпонки для рабочих швов; г – угловые внешние гидрошпонки для деформационных швов;
д – внешние (наружные) гидрошпонки для соединения с гидромебра-
нами; е – П-образные гидрошпонки*

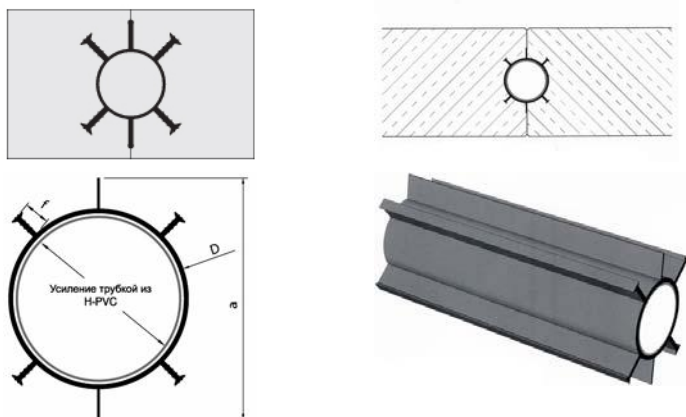


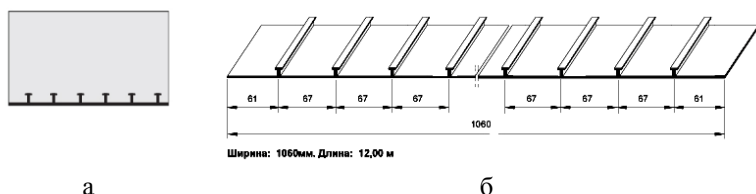
Рис. 3.40. Шпонки-трубки серии S

Таблица 3.5

Шпонки для широких швов Nitriflex®

Марка	Эскиз
Nitriflex®BOD200	
Nitriflex®BOD240	
Nitriflex® BOD500	
Nitriflex®AAON500	

Гидроизоляционные шпонки Besaflex® ST (тип Т, серия ST) представлены на рис. 3.41. Пример установки гидрошпонки ААОН 500 приведен на рис. 3.42.



а

б

Рис. 3.41. Гидроизоляционные шпонки Besaflex® ST (тип Т, серия ST):
а – разрез; б – общий вид

Для герметизации швов используются следующие вспомогательные материалы:

- *Праймеры (грунтовки)* - связующие составы, обеспечивающие необходимое сцепление герметика с материалом конструкции за счет физической и/или химической адсорбции. Использование праймеров диктуется необходимостью совмещения материалов с различными физико-химическими свойствами контактирующих поверхностей. Например, при использовании герметиков на битумной основе в деформационных швах бетонных конструкций обязательно применение праймеров. Это вызвано тем, что бетон обладает свойством гидрофильности, а герметик противоположным свойством - гидрофобностью. Необходимость применения праймеров указывается в технических описаниях герметиков и зависит от вида поверхностей, на которые они наносятся.

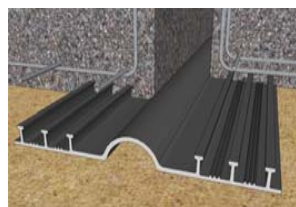


Рис. 3.42. Пример
установки гидрошпонки
ААОН 500

- *Подкладочные элементы (подложки)* - размещаются в зазоре деформационного шва, обеспечивая формирование уплотнителя заданных размеров и формы. Обычно применяют элементы, изготовленные из пористой резины, дорнита, пороизола, пенополиэтилена (вилатерм СМ), пенополистирола. Не обладая адгезией к герметикам, подкладочные элементы обеспечивают основное требование работы уплотнителя - сцепление только с боковыми

поверхностями сопрягаемых элементов конструкции. Металлические подкладки, используемые, например, в Т-образных деформационных швах, создают необходимую опору и препятствуют продавливанию герметика в зазор шва. Поверх металлической подкладки для предотвращения ее сцепления с герметиком укладывают лист скольжения (полиэтиленовая пленка, картон со специальной пропиткой и т.п.).

- *Материалы, предотвращающие сцепление.* Многие подкладочные материалы не обладают адгезией к герметикам. В подобных случаях нет необходимости использовать материалы, препятствующие сцеплению. В тех случаях, когда требуется отдельный материал, "лист скольжения", предотвращающий сцепление, часто используются полиэтиленовая лента, картон со специальным покрытием и металлическая фольга.

Конструктивное решение по уплотнению деформационных швов, воспринимающих значительные ($>25\%$ от ширины шва) перемещения, должно представлять собой как минимум двухуровневую систему защиты, один из уровней которой может быть выполнен из гидроизоляционной ленты.

В такой системе уплотнения лента может быть смонтирована как по внешнему контуру зазора шва, так и с его внутренней стороны. В процессе установки лента может стыковаться с наружной гидроизоляционной мембраной, образуя вместе с ней неразрывный замкнутый контур, либо располагаться под контуром наружной гидроизоляционной мембраны конструкции. В зазоре шва находится только тонкая полоса ленты, обеспечивающая наименьший коэффициент формы (рис. 3.43). Кроме того, ленту можно смонтировать в зазоре шва с формированием петли-компенсатора, что существенно повышает надежность системы уплотнения шва, так как вначале при деформациях конструкции выбирается "слабина" ленты, и только после натяжения ленты, при значительных перемещениях, начинают реализовываться деформативные (упругоэластичные) характеристики материала ленты.

Возможные варианты монтажа ленты при обустройстве уплотнения зазора деформационных швов представлены на рис. 3.43. Как видно из рисунка, одним из преимуществ гидроизоляционной ленты следует считать возможность ее монтажа в сопрягаемых элементах с разной конфигурацией.

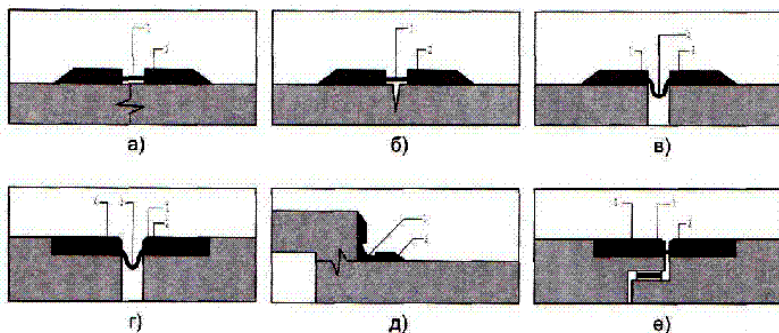


Рис. 3.43. Варианты применения гидроизоляционной ленты при уплотнении зазоров швов (трещин): а - в рабочих швах бетонирования; б - при узких швах и трещинах; в - в деформационных швах и по сквозным трещинам; г - с заглублением в штрабу; д - по примыканию «стена – пол»; е - при «замковом» соединении элементов конструкции; 1 - гидроизоляционная лента; 2 - клеевой состав; 3 - петля-компенсатор, защитный состав

Номенклатура выпускаемых в настоящее время гидроизоляционных лент достаточно широка. Следует только отметить, что обычно гидроизоляционные ленты изготавливаются из неопренового каучука, материалов на основе ЭПДМ, пластифицированного ПВХ, хлорсульфированного полиэтилена и других подобных материалов. Они производятся и поставляются самой различной ширины - от 50 до 500 мм и более, толщиной от долей до нескольких миллиметров. Отдельные типы лент обладают относительным удлинением на разрыв до 400%, а также повышенной морозостойкостью, с температурой хрупкости -50°C .

Гидроизоляционные ленты поставляются в рулонах длиной от 3 до 50 м. При необходимости стыковки отдельных отрезков ленты они свариваются или склеиваются. Способ стыковки отдельных отрезков устанавливается в зависимости от условий выполнения работ и типа материала применяемой гидроизоляционной ленты.

Монтаж гидроизоляционных лент на поверхности конструкции вдоль зазора шва выполняется с помощью клеевых составов на эпоксидной основе или на основе полиуретанов. Единственным ограничением при таких условиях монтажа является требование к влажности поверхности основания - оно должно быть сухим (относительная влажность $< 4\%$).

Вместе с тем, при позитивном давлении воды специальные виды гидроизоляционных лент, имеющих вдоль полотна анкерные полосы, можно монтировать и на влажное основание, используя при установке составы на полимерцементной основе (рис. 3.44).

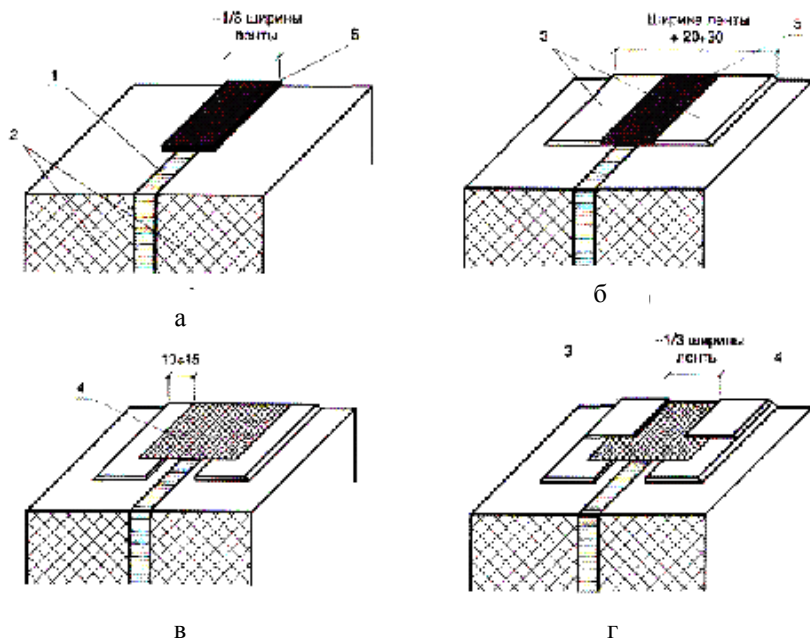


Рис. 3.44. Монтаж эластичной гидроизоляционной ленты на бетон при ее креплении цементно-полимерным составом:
 а - наложение на деформационный шов клейкой ленты требуемой ширины; б - нанесение первого слоя клеевого состава толщиной 1-1,5 мм с выступом его за края ленты не менее, чем на 2 см; в - удаление клейкой ленты или ленты на клеевой основе; г - нанесение второго слоя клеевого состава толщиной 1-1,5 мм поверх ленты (центральная часть остается свободной); 1 - деформационный шов; 2 - сопрягаемые элементы конструкции; 3 - клеевой состав; 4 - гидроизоляционная лента; 5 - клейкая лента

Большое внимание при установке гидроизоляционных лент следует обращать на места сопряжения вертикальных и горизонтальных швов при изменении направления оси шва и при уплотнении сопряжений конструкций, особенно когда лента монтируется с петлей-компенсатором. В этих местах возможно образование складок при изгибе ленты и, как следствие, возникают неплотности и дефекты установки. Чтобы исключить подобное явление, требуется специальный раскрой и монтаж ленты, которые несколько усложняют технологию ведения работ.

Гидроизоляционные ленты применяются, как правило, при положительном воздействии воды на элементы шва, однако они могут применяться и при негативном воздействии. В этом случае помимо уплотнения зазора шва они выполняют еще функцию водоулавливающих и водоотводящих лотков, поэтому в таких местах их установки должна быть обустроена система водоудаления, дренажа (см. рис. 3.44), а также система подогрева лотков, в противном случае лотки могут замерзнуть и не обеспечить свою функцию.

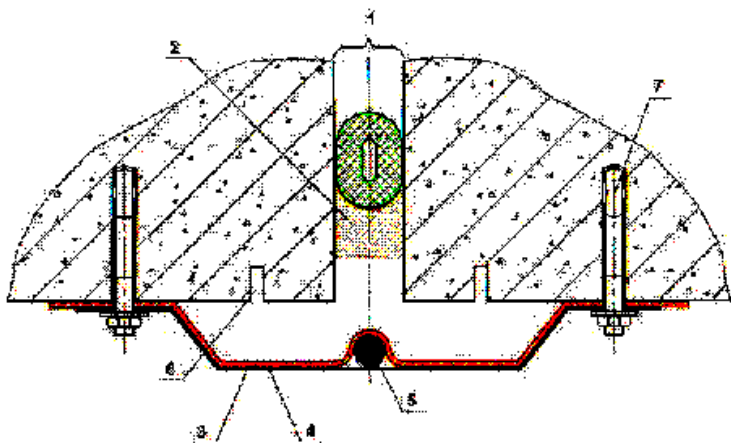


Рис. 3.45. Применение гидроизоляционных лент в резервных водоотводящих системах деформационных швов:
 1 - деформационный шов; 2 - эластичный наполнитель шва;
 3 - гидроизоляционная лента; 4 - нащельник (лист нержавеющей стали);
 5 - элемент системы подогрева; 6 - капельник; 7 - анкерный болт

Гидроизоляционные ленты имеют постоянные физико-механические характеристики, удобны в производстве работ. Сравнительно небольшая стоимость лент позволяет их использовать в самых различных конструкциях и в достаточно большом объеме. Применение гидроизоляционных лент в резервных водотоках показано на рис. 3.45.

Швы, уплотненные с помощью гидроизоляционных лент, особенно с помощью петли-компенсатора, могут воспринимать деформации в различных плоскостях и очень часто используются как дополнительный уровень защиты, а также при проведении ремонтных работ. В последнем случае для их надежного монтажа необходимо учитывать фактические характеристики конструкции: чистоту устраиваемой поверхности, ее прочность, влажность, а также условия выполнения работ.

Единственным ограничением по использованию гидроизоляционных лент является то, что их не рекомендуется устанавливать в швах без устройства дополнительной защиты от различных механических воздействий и попадания грязи.

Одним из наиболее качественных изделий, относящихся к этой группе уплотнительных материалов, является гидроизоляционная лента MEYCOFLEX фирмы MBT, Швейцария. Лента изготавливается из эластифицированного PVC (ПВХ), обладает относительным удлинением на разрыв - 400% и повышенной морозостойкостью - температура хрупкости - минус 50°C. Лента выпускается шириной от 100 до 500 мм и толщиной 1 и 2 мм. При установке лента приклеивается к основанию составами на основе эпоксидных смол или акрилатов. Причем при использовании акрилатных клеевых составов работы по монтажу ленты можно проводить при температуре окружающего воздуха до минус 10°C.

4. ИНЪЕКЦИОННАЯ СИСТЕМА ИНЖПАЙП

4.1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

Современная система гидроизоляции Инжпайп предназначена для герметизации рабочих швов бетонных конструкций и трещин в конструкциях полимерными гидроактивными материалами: полимерцементными и эпоксидными составами, гидроактивными полиуретановыми и полиакриловыми пенами.

Основой системы является мембрана. Мембрана Logicroof T используется для гидроизоляции фундаментов. В ее состав входят добавки, которые придают ей химическую стойкость, стойкость к прорастанию корней и воздействию микроорганизмов. Мембрана имеет два слоя: нижний слой - черный; верхний, тонкий, слой - желтый. Верхний слой сигнальный, с его помощью можно легко отыскать место повреждения, нанесенного во время монтажа, и устранить разрыв. Корпорация «ТехноНиколь» предлагает метод гидроизоляции, в основе которого лежит применение рулонного гидроизоляционного материала (мембраны), гидроизоляционной шпонки и контрольно-инъекционного штуцера. Тем самым, во время нарушения целостности мембраны инъектированием частично создается вторичная гидроизоляция, как бы соединяя мембранную гидроизоляцию и систему Инжпайп.

Гидроизоляционная шпонка одной стороной приваривается к мембране, а другой стороной замоноличивается в бетон, таким образом надежно разделяя всю изолируемую поверхность на отдельные участки площадью до 150 м². Это позволяет точно определить место протечки и вторично изолировать отдельный участок с помощью инъекционного раствора даже во время эксплуатации сооружения. Инъекционный раствор низкой вязкости поступает в пространство между мембраной и монолитной стеной через контрольно-инъекционные штуцеры, которые выводятся внутрь сооружения. Контрольно-инъекционные штуцеры точно (не по всей поверхности) привариваются к мембране на каждом участке и служат индикаторами протечек. Также через штуцер нагнетается инъекционный раствор для вторичной гидроизоляции зоны, ограниченной шпонкой. Раствор попадает в полость между мембраной и монолитной стеной. Таким образом, получа-

ется система, которую можно отремонтировать во время эксплуатации без вскрытия гидроизоляционного слоя (рис. 4.1). Данная система является единственной ремонтнопригодной системой на объектах любой сложности.

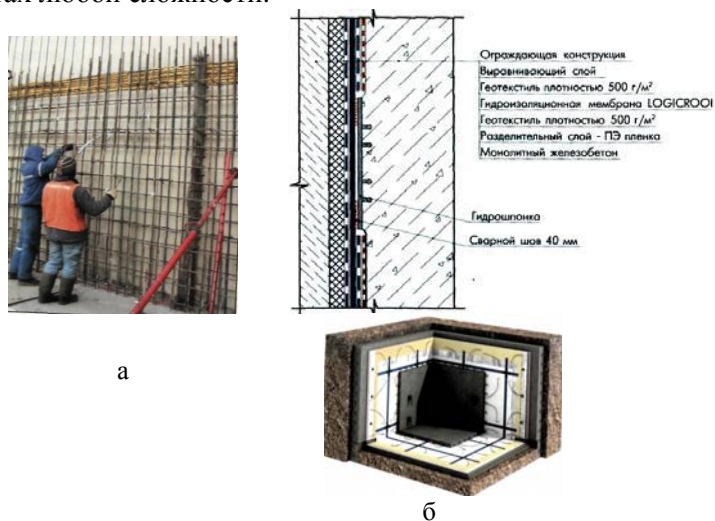


Рис. 4.1. Создание карт для вторичной гидроизоляции во время эксплуатации: а - установка контрольно-инъекционных штуцеров; б - деление поверхности на карты с помощью гидрошпонок

Система Injecto - система гидроизоляции для холодных швов бетонирования, а также швов и трещин строительных конструкций с раскрытием более 6 мм (12 мм). Линейный инъектор Injecto представляет собой трубку для инъектирования, состоящую из стальной спирали для предотвращения сплющивания трубки во время бетонирования со специальными покрытиями. Покрытие состоит из первичного, обеспечивающего беспрепятственный выход инъекционного состава и предотвращающего попадание частиц цемента внутрь трубки, и вторичного, предохраняющего первичное покрытие и также обеспечивающего свободный и равномерный выход состава. Линейный инъектор устанавливается в шов или трещину для инъектирования расширяющихся пенополиуретановых составов с целью образования гибких или жестких водонепроницаемых прокладок для гарантированной гидроизоляции швов бетонирования, а также для гидроизоляции швов и сты-

ков строительных конструкций с раскрытием более 6 мм (12 мм), в местах сопряжений "труба - стена" и т.д. Легко устанавливается без специальных инструментов; инъектирование в любое удобное для работ время; строительные работы ведутся без задержек; не нужно резки и очистки бетона; бетон не повреждается. Поставляется в разобранном виде, что позволяет получать нужную длину в соответствии с длиной швов бетонирования либо стыков конструкций. При гидроизоляции трещин нет необходимости в бурении инъекционных отверстий.

Для гидроизоляции холодных швов бетонирования система устанавливается поверх бетона до или во время ведения опалубочных работ; для гидроизоляции швов и стыков строительных конструкций - в их полости. Предпочтительнее трубку Injecto устанавливать посредине полости шва либо на глубину не менее 7 см. Расстояние между устанавливаемыми ПВХ трубками, обеспечивающими подход к шнуру Injecto, должно составлять 2-7 м. Инъектирование проводится с помощью ручных, электрических или пневматических насосов.

Разработаны две модификации системы Injecto для различной толщины шва, отличающиеся диаметром линейного инъектора (трубки Injecto): Injecto KIT SIS (Д6 мм) и Injecto KIT S95 (Д12 мм). Независимо от типоразмера система Injecto поставляется комплектами в пластиковых мешках в составе: 30 м линейного инъектора Injecto - для установки в шов; 3 м трубки ПВХ - для подачи инъектируемой жидкости в инъектор; девять Т-образных тройников - для соединения трубок; шесть концевых колпачков - для заглушки тройников; 100 пластиковых или металлических анкерных серег - для крепления системы к свежеложенному или старому бетону.

4.2. ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ

На сегодняшний день вопрос выбора правильного решения гидроизоляции швов и трещин зависит от многих факторов, таких как: вид шва с учетом степени подвижности; определение характера нагрузки с учетом величины напора, температурного режима, химической агрессивности и других факторов; оптимальной степени водонепроницаемости конструкции; особенно-

стей используемого строительного материала, его технических и эксплуатационных характеристик; доступность шва (изнутри и снаружи); особенности устройства гидроизоляции швов при новом строительстве или при капитальном ремонте старого здания; экономические и прочие внешние факторы выполнения гидроизоляционных работ (например, сроки).

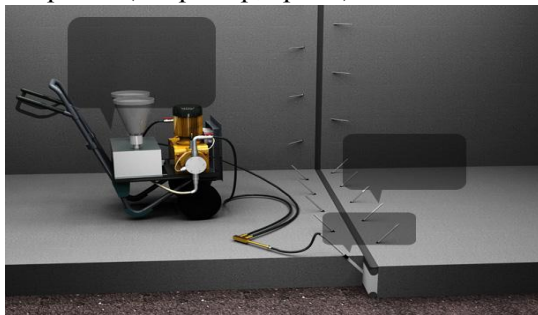


Рис. 4.2. Герметизация деформационных швов

При гидроизоляции деформационных швов (рис. 4.2) применяются эластичные материалы с отличной адгезией к бетону, которые бы позволили конструкции двигаться, не повреждаясь при этом. В основном используются материалы: Витрапур гель и дополнительные материалы Максрест, Максрайт 500, Максплаг, Максфлекс 900, Максцел. Для заправки материалов применяют следующее оборудование: электрический двухкомпонентный насос БМ 1500; пакер 17/110 с плоской головкой БМ 0171 или с цанговой головкой БМ 1171.

Технология производства работ состоит в следующем:

- В основание шва по всей длине помещают подходящего диаметра профиль Максцел из вспененного полиэтилена.
- Второй профиль Максцел помещают в шов на расстоянии 3-4 см от верхнего края плиты основания или внутреннего края стены.
- Заполняют шов выше профиля Максцел ремонтным материалом (Максрест, Максрайт 500, в случае активной протечки - Максплаг).
- После схватывания герметика, бурят шпуров под инъекторы под углом 45° к поверхности основания, в шахматном порядке по обе стороны деформационного шва. Расстояние от краев шва - 5 см,

между соседними пакерами – 15-50 см. Шпурь должна проходить сквозь бетон, пересекая шов в области между двумя профилями Максцел. Шпурь очищают от цементной пыли, грязи и посторонних элементов.

- В шпурь помещают инъекционные пакеры и затягивают на каждом пакере уплотнительное кольцо.

- Откручивают на втором пакере обратный клапан, подсоединяют шланг насоса к первому пакеру (инъектирование ведется слева направо) и начинают инъектирование.

- Когда избыток состава начнет вытекать из второго пакера, переходят к нему, возвращают на него обратный клапан и продолжают инъектирование. Так проделывают с каждым последующим пакером.

- Удаляют ремонтный раствор и с помощью эластичного герметика Максфлекс 900 заделывают шов поверху, далее удаляют пакеры и заделывают шпурь ремонтным материалом (Максрест, Максрайт).

Для производства работ по гидроизоляции швов, стыков и трещин строительных конструкций применяют однокомпонентные насосы ЕК100, снабженные накладной головкой, совместимой с конструкциями инъекционных пакеров и инжектопакеров (см. рис. 4.2).

В принципиальном плане насосы могут быть любыми, если они соответствуют ряду параметров:

- Насосное оборудование должно быть изготовлено из материалов, устойчивых к воздействию полиуретановых составов.

- Инъекционные насосы должны быть способны осуществлять непрерывное нагнетание гидроактивного состава при различных величинах давлений, зависящих от раскрытия трещины и состояния строительной конструкции, колеблющихся в пределах от 2 до 140 бар.

- Производительность насоса должна быть более 0,4 л/мин при давлении 140 бар и не менее 1 л/мин при давлении 35 бар.

- Насосы, применяемые для инъектирования полиуретанового раствора, могут быть либо одно-, либо для двухкомпонентными, электрическими, пневматическими или ручными, при условии их соответствия указанным выше характеристикам.

- Работа с насосами должна быть организована так, чтобы оператор мог обеспечить быстрое изменение скорости нагнетания

и давления, не оказав при этом существенного воздействия на технологию выполнения работ.

4.3. ГЕРМЕТИЗАЦИЯ РАБОЧИХ ШВОВ БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рабочий шов соединения плиты основания со стеной - самое проблемное место любой конструкции. Гидроизоляция рабочих швов (рис. 4.3 и 4.4) осуществляется инъекционными методами с использованием полиуретановых смол Витрапур Резин или Витрапур Резин Пайп и дополнительными материалами Максрест, Максрайт 500, Максплаг. При герметизации рабочих швов применяется следующее оборудование: электрический однокомпонентный мембранный насос БМ 1200, пакер 17/110 с плоской головкой БМ 0171 или с цанговой головкой БМ 1171.

Система включают в себя перфорированные шланги герметизации рабочих швов, которые закладываются в шов при бетонировании. Шланги крепятся к арматуре с помощью специальных крепежей. На концах шлангов находятся пакеры, которые крепятся также к арматуре на высоте 10-15 см от уровня плиты (см. рис. 4.4) основания таким образом, чтобы после заливки бетона защитная заглушка пакера находилась снаружи. При подмокании по рабочему шву бетонирования заглушку удаляют, в пакер ввинчивают цанговую головку М8 и начинают инъектирование полиуретановых смол Витрапур Резин или Витрапур Резин Пайп. При выполнении работ применяют следующее оборудования: электрический однокомпонентный мембранный насос БМ 1200; пакер 17/110 с плоской головкой БМ 0171 / с цанговой головкой БМ 1171.

Эластичные полиуретановые инъекционные смолы с низкой вязкостью Витрапур Резин Пайп и Витрапур Резин - продукты на основе полиуретановой смолы с низкой вязкостью, без содержания растворителей для инъекций в сухие и влажные трещины. Продукт после полимеризации имеет постоянную эластичность и герметизирует подвижные трещины. При инъекции через шланг или в трещинах при контакте с металлическими элементами или арматурой работает как пассиватор коррозии. Материал имеет большое время жизни, и можно провести повторное инъектирование через те же пакеры в течение 4 часов. Витрапур Резин Пайп применяется

100

для инъектирования в инъекционные шланги типа Инжпайп для герметизации рабочих швов в железобетонных конструкциях; для эластичной герметизации и заполнения сухих, влажных и водонасыщенных трещин, швов и стыков; для создания отсечной гидроизоляции от поднятия капиллярной влаги по кирпичным и каменным стенам. При большом поступлении воды внутрь конструкции материал используется в комбинации с Витрапур Фоам.



Рис. 4.3. Герметизация рабочих швов бетонирования



Рис. 4.4. Установка герметика при герметизации рабочих швов бетонирования

Преимущества этого материала: обладает очень низкой вязкостью, что обеспечивает глубокое проникновение в микротрещины; подходит для применения в системах питьевого водоснабжения; смола обеспечивает на 100% эластичную гидроизоляцию; стабильность химического состава смолы придает высокую долговечность и механическую прочность, а также способность

противостоять высокому давлению воды; безопасен для окружающей среды. Свойства Витрапур Резин Пайп приведены ниже:

Вязкость смеси при 25°C, МПа·с	65
Плотность смеси при 20°C, кг/л	1,1
Время жизни, ч	4
Температура применения, °C	≥5
Соотношение компонентов:	
по весу.....	1:1,1 (A:B)
по объему.....	1:1 (A:B)

Свойства Витрапур Резин приведены ниже:

Вязкость смеси при 25°C, кПа·с	200
Плотность смеси при 20°C, кг/л	1,1
Время жизни, мин	30
Твердость по Шору Д.....	25-35
Температура применения, °C	≥5
Соотношение компонентов:	
по весу.....	5:3 (A:B)
по объему.....	2:1 (A:B)

Технология работ по герметизации рабочих швов заключается в следующем:

- Удаляют защитную заглушку с пакера и ввинчивают в него цанговую головку М8.
- Присоединяют насос к первому пакеру и начинают инъектирование при невысоком давлении (около 5-10 атм.).
- Когда давление начинает сильно повышаться, отсоединяют шланг от пакера, вывинчивают цанговую головку М8, закрывают пакер заглушкой и переходят к соседнему пакеру. Так повторяют с каждым последующим пакером.

Эластичная уплотнительная система для температурных швов Maxflex XJS – это система, состоящая из этиленпропилен-диеновых мономеров - резиновых прокладок с текстильным материалом по бокам, которые фиксируются при помощи эпоксидного клея или основанного на цементе строительного раствора над температурным швом или трещиной, которые подвержены движению. Технические свойства Maxflex XJS приведены ниже:

Толщина, мм.....	1,00
Предел прочности на разрыв, Н/мм ² :	
продольно.....	11,0
крестообразно.....	10,0
Удлинение при разрыве, %:	
продольно.....	350
крестообразно.....	325
Сжимаемость при низкой температуре, °С.....	< -20
Изменения формы при высокой температуре, %:	
продольно.....	-0,35
крестообразно.....	-0,60
Коэффициент проникновения пара, мг/(м ² ·г·Па)....	0,038
Диффузионное торможение пара.....	10,420
Сопротивление озона.....	Уровень 0
Ускоренное термическое старение, %:	
изменения в прочности на разрыв.....	< 4
изменения в массе.....	-1,24
Искусственное разрушение под влиянием атмосферных воздействий, ч.....	> 5000
Устойчивость к проплавлению корня шва.....	Нет проплавления
Степень пожарной опасности.....	5,2
Характеристики при нахождении под водой:	
отгибание при низкой температуре, °С.....	-20
изменения в массе в течение 8 месяцев, %.....	< 3,5
Устойчивость к механической перфорации массы 500 г, с высоты, мм.....	400
Расположение разрыва сваренных швов.....	Рядом со швом
Устойчивость сдвига, Н/5 см.....	610
Устойчивость отслаивания (эпоксидное связующее вещество), Н/5 см.....	305
Изменение модуля упругости при контакте с битумом, %.....	+ 11
Химическая устойчивость:	
растворы соли, битум, разведенная кислота.....	Хорошая
нефть, бензин, сильные растворители.....	Слабая
Максимальное рекомендуемое растяжение для эластичной зоны с 15%-ной деформацией:	
Maxflex XJS 180.....	(60 мм)+9 мм
Maxfles XJS 220.....	(120 мм)+ 18 мм

Это обеспечивает водонепроницаемое соединение и в то же время позволяет склеенному элементу движение и может применяться как в помещениях, так и на открытом воздухе. Применяется для обеспечения водонепроницаемости температурных швов в стенах, каналах, крышах, водных резервуарах, подвальных помещениях и фундаментах, а также для обеспечения водонепроницаемости трещин, угловых сварных соединений и т.п. Отличается очень высокой эластичностью, более 350 %; хорошей химической устойчивостью; отличным склеиванием обычных субстратов, применяемых в строительстве; полной водонепроницаемостью; не требует сухого субстрата при закреплении; легко наносится.

Эластичный инъекционный состав Максуретан Инжекшн Флекс – это продукт, основанный на вступающих в реакцию с водой гидрофобных полиуретановых смолах. Получающаяся пена не поглощает воду, на нее не оказывает влияния сухость. Она не сморщивается и не разбухает. Время, когда продукт находится в гелеобразном состоянии, регулируется добавлением определенного количества катализатора Максуретан Инжекшн Флекс Кат. Применяется при отсечке воды в поврежденном, потрескавшемся или ячеистом бетоне, герметичных конструкциях и температурных швах бетона, кирпичных конструкциях, баках для сточных вод и резервуарах питьевой воды, сточных трубах, канализационных люках, коммунальных сооружениях, туннелях, дамбах, трубопроводах, а также при заполнении больших пор и трещин в каменных сооружениях или бетонных конструкциях. Достоинствами состава являются: требуется только оборудование для однокомпонентного впрыскивания; вступает в реакцию с проточной водой или влагой, содержащейся в почве; обладает пониженной вязкостью, даже во время процедуры впрыскивания, что гарантирует качественное и глубокое проникновение; обладает высоким качеством; не разбавляется водой; имеет высокую степень расширения – до 15 раз. Стабильность химической структуры пены обеспечивает большой срок службы, высокую механическую сопротивляемость и способность выдерживать большое давление воды; продукт безопасен для окружающей среды.

Физические характеристики смолы Максуретан Инжекшн
Флекс следующие:

Вид	Желтоватая жидкость
Содержание сухих веществ (%) (DIN 53189)....	99,7±0,5
Плотность при 20°C (г/см ³) (DIN 53217).....	1,05±0,03
Вязкость при 20°C (МПа/с) (вязкость по Брук-фильду - RVT 2V20 об./мин) (DIN 53 019/1).....	1000±300
Температура воспламенения, °C (DIN 52785)...	> 200

Ниже приведены физические характеристики пены (реакция при 20°C и 50% относительной влажности):

Время индукции КАТ 2%	
/ 5% / 10%, с	80-115 / 60-65 / 30-35
Конец реакции КАТ 2%	
/ 5% / 10%, с	7-15 мин / 3-4 мин / 80-90
Степень расширения.....	10-20
Токсичность (затвердевшая пена).....	Нет
Растворимость в воде.....	Нет
Химическая стойкость.....	Большинство органических растворителей, слабых кислот, щелочей и микроорганизмов
Сжимание.....	Нет

Быстросхватывающийся гидравлический цемент, мгновенно устраняющий активные протечки под давлением, Максплаг – это быстросхватывающийся гидравлический цемент, который мгновенно останавливает воду, текущую из отверстий в бетоне и каменной кладке. Он не имеет усадки и в зависимости от температуры воды схватывается в течение от 1 до 3 мин. Материал поставляют в порошкообразной форме, для получения смеси необходимо только добавить воду. Применяется в подвальных помещениях, туннелях, канализационных трубах с целью перекрытия воды, находящейся под давлением. Достоинством является: останавливает течи и гидроизолирует поверхности; не имеет усадки, не растрескивается и не теряет прочностных характеристик в результате протекания экзотермической реакции; обладает быстрым (в течение 1-3 мин) схватыванием, можно контролировать

(ускорять или замедлять) скорость схватывания, добавляя теплую или холодную воду; нетоксичен, используется при контакте с питьевой водой; схватывается под водой. Схватывание может произойти даже мгновенно. Применяется при ремонтных работах в жилых и в промышленных конструкциях. Его механические характеристики (табл. 4.1) сравнимы с характеристиками бетона, а в некоторых случаях даже превосходят их.

Т а б л и ц а 4.1

Механическая прочность Максплага

Возраст герметика	Предел прочности, МПа	
	на изгиб	на сжатие
30 мин	1,2	3,8
3 дня	3,7	22,5
7 дней	5,7	36,2
28 дней	5,2	40,7

4.4. ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ВВОДА КОММУНИКАЦИЙ

Область между гильзой и бетонной стеной, как и любая область соединения разнородных материалов, нуждается в тщательной обработке.

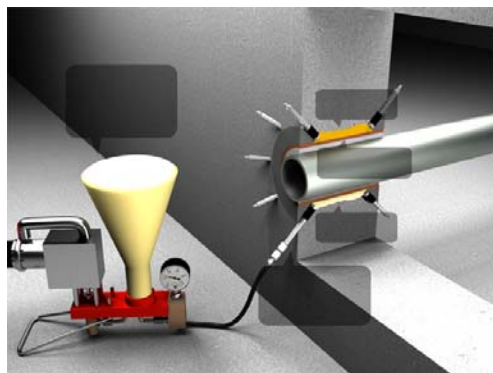


Рис. 4.5. Герметизация ввода коммуникаций

На первом этапе осуществляется герметизация между гильзой и бетоном: расширяют область бетона вокруг гильзы (штраба 3х3 см) и зачеканивают с использованием ремонтных материалов (Макрест, Максрайт 500, в случае активных протечек - Максплаг) с образованием галтели. Если представляется возможным, в область между гильзой и бетонной стеной помещается профиль из гидрофильной резины Максджоинт В (рис. 4.5).

Далее проводится следующее:

- На расстоянии 5-7 см от гильзы выше шва бурят шпуры под инъекционные пакеры в один ряд параллельно шву под углом 45° так, чтобы шпур проходил сквозь бетон до самой гильзы. Расстояние между соседними шпурами (соседними пакерами) должно составлять 15-30 см в зависимости от пористости основания. Глубина бурения шпуров 2/3 толщины стены.

- Шпуры очищают от цементной пыли, грязи и посторонних элементов.

- В шпуры помещают инъекционные пакеры и затягивают на каждом пакере уплотнительное кольцо.

- Откручивают на втором пакере обратный клапан, подсоединяют шланг насоса к первому пакеру (инъектирование ведется слева направо) и начинают инъектирование.

- Когда избыток состава начнет вытекать из второго пакера, переходят к нему, возвращают на него обратный клапан и продолжают инъектирование. Так продельвают с каждым последующим пакером.

- Удаляют инъекционные пакеры и заделывают шпуры ремонтным материалом (Макрест, Максрайт 500).

На втором этапе производят герметизацию трубы внутри гильзы: используют эластичный герметик Витрафин Флекс.

Для герметизации области между гильзой и стеной используется материал Витрапур ФР, который при контакте с водой увеличивается в объеме, образуя плотную эластичную вспененную структуру, а без контакта с водой - эластичную герметизирующую прокладку, и дополнительные материалы Макрест, Максрайт 500, Максплаг, Витрафин Флекс, Максджоинт В. При этом используется оборудование: электрический однокомпонентный поршневой насос БМ 0400 и пакер 17/110 с цанговой головкой БМ 1171.

4.5. ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ МЕМБРАН

Для гидроизоляции подвалов и заглубленных частей зданий используют технологию Инжпайп, так как подвальные части зданий требуют особо качественной гидроизоляции из-за подверженности дополнительному давлению грунтовых вод. Для этого на внешнюю сторону стен подвала крепится гидроизоляционная мембрана с помощью шпонок. Шпонки разделяют стену на сектора, в каждом секторе насквозь расположены инъекторы (рис. 4.6). При повреждении мембраны нет необходимости инъектировать



Рис. 4.6. Гидроизоляция поврежденных мембран

по всей площади стены, а только в сектор с повреждением. Также нет необходимости бурения шпуров, так как для инъектирования во время строительства предусмотрены инъекционные трубки (инъекторы) и шланги, которые закладываются в опалубку и замоноличиваются. При инъектировании через такой инъектор материал равномерно распределяется в пространстве между стеной и мембраной, герметизируя ее поврежденную область и конструкцию в целом. Для инъекций применяют материалы Витракрил Гель Р или Витракрил Гель В, а также дополнительные материалы Максрест или Максрайт 500. Оборудование для инъектирования: пневматический двухкомпонентный инъекционный насос для акриловых гелей БМ 1425 и пакер пластиковый 18/105 с обратным клапаном БМ 2830.

Технология работ заключается в следующем:

- Пакера закрепляют в инъекторах в поврежденном секторе или секторах (на сектор приходится 5 инъекторов, т.е. 5 пакеров).
- Откручивают на втором пакере обратный клапан, подсоединяют шланг насоса к первому пакеру (инъектирование ведется слева направо) и начинают инъектирование.
- Когда избыток состава начнет вытекать из второго пакера, переходят к нему, возвращают на него обратный клапан и продолжают инъектирование. Так проделывают с каждым последующим пакером.
- Удаляют инъекционные пакеры и заделывают шпуры ремонтным материалом Максрест или Максрайт.

4.6. СОЗДАНИЕ ОТСЕЧНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

Поднимающаяся по капиллярной сети бетона или кладки влага ведет к водонасыщению конструкции и потере прочности. Рассмотрим создание отсечной гидроизоляции от поднятия капиллярной влаги методом инъектирования с применением силоксановой



Рис. 4.7. Создание отсечной гидроизоляции

смолы Максклир Инжекшн (с катализатором Максклир Инжекшн Кат) с предварительным уплотнением кладки с помощью ремонтного инъекционного материала Максграут Инжекшн, а также дополнительных материалов Максрест, Максрайт 500 или

Максплаг, Макссил Флекс (рис. 4.7). При этом используется оборудование: электрический шнековый насос БМ 2697 или БМ 1697 и пакер пластиковый 18/105 с обратным клапаном БМ 2830.

Технология работ состоит в следующем. На первом этапе осуществляют заполнение пустот и ремонт раствора кладки. Для этого:

- По всей площади стены в швах кладки бурят шпуров под инъекционные пакеры в шахматном порядке, под углом 30° , глубиной - $2/3$ толщины стены, с расстоянием между пакерами 15-30 см.

- Шпуров очищают от цементной пыли и др. загрязнений, помещают инъекционные пакеры и затягивают на каждом пакере уплотнительное кольцо.

- Инъектирование ремонтным микроцементом Максграут Инжекшн начинают с левого нижнего пакера, затем инъектируют последовательно каждый пакер по направлению к правому верхнему, давление инъектирования - 3-10 бар.

- Удаляют инъекционные пакеры и заделывают отверстия ремонтным материалом Максрест, Максрайт 500.

На втором этапе работ происходит создание отсечной гидроизоляции. Для этого:

- В шве кладки бурят шпуров под инъекционные пакеры (на 20-30 см выше уровня пола, в одну горизонтальную линию, расстояние между шпурами - 10-12 см, угол бурения - $15-30^\circ$, глубина бурения - на 5-7 см меньше толщины стены).

- Шпуров очищают от цементной пыли, загрязнений и т.п.

- В шпуров помещают инъекционные пакеры и затягивают на каждом пакере уплотнительное кольцо.

- Наносятся два слоя Макссил Флекс, один ниже уровня впрыскивания, другой на 20 см выше, чтоб не допустить выхода Максклир Инжекшн из трещин и пор.

- Инъектирование начинают с крайнего пакера, затем инъектируют последовательно каждый пакер, давление инъектирования - 3-20 бар. Сначала инъектируют Максклир Инжекшн Кат, затем через 1-2 дня - Максклир Инжекшн.

- После окончания инъекционных работ удаляют инъекционные пакеры и заделывают отверстия ремонтным материалом Максрест, Максрайт 500.

Текущий инъекционный цементный раствор Максграут Инжекшн представляет собой однокомпонентный раствор на цементной основе, содержащий минеральные компоненты, специально предназначенный для укрепления и заполнения полостей в стенах каменной и кирпичной кладки, укрепления фундаментов и конструкций исторических зданий, заполнения пустот и полостей в стенах, затронутых капиллярной сыростью, до применения Максклир Инжекшн, заливки анкеров и фиксаторов.

Преимущества этого раствора: получение монолитной структуры при заполнении полостей, высокая текучесть и отсутствие расслоения смеси, стойкость к воздействию сульфатов, отличная гидроизоляция, безвредность для арматуры и анкеров, не содержит хлоридов, однокомпонентный, не требует ухода. Свойства Максграут Инжекшн приведены ниже:

Максимальный размер частиц, мкм.....	80
Насыпная плотность, г/см ³	0,96+-0,05
Плотность затворенного раствора, г/см ³	1,98+-0,05
Количество воды затворения, масс. %.....	32+-2
Жизнеспособность при 20 ⁰ С, мин.....	20-30
Предел прочности при сжатии, кг/см ² , через:	
4 суток.....	321,44
14 суток.....	425,00
28 суток.....	485,88

4.7. ИНЪЕКТИРОВАНИЕ В КАМЕННУЮ ИЛИ КИРПИЧНУЮ КЛАДКУ

Высокая пористость конструкций из кладки повышает риск проникновения влаги. Рассмотрим гидроизоляцию и упрочнение стен из кладки инъекционными методами с использованием акрилового геля Витракрил Гель Р, а также дополнительных материалов Максрест, Максрайт 500 или Максплаг. При этом применяется оборудование: пневматический двухкомпонентный инъекционный насос для акриловых гелей БМ 1425; пакер пластиковый 18/105 с обратным клапаном БМ 2830 (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Инъектирование в каменную или кирпичную кладку

Технология работ состоит в следующем:

- Бурят шпурсы под инъекционные пакеры в шахматном порядке по всей площади стены (расстояние между соседними пакерами 15-50 см, угол бурения - 30 градусов, глубина бурения - на 5-7 см меньше толщины стены).
- Шпурсы очищают от пыли, грязи и т.п. и помещают в них инъекционные пакеры.
- Начинают инъектирование с левого нижнего пакера к правому верхнему. Максимальное давление инъектирования - 3 атм.
- Инъекционные пакеры удаляют, шпурсы заделывают ремонтным материалом (Максрест, Максрайт 500).

4.8. СОЗДАНИЕ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ЗАВЕСЫ

Очень часто происходит фильтрация воды через бетонную стену в грунте. Создание противофильтрационной эластичной завесы за конструкцией осуществляется путем инъектирования акрилатных гелей Витракрил Гель Р или Витракрил Гель В, а также дополнительных материалов Максрест, Максрайт 500 или Максплаг (рис. 4.9). Применяемое оборудование: пневматический двухкомпонентный инъекционный насос для акриловых гелей БМ 1425 и пакер 17/110 с плоской головкой БМ 0171 или с цанговой головкой БМ 1171.



Рис. 4.9. Создание противофильтрационной завесы

Технология работ состоит в следующем:

- Сглаживают дефекты бетона до состояния однородной, прочной поверхности (ремонтные составы Максрест, Максрайт 500).
- Бурят шпury (насквозь, без наклона) под инъекционные пакеры в шахматном порядке по всей площади стены (расстояние между соседними шпурями 15-50 см).
- Очищают шпury от пыли, грязи и т.п., инъекционные пакеры помещают в шпury и затягивают на каждом пакере уплотнительное кольцо.
- Откручивают на втором пакере обратный клапан, подсоединяют шланг насоса к первому пакеру (инъектирование ведется от левого нижнего пакера к правому верхнему по рядам) и начинают инъектирование.
- Когда избыток состава начнет вытекать из второго пакера, переходят к нему, возвращают на него обратный клапан и продолжают инъектирование. Так проделывают с каждым последующим пакером.
- Удаляют инъекционные пакеры и заделывают шпury ремонтным материалом (Максрест, Максрайт 500).

4.9. ИНЪЕКТИРОВАНИЕ ВЛАЖНЫХ ТРЕЩИН И ТРЕЩИН С АКТИВНЫМИ ПРОТЕЧКАМИ

При наличии влажных трещин и активных протечек в бетонной конструкции герметизация влажных трещин проводится полиуретановой пеной и смолой: Витрапур Фоам и Витрапур Резин ме-

тодом инъектирования, а также дополнительными материалами Максрест, Максрайт 500 или Максплаг. Применяемое оборудование: электрический однокомпонентный поршневой насос БМ 0400 и пакер 17/110 с плоской головкой БМ 0171 или с цанговой головкой БМ 1171 (рис. 4.10).

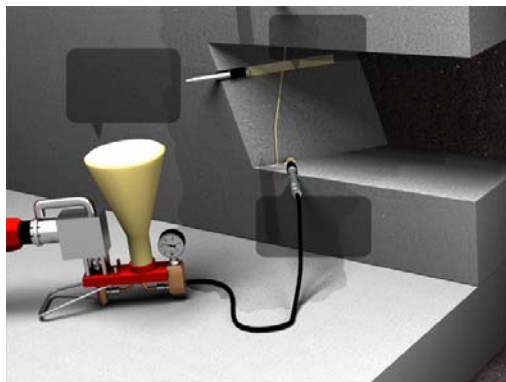


Рис. 4.10. Инъектирование влажных трещин и трещин с активными протечками

Технология работ состоит в следующем:

- Трещину расшивают (штраба 3×3 см) и затем зачеканивают с применением ремонтных материалов (Максрест, Максрайт 500, в случае активной протечки – Максплаг).
- По обе стороны заделанной штрабы в шахматном порядке бурят шпуров под углом 45 град. к трещине таким образом, чтобы пересечь трещину. Расстояние между шпурами должно составлять 15-50 см в зависимости от пористости основания. Глубина бурения шпуров около 2/3 толщины стены.
- Шпуров очищают от цементной пыли, грязи и посторонних элементов.
- В шпуров помещают инъекционные пакеры и затягивают на каждом пакере уплотнительное кольцо.
- Откручивают на втором пакере обратный клапан, подсоединяют шланг насоса к первому пакеру (инъектирование ведется снизу вверх) и начинают инъектирование.
- Когда избыток состава начнет вытекать из второго пакера, переходят к нему, возвращают на него обратный клапан, и про-

должают инъектирование. Так проделывают с каждым последующим пакером. В течение 15 мин после инъектирования пеной Витрапур Фоам, «вдогонку» проводят инъектирование смолой Витрапур Резин в те же пакеры.

- Удаляют инъекционные пакеры и заделывают шпуры ремонтным составом Максрест, Максрайт 500.

4.10. ИНЪЕКТИРОВАНИЕ СУХИХ ТРЕЩИН

При наличии трещин в несущем железобетоне происходит снижение его несущей способности. Для решения этой проблемы проводят склеивание сухих трещин эпоксидной смолой Витрапокс Аква с дополнительным материалом с кварцевым песком и применением инъекционного оборудования: электрического однокомпонентного поршневого насоса БМ 0400 и адгезионного пакера с цанговой головкой БМ 1189 или БМ 1188 (рис. 4.11).

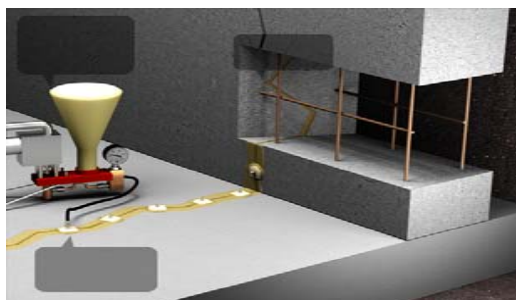


Рис. 4.11. Инъектирование сухих трещин

Технология работ состоит в следующем:

- Трещину зашпаклевают смолой Витрапокс Аква, смешанной с кварцевым песком.

- В случае густого армирования конструкции используют адгезионные пакеры, которые клеят эпоксидной смолой Витрапокс Аква. Адгезионный пакер наклеивается непосредственно на трещину. Перед его установкой, в трещину вводится стальной гвоздь для предотвращения закупорки канала в момент установки пакера. Как только клей схватился, гвоздь извлекается.

- На втором пакере откручивают обратный клапан, подсоединяют шланг насоса к первому пакеру (инъектирование ведется снизу вверх) и начинают инъектирование.
- Когда избыток состава начнет вытекать из второго пакера, переходят к нему, возвращают на него обратный клапан и продолжают инъектирование. Так проделывают с каждым последующим пакером.
- Удаляют инъекционные пакеры и зашпаклевают неровности смолой Витрапокс Аква, смешанной с кварцевым песком.

4.11. ИНЪЕКТИРОВАНИЕ МИКРОЦЕМЕНТОВ

Микроцемент - материал для упрочнения и уплотнения грунтов, восстановления прочности и водонепроницаемости бетонных и каменных конструкций методом инжектирования. Микроцемент - это особо тонкодисперсное минеральное вяжущее (ОТДВ) с гарантированно плавным изменением гранулометрического состава. Микроцемент представляет собой порошок и производится посредством воздушной сепарации пыли при помоле цементного клинкера, поэтому он является гидравлическим минеральным вяжущим. Производятся марки микроцемента, различающиеся по гранулометрическому составу. Кроме того, марки подразделяются также на различные сорта в зависимости от вида исходного клинкера и добавок. Микроцемент применяется в виде водной суспензии для инъектирования (при низком давлении 1,0-5,0 бар) укрепляемых или уплотняемых массивов грунта или (при высоком давлении 10-30 бар) бетонных и каменных конструкций. Водоцементное отношение суспензии определяется конкретной задачей и колеблется от 0,7 до 8. Приготовление водной суспензии осуществляется в высокоскоростном смесителе при угловой скорости 2800-3000 об/мин в течение 3 мин. Инъектирование осуществляется также как и для бездисперсных составов (смолы, силикатные составы). Суспензия микроцемента обладает текучестью, сравнимой с текучестью воды даже при минимальном В/Ц, а проникающая способность суспензии сопоставима с бездисперсными вяжущими (микроцемент можно рассматривать как альтернативу жидкому стеклу и полимерным композициям, эпоксидной, карбомидной, фенолформальдегидной и др.).

Инъектирование грунта суспензиями осуществляется через манжетные колонны и гидравлические пакеры; для нагнетания суспензии применяются шнековые или плунжерные насосы с регулируемым давлением. Суспензия микроцемента в режиме пропитки и без нарушения природной структуры грунта заполняет 100% активного порового пространства, проникает в поровую структуру растворов, бетонов и грунта, в пылеватые пески, в лесовые грунты, в плотный бетон, в волосяные трещины с радиусом распространения, превышающим расчетный радиус распространения бездисперсных составов. Укрепление и повышение водонепроницаемости каменных, бетонных и железобетонных конструкций достигается за счет заполнения открытых пор, трещин и раковин, имеющих в структуре камня, раствора или бетона. В связи с тем, что для инъектирования применяются цементные суспензии с В/Ц = 0,7-1,2, прочность после затвердевания существенно превышает прочность обычного цементного камня.

Поскольку микроцемент по минеральному составу аналогичен обычному портландцементу, гарантируется абсолютная совместимость матрицы и инъектируемого материала, т.е. при инъектировании трещин и поровой структуры происходит надежное "сшивание" отдельных элементов: бетон - грунт - камень - грунт; бетон - бетон; камень - раствор; камень - камень. Технология микроцемента имеет целый ряд преимуществ:

- неограниченная долговечность укрепления (уплотнения), стойкость к химической агрессии (аналогично долговечности сульфатостойкого цемента) и к вибрации;
- высокая прочность укрепления создаваемого суспензией массива, прочностные характеристики которого соответствуют прочностным характеристикам фундаментных конструкций;
- прочность на одноосное сжатие грунта 0,5-30 МПа, т.е. грунт переходит в состояние грунтобетона и в категорию скального грунта, бетонных конструкций с прочностью 10-60 МПа в зависимости от марки микроцемента и водоцементного отношения суспензии;
- высокая степень уплотнения грунта и бетонных конструкций (снижение водопроницаемости минимум в 1000 раз);
- экологическая и санитарная безопасность материала при применении и эксплуатации;

- высокая технологичность: время годности суспензии для инъектирования и сохранения заданной вязкости с момента затворения составляет от 2,5 до 4 ч при температуре не выше 25°C, а затворение осуществляется обычной водой водопроводного качества, быстрое затвердевание (70% марочной прочности через 2 суток);

- совместимость с бетоном и железобетоном, однородность с обычными цементами по составу;

- возможность выполнения работ в условиях обводнённых и водонасыщенных конструкций и грунтов;

- простая технология приготовления суспензии и инъекционных работ, исключающая потери оборудования и шлангов от преждевременного затвердевания инъектируемого вещества;

- высокая производительность труда при инъекционных работах;

- экономичность расхода материала за счет регулирования требуемой прочности грунта и конструкций изменением водоцементного отношения суспензии ОТДВ;

- возможность проводить работы при отрицательных температурах, используя подогретую воду (не более 20°C) и утепление шлангов;

- минимальная температура грунта в зоне инъектирования - 10°C, что позволяет проводить работы в зимнее время;

- в большинстве случаев более низкая стоимость 1 м³ закрепленных грунтов или конструкций по сравнению со свайными технологиями;

- технология применения микроцемента позволяет производить закрепление оснований с незначительными воздействиями на фундамент и без ущерба для конструкций фундаментов (в отличие от бурения свай), что обеспечивает безопасность для здания и щадящий режим работ;

- разнообразие марок микроцемента позволяет обеспечить укрепление грунтов и конструкций с учетом различных требований: прочности или плотности укрепляемых массивов, стойкости к различным агрессивным воздействиям, твердения в условиях нулевой температуры, сроков схватывания, скорости набора прочности.

Назначение технологии микроцемента состоит в следующем:

- уплотнение и упрочнение грунтов, закрепление разуплотненных грунтов с целью предотвращения суффозии и осадок здания или провисания туннеля за счет перераспределения и уменьшения нагрузки на нижележащие слои грунта, на основание, снижения влияния вибраций на грунт, переноса нагрузки на более плотные слои грунта;

- разработка грунта при устройстве котлованов без проведения водопонижения (мероприятия, трудоемкого и опасного для рядом стоящих зданий);

- укрепление оснований фундаментов существующих зданий и сооружений с целью устройства примыкающих котлованов, с целью предотвращения осадок, повышения несущей способности грунтового основания при увеличении нагрузки на фундаменты при реконструкции зданий и сооружений, а также укрепление стенок котлована и гидроизолирование его дна;

- создание различных подземных конструкций посредством устройства инъекционных грунтобетонных массивов, в том числе устройство грунтобетонного массива для обеспечения устойчивости откосов котлована и рядом стоящих зданий;

- усиление несущей способности фундаментов, грунтов и свайных оснований существующих зданий и сооружений с целью предотвращения осадок;

- углубление подвальных помещений в существующих зданиях или наращивание фундаментов до более низких отметок с устройством подземных помещений;

- восстановление несущей способности оснований дорог, аэродромов и т.п. в зоне швов плит;

- гидроизоляция швов коллекторов и канализационных труб;

- восстановление качества, прочности и водонепроницаемости бетонных и железобетонных и каменных конструкций, кирпичной и каменной кладки;

- устройство водонепроницаемых горизонтальных экранов в грунтах, устройство горизонтальных противодиффузионных экранов при разработке котлованов в обводненных грунтах в сочетании с вертикальным ограждением котлована ("стена в грунте", буросекущие сваи, шпунт и т.д.).

Для инъектирования микроцементов применяют оборудование, указанное в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Оборудование для инъектирования микроцементов

Марка оборудования	Общий вид оборудования
1	2
Электрический шнековый насос для цементосодержащих смесей, суспензий и битумных эмульсий (питание 220 В, скорость 0,5-13 л/мин, максимальный размер наполнителя 3 мм, рабочее давление 16/25 атм, высота подачи без потери напора 10 м, вес 22 кг)	
Электрический шнековый насос для цементосодержащих смесей, суспензий и битумных эмульсий (питание 220 В, производительность - 0,5-12 л/мин, максимальный размер наполнителя - 2,5 мм, рабочее давление - 25 атм, высота подачи без потери напора 10 м, вес 14 кг)	
Шланг высокого давления: резьба М10х1, длина 1 м; резьба М10х1, длина 2 м; резьба М10х1, длина 5 м;	
Муфта: коаксиальная внутр. резьба М10х1; внешняя резьба М10х1; для соединения шлангов резьба М10х1	
Шаровый кран высокого давления (до 500 атм) резьба 1/8	
Муфта для цанговой головки с резьбой М10х1,0: низкого давления высокого давления:	
Муфта для плоской головки М10х1,0: металлическое уплотнение резиновое уплотнение	
Резинки для плоской головки БМ 0333, упаковка 50 шт.	

Продолжение табл. 4.2

1	2
Шланг высокого давления с быстросъемной муфтой (резьба М10х1, длина 0,3 м)	
Пакер с цанговой головкой 10/110 или 13/110	
Пакер с цанговой головкой 17/110 или 17/210	
Пакер с плоской головкой 17/110 или 17/210	
Пакер с плоской головкой 17/310 или 19/510	
Пластиковый пакер с цанговой головкой, 10/100 (давление до 200 бар; упаковка 50 шт.)	
Пистолет для пластикового пакера БМ 0105	
Пакер пластиковый с цанговой головкой для деревянных конструкций, D6,5 мм	
Пакер пластиковый с цанговой головкой для деревянных конструкций, D9,5 мм	
Пакер пластиковый под быстросъемную муфту для нагнетания гелей (D12 мм, длина 75 мм)	
Пакер пластиковый под быстросъемную муфту для нагнетания гелей (D18 мм, длина 105 мм, с обратным клапаном)	
Адгезионный пакер с цанговой головкой, пластиковый	
Адгезионный пакер с цанговой головкой, металлический	
Шланг резиновый (до 20 бар), D1", 10 пог. м для БМ 2697 и БМ 1697 Шланг резиновый (до 20 бар), D3/4", 10 пог. м для БМ 2697 и БМ 1697	

Окончание табл. 4.2

1	2
Шар для прочистки шлангов 3/4", 1	
Шланг полимерный (до 40 бар) 3/4": 10 пог. м для БМ 2697 и БМ 1697; 5 пог. м для БМ 2697 и БМ 1697	
Дистанционный регулятор подачи для БМ 2697 и БМ 1697	
Торкрет-пушка 215 мм с набором сопел	
Быстрозажимной штуцер для БМ 2830/2831	
Ротор синий: короткий 2-6 л/мин; длинный 2-6 л/мин Статор синий: короткий 2-6 л/мин длинный 2-6 л/мин Ротор зелёный 0,2-2 л/мин Статор зелёный 0,2-2 л/мин	
Пластиковый пакер 12/75 для БМ 2646	
Пластиковый пакер 18/105 для БМ 2646: с обратным клапаном без обратного клапана	
Шаровый кран для БМ 2832	

4.12. ГИДРОАКТИВНЫЕ ИНЪЕКЦИОННЫЕ СОСТАВЫ DeNeef

Гидроактивные инъекционные составы DeNeef применяются для гидроизоляции швов (в том числе деформационных и температурных), стыков, трещин в строительных конструкциях; стабилизации и укрепления грунтов; усиления существующих фундаментов и устройства свайных фундаментов; устройства гидравлических завес в грунтах; укрепления откосов, обочин дорог, пирсов; для анкерного закрепления пород, а также для создания зон упрочненных пород при проходке горных выработок.

Гидроактивные уплотняющие эластичные прокладки используются для герметизации и гидроизоляции строительных и "холодных" швов в бетоне при строительстве и ремонте, например, в канализационных системах, подземных сооружениях (стыки блоков и тюбингов). Для промывки оборудования до и после проведения инъекционных работ применяется моющее средство из смеси органических растворителей для полиуретановых материалов Washing agent.

Каждый из гидроактивных материалов предназначен для решения вполне определенных задач, указанных в табл. 4.3.

Т а б л и ц а 4.3

Применение гидроактивных материалов DeNeef

Область применения	Материалы						
	Cut	Soil	Flex LV	Elastic	Multigel NF	Sealfoam	Система Инжекто
1	2	3	4	5	6	7	8
Неподвижные швы, трещины	+	-	+	+	+	+	+
Подвижные трещины, швы	-	-	+	+	+	+	+
Фонтанирующая вода	+	-	+	+	+	-	+
Проточная вода	+	+	+	+	+	+	+
Трещины, разрывы в породе	+	+	+	+	+	+	+
Трещиноватый бетон, каменная кладка	+	-	+	+	+	+	+

Окончание табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Пористый бетон, каменная кладка	-	-	+	+	+	+	+
Бетон с раковинами	-	-	+	+	+	+	+
Температурные (деформационные) швы	-	-	+	+	+	+	+
Холодные швы	-	-	+	+	+	+	+
Упрочнение грунта	+	+	-	+	+	-	-
Стабилизация грунта в тоннелях	+	+	-	-	-	-	-
Усиление фундамента	+	+	-	-	-	-	-
Стяжные анкеры	+	+	-	-	-	-	-
Предварительное нагнетание в водоносные пласты	+	+	-	-	-	-	-
Противофильтрационная завеса	+	+	-	-	-	-	-
Заполнение пустот	+	+	-	+	-	-	-
Подвижные волосяные трещины	-	-	-	+	+	+	-
Применение в подводных условиях	+	+	+	+	+	+	+
Использование с системой Инжекто	-	-	+	+	+	-	+

Примечание. Знак "+" - применяется, знак "-" - не применяется

Гидроактивный однокомпонентный полиуретановый состав Cut (Cat) с низкой вязкостью при контакте с водой вспенивается, увеличиваясь в объеме. Применяется для гидроизоляции и уплотнения швов, трещин или пустот в строительных конструкциях; заполнения пустот в грунтах за обделкой тоннелей; устройства гидрозавес; устранения фильтрации и инфильтрации воды через строительные конструкции, в том числе под значительным

давлением. При взаимодействии с водой состав увеличивается в объеме в 13-15 раз и в течение 15-19 мин (в зависимости от температуры и количества используемого ускорителя схватывания Hydro Active Cut Cat) полимеризуется, образуя жесткий герметичный пенополиуретан, устойчивый к действию большинства органических растворителей, слабых кислот, щелочей и микроорганизмов. Состоит из основного компонента Cut и ускорителя схватывания - Cut Cat.

Приготовление состава заключается в добавлении в Cut 2-10% ускорителя схватывания Cut Cat и размешивании состава до однородной консистенции. Инъектирование осуществляется с помощью ручных, электрических или пневматических насосов.

Гидроактивный однокомпонентный полиуретановый состав Flex SLV с низкой вязкостью при контакте с водой вспенивается, увеличиваясь в объеме. Применяется для гидроизоляции и уплотнения швов, трещин или стыков в строительных конструкциях, испытывающих динамические и температурные воздействия. Герметизирует деформационные и температурные швы, образуя упругоэластичную уплотняющую прокладку; устраняет фильтрацию и инфильтрацию воды через строительные конструкции, в том числе под значительным давлением. Вследствие более низкой вязкости, чем у Flex LV, способен загерметизировать мельчайшие швы и трещины, вплоть до волосяных. Достоинством является то, что при взаимодействии с водой состав увеличивается в объеме в 5-7 раз и в течение 1,5-8 мин (в зависимости от температуры и количества используемого ускорителя схватывания Hydro Active Flex Cat) полимеризуется, образуя упругоэластичный пенополиуретан, устойчивый к действию большинства растворителей, кислот, щелочей и микроорганизмов. Состоит из основного компонента Flex SLV и ускорителя схватывания Flex Cat. Приготовление состава состоит в добавлении в Flex SLV 1-5% ускорителя схватывания Flex Cat и равномерного размешивания. Инъектирование производится с помощью ручных, электрических или пневматических насосов. Благодаря своей низкой вязкости материал может проникать в мельчайшие трещины, вплоть до волосяных.

Гидроактивный однокомпонентный полиуретановый состав Flex LV (Флекс LV) при контакте с водой вспенивается, увеличи-

ваясь в объеме. Применяется для гидроизоляции и уплотнения швов, трещин или стыков строительных конструкций, испытывающих динамические и температурные воздействия. Герметизирует их, образуя упругоэластичную уплотняющую прокладку; устраняет фильтрацию и инфильтрацию воды через строительные конструкции, в том числе под значительным давлением.

Гидроактивный однокомпонентный полиуретановый состав с низкой вязкостью Soil (Сойл) при контакте с водой вспенивается, увеличиваясь в объеме, он нетоксичен. Применяется для стабилизации и укрепления несвязных грунтов; повышения несущей способности существующих фундаментов и устройства свайных фундаментов; устройства гидравлических завес в грунтах; укрепления откосов, обочин дорог, пирсов; для анкерного закрепления пород, создания зон упрочненных пород при проходке горных выработок; упрочнения и восстановления шоссейных дорог, упрочнения грунтов в тоннелях с целью предотвращения обрушения свода и т.д.

При взаимодействии с водой раствор увеличивается в объеме в 2-3 раза и быстро (1,5-15 мин. в зависимости от температуры и количества используемого ускорителя схватывания Soil Cat) полимеризуется, образуя жесткий, герметичный пенополиуретан, который не подвержен воздействию коррозионной среды. Можно инъецировать в грунты с коэффициентом проницаемости до 10^{-4} . Подготовка состава заключается в добавлении в Soil 0,5-1,5% ускорителя схватывания Soil Cat и тщательном размешивании. Состав состоит из основного компонента Soil и ускорителя схватывания - Soil Cat, инъецируется с помощью ручных, электрических или пневматических насосов.

Жидкий полиуретановый строительный раствор гелевого типа с низкой вязкостью Multigel NF (Мультигель NF) после полимеризации образует гибкую уплотняющую прокладку и надежно в короткие сроки преграждает пути фильтрации воды. Применяется для герметизации волосяных трещин и швов в сооружениях из кирпича, бетона или железобетона, устранения протечек в сантехнических и водосточных канализационных сооружениях, стабилизации и усиления грунтов при использовании специальных добавок.

Может наноситься так же, как акриламидный раствор, но имеет перед ним то преимущество, что является однокомпонентной системой и превосходит его по прочности и безопасности. Прочность Multigel NF можно повысить, добавляя упрочняющий наполнитель. После полимеризации приобретает устойчивость к обычному составу канализационных вод, усадки не наблюдается. Состоит из основного состава Multigel NF, составляющего раствора Flexgel Cat, водной составляющей, Multigel Cat W и упрочняющего наполнителя. Приготовление заключается в смешивании основного состава с водой в пропорции от 1:1 до 1:8. Вследствие малых сроков схватывания смешивание производится в смесителях перед местом инъектирования. Инъектирование и нанесение осуществляется с помощью двухкомпонентных электрических, пневматических насосов или кистью.

Однокомпонентная полиуретановая преполимерная реагирующая жидкость Injecto Grout (Инжекто Граут) при контакте с водой увеличивается в объеме. После полимеризации образует гибкую уплотняющую прокладку, препятствующую проникновению воды. Применяется для гидроизоляции швов или устранения протечек в сооружениях любого назначения. Образует гибкую и упругую прокладку или гибкое уплотнение в шве или трещине. Предпочтительнее применять совместно с системой Injecto (см. ниже). При взаимодействии с водой раствор увеличивается в объеме в 5-7 раз и в течение 0,5-6,0 мин (в зависимости от температуры и используемого количества ускорителя Injecto Grout Cat) полимеризуется, образуя прочный, упругоэластичный пенополиуретан, который практически не подвержен воздействию коррозии. Состоит из основного компонента Injecto Grout и ускорителя схватывания - Injecto Grout Cat. При приготовлении в Injecto Grout добавляют 1, 5% ускорителя схватывания Injecto Grout Cat и размешивают. Инъектирование осуществляется с помощью ручных, электрических или пневматических насосов.

Низковязкая однокомпонентная полиуретановая смола Elastic (Эластик) с постоянным объемом и постоянной эластичностью применяется для заполнения и гидроизоляции пустот, швов, трещин для полной герметизации тонких волосяных трещин, под-

верженных динамическому воздействию, в которые не может проникнуть Hydro Active Flex LV или Flex SLV. Герметизирует динамические и температурные швы, образуя гибкую уплотняющую прокладку, не подвержен коррозии. Состоит из компонентов: А - полиол-смесь; В - полиизоцианат. Для улучшения адгезии поверхность очищается, обезжиривается, удаляется цементное молоко. Перед применением компоненты А и В, дозированные в заранее отмеренных количествах, тщательно размешиваются. Инъектирование и нанесение проводится с помощью ручных, электрических или пневматических насосов.

Однокомпонентная пенополиуретановая преполимерная жидкость Sealfoam NF (Силфоум NF) при контакте с водой увеличивается в объеме. После полимеризации образует гибкую уплотняющую прокладку, препятствующую проникновению воды. Sealform №7 - быстросхватывающийся состав для инъекций в швы и трещины строительных конструкций, устранения протечек. Герметизирует динамические и температурные швы.

При взаимодействии с водой раствор увеличивается в объеме и быстро затвердевает, образуя прочный, упругоэластичный, герметичный пенополиуретан, не подверженный воздействию коррозии. После вскрытия упаковки производится нагнетание материала с помощью ручных, электрических или пневматических насосов.

Стандартная технология для гидроизоляции любых швов и трещин, независимо от назначения и характеристик объекта предусматривает последовательное выполнение следующих операций:

- очистка полости трещины;
- герметизация устья трещины;
- бурение инъекционных отверстий;
- установка пакеров (инъекторов);
- промывка трещины;
- инъектирование гидроактивного полиуретанового состава.

Очистка полости трещины. Предназначенные для гидроизоляции полости швов, трещин или их участков чаще всего загрязнены, иногда прикрыты штукатурным либо неработающим гидроизоляционным слоем. Все загрязнения и наслоения должны быть удалены при помощи отбойных молотков, отрезных либо

зачистных машин до слоя ненарушенного бетона, а трещина промыта струей воды.

Герметизация устья трещины. Для уменьшения потерь полиуретанового состава при его инъектировании и последующей полимеризации устье трещины предварительно герметизируют, например с помощью быстросхватывающихся безусадочных цементных растворов, любых герметиков либо пакли или ветоши, плотно вгоняемых внутрь шва. Для герметизации трещин, фильтрующих воду под высоким давлением, пакля или ветошь могут быть пропитаны гидроактивным раствором.

Бурение инъекционных отверстий. Инъекционные отверстия пробуривают с подсечением плоскости трещины или шва. Угол наклона и глубина инъекционных отверстий зависят от конкретной ситуации, однако для качественного заполнения полости шва предпочтительнее попасть в ее середину. Отверстие Д18 мм, пробуренное под углом 30-45° к поверхности конструкции, считается стандартным. Расстояние между отверстиями назначают в пределах 0,3-0,8 м.

Установка пакеров (инжекторов). Для производства инъекционных работ гидроактивными пенополиуретанами разработаны специальные "стандартные" пакеры Д18 мм, снабженные обратным клапаном. Пакеры устанавливают и разжимают в инъекционных отверстиях с помощью гаечного ключа.

Промывание шва, трещины. Перед производством инъекционных работ необходимо промыть трещину либо шов струей воды, чтобы удалить мусор и буровую пыль. Промывка покажет степень гидравлической связи между пробуренными отверстиями, а также ориентировочный расход гидроактивного состава, зависящий от качества предварительной герметизации трещины.

Инъектирование гидроактивного состава. Насос для нагнетания гидроактивного состава перед производством инъекционных работ необходимо промыть моющим средством (Washing Agent) для удаления остатков воды и смазки системы. Заранее отмеренное количество выбранного гидроактивного состава смешивают с необходимым в конкретных условиях количеством ускорителя схватывания.

Очередность инъектирования зависит от направленности трещины, шва. При герметизации вертикальной либо наклонной трещины инъектирование следует начинать с нижнего пакера, а горизонтальной – с первого установленного в отверстие пакера, в любом случае не пропуская ни один из них. Во время инъектирования часть воды будет вытесняться из трещин подаваемым составом. Нагнетание производят до появления состава на соседнем пакере. Прежде чем удалить пакер, следует убедиться, что гидроактивный состав полностью полимеризовался.

4.13. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНЖЕКТО ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

При проектировании зданий, находящихся в сложных стесненных условиях (с близко расположенными зданиями или при примыкании к зданиям) в последнее время для надежной гидроизоляции применяют систему Инжпайп. Площадь горизонтальных и вертикальных поверхностей делят на карты, куда подводят шланги, инжекторы. Инъекционные шланги, инжекторы закладывают перед устройством монолитных конструкций в опалубку, затем заливают. Концы шлангов подсоединяют к щиткам, где устанавливаются пакеры. Если во время будущей эксплуатации здания будет нарушена целостность установленной гидроизоляции в одной из карт, то она быстро восстанавливается путем нагнетания соответствующих составов в эту карту. Просверливать отверстия в сложных участках и устанавливать шланги нет необходимости, так как они заложены на стадии строительства.

Приведем пример полного комплекса гидроизоляции здания, находящегося в сложных условиях строительства, при применении технологии «стена в грунте» с использованием системы Инжпайп.

Последовательность работ при устройстве *горизонтальной гидроизоляции* стартовой плиты такова. По втрамбованному щебню толщиной 150 мм выполняется выровненная и заглаженная бетонная подготовка из бетона В7,5 толщиной 80-100 мм, на нее укладывается подстилающий слой из геотекстиля Тугар SF плотностью 500 г/м², затем выполняется гидроизоляция из мембраны

на основе гибких полиолефинов Sarnafil TG 68.20 (ныне имеющие название Sikaplan® WT 1200-20C) толщиной 2 мм, укладываемая балластно с последующей сваркой швов. На этот сваренный ковер устанавливаются водопреграждающие шпонки Sarnafil MP Fugenbahn AF 310-30 (ныне имеющие название Sarnafil® Waterbar MP AF), которые разделяют гидроизоляционное поле на более мелкие участки (карты). Площадь каждой карты не должна превышать 600 м². Для дополнительного секционирования (площадью 150 м²) укладывается Sikaplan Schutzbahn N8-16N, который служит защитой гидроизоляционного слоя. В каждый отдельный участок устанавливаются инъекторы из расчета 1 шт. на 30 м². В дальнейшем между Sarnafil TG 68.20 и Sikaplan Schutzbahn N8-16N инъектируется гидрогель через 6 инъекторов (1 инъектор на 30 м²). Для этого устанавливаются шланги Sika Injektoflex (тип NS). Далее по гидроизоляции выполняется защитная стяжка толщиной 40 мм, на приваренные гидроизоляционные шпонки стяжка не устанавливается. Выполняется подготовка из цементно-песчаного раствора М150 толщиной 100 мм, затем укладывается теплоизоляционный слой из Стиродура под низ стартовой плиты, а далее устраивается подготовка из цементно-песчаного раствора М150 толщиной 100 мм под обмазочную гидроизоляцию и выполняется обмазочная гидроизоляция. Затем устанавливается несъемная опалубка стартовой плиты. Одновременно с установкой опалубки необходимо установить теплоизоляционный слой на высоту стартовой плиты. После установки опалубки выполняется монтаж и крепление шпонки Sarnafil MP Fugenbahn AF 310-30 с предварительно наваренными выпусками гидроизоляционной и защитной мембраны.

Перед армированием стартовой плиты толщиной 850 мм выполняется монтаж инъекционных шлангов. Далее производится бетонирование стартовой плиты бетоном марки В35 с водонепроницаемостью W6 и морозостойкостью F150. Устанавливается внешняя несъемная опалубка стены здания. К опалубке крепятся теплоизоляционный и гидроизоляционный слои. Производится армирование, установка внутренней опалубки, бетонирование стен. Далее выполняется узел окончания гидроизоляционного слоя при помощи шпонки. В области сопряжения несущей стены

и стартовой плиты производится нагнетание через инъекционные шланги. Мембраны из ТПО, которые укладываются без приклейки, крепятся к закладным пластиковым ронделям с помощью горячего воздуха (рис. 4.12). Материал сваривается двойным, Т-образным или плоским швом, который проверяется на герметичность сжатым воздухом. В полость между мембранами при протечках инъецируются пенополиуретановая смола Sika Injection-101 AB, пенополиуретановая смола Sika Injection-201 AB.



Рис. 4.12. Крепление мембраны к закладным пластиковым ронделям горячим воздухом

При использовании Sika® Injection-201 в водоносных трещинах под гидростатическим давлением необходимо произвести предварительное инъецирование Sika® Injection-101. Sika® Injection-201 - низковязкая, полиуретановая инъекционная смола, не содержащая растворителей, при контакте с водой образует однородную, закрытую, эластичную, водонепроницаемую пористую структуру. Sika® Injection-201 применяется для выполнения постоянной гидроизоляции. Обладает эластичностью для поглощения ограниченных деформаций в сухих, влажных или водоносных трещинах и швах, бетоне. При низких температурах ($< +10^{\circ}\text{C}$) реакция Sika® Injection-201 может быть ускорена при помощи Sika® Injection-AC20.

Вертикальная гидроизоляция выполняется следующим образом. На выровненную поверхность «стены в грунте» укладывается пенополистирол плотностью 30 кг/м^3 толщиной 50 мм, на него - подстилающий слой из геотекстиля плотностью 500 г/м^2 , далее (на специальные крепления) - гидроизоляция из рулонного поли-

мерного материала Sarnafil TG 68.20. К гидроизоляционному материалу приваривается защитный материал Schutzbahn N8-16N. Далее выполняется прижимная стенка из бетона толщиной 300 мм. Водоупреждающие шпонки на вертикальной части отсекают междуэтажные перекрытия друг от друга. На вертикальной части (аналогично горизонтальной) устанавливаются инъекторы с расчетом 1 шт. на 30 м², чтобы гидрогель проникал между материалами Sarnafil TG 68.20 и Sarnafil Schutzbahn N8-16N. В качестве временной защиты гидроизоляции на вертикальной части применяют ДВП (оргалит), который после армирования стен по возможности извлекается. Узел стыковки гидроизоляционного слоя с дисками междуэтажных перекрытий осуществляется с зажимом гидроизоляционного слоя между двумя металлическими элементами.

Для уплотнения и герметизации холодных швов в бетоне в некоторых случаях применяют набухающий герметик SikaSwell®S-2. Выдавливаемый из пистолета герметик при контакте с водой набухает. Этот герметик используется также для соединения свежего бетона с отвердевшим, новой конструкции со старой, для водостойких соединений густо армированных стыков, для соединения разных материалов, таких как сталь - бетон, камень - бетон и др., для соединения панельных элементов в подземном строительстве, может применяться для приклеивания всех видов набухающих профилей. Поверхность бетона нужно очистить, пропылесосить, удалить остатки земли, воды и масел. Необходимо поместить тубу, содержащую SikaSwell®S-2, в пистолет (выдавливатель), срезав наконечник тубы. Затем срезать насадку пистолета так, чтобы получить необходимое сечение выдавливаемого профиля. При правильном выдавливании герметика образуется профиль в виде равнобедренного треугольника. Материал наносится выдавливанием из пистолета. После нанесения SikaSwell®S-2 необходимо выждать час, за время которого устанавливается опалубка. Далее укладывают свежий бетон, выливая его с высоты не более чем 0,5 м. Минимальное сечение свежего бетона, уложенного на герметизирующие профили SikaSwell®S-2, должно быть не меньше 10 см по горизонтали и 20 см по вертикали.

5. СВАИ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ ПО РАЗРЯДНО-ИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Разрядно-импульсная технология (РИТ) с 50-60-х гг. прошлого века получила распространение в строительстве в области геотехники: сваи РИТ, грунтовые анкера РИТ, глубинное уплотнение грунта и т.д. (рис. 5.1). Однако получаемая у свай РИТ высокая несущая способность по грунту не полностью используется при усилении зданий из-за недостаточной прочности узла сопряжения сваи с усиляемым фундаментом. Совсем недавно эту технологию стали применять при усилении кирпичных фундаментов в зданиях старой исторически сложившейся постройки в стесненных условиях. Сущность РИТ заключается в том, что на электроды, помещенные в подвижную бетонную смесь, периодически подается высокое напряжение. При известных условиях возникает искровой пробой межэлектродного пространства, т.е. проходит электрический разряд в бетонной смеси. Применение РИТ возможно и целесообразно при изготовлении свай, цементации грунтов оснований фундаментов, грунтовых анкеров, инъектировании каменных и железобетонных зданий и сооружений.

Необходимость усиления несущих конструкций здания возникает как в процессе реконструкции (перестройки, перепланировки, изменения профиля эксплуатации здания), так и при устранении дефектов, возникающих в конструкциях в процессе эксплуатации. Здания исторической застройки, как правило, выполнялись из кирпича и естественного камня. Основными причинами деформации и повреждения кладки в процессе эксплуатации каменных зданий являются следующие:

- неравномерные осадки части здания, в результате чего в кирпичной кладке появляются напряжения, приводящие к образованию трещин;
- несоответствие несущей способности стен действующей нагрузке;
- нарушение пространственной жесткости здания;
- просадка фундамента вследствие аварий на инженерных сетях, в подвалах здания с выносом грунта в канализационную сеть (глубокие коллекторы);

-

Деформации кладки вследствие проведения капитального ремонта, реконструкции здания или квартала городской застройки могут быть при: перераспределении действующих нагрузок, приводящих к перенапряжению простенков; увеличении этажности здания, без учета действительной несущей способности стен и фундаментов; ухудшении условий устойчивости фундаментов либо грунтов в их основании за счет нарушения структуры грунтов при откачке вод из подвалов, строительства рядом со стары-

ми зданиями новых, соразмерных существующим, устройства заглубленных сооружений (гаражей, переходов) и др.

Разрушение кладки фундамента обусловлено воздействием двух групп факторов:

- физико-химическими, которые являются результатом взаимодействия материала фундамента с внешней средой (грунтом, подземными водами);
- механическими, которые вызваны деформацией оснований (изменение гидрологического режима территории и др.) и различными динамическими воздействиями (движением автотранспорта, промышленной сейсмикой и т.д.).

Физико-химическое воздействие среды проявляется в форме гидратации и обводнения конструкций, выщелачивания материала, окисления, коррозии минеральных компонентов фундаментов. В современных условиях бутовый камень и известковый раствор легко подвергаются химической коррозии. Более 20% разрушений фундаментов происходит в результате коррозии самого бутового камня. В течение долгого времени бутовые фундаменты не имели существенного износа, однако после 1980 г. вследствие физико-химической коррозии процесс их разрушения значительно активизировался.

Кирпичная кладка фундаментов и стен имеет обычно повышенную влажность и низкую прочность (до 0,5 МПа). Кладка, контактирующая с мерзлым грунтом в зимнее время и агрессивными грунтовыми водами круглогодично, ослаблена более значительно, чем под внутренними стенами.

В историческом центре Москвы 86% зданий стоят на кирпичных фундаментах. По данным Мосжилниипроекта они изношены на 50%. Анализ проб грунтовых вод в центральном районе Москвы показал, что они сильно загрязнены солями. Это позволяет предположить дальнейшее ускоренное разрушение конструкций фундаментов, поэтому поиск оптимальных технологий усиления, наносящих минимальный вред окружающей застройке и не влияющих на экологическую ситуацию в районе проведения работ, становится все более и более актуальным. Этим требованиям в полной мере удовлетворяет РИТ.

По мере развития технологий создавалось новое оборудование, и после выхода в 1993 г. Временной инструкции по устрой-

ству свай РИТ объемы применения РИТ стали возрастать. Современные генераторы импульсных токов (ГИТ) имеют массу менее одной тонны, обладают высокой надежностью; запасаемая в них энергия может достигать 60 кДж. Скорострельность трехфазных ГИТ в 2-2,5 раза выше, чем однофазных. В 2006 г. были разработаны и утверждены «Технические рекомендации по проектированию и устройству свай-РИТ для зданий повышенной этажности (ТР-50-180-06)».

Особенностью применения РИТ при усилении каменных конструкций является их уязвимость вплоть до разрушения при осуществлении электровзрывов непосредственно внутри этих конструкций.

Принимается следующая технологическая последовательность выполнения работ:

- Определение мест расположения и необходимого количества шпуров инъектирования.
- Сверление шпуров и их очистка.
- Герметизация поверхности кладки (при сквозной сильной трещиноватости).
- Приготовление инъекционного раствора.
- Заливка инъекционного раствора в шпур.
- Установка электрода и тампонирующее шпура.
- Разрядно-импульсная обработка (РИО).
- Доливка инъекционного раствора в шпур – РИТ обработка и т.д. до получения отказа (отсутствие уходов инъекционного раствора при РИТ обработке).

Процесс РИТ обработки осуществляется следующим образом. Энергия для электрических разрядов требуемых параметров подготавливается в генераторе импульсных токов (ГИТ). Применяемый для инъектирования ГИТ включает в себя трансформатор, повышающий бытовое напряжение с 220 В до 4 кВ, выпрямитель, блок конденсаторных батарей, коммутатор и блок управления ГИТ, коаксиальный кабель и электрод. Электрод представляет собой некоторое подобие свечи зажигания двигателя внутреннего сгорания (ДВС). В отличие от свечи ДВС, пространство между электродами заполнено не воздухом с парами бензина, а цементным раствором, состоящим на 50-70% из твердых частиц цемента и 30-50% воды.

Работа ГИТ позволяет получать требуемую для электрического пробоя цементного раствора энергию

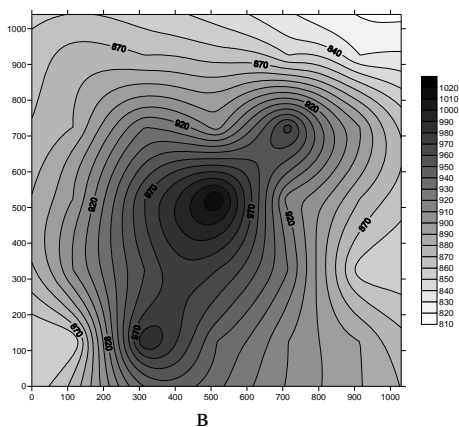
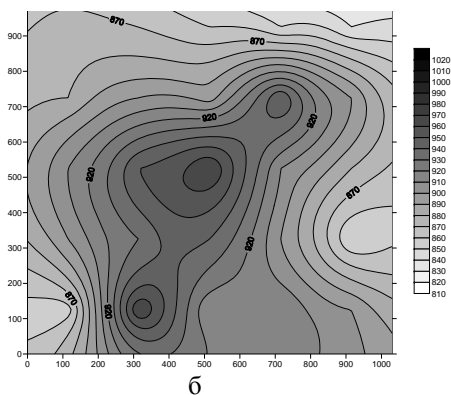
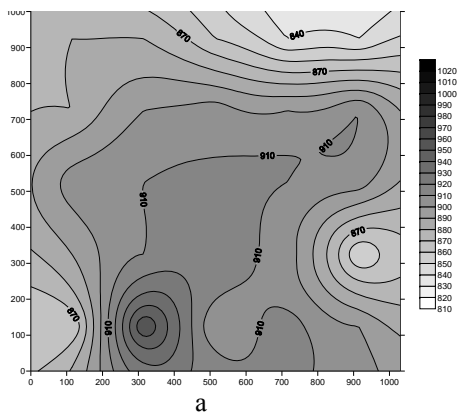
$$E = \frac{CU^2}{2},$$

где E – запасаемая в конденсаторах энергия, Дж; C – емкость блока конденсаторных батарей, Ф; U – напряжение зарядки конденсаторных батарей, В.

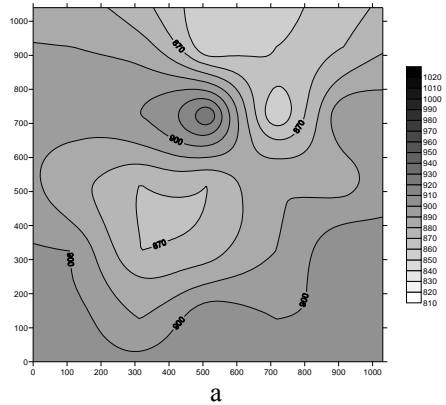
После накопления в конденсаторах заданной энергии срабатывает коммутатор, и накопленная энергия по кабелю КВИМ поступает на электроды, погруженные в цементный раствор. На электродах создается высокая плотность энергии, через 10^{-4} - 10^{-5} с электрическая прочность цементного раствора не выдерживает, и происходит пробой. Между электродами развивается канал разряда, диаметр которого составляет доли миллиметра. За несколько микросекунд температура в канале разряда повышается до $(10-20)10^4$ К и давление до 10^8 Па, что обеспечивает зарождение ударной волны, распространяющейся со скоростью звука в цементном растворе. За счет расширения газового пузыря, образующегося на месте канала разряда, происходит смещение цементного раствора, начальная массовая скорость которого достигает десятков и даже сотен м/с. Волна смещения распространяется вслед за ударной волной, постоянно отставая от нее. Электрическая энергия, преобразующаяся в разряде в другие ее виды, быстро рассеивается, и уже на расстоянии первых сантиметров давление в волне падает до бытового, а скорости их распространения снижаются до едва уловимых приборами величин. В момент разряда 20-30% энергии, поступившей на электроды, преобразуется в энергию гидродинамических возмущений. Остальная энергия составляет непроизводительные потери на электромагнитные излучения, нагрев цементного раствора и т.д. С учетом всех потерь, включая неполный разряд конденсаторов, индуктивные потери в контуре и волновое сопротивление в кабеле, полезный выход энергии не превышает первых процентов. Несмотря на высокий процент потерь и низкий общий КПД, применение данной технологии весьма эффективно. Не следует забывать, что КПД паровозов так и не превысил 10%, однако более чем 100-летний период их использования принёс человечеству значительные положительные результаты.

Для определения скоростей прохождения волн используют просвечивание на параллельных лучах. Образцы-стенки предварительно размечают симметрично с обеих сторон с помощью рулетки и отвеса, с шагом 0,2 м, точки отмечают краской. Таким образом, пункты ударов и регистрации располагают попарно на прямых перпендикулярных линиях к поверхности стены. Число пунктов ударов и пунктов регистрации одинаково. Сейсмические колебания возбуждаются ударами молотка весом 200 г, направленными перпендикулярно поверхности стены. С противоположной стороны устанавливают датчики – сейсмометры, регистрирующие колебания. Из каждого пункта удара регистрируют по 5 колебаний. Горизонтальность расположения сечения обеспечивается измерениями его высоты относительно пола с помощью рулетки и контролируется визуально. При проведении замеров над каждым образцом результаты фиксируются в таблице. Исследования проводились на стене без трещины (рис. 5.2) и с трещиной (рис. 5.3) на седьмой и двадцать восьмой день после инъектирования. Все исследования и расчеты проводятся по одной и той же методике, и используются одни и те же точки предварительной разметки, что позволяет достаточно точно определить изменения в структуре кладки. На рис 5.2 и 5.3 представлены карты изолиний скоростей упругих колебаний в плоскости стены с трещиной и без нее.

Представленные на рис 5.2 карты изолиний скоростей упругих колебаний характеризуют контрольный экспериментальный образец, усиленный инъектированием, выполненным с заполнением всех швов кладки, без каких-либо дефектов. На рис. 5.2 хорошо видна анизотропная структура кладки, характеризующаяся изменением скоростей прохождения волн, составляющим порядка 40 м/с в среднем по образцу, и локальными зонами повышенной и пониженной плотности с разбросом скоростей до 100 м/с. Погрешность измерений не превышает 1-1,5% (10-15 м/с). Через семь дней после инъектирования рост скоростей происходит локально – в зоне устройства шпуров инъектирования, роста скоростей в среднем по всему образцу не произошло, что вызвано отсутствием дефектов и пустот в кладке, которые могли бы быть заполненными инъекционным раствором. В дальнейшем по мере



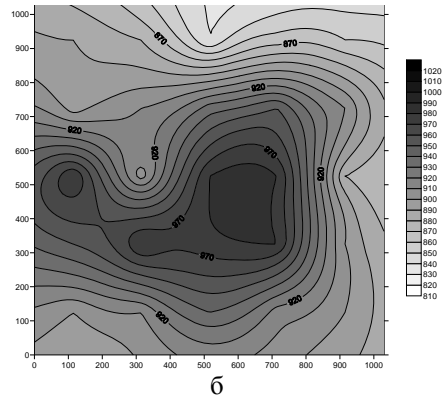
*Рис. 5.2. Карты изолиний средних скоростей продольных волн по нормальным лучам в плоскости стены, укрепленной цементацией:
а - образец до инъектирования; б - образец с инъекцией через 7 дней после инъектирования; в - контрольный образец с инъекцией через 28 дней после инъектирования*



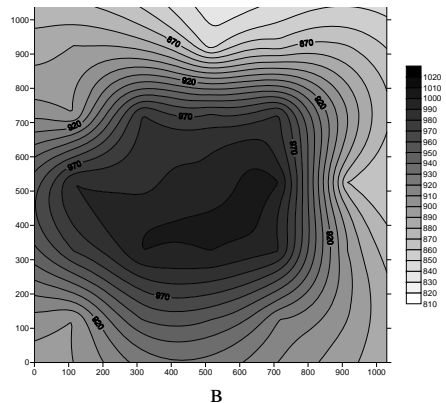
а

Рис. 5.3. Карты изолиний средних скоростей продольных волн по нормальным лучам в плоскости стены с трещиной, укрепляемой цементацией:

а - образец с трещиной до инъектирования; б - образец с трещиной через 7 дней после инъектирования; в - образец с трещиной через 28 дней после инъектирования



б



в

набора прочности инъекционным раствором отмечается значительный локальный рост скоростей сейсмических волн в области устройства шпуров, показатели скорости достигают 1000 м/с при средних по образцу показателях 890 м/с. При этом изменений в характере поля распределения скоростей не происходит.

На рис 5.3 представлены карты изолиний скоростей упругих колебаний для усиленного инъектированием экспериментального образца с заложённой во время устройства трещиной. В данном случае в кладке достаточно пустот для их заполнения инъекционным раствором, область этих пустот хорошо видна на рис. 5.3. Также значительно отличаются картины поля скоростей после инъектирования. Через семь дней наблюдается значительный рост – до 100 м/с скоростей в центральной зоне кладки и вдоль трещины. При следующем, проведенном через 28 дней после инъектирования, исследовании, картина поля скоростей продолжает меняться – наблюдается равномерное повышение скоростей на 70-120 м/с (относительно исходной) по всей зоне инъектирования. По карте изолиний перестают просматриваться трещина и поврежденная часть кладки. Также стоит отметить, что за счет равномерного распределения инъекционного раствора не происходит ярко выраженного роста скоростей в области шпуров, как это наблюдалось в случае с первым образцом.

Завершается процесс электрического разряда схлопыванием газовой полости, образовавшейся на месте канала разряда, когда давление в ней снижается ниже гидростатического. После схлопывания электроды оказываются окружёнными свежим цементным раствором. В это время идёт процесс зарядки конденсаторных батарей для нового разряда.

В зависимости от конкретных условий, физического состояния кирпичной или бутовой кладки, длины высоковольтного кабеля подбирают оптимальную накапливаемую энергию. Для инъектирования кирпичных стен накапливаемую энергию принимают не более 1 кДж, для инъектирования бутовой кладки фундаментов эта энергия может достигать 10 кДж. Частота следования разрядов зависит от запасаемой энергии и составляет 10-60 импульсов в минуту.

6. СОЗДАНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ НАНЕСЕНИЕМ ТОНКИХ МАСТИЧНЫХ СОСТАВОВ (ЖИДКОЙ РЕЗИНЫ)

Гидроизоляционные тонкие мастичные системы (на Западе известны как «liquid rubber», т.е. буквально – «жидкая резина») подразделяются на три направления:

- *Наливные* - изготавливаются и формируются на месте укладки. Это новая технология для защиты от проникновения воды. Технология жидкой резины заключается в холодном нанесении мастичных составов. При использовании этой технологии не требуется горелок и огня, а также компрессора.

- *Окрасочные* - гидроизоляция выполняется нанесением пленкообразующих жидких и пастообразных материалов малярными кистями, щетками и шпателями, т.е. в основном вручную.

- *Напыляемые* - гидроизоляция наносится на поверхность методом напыления с использованием специального оборудования. Отличительная черта этого способа – качественное покрытие при максимально сжатых сроках работ. Напыляемые мастичные системы отличаются своей технологичностью, универсальностью, эффективностью и надежностью.

Для технологии гидроизоляции жидкой резиной характерно: быстрое бесшовное холодное нанесение; толщина слоя от 0,25 до 4 мм за один проход; отвердевание от 5 с; возможность работы по влажному основанию; быстрая и надежная гидроизоляция примыканий; адгезия по всей площади; хорошие звукоизоляционные свойства; эластичность 1200%; устойчивость к резким перепадам температур; устойчивость к УФ, кислотам и щелочам; отсутствие растворителей. Это экологически чистая технология, обеспечивающая ремонтпригодность, надежность и долговечность здания.

Основными местами дефектов традиционных покрытий являются швы и примыкания. Бесшовная технология нанесения жидкой резины позволяет быстро, просто и надежно выполнять работы по устройству гидроизоляции любых поверхностей лю-

бой геометрической формы со всевозможными выступами и примыканиями, на соединении разных материалов, в труднодоступных местах (1 смена – 1000 м²).

Жидкая резина – это специальная мембрана, представляющая собой эмульсию битумов высшего качества с добавками и синтетическими смолами в высоком процентном соотношении, которая распыляется при помощи специальной установки безвоздушного напыления одновременно с катализатором, позволяя выполнить по месту гидроизоляционную мембрану с высокой адгезией по всей поверхности нанесения. Материал гигиенически безопасный, поэтому может использоваться для гидроизоляции помещений промышленного и жилого типа. Жидкая резина образует бесшовное пароизоляционное покрытие, герметизирует внутреннее пространство и повышает его звукоизоляционные свойства (рис.6.1). Это особенно важно для помещений с повышенным содержанием влаги в воздухе. В табл. 6.1, 6.2, 6.3 представлены физико-технические свойства жидких резин производства различных фирм.



Рис. 6.1. Высокая растяжимость изделия из жидкой резины (а) и общий вид готового покрытия (б)

В качестве сырья для жидкой резины используются два компонента: компонент «А» (полимерно-битумная эмульсия) - это жидкость, поставляется в бочках, компонент «Б» (ускоритель твердения) - это порошок, поставляется в мешках и пакетах.

Т а б л и ц а 6.1

Характеристики жидкой резины (производство Россия)

Наименование показателя	Значение	
	нормативное	фактическое
Плотность, кг/м ³	1020	1114
Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	60,0	64,3
Прочность сцепления с основанием из бетона / стали, МПа, не менее	0,5 / 0,4	0,99 / 0,60
Условная прочность, МПа, не менее	0,20	0,29
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	1000	1097
Относительное остаточное удлинение, %, не менее	95	109
Время отверждения, ч, не более	24	22
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	0,30	0,28
Гибкость на брусе с закругленным радиусом 5 мм при температуре –2°С	Отсутствие трещин на поверхности образца	Отсутствие трещин на поверхности образца
Водопроницаемость при давлении 0,001 МПа в течение 72 ч	Отсутствие признаков проникновения воды	Отсутствие признаков проникновения воды
Водопроницаемость при давлении 0,03 МПа в течение 10 мин	То же	То же
Теплостойкость при температуре 95°С в течение 2 ч	Не должно быть вздутий и подтеков	Отсутствие вздутий и подтеков

Т а б л и ц а 6.2

Характеристики жидкой резины (производство Израэля)

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид	Эмульсия темно-коричневая, мембрана черная
Удельный вес	1
Содержание сухого вещества, %	60±2
Расход, кг/м ² при толщине покрытия 2 мм	3,0-3,5
Рабочая температура (при которой можно наносить покрытие), °С	Не ниже 5
Теплоустойчивость, °С	Не менее 90
Гибкость при минусовых температурах, °С	Выше -20
Гибкость при низкой температуре и при трещинообразовании	В норме
Предел прочности, МПа	Не ниже 0,1
Удлинение при разрыве, %	Не менее 1200
Восстановление (удлинение в 800-900%), %	Не менее 85

Т а б л и ц а 6.3

Характеристики жидкой резины (фирма GPSpraykote)

Наименование показателя	Значение
Плотность, кг/м ³	1020
Содержание сухого вещества, %	52
Вязкость, МПа·с	500
Адгезия к поверхности (бетон), МПа	0,97
Эластичность без изменения свойств, %	1200
Эластичность в момент разрыва, %	1800
Восстановление формы после растягивания, %	95
Твердость по Шору, А	50
Время отверждения при температуре 20°С и влажности 50%, с	3-5
Время вулканизации при температуре 20°С и влажности 50%, ч	24
Интервал рабочих температур, °С	-47... +98
Теоретический расход материала при нанесении в один слой 1 мм, л/м ²	1,5

Минимально допустимая температура нанесения покрытия +5°С при условии, что в последующие 5 суток температура не опустится ниже +1°С. Компонент «А» недопустимо доводить до

замерзания. В этом случае полимер, входящий в состав продукта, коагулирует (сворачивается) необратимо.

Конечное покрытие представляет собой резиноподобную толстослойную однородную массу черного цвета. Эксплуатация готового покрытия от -47 до $+98^{\circ}\text{C}$. Материалы производства Израиля при использовании на кровлях рекомендуется защищать от ультрафиолета посредством слоя светонепроницаемой краски. Для увеличения долговечности возможно комбинирование разных марок резины, т.е. сначала слой чувствительной к ультрафиолету резины, затем слой материала, стойкого к воздействию солнца.

Жидкая резина Vodipren® System - это линейка продуктов, предназначенная для профессионального использования в области гидроизоляционных покрытий. Жидкая резина системы Vodipren изготовлена на водной основе согласно всем современным экологическим требованиям и нормам безопасности; она нетоксична, невоспламеняема. Жидкая резина Vodipren® - модифицированная битумно-полимерная эмульсия нового поколения, устойчивая к высоким и низким температурам; способная создавать бесшовное гидроизоляционное покрытие на любом типе поверхности и материале. Все продукты системы Vodipren® наносятся методом холодного напыления и способствуют повышению производительности при любых условиях, на любых строительных участках с минимальными трудозатратами. Мастику отличает лёгкость и высокая скорость нанесения, мгновенное отверждение, высокая адгезия к большинству строительных материалов, высокая эластичность, абсолютная водонепроницаемость, устойчивость к низким и высоким температурам, устойчивость к воздействию УФ лучей, озона, большинству растворов кислот и щелочей, долговечность, высокая эффективность при минимальной толщине (2 мм), универсальность, т.е. возможность использовать эту жидкую резину при устройстве и ремонте мягких кровель, гидроизоляции, антикоррозийной защите.

Двухкомпонентный продукт *жидкая резина Vodipren® Compound* - это модифицированная битумно-полимерная водная эмульсия промышленного применения, предназначена для производства путем напыления бесшовного гидроизоляционного покрытия, защищающего любые строительные конструкции, под-

верженные постоянному воздействию УФ лучей, воды, большинства растворов кислот и щелочей. Успешно применяется для гидроизоляции кровель, фундаментов, подземных сооружений, мостов, коллекторов, резервуаров различного назначения, полигонов ТБО. Жидкая резина Vodipren® Compound наносится с помощью двухканального оборудования безвоздушного распыления. Затвердевание происходит мгновенно при смешивании компонентов в струйном факеле на поверхности основания. После применения продукта образуется единое бесшовное резиновое покрытие. Продукт готов к применению, наносится на сухое, чистое, обеспыленное основание. Расход продукта при устройстве покрытия толщиной 2 мм составляет 2,8 л на м².

Мембранное покрытие *жидкая резина GPSpraykote®* в жидком состоянии наносится посредством напыления и затвердевает под воздействием воздуха в форме бесшовной монолитной мембраны.

Нанесение жидкой резины *GPSpraykote®* осуществляется с помощью двухсопельного распылителя и системы подачи. Распылитель и система подачи устанавливаются таким образом, что катализатор и эмульсия наносятся отдельно друг от друга двумя веерными потоками без осаждения какого-либо из компонентов. Катализатор способствует образованию нежидкого покрытия с текстурированной поверхностью и равномерно вытесняет водный компонент из состава эмульсии. Толстослойная жидкая резина *GPSpraykote®* может применяться для многослойных покрытий или в составе с волокном. Эту резину наносят кистью или валиком.

Номинальный промежуток затвердевания мембраны при температуре 20°C 15 мин, 100%-ное затвердевание покрытия - 24 ч. При средней влажности срок затвердевания зависит от толщины наносимого продукта и типа поверхности, например крыша или емкость. Сразу же после нанесения мембраны следует уложить слой усиливающей геоткани для склеивания с мембраной. После этого можно укладывать защитное покрытие (обшивку), облицовку или планировку вести в соответствии с требованиями проекта.

Для изоляции всю мембранную поверхность, как горизонтальную, так и вертикальную, накрывают сверхплотным полистирольным пенопластом.

Если мембрана повреждена, то повреждение устраняется повторным нанесением жидкой резины на предварительно очищенную поврежденную поверхность.

Двухкомпонентная система *жидкая резина Drylar™* представляет собой специально разработанную асфальтную эмульсию с эффектом мгновенного отвердевания, предназначенную для нанесения защитного покрытия как снаружи, так и внутри помещений. Данная экологически чистая резина обладает эластичностью, адгезивностью, высокой прочностью, не содержит растворяющих основ. Для нанесения композиции разработано специальное оборудование.

Оборудование для *жидкой резины фирмы НСТ* работает на сырье любых известных в России марок: Даклар, Технопрок, Профикс, GPSpraykote, Рапидфлекс, Водипрен, Флексигум и др. Первая разработка фирмы НСТ в области создания оборудования для нанесения жидкой резины относится к 2006 г. Тогда была разработана опытная модель RX-25, затем появилась новая модель – RX-26, с 2008 г. в серию пошла модель RX-27 с различными модификациями. Несмотря на свои малые габариты и небольшой вес, установка RX-27 является настоящим мини-заводом по производству гидроизоляции. Причем «развернуть» этот завод можно прямо на стройплощадке: на крыше, в котловане, в тоннеле – где угодно. Для обслуживания мини-завода по производству гидроизоляции достаточно двух человек. Если фронт работ значительный, лучше включить в бригаду 3-го рабочего. В отличие от традиционных методов гидроизоляции, технология жидкой резины позволяет не только произвести на объекте гидроизоляционную мембрану, но и уложить и закрепить её на поверхности. Эта укладка проводится без единого шва и в максимально сжатые сроки (1000 м² гидроизолируются за 6-8 часов работы). Поэтому машины для нанесения жидкой резины RX-27 – это не только мини-заводы производства гидроизоляции на объекте, но и средства механизации по укладке гидроизоляционной мембраны.

На рис. 6.2 справа, помимо коробки с установкой RX-27БТ9 находятся еще две коробки - это бочковой насос-мешалка БНМ-9827. Если предстоят работы по гидроизоляции на кровле, то БНМ-9827 позволяет перекачать полимерно-битумную эмульсию

с земли на крышу. В этом случае наверх поднимается одна установка. Оборудование типа RX-27 производства компании «Новые Строительные Технологии» позволяет перерабатывать любые бикомпонентные полимерно-битумные мастики: Технопрок, Рапидфлекс (Rapidflex), Водипрен (Vodipren), Флексигум (Flexigum), GPSpraykote, Ликвидрабер (Liquid Rubber), Профикс, Daclar таких производителей как: Пазкар, Водихем, Битум Хаске, Лафарж, Pazkar, Vodichem и др.



Рис. 6.2 Общий вид «мини-завода»

Установки RX-27 состоят из двух основных составляющих: насосной станции с пультом управления, размещенных на каркасной тележке, и двухканального распылителя (удочки). Насосная станция состоит из электрического насоса по линии полимерного битума и электрического насоса по линии ускорителя отверждения. Оба насоса на входах имеют приемные ниппеля и на выходах соответствующие обвязки, состоящие из «фильтров», кранов и элементов арматуры. На выходных частях «двухканального распылителя» («удочка») смонтированы форсунки. К ниппелям удочки подводятся компоненты «Б» и «А».



Рис. 6.3. Стандартная (0,6 м) и удлиненная (1 м) удочки

Все установки для жидкой резины фирмы НСТ комплектуются по линии битума (компонент А) специальными шлангами высокого давления. На концах шлангов опрессованы специальные переходники и ниппеля – через них осуществляется подсоединение к насосу и удочке (рис. 6.3). Поэтому срыв шланга во время работы в принципе невозможен, так как предел прочности шланга в 8 раз превышает максимальное давление, которое создает насос по линии полимерно-битумной мастики.

Шланг по линии компонента «Б» - соляного раствора – обычный, кислородный, так как по линии компонента «Б» не создается такого высокого давления, как для компонента «А». Установки RX-27 (рис. 6.4) комплектуются шлангами длиной 20 м. При доукомплектовке установки RX-27 бочковым насосом-мешалкой БНМ-9827 радиус действия оборудования для жидкой резины приближается к 150 м, причем до 50 м – по вертикали.



Рис. 6.4. Установка RX-27

Еще одной особенностью оборудования для жидкой резины фирмы НСТ является то, что при модификации RX-27БТ управление насосом по линии битума осуществляется через электронный частотный регулятор, поэтому имеется возможность изменения подачи насоса, т.е. возможность плавно регулировать производительность установки, тем самым изменяя размер факела от удочки в зависимости от поставленной задачи. При этом следует изменить концентрацию соляного раствора, распыляемого по второму каналу.

Принцип работы установки типа RX состоит в следующем. Жидкая резина НСТ - битумная гидроизоляция, так как основной компонент – это битум с патентованными полимерными добавками. Из емкости 1 компонент «А» по рукаву поступает в насос. Одновременно из емкости 2 компонент «Б» по рукаву поступает в центробежный насос (рис.6.5). При работе насосов компоненты «А» и «Б» по рукавам под давлением поступают в каналы удочки. Проходя через фильеры, потоки распыленных компонентов на расстоянии 200-250 мм от узлов распыления пересекаются и перемешиваются друг с другом. Распыленная (аэрозольная) смесь компонентов наносится на поверхность. В результате быстрой реакции аэрозольной смеси компонентов образуется гидроизоляционное покрытие изолируемой поверхности.



*Рис. 6.5. Установка RX-27Б,
в бочке – жидкая резина,
в канистре - отвердитель*



*Рис. 6.6. Напыление покрытия
двухканальным распылителем*

Подготовка поверхности перед напылением заключается в очистке и обеспыливании. Жидкая резина наносится холодным напылением даже на влажную поверхность. При температуре окружающей среды $+20^{\circ}\text{C}$ покрытие приобретает эксплуатационные свойства уже через 2 часа. Жидкая резина НСТ отлично наносится не только на горизонтальные поверхности, но и на вертикальные и даже потолочные.

Жидкая резина и отвердитель наносятся на поверхность посредством двухканального распылителя установки RX-27 (рис. 6.6). Установка RX-27 под давлением подает в специальный двухканальный распылитель (удочку) два жидких компонента, которые на выходе преобразуются в два мелкодисперсных факела, которые смешиваются непосредственно у поверхности.

В тот момент, когда аэрозольный поток битумной мастики (различных марок - Технопрок, Рапидфлекс, Гермтехно, GPSpray, Даклар, Флексигум, Водипрен) встречается с реагентом-катализатором, происходит застывание, формируется резиноподобная мембрана (жидкая резина), которая прилипает к любой поверхности, повторяя любой, даже сложный, рельеф.

В отличие от рулонной гидроизоляции, все примыкания, все выступы закрываются единым, сплошным гидроизоляционным слоем. Таким образом, у жидкой резины нет ни единого стыка, нет ни единого шва. Два человека на установке RX-27 качественно осуществляют гидроизоляцию 1000 м² за 8 ч.

Преимущество мембраны жидкая резина, по сравнению с традиционными способами проявляется тем отчетливее, чем больше площадь и короче сроки. Области применения жидкой резины - это любые объекты, где требуется гидроизоляция: внешние и внутренние, подземные и на открытом воздухе.

Смешение и нанесение компонента «А» (жидкого битумно-полимерного состава) и компонента «Б» (жидкого катализатора) осуществляется при помощи автономной двухканальной, нагнетающей давление, дозирующей установки и распыляющей удочки. Компонент «А» недопустимо доводить до замерзания. В этом случае полимер, входящий в состав продукта, коагулирует (сворачивается) необратимо.

Сравнительные характеристики жидкой резины нескольких производителей приведены в табл. 6.4.

Т а б л и ц а 6.4

**Сравнительные характеристики жидкой резины
нескольких производителей**

Производитель	Адгезия, МПа	Удлинение при разрыве, %	Условная прочность, МПа	Группа горения	Водонепроницаемость 2 мм	Стойкость к ультрафиолету
Технопрок (Россия)	0,99 (бетон) 0,6 (металл)	1097	0,45	Г4	Отсутствие признаков проникновения воды	Нужна защита
Профикс КР (Россия)	0,9 (бетон) 0,7 (металл)	1000	0,35	-	То же	Устойчив
Vodipren (Италия)	0,9 (бетон) 0,45 (металл)	1300	0,48	ГЗ	"	45 лет никаких повреждений
Liquid Rubber (Канада)	0,75 (бетон) > 0,7 (металл)	850	0,87	Г1	"	Устойчив
Flexigum (Израиль)	0,83 (бетон) 0,40 (металл)	1000	0,91	Г2	"	То же

При проведении гидроизоляции в конкретных условиях, например, при ремонте гидроизоляции гаража Верховного суда (применение покрытий толщиной только до 3 мм, отсутствие гидроизоляции перекрытия, наличие трещин, загерметизированных ранее, и трещин с отсутствием герметизации, но покрытых, как и

основной пол, резиновой пудрой с отвердителем Rock Chape) целесообразнее применить материалы, сочетающие в себе гидроизоляционные свойства и все свойства для сверхнагруженных полов, а также химически стойкие. Пекталак представляет собой смесь из эпоксидно-полиуретанового компаунда и отвердителя. Допускается введение в материал покрытия песка, резиновой крошки. Компаунд содержит эпоксид-полиуретан с сополимером поливинилхлорида с добавками пигментов, наполнителей, пластификаторов, модификаторов. Для отверждения компаунда применяют специальный отвердитель. С помощью эпоксидно-полиуретанового наливного пола можно решить проблему гидроизоляции и замены половой плитки. Пекталак обеспечивает следующие свойства: полная водонепроницаемость покрытия; пожаробезопасность - материал не распространяет огня и не поддерживает горение; высокая прочность покрытия - наливной пол выдерживает механические, электрические или электростатические нагрузки, а также вибрации, обладает отличной химической стойкостью к моющим средствам, кислотам, щелочам, агрессивным газам (в том числе выхлопным), спирту, нефти, бензину, маслам и другим ГСМ; собственная химическая инертность; широкий температурный диапазон эксплуатации - покрытие может эксплуатироваться в температурах от - 30 до +60°C. Свойства Пенталака приведены ниже:

Внешний вид покрытия	Поверхность должна быть ровной,
после высыхания.....	однородной, без пузырей, трещин,
	крупинок нерастертого пигмента
Массовая доля нелетучих веществ,	и механических включений
%, не менее.....	
80	
Время высыхания композиции до	
степени 3, ч, не более, при темпера-	
туре (20±2)°C.....	
72	
Условная вязкость разбавленного	
компаунда по вискозиметру ВЗ-246	
с диаметром сопла 4 мм при темпе-	
ратуре (20,0±0,5)°C, с.....	
15-45	
Прочность покрытия при ударе на	
приборе типа У-1, см, не менее.....	
40	

В то же время наливные полы обладают стойкостью к перепадам температуры (выдерживают кратковременный нагрев до 140°C при пропаривании острым паром); устойчивостью к поражению грибом, мхом, плесенью и насекомыми; высокой эластичностью, полным отсутствием растрескивания и отслаивания покрытия; отсутствием изменений цвета на солнце ввиду устойчивости к ультрафиолетовому излучению; после полной полимеризации (отверждения) покрытие не выделяет вредных для здоровья веществ.

Технология выполнения работ заключается в следующем. Перед применением в наливной пол при непрерывном перемешивании вводят отвердитель в пропорции - к 100 весовым частям компаунда необходимо добавить 20 весовых частей отвердителя. Перемешивание производится медленно (во избежание насыщения композиции пузырьками воздуха), не менее 1 минуты. Поверхность, на которую наносится наливной состав, необходимо тщательно подготовить. Для этого необходимо выполнить следующие работы:

- трещины и выбоины выравниваются путём нанесения композиции, смешанной с мелким песком или цементом;
- выровненные места необходимо отшлифовать до уровня окружающего пола; произвести обеспыливание;
- поверхность прогрунтовать праймером (праймер готовится путем введения в композицию отвердителя, и после этого еще добавляется 20-50% растворителя Р-4 для более глубокого проникновения). Грунтование поверхности производится для улучшения адгезии (прилипания) покрытия, а также уплотнения поверхности бетонного пола, заделки микропор, повышения прочности на сжатие. Наносится наливной состав не ранее, чем через 1 ч после предварительного грунтования праймером;
- нанесение эпоксидно-полиуретановой композиции производится при температуре окружающей среды, температуре поверхности и температуре материала не ниже +5°C. Эпоксидно-полиуретановую композицию следует нанести путём налива на

пол с последующим разравниванием поверхности игольчатым валиком или шпателем. С помощью игольчатого валика извлекаются пузырьки воздуха из нанесенного покрытия. После этого покрытие оставляется для полной полимеризации. Срок годности композиции после введения отвердителя - 1 ч при 20°C.

Оптимальным растворителем является универсальный растворитель Р-4.

Примерный расход праймера для бетонного пола: 0,15-0,2 кг/м². Примерный расход композиции при толщине покрытия 1 мм 1,4-1,6 кг/м². Допускается введение в наливной пол (с отвердителем) наполнителя (песок, резиновая крошка), что уменьшает расход композиции. Песок должен быть чистым (его необходимо промыть и просеять) и в обязательном порядке сухим. Время выдержки покрытия до ввода в эксплуатацию не менее 8-10 сут. Свойства растворов для ремонта бетона приведены ниже:

Наименование материала	Назначение состава
Concreseal-3.....	Очень гладкий ремонтный раствор для косметического ремонта, выравнивания, устройства кромок на бетонных поверхностях до 3 мм
Concreseal-5	То же до 5 мм
Maxbeton.....	Безусадочный быстросхватывающийся тиксотропный раствор для установки и крепления элементов конструкций
MaxfloorMarine.....	Двухкомпонентный эластичный состав для защиты от коррозии, обладающий высокой адгезией к металлическим поверхностям
Maxgrip.....	Быстросхватывающийся безусадочный текучий раствор
Maxgrout.....	Безусадочный высокопрочный текучий раствор нормального схватывания
MaxgroutHR.....	Литой строительный раствор, обладающий высокой текучестью, предназначен для заполнения больших объемов

Maxmorter-F.....	Концентрат на основе специальных цементах и добавок для приготовления универсального строительного раствора
MaxrepairInjection..	Безусадочный, подвижный ремонтный раствор с высокими показателями по адгезии
Maxrest	Безусадочный быстросхватывающийся ремонтный раствор, обладающий высокой прочностью и адгезией
Maxrite.....	Двухкомпонентный быстросхватывающийся раствор, модифицированный полимерами
Maxrite500.....	Быстросхватывающийся безусадочный ремонтный раствор, модифицированный полимерами
Maxrite700.....	Безусадочный ремонтный раствор, модифицированный полимерами. Обладает нормальным временем схватывания
MaxriteInjection...	Безусадочный, текучий ремонтный раствор
Maxrite-S.....	Однокомпонентный раствор нормального схватывания для набрызг-бетонирования сухим способом
Maxstone.....	Двухкомпонентный строительный раствор, предназначенный для реставрации элементов из натурального камня и возвращения им их первоначальной формы
Thermosan.....	Макропористый раствор, защищающий от подъёма капиллярной влаги
Thermosan-F	Затирачный отделочный раствор для защиты и декоративной отделки штукатурного состава Thermosan
Watmat	Быстросхватывающийся слегка расширяющийся раствор для крепления и заделки люков

7. ЗАСЫПНАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

7.1. СВОЙСТВА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

Материалы на основе природной глины используются в практике создания гидроизоляционных мембран очень давно. Наши предки для гидроизоляции конструкций использовали «глиняные замки» - устройства, представляющие собой защитную глиняную стенку вокруг фундамента толщиной 1/2-3/4 аршина (0,5-0,75 м) и слой в 1/4 аршина под полом подвала. Применяли исключительно жирную глину. Кроме того, ее следовало вымораживать в специальных камерах с влажностью, близкой к 16% (после чего она легко скатывалась в комок, но при этом не прилипала к рукам). При применении данного метода гидроизоляции создавался слой перемятой и плотно утрамбованной глины толщиной 26-31 см. В 40-50-х гг. XX в. применяли «глиняный замок», технология которого заключалась в следующем: приготовленная глина укладывалась вокруг сооружений (фундамента) и послойно утрамбовывалась (уплотнялась) при толщине 200-300 мм, защита исключала контакт с агрессивной средой. Коэффициент фильтрации даже хорошо уплотненного глинобетона не бывает ниже 10^{-9} см/с, и толщина замка обычно принимается равной 0,6-1,2 м. Большая усадка глины при высыхании требует специальных мер борьбы с усадочными трещинами: введения отоющих добавок, увлажнения при стабилизации. Основные минералы, составляющие глины, - водные алюмосиликаты: каолинит, монтмориллонит, галлуазит, гидрослюда и др. Сегодня на смену «глиняным замкам» пришли изделия в виде бентонитовой глины, порошка, листов и матов, обладающие достоинством «глиняного замка» и, вместе с тем, более экономичные и технологичные в укладке. Первоначально бентонитовые глины с учетом их гидроизоляционных свойств использовались в качестве уплотняющих добавок к бетонам и грунтам. В последнее время бентониты стали использовать в роли основного компонента в гидроизоляционных материалах. В таких материалах бентонит обеспечивает водонепроницаемость благодаря способности при

контакте с водой образовывать гель, практически не пропускающий воду (коэффициент фильтрации менее 10^{-7} м/с). В конце 90-х гг. прошлого века в проектных документах стали упоминаться совершенно новые гидроизоляционные материалы, основным компонентом которых является бентонитовая глина. Бентониты - глины, обладающие высокими адсорбционными и коллоидными свойствами. Бентонитовые глины характеризуются высокой дисперсностью и пластинчатым строением. Преобладающий минерал бентонитов - монтмориллонит, относящийся к подклассу слоистых силикатов. Структура монтмориллонита отличается от других глинистых минералов (например, каолинита) симметричным сложением пакетов и большим межпакетным расстоянием. Поверхностные слои пакетов монтмориллонита, сложенные анионами кислорода, удерживают обменные щелочные катионы. Если преобладает кальциевый бентонит Ca^{++} , то у таких глин ярко выражены сорбционные свойства и ослаблены коллоидные, вплоть до того, что при увлажнении они не образуют пластичного теста, а рассыпаются. В том случае, если преобладают натриевые бентониты Na^+ , глины приобретают уникальные коллоидные свойства. Они активно поглощают воду, которая входит в межпакетное пространство, при этом объем глины увеличивается в 5-15 раз. Для реализации свойств бентонита необходимо соблюдение условий: в исходном материале бентонит должен быть в виде порошка или гранул, в рабочем состоянии после контакта с водой бентонитовый гель должен быть в виде сплошного слоя, расположенного в замкнутом пространстве. Эти условия выполняются в вышеуказанных матах и панелях.

Натриевый бентонит - одна из разновидностей монтмориллонитовых глин природного происхождения. Кристаллическая решетка монтмориллонита состоит из трех слоев: два наружных слоя кремнекислородных сеток с атомами кремния в центре и внутренний слой из плотноупакованных атомов кислорода или гидроксильных групп, между которыми расположены атомы алюминия. Их сочетание образует слоистые пакеты, связанные между собой обменными катионами Na, Ca, Mg, K и водой. При преобладании в бентоните ионов натрия силы взаимных связей в процессе гидратации уменьшаются настолько, что пакет пластинок распадается на отдельные частицы, а общий объем глины

160

увеличивается примерно в 14-16 раз. Когда этот процесс происходит в замкнутом пространстве, то возникает напряженное состояние в структуре образующегося геля, за счет чего водонепроницаемость материала сильно снижается. Глинистые минералы типа сукновальной глины можно ввести в реакцию с водорастворимыми или набухающими в воде полимерами с образованием влагостойких гелей. Такие гели с успехом применяются для гидроизоляции строительных конструкций. Бентониты - это высокодисперсные глины с содержанием монтмориллонита не менее 60% и плотностью 1,7-2,9 г/см³. После укладки в сухом состоянии бентонитовая глина, когда она подвергается воздействию воды, разбухает и становится водонепроницаемой, но паропроницаемой. Степень увеличения в объеме, а также водонепроницаемость зависят от гранулометрического и химического состава глины. Они могут изменяться в широком диапазоне. Обычно достаточно, чтобы при увлажнении глина разбухла на 10-15%. Для эффективной работы гидроизоляционных свойств бентонитовых материалов они должны вступить в контакт с водой. Гидратация осуществляется сразу после укладки и обратной засыпки пазух грунтом, поскольку для того, чтобы материал приобрел свойства водонепроницаемости, ему необходимо дать возможность полностью разбухнуть в замкнутом пространстве. Из всех гидроизоляционных материалов бентонитовые материалы, так же как и цементные, наименее токсичны и наносят минимальный ущерб окружающей среде. Кроме того, гидроизоляционная мембрана на основе бентонитов обладает способностью к самозалечиванию трещин, что делает этот материал еще более интересным. Важным требованием для того, чтобы материал работал наиболее эффективно, является необходимость плотного прилегания материала к бетону.

Предварительно смеси и гранулы для улучшения уплотняющих свойств смачивают, однако при этом немедленно начинается реакция гелеобразования. Особенно это относится к смесям, содержащим активированные сукновальные глины, которые довольно быстро взаимодействуют с полимерами. Кроме того, гелеобразующую смесь трудно хранить. Полученная смесь лишена этих недостатков, она содержит воду, причем в смеси происходит умеренная предварительная реакция между активированной сук-

новальной глиной и полимером (или неактивированной глиной и активирующим агентом). Такая реакция недостаточна для полного формирования геля, однако ее хватает для образования некоторого количества связей между полимерами и глинистым минералом, вследствие чего частицы смеси или шихты лучше сцепляются друг с другом. Смесь наносят на поверхность конструкции, затем смачивают водой, и гель образуется самопроизвольно. Гель имеет высокие гидроизолирующие свойства, устойчив к перепадам климата от -25 до $+60^{\circ}\text{C}$, обладает буферными свойствами.

В современной гидроизоляции была использована идея «глиняного замка» и разработаны эффективные материалы Rawmat HDB (Англия, фирма Rawell), а также панели Volklay 1,2x1,2 м, геотекстильные маты Voltex и Bentomat американской компании Cetco на основе высокоплотного природного натриевого бентонита, который при полной гидратации увеличивается в объеме в 14-16 раз.

С увеличением объемов строительства и совершенствованием технологий изменялись материалы, используемые для гидроизоляции фундаментов и подвалов. Засыпка гидроизоляционных материалов в водонепроницаемые слои, огражденные опалубкой, аналогична по конструкции литой, но имеет большую толщину 10-50 см при небольшой водонепроницаемости (глина и глинобетонные покрытия). Для реализации свойств бентонита необходимо соблюдение условий: в исходном материале бентонит должен быть в виде порошка или гранул, в рабочем состоянии после контакта с водой бентонитовый гель должен быть в виде сплошного слоя, расположенного в замкнутом пространстве.

7.2. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЫ NABENTO ФИРМЫ AKZO NOBEL GEOSYNTHETICS (США)

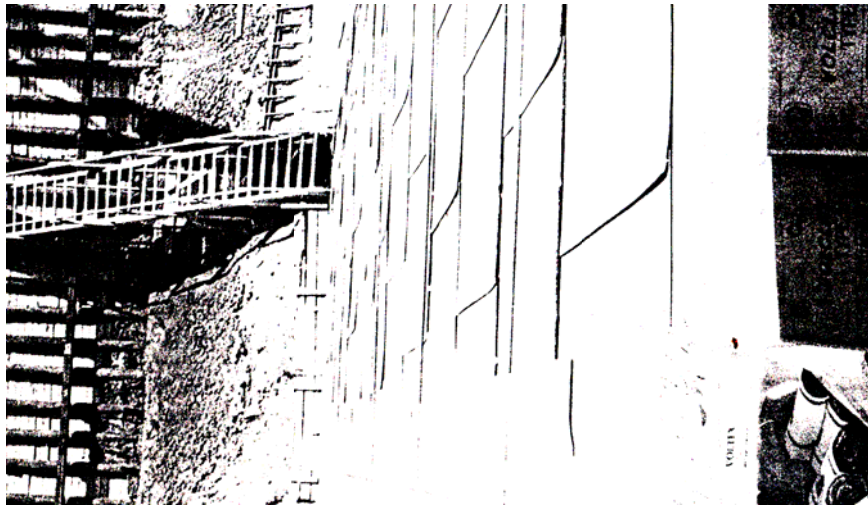
Фирма Akzo Nobel Geosynthetics (США) выпускает гидроизоляционные маты *NaBento*, представляющие собой трехслойную систему, заполненную бентонитовым порошком. Сверху и снизу находятся два прошивных полотна упрочненного геотекстиля из полипропилена, внутри - слой объемного высокопорис-

того материала - порошкообразного бентонита. Все составные части этой системы соединены прочными швами вдоль полотна с шагом 25 см. Общая толщина мата в сухом состоянии - 8 мм. Ширина полотна до 3,6 м, длина - до 30 м, вес 1 м² - 4 кг (из них бентонита 3,5 кг). Аэротекстиль кроме функции емкости для бентонита играет роль армирующего элемента. Благодаря прошивке всех компонентов готового материала *NaBento* может воспринимать сравнительно высокие растягивающие усилия. Высокоплотная бентонитовая мембрана и панели с двух сторон имеют два слоя биоразлагающегося гофрированного картона, между которыми размещены гранулы бентонита натрия (4,9 кг/м²). Эти материалы не токсичны, химически стойки, срок службы материала не ограничен, конечная гидроизоляция не имеет соединительных швов, трудоёмкость монтажа в 3 раза ниже обычных материалов, есть возможность укладки в любое время года при любых погодных условиях. Ниже приведена характеристика изоляционных матов *NaBento*:

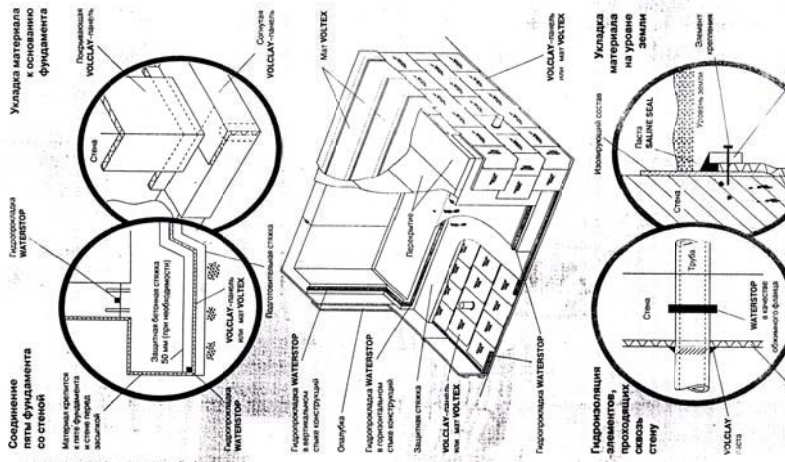
Прочность на разрыв, кН/м, не менее:	
вдоль.....	15
поперек.....	20
Удлинение при разрыве, %, не менее:	
вдоль.....	25
поперек.....	70
Коэффициент фильтрации под давлением	
2 кПа (2 м вод. ст.).....	20-10 ⁻¹⁰

7.3. МЕМБРАНЫ VOLCLAY АМЕРИКАНСКОЙ КОМПАНИИ SETCO

Технология укладки Volclay состоит в следующем. На горизонтальной поверхности мембраны укладываются внахлест без крепления и закрываются бетонной стяжкой (рис. 7.1); на наружные вертикальные поверхности мембраны укладываются панели или маты внахлест и пристреливаются металлическими дюбелями, затем засыпаются песчаным грунтом с послойным уплотнением.



а



б

Рис. 7.1. Укладка горизонтальных участков из Volclay (а) и гидроизоляция узлов конструкции (б)

7.4. УКЛАДКА ИЗОЛЯЦИИ RAWMAT HDB АНГЛИЙСКОЙ ФИРМЫ RAWELL

Технология изоляции (Rawmat HDB) вертикальных поверхностей заключается в следующем:

- Очистить поверхность стены от пыли, комков бетона. При установке полотна должно быть плотно натянуто, чтобы обеспечить тесный контакт со стенами. Полотна крепятся гвоздями Hilti/Masonry с шайбами 75×75, деревянными рейками, алюминиевыми или пластиковыми полосами на расстоянии 150 мм (для нахлёста с другим полотном) от края полотна. При сыром и влажном бетоне мембрана крепится на клей Rawtite Rapid Bond Adhesive. Распылить Rawtite PR праймер следует на бетон в область, где будет нанесён клей. Rawtite Rapid Bond Adhesive (клей) наносится каплями на мембранную поверхность, а затем прижимается к бетону (где был распылён праймер), чтобы сформировать мгновенный шов.

- Уложить вокруг всей конструкции герметик Rawseal TR 35 и закрепить Rawmat HDB. Следующее полотно перекрывает нижнее на 100 мм.

- Провести засыпку землёй как можно быстрее после крепления мембраны к стене. Если нет возможности провести немедленную засыпку землёй, необходимо мембрану накрыть полиэтиленом для предотвращения дегидратации. Пленки требуют пригруза 350-400 кг/м², т.е. бетон толщиной 20 см или грунт толщиной 45 см.

Засыпная гидроизоляция применяется при устройстве тепловых сетей бесканальным способом. В траншее по установленным опорам укладывают трубопровод и вдоль него с двух сторон устанавливают инвентарные металлические щиты. Между щитами засыпают слой (толщина 300-400 мм) гидрофобной золы-уноса и уплотняют его. Одновременно засыпают гидрофобную золу, покрывают ее слоем толя и выполняют полностью обратную засыпку.

7.5. УКЛАДКА МАТОВ ИЗОБЕНТ

Одним из материалов, содержащих гранулы бентонита натрия, является Изобент. Основные технические характеристики матов Изобент приведены ниже:

Коэффициент фильтрации, м/с	1,10-9
Стойкость к гидростатическому давлению, атм.....	7
Относительное удлинение при разрыве, %	80
Динамическое продавливание с энергией 9 Дж...	Водонепроницаем
Температура установки, °С.....	от -30 до +50
Толщина в сухом состоянии, мм.....	6
Содержание бентонита, не менее, кг/м ²	4,5
Размеры матов (рулона), м.....	1,15×5 (4,9×40)
Вес мата (рулона), кг	28,5 (1100)

Изобент - это гидроизоляционный геосинтетический рулонный материал, предназначенный для защиты поверхностей подземных сооружений (фундаментов, подвальной части здания, тоннелей, подземных парковок) от грунтовой и ливневой влаги. В последние годы он стал широко применяться и для создания противофильтрационных экранов при строительстве полигонов промышленных и бытовых отходов. Простота укладки матов и отличные гидроизоляционные свойства позволяют ландшафтными дизайнерами проектировать декоративные приусадебные водоемы различной сложности и конфигурации, без предварительной отливки бетонной чаши, что значительно снижает их стоимость.

Для изготовления искусственного водоема теперь достаточно вырыть котлован необходимых размеров, устроить подушку из щебня и песка, уложить маты с «перехлестом» 300 мм, пригрузить их, установить геотекстильные решетки и отсыпать откосы. Маты Изобент представляют собой каркас из двух полипропиленовых полотен с размещенными между ними гранулами натриевого бентонита. Полотна (тканое и нетканое) прошиты иглопробивным способом, что предотвращает смещение гранул при транспортировке и укладке. Минимальное содержание гранул - 4,5 кг на м². При гидратации бентонит увеличивается в объеме до восьми раз, покрывая поверхность ровным водонепроницаемым слоем глины, являющимся природным гидроизолятором. Учитывая то, что полотна имеют очень большие сроки старения, а глины являются природными материалами, гидроизоляция гарантированно получается с практически неограниченным сроком годности. Старый русский способ «глиняный замок» толщиной 500 мм превратился за счет инновационных технологий в «глиняный замок» толщиной 6 мм. Технология укладки матов Изобент за-

ключается в следующем. Маты укладывают темно-серой (тканой) стороной вверх на подготовленное основание - бетон, мягкий окатанный гравий, хорошо уплотненную землю или песок. Края материала должны перекрываться как минимум на 100 мм, а швы на концах сдвигаются как минимум на 300 мм в шахматном порядке. В тех случаях, когда бетонное основание заливается секциями, края матов должны выступать как минимум на 300 мм за уложенный участок, чтобы обеспечить дальнейшее скрепление материала. Если во время укладки мат случайно рвется, то его легко починить - материал относится к так называемым «самозалечивающимся». Достаточно лишь промазать края порванного мата разведенными в воде гранулами бентонитовой глины и наложить на поврежденное место заплатку из кусочка Изобента. При открытой выемке грунта материал заворачивают вдоль края опалубки плиты и закрепляют на верхнем торце опалубки, после удаления которой он оказывается механически связанным с плитой, что упрощает дальнейшие работы по гидроизоляции. Механическая связь геотекстильных волокон и свежего бетона обеспечивает контакт мата с бетоном даже при оседании грунта, что придает конструкции надежную гидроизоляцию.

Укладка матов по стенам производится в горизонтальном направлении. Необходимо, чтобы мат, укладываемый внизу у основания конструкции, как минимум на 300 мм перекрывал мат, находящийся под плитой основания. Вертикальные швы должны быть разнесены в шахматном порядке на таком же расстоянии. Маты укладываются снизу вверх таким образом, чтобы перехлест был не менее 100 мм. На их стыки (при работах на горизонтальных поверхностях) рекомендуется наносить пасту из бентонитовых гранул, растворенных в воде. Края закрепляются строительными гвоздями или саморезами с шагом 300-500 мм.

Практически на всех подземных сооружениях возникает необходимость прокладки инженерных коммуникаций. В этих случаях Изобент вырезают так, чтобы его можно было плотно уложить вокруг проходящих через стену конструкций, для заполнения пустот между ними и краями обрезанного мата наносится слой пасты из бентонитовых гранул (20 мм), после чего края матов закрепляются строительными гвоздями по металлической ленте с шагом 300-500 мм. При строительстве искусственных во-

дохранилищ, полигонов промышленных отходов экономически выгодно использовать маты Изобент размерами 4,9×40 м. Их технические характеристики аналогичны матам размером 1,15×5 м, но за счет сокращения перехлестов заметно уменьшается требуемое количество материала. При этом, надо учитывать, что вес одного рулона составляет 1100 кг, что предполагает при работе с ним использование строительной техники. Кроме перечисленных свойств, нельзя не отметить еще одно важное качество материала - его практически трудно «загубить». Даже не имея никаких навыков строителя, каждый человек способен уложить маты на подготовленную поверхность. Изобент не предназначен для установки в стоячей воде, ее необходимо сначала откачать из котлована, и только потом производить укладку матов с последующим пригрузом массой не менее 250 кг/м².

Нельзя не сказать о бентонитонатриевых шнурах, принцип работы которых основан на уже упомянутом свойстве глины - увеличиваться при гидратации. Одним из них является «Барьер» - гидроизоляционный бентонитонатриевый бутилкаучуковый шнур. Его применяют для герметизации горизонтальных и вертикальных рабочих и конструктивных швов подземных и заглубленных сооружений, а также в местах прокладки инженерных коммуникаций. При контакте с водой в замкнутом объеме такой шнур разбухает, увеличиваясь в объеме до 400 %, и заполняет сколы, щели, микротрещины, предотвращая тем самым проникновение воды. Устанавливается он при температурах от -15 °С до + 50 °С на очищенный от грязи и песка бетон, кирпичную поверхность, крепится строительными гвоздями или любым полимерным клеем. На сегодняшний день материалы на основе бентонитовой глины являются наиболее перспективными при решении вопросов гидроизоляции.

Система *Bentorub* (*Бентораб*) - гидроактивные уплотняющие эластичные прокладки для гидроизоляции швов бетонирования или стыков строительных конструкций при строительстве. Уплотняющая прокладка *Bentorub* в виде ленты, состоящая из бентонита натрия и бутилкаучука, - безвредное для окружающей среды, водонепроницаемое уплотнение для строительных и холодных швов бетонирования, разбухающее под действием воды и заполняющее все трещины и пустоты. При падении уровня воды

лента возвращается в первоначальное положение, образует гибкую и упругую прокладку или гибкое уплотнение в шве или трещине, осуществляет гидроизоляцию временных проемов окон нежилых подвалов, вентиляционных отверстий. Применяется при всех работах по ремонту и реконструкции зданий и сооружений (во всех случаях, когда производится бетонирование и когда требуется гидроизоляция швов и сопряжений). Bentorub должен устанавливаться на сухой бетон после установки арматурных стержней, между их рядами. Для осуществления правильной установки предлагается ряд вспомогательных принадлежностей и оборудования (Bentohold, Bentosteel, Bentostic).

Bentostic (Бентостик) - расширяющаяся бентонитовая мастика для защиты от протечек в местах пенетрации (важная составляющая часть системы Бенторуб). Применяется для нанесения на сухой, влажный, замерзший или невыморозивший бетон до -26°C . Материал реагирует на воду и при взаимодействии с ней загустевает, становится плотным, образуя противодиффузионную мембрану. Неровные поверхности перед нанесением Bentorub заполняются составом Bentostic. Bentostic устойчив к действию микроорганизмов (бактерий, грибов, плесени), к проникновению воды, стоек к прямому воздействию дождя. Имеет высокий коэффициент проницаемости $K=10^{-4}$. Возможна работа при низких температурах до -26°C .

Bentohold (Бентохолд) - двухкомпонентный дозированный гидравлический клей для адгезии Bentorub на бетоне на основе карбонизированного бутадиенстирольного каучука. Используется в качестве клеящего состава для приклеивания на бетон экологически безвредной бентонитовой ленты Bentorub. Клей обладает водостойкостью и может наноситься и на влажные поверхности. Подготовка клея заключается в смешивании компонентов «А» и «Б» до получения однородной пасты, нанесении кистью на поверхность слоем в несколько мм, установке прокладки Bentorub.

Bentosteel (Бентостил) - составная часть системы Bentorub в виде металлической арматурной проволоочной сетки. Применяется для качественного прижатия ленты Bentorub к поверхности. Bentosteel не допускает провисания Bentorub и благодаря этому облегчает процесс установки. Устанавливается на Bentorub перед закреплением гвоздями.

Swellseal 8 - разбухающая под действием воды гибкая ленточная прокладка, изготовленная из гидрофильной пенорезины в сочетании с хлоропреновым каучуком. Увеличение в объеме является результатом взаимодействия с водой и рядом других жидкостей. Наиболее широко применяется для герметизации строительных и холодных швов в бетоне, канализационных системах, подземных сооружениях (стыки блоков и тубингов), временных проемах и т.п. (при сооружении водоочистных станций, подземных автостоянок, водохранилищ, плавательных бассейнов, метро и других сооружений, испытывающих сравнительно высокое давление воды). Эта прокладка безвредна для окружающей среды; при взаимодействии с водой разбухает, заполняя трещины и пустоты; при падении уровня воды лента возвращается в первоначальное положение. Благодаря своей упругости и способности к разбуханию *Swellseal 8* может противостоять динамическим нагрузкам конструкции.

Технология работ с ленточной прокладкой *Swellseal 8* заключается в следующем. Поверхность должна быть совершенно сухой, выровненной, чистой и очищенной от масла, пыли и цементного молока. Клей наносится как на бетон, так и на *Swellseal 8*. Клею дается время для подсыхания. *Swellseal 8* размещается в середине шва, между внешними и внутренними арматурными стержнями. Минимальная общая толщина бетонного покрытия вокруг *Swellseal 8* должна составлять не менее 7 см, чтобы уравновесить давление при расширении ленты.

Засыпка гидроизоляционных материалов в водонепроницаемые слои производится в опалубке, которая аналогична по конструкции литой, но имеет большую толщину (10-50 см) при небольшой водонепроницаемости (глина и глинобетонные покрытия).

7.6. МЕМБРАНЫ DUALSEAL

В мембранах *Dualseal* наблюдается совместная работа двух гидроизоляционных материалов: полиэтиленовой пленки (ПЭ) и бентонитовой глины, помещаемых в пространство между двумя жесткими конструкциями. Мембрана (рулон шириной 1,22 м и длиной 7,3 м) устанавливается полиэтиленовой пленкой в сторону возможного поступления воды. Техническая характеристика мембран *Dualseal* приведена ниже:

Прочность при растяжении, МПа.....	Не менее 30
Прочность ПЭ пленки на прокол, Н.....	Не менее 400
Интервал рабочих температур, °С.....	-30 +55
Фильтрация воды при давлении 0,5 МПа (50 м вод. ст.).....	Отсутствует
Биостойкость.....	Полная
Вредные для человека вещества.....	Нет

При попадании воды в швы между полосами мембраны бентонит набухает и закрывает дальнейший доступ воде. Нарушение целостности пленки (прокол, разрыв) также устраняется бентонитовым гелем. Сама же пленка защищает бентонитовый гель от размывания и сползания. К защищаемой поверхности полиэтиленовая пленка крепится со стороны поступления воды (с наружной стороны) специальными гвоздями так, чтобы полиэтиленовая пленка всегда была расположена со стороны поступления воды. Полосы мембраны крепятся с нахлестом 50 мм; на период проведения работ швы укрепляются клейкой лентой.

Засыпная гидроизоляция применяется при устройстве тепловых сетей бесканальным способом. В траншее по установленным опорам укладывают трубопровод, и вдоль него с двух сторон размещают инвентарные металлические щиты. Между щитами засыпают слой (толщина 300-400 мм) гидрофобной золы-уноса и уплотняют его. Одновременно засыпают гидрофобную золу, покрывают ее слоем толя и выполняют полностью обратную засыпку.

7.7. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НАТЛЕН

Натлен - продукт инновационных технологий для гидроизоляции, разработанный в России для самого широкого спектра применений, в том числе и в ВПК. Уникальный, высокоэффективный, экологически чистый, не имеющий аналогов многоцелевой гидроизоляционный материал; применяется для гидроизоляции ответственных объектов и сооружений (тоннели метро, фундаменты, шламохранилища, плотины, дамбы, каналы, водохранилища, очистительные сооружения и пр.).

Основой современного уникального сыпучего гидроизоляционного материала Натлен на основе активированной бентонитовой глины стало синтезированное российскими учеными веществ-

во, обладающее способностью увеличиваться в размере в десятки раз, попадая в водную среду. Материал состоит из бентонитовых глин, строительного песка и расширяющейся полимерной добавки, представляет собой порошок, который при взаимодействии с водой сильно разбухает и заполняет все трещины и пустоты. При соприкосновении с водой он образует своего рода гелевый барьер, задерживающий ее. При давлении в 40 атм. вода проникает в толщу Натлена не более, чем на 2-3 см. Таким образом, 4-сантиметрового слоя Натлена (в опалубке или без нее) вполне достаточно для надежной защиты фундамента.

Основные преимущества Натлена: невысокая стоимость, простота применения, негорючесть, возможность укладки на влажные поверхности, не образует трещин при статических и динамических нагрузках, не меняет свойств при замораживании - размораживании, не токсичен, экологически чист, имеет высокую стойкость к неполярным жидкостям (нефть, масла, бензин) и высокую проникающую и тампонирующую способность.

Слой гидроизоляционной смеси Натлен-1 толщиной 5 см выдерживает гидростатическое давление до 100 м вод. ст. Натлен применяется в гидротехническом (гидроизоляционный экран, препятствующий фильтрации, не размывается потоком воды) и промышленно-гражданском (гидроизоляция стен подземных гаражей, подвальных помещений, создание экрана между фундаментом зданий и грунтовыми водами при строительстве, ремонт эксплуатируемых сооружений, устранение течей) строительстве. Применяется Натлен в экологическом строительстве для гидроизоляции стенок шламохранилищ, контейнеров с жидкими отходами, водоемов технической, оборотной, реактивной воды.

Натлен-1 - готовая сухая смесь, состоящая из фракционно-отобранных песков и водонабухающих добавок (типа кавэласт), выпускается по ТУ 5745-002-79388220-09.

Технология работ заключается в следующем:

- *Гидроизоляция каналов.* Сухой Натлен-1 укладывается слоем толщиной не менее 50-70 мм на уплотненный грунт или бетонное основание. Насыпная плотность смеси Натлен-1 - 1,4 т/м³. Сверху гидроизоляционный слой защищается цементной стяжкой толщиной не менее 40 мм или слоем песка толщиной не менее 100 мм для фиксирования гидроизоляционного слоя в момент укладки. Расход сухой смеси составляет 70 – 98 кг/м².

- *Гидроизоляция стен.* Натлен-1 укладывается толщиной не менее 50 мм между стеной и грунтом. Во избежание разрывов внутри слоя производится постоянное уплотнение не менее чем через 300 мм, после уплотнения осуществляется досыпка. Особенно тщательному уплотнению подлежат места соединения горизонтального и вертикального слоев смеси. Для экономии материала необходимо использовать опалубку (кирпич $\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{4}$ и др.). Расход смеси при толщине слоя 50-60 мм составляет 75 кг/м².

- *Гидроизоляция плотин.* Водонепроницаемое ядро плотины (стенка в грунте) засыпается плотным слоем смеси Натлен-1 толщиной 0,3 м и утрамбовывается через каждые 0,5 м. Для защиты тела плотины укладывается водонепроницаемый экран из этой же смеси толщиной 0,05 - 0,3 м (толщина слоя зависит от высоты плотины), который должен быть защищен (местный грунт, бетон и др.) от размыва.

Натлен-2 - сухая смесь для приготовления гидроизолирующей пасты (1 часть сухой смеси на 3-4 части воды), применяется при ремонте противофильтрационных и гидроизоляционных устройств в промышленно-гражданском, гидротехническом строительстве, для ликвидации течей в подземных сооружениях (тоннели метрополитена, шахты, убежища гражданской обороны, подземные гаражи, коллекторы).

Технология работ состоит в следующем. Паста Натлен-2 нагнетается растворонасосами за обделочное пространство сооружения под давлением от 2 до 8 атм. (в зависимости от плотности грунта) через патрубки в пробуренных отверстиях в стене диаметром 25 мм. Отверстия располагаются в шахматном порядке на расстоянии 1,0-1,5 м друг от друга. Паста закачивается до момента ее появления из соседнего патрубка. После этого нагнетающий шланг закрепляется на соседний патрубок, а на предыдущий устанавливается заглушка. Расход материала зависит от плотности грунта и составляет около 40-50 кг/м² протекающей поверхности.

Преимущества пасты Натлен-2 следующие: не твердеет, всегда находится в мягко-пластичном состоянии; не образует трещин при статических и динамических нагрузках; высокая проникающая и тампонирующая способность; не требуется промывки шлангов и оборудования; есть возможность изменять вязкость пасты в широких пределах; не имеет стыков; проста в применении; стоимость производства работ с использованием Натлен-2

снижается на 30-40%; предотвращает протечки фундамента в условиях высоких деформационных нагрузок; обладает способностью «самозалечиваться»; укладывается даже на мокрые поверхности; слой толщиной 50-70 мм выдерживает давление до 10 атм. (100 м вод. ст.); сохраняет свои свойства в диапазоне температур от -50 до +100°C; не образует трещин при статических и динамических нагрузках; нетоксичен, экологически чист; высокая стойкость к неполярным жидкостям (нефть, масла, бензины); устойчив к длительным химическим, биологическим, климатическим воздействиям; срок службы не ограничен.

Сухая смесь Натлен укладывается слоем толщиной 5-6 см, в случае наличия сульфатной агрессии грунтовых вод толщина слоя увеличивается на 1-2 см, насыпная плотность смеси 1,48-1,49 т/м³, расход материала на 1 м² – 70-90 кг.

Чрезвычайно своевременна и актуальна возможность приготовления из сухой смеси Натлен гидроизоляционной пасты (ГП) для ремонта и ликвидации протечек в действующих инженерных конструкциях и сооружениях (метро, тоннели, подземные резервуары и т.д.) методом нагнетания ГП за обделочное пространство строительными насосами с рабочим давлением подачи раствора не менее 8 атм. Расход материала зависит от плотности грунта. На утрамбованной подсыпке он составляет 40-50 кг смеси на 1 м² протекающей поверхности.

Существуют много способов гидроизоляции гаража, рассмотрим два способа:

- *Первый способ*; он более трудоемкий, но более правильный, позволяет отсечь поступление воды не изнутри, а с внешней стороны смотровой ямы (рис. 7.2). В данном случае процесс гидроизоляции гаража происходит этапами:

- пробуриваются стенки и пол ямы до земли;
- ставятся трубки, через которые подается материал Натлен;
- прокачивается вся внешняя сторона ямы;
- отверстия после удаления трубок зачеканиваются быстротвердевающим цементом.

- *Второй способ*; он более простой, но в то же время специфичный – позволяет не дать проникнуть воде в само помещение (рис. 7.3). Показанный на рис. 7.3 процесс гидроизоляции гаража происходит так же, как и при первом способе, этапами:

- обнаружение и ликвидация локальных течей специальными препаратами (СП);
- очистка поверхности;
- нанесение первого слоя внутренней гидроизоляции;
- сушка;
- нанесение второго слоя внутренней гидроизоляции.

Гидроизоляция подвала - необходимая процедура, которая защитит все здание от влаги (рис. 7.4, этап 1).

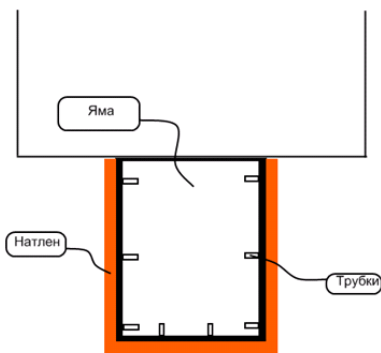


Рис. 7.2. Гидроизоляция гаража с внешней стороны подвала

В подвальное помещение влага проникает быстрее всего, поэтому именно здесь требуются качественно проведенные работы по защите от проникновения нежелательной влаги.

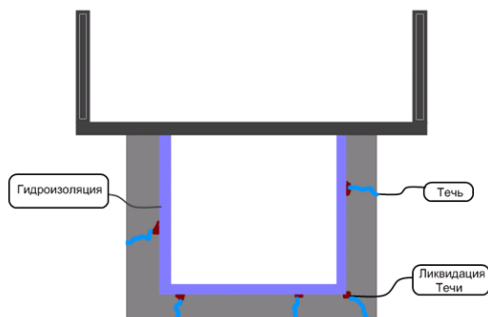


Рис. 7.3. Гидроизоляция гаража изнутри помещения

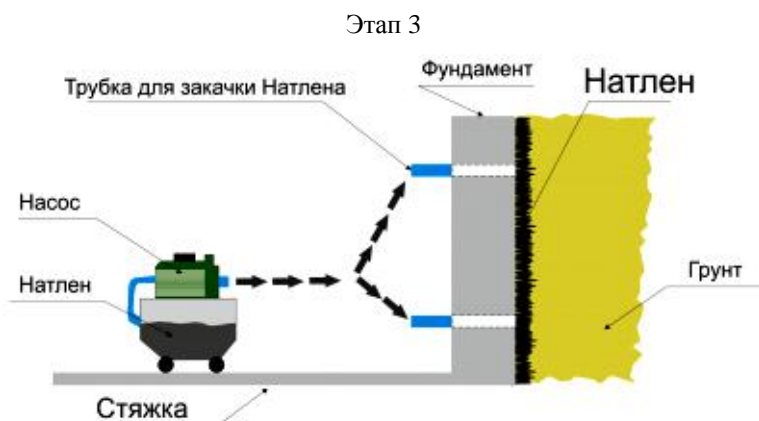
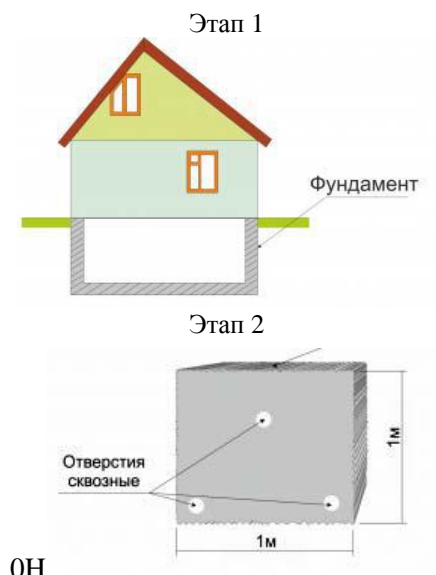


Рис. 7.4. Последовательность работ при гидроизоляции подвала с внешней стороны Натленом

Прежде чем приступить к гидроизоляционным работам в подвальном помещении, необходимо понять, как вода проникает внутрь конструкции, так как от этого зависит способ ее устранения. Также важно понять, какие грунтовые или верховодные потоки воды находятся под строением.

Существуют три способа решения данной проблемы:

- Применение немецких обмазывающих материалов, которые наносятся в несколько слоев на поверхность стены или пола, после чего вода просто не может проникнуть внутрь подвала.

- Применение инъекционных материалов. Смысл инъекции таков: пробуриваются в фундаменте отверстия длиной 5-15 см диаметром 14 мм (рис. 7.4, этап 2), затем вставляется специальный клапан и через него под давлением закачивается полиуретановая пена и смола, материалы проникают внутрь фундамента, тем самым заполняя трещины и полости, через которые проникает вода. Течь устраняется моментально (рис. 7.4, этап 3).

- Применение материала Натлен, восстанавливающего гидроизоляционный слой с внешней стороны фундамента. Пробуривается насквозь стена подвала (см. рис. 7.4, этап 2), через отверстия закачивается паста Натлен (см. рис. 7.4, этап 3).

Мембраны на основе бентонитовых глин имеют как достоинства (способность к самозакрытию трещин; легкость нанесения), так и недостатки (гидратация глины может произойти до обратной засыпки грунтом пазух; нанесение должно производиться в условиях проектирования ограниченного пространства, чтобы смогло произойти необходимое разбухание глины; в противном случае произойдет размывание мембраны потоками воды).

7.8. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПРОКЛАДКИ БЕНТОСТРИП (BENTOSTRIP®)

Гидроизоляционные прокладки Бентострип (Bentostrip®) и Бентострип Т (аналогами являются гидропрокладки Waterstop, Redstop) применяются для герметизации горизонтальных и вертикальных рабочих (рис. 7.5) и конструктивных швов подземных бетонных сооружений, а также мест прохода инженерных коммуникаций. Технические характеристики Бентострип (Bentostrip®) следующие:

Плотность, кг/дм ³	1,4 ± 0,2
Предельно допустимый радиус сгиба: нет излома при сгибании на 180° при температурах, °С.....	-15...+50
Способность к набуханию после погружения в воду.....	Минимум 400% сухого начального объема
Сечение.....	25 ± 2 мм × 19 ± 2 мм
Цвет.....	Зеленый



Рис. 7.5. Установка гидропрокладок Бентострип в рабочих швах бетонирования

Гидропрокладка представляет собой жгут (бентонитовый шнур) прямоугольного сечения, в состав которого входит природный натриевый бентонит и бутилкаучук (75% и 25%, соответственно).

Принцип действия материала основан на низкой водопроницаемости природного натриевого бентонита и его свойстве при гидратации набухать и значительно увеличиваться в объеме. В ограниченном для свободного разбухания пространстве образуется плотный водонепроницаемый гель, создающий надежный барьер для поступающей влаги. Материал производится фирмой «Naue GmbH & Co.KG» (Германия).

Бентострип Т (*Bentostrip®*) – это Бентострип (*Bentostrip®*) с покрытием, задерживающим разбухание. Бентострип (*Bentostrip®*) обладает низкой водопроницаемостью и высокой стойкостью к гидростатическому давлению, материал экологически чистый и допустим к применению в контакте с питьевой водой. Свойства гидропрокладки не изменяются во времени и срок ее службы не ограничен. Бентострип (*Bentostrip®*) быстро и просто устанавливается, не требуя специальных приспособлений, работы производятся практически в любую погоду, всесезонно.

Технология работ по укладке гидропрокладки Бентострип (*Bentostrip®*) применяется для герметизации рабочих и конструктивных швов подземных бетонных сооружений, а также мест прохода инженерных коммуникаций и устанавливается непосредственно перед бетонированием.

Бентострип (*Bentostrip®*) применяется в комплекте с бентонитовыми матами Бентофикс (*Bentofix®*) и, как правило, является необходимым элементом этой системы гидроизоляции. Однако

применение гидропрокладки Бентострип (*Bentostrip®*) эффективно и при использовании других видов гидроизоляционных материалов.

Перед установкой с гидропрокладки удаляется антиадгезионная бумага. Бентострип (*Bentostrip®*) накладывается по оси шва конструкции. Желательно обеспечить по крайней мере 8 см бетона от краев изолируемой конструкции с целью предотвращения трещин в бетоне. Бентострип устанавливается на ровную поверхность, где требуется, шов конструкции может быть выровнен с использованием эластичной мастики или бентонитовой пасты. Для закрепления на вертикальных поверхностях и обеспечения защиты при бетонировании используется специальная просечная металлическая сетка, дюбеля или клей. Допускается установка Бентострип (*Bentostrip®*) на влажную поверхность. Стоячая вода должна быть удалена с поверхности перед производством работ.

В местах стыков Бентострип (*Bentostrip®*) соединяется с нахлестом в 10 см и закрепляется дюбелями через специальную просечную металлическую сетку или клеем.

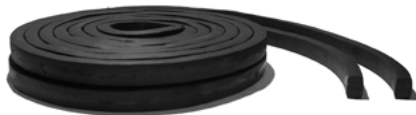


Рис. 7.6. Профиль набухающий бентонитовый
Аквастоп (тип ПНБ)

Бентонитовый шнур (гидропрокладка) Аквастоп (тип ПНБ) представляет собой жгут прямоугольного сечения (рис. 7.6), в состав которого входит природный натриевый бентонит и бутилкаучук (см. рис. 7.5). Свойства бентонитового шнура Аквастоп (тип ПНБ) следующие:

Основа.....	Бентонитовая резина
Коэффициент фильтрации, см/с.....	2,2×10-9
Стойкость к гидростатическому давлению, м вод. ст (атм.).....	до 50 м (5 атм)
Величина разбухания в свободном состоянии, %.....	до 600
Диапазон температур при установке, °С....	-15...+50
Сечение, мм.....	19×25
Длина жгута, м.....	5

Принцип действия материала основан на низкой водопроницаемости природного натриевого бентонита и его свойстве при гидратации набухать и значительно увеличиваться в объеме. В ограниченном для свободного разбухания пространстве образуется плотный водонепроницаемый гель, создающий надежный барьер для поступающей влаги. Гидропрокладка применяется для герметизации рабочих и конструктивных швов (рис. 7.7,а) подземных бетонных сооружений, а также мест прохода инженерных коммуникаций и устанавливается непосредственно перед бетонированием.

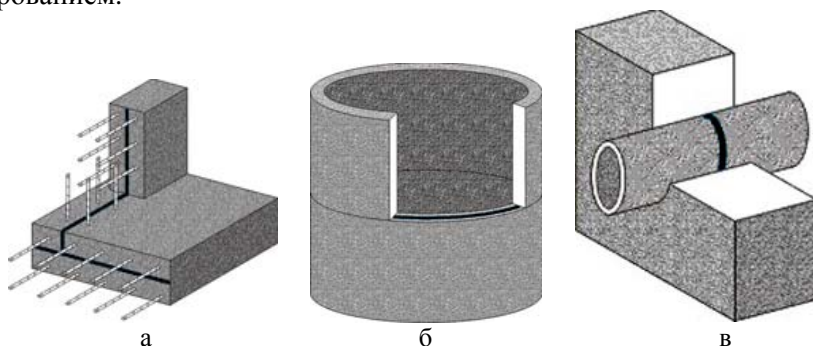


Рис. 7.7. Установка набухающего бентонитового профиля Аквастоп (тип ПНБ): а - для конструктивных швов; б - для рабочих швов; в - для прохода коммуникаций

Монтаж бентонитового шнура происходит следующим образом. Перед установкой с гидропрокладки удаляется антиадгезионная бумага. Шнур устанавливают на бетонную поверхность шва (рис. 7.7,б) или плотно обматывают вокруг труб различных коммуникаций (рис. 7.7,в), без зазоров и в случае необходимости фиксируют от возможных смещений специальной металлической сеткой с помощью дюбелей. Жгуты соединяют между собой встык. Поверхность бетона должна быть чистой. Установку производят непосредственно перед бетонированием. Минимальное расстояние от краев изолируемой конструкции 75 мм. Допускается установка гидропрокладки на влажную поверхность. Стоячая вода должна быть удалена с поверхности перед производством работ.

Гидроизоляционные материалы на основе модифицированных бентонитовых глин Водоупор и Гидрофест не уступают по качеству зарубежным аналогам. За счет использования отечественных разработок и собственной производственной базы материалы Водоупор и Гидрофест значительно дешевле западных материалов.

Бентонитовые маты Водоупор (рис. 7.8) - рулонный геотекстильный материал, состоящий из двух слоев синтетического полотна, между которыми расположен и закреплен иглопробивным способом слой гранулированной модифицированной бентонитовой глины.



Рис. 7.8. Рулонные бентонитовые маты Водоупор

Маты Водоупор применяются при строительстве искусственных водоемов; для изоляции вертикальных и горизонтальных поверхностей (туннелей, фундаментов зданий, кровли подземных сооружений); для защиты от грунтовых вод; для гидроизоляции дамб, каналов, резервуаров и т. п.; в качестве подкладки дна водохранилищ; для гидроизоляции полигонов промышленных отходов, экранирования карт нефтехранилищ и т. д. Основные технические характеристики матов Водоупор следующие:

Водонепроницаемость (коэффициент фильтрации), м/сут.....	10-8
Прочность на разрыв, МПа.....	125
Стойкость к гидростатическому давлению, атм.	7
Содержание бентонита в матах, кг/м ²	4,6 - 4,9
Ширина рулона, м.....	1,15, 1,5 или 5
Длина рулона, м.....	5, 10 или 15
Толщина материала, мм.....	6-8

Преимущества матов Водоупор: высокие противofильтрационные характеристики за счет образования плотного геля при контакте с водой в местах укладки материала; устойчивость к воздействию химических веществ; долговечность материала; неограниченное количество циклов гидратация - дегидратация без потерь функций; материал не подвержен влиянию перепадов температур; технологичность в применении (укладка матов не требует специального оборудования, может осуществляться при любых погодных условиях); экологическая чистота материала; при механических деформациях маты не теряют своих гидроизоляционных свойств благодаря эффекту «самозалечивания»; маты легко и быстро укладываются, позволяя за короткий промежуток времени покрыть значительную площадь; при деформации бетонных конструкций (и появлении в них трещин) целостность гидроизолирующего слоя бентонитовых матов не нарушается. Водоупор по техническим характеристикам является аналогом материалов западного производства, например Изобент, Voltex. Материал производится в России, что снижает его себестоимость. При укладке матов Водоупор рекомендуется использовать бентонитовую просыпку VuBento. Материал Водоупор требует обязательного пригруза бетоном или грунтом. Материал не предназначен для установки непосредственно в воде.

Важно учитывать набухание бентонитовой смеси, чтобы пространство для набухания было равным возможности материала к расширению. При отсутствии полости для свободного пространства набухание глины может привести к деформации конструкции. Практика показывает, что возможно смещение конструкций вплоть до 10-30 см из-за бесконтрольного нагнетания за обделку подземных сооружений растворов бентонитовых глин. Также возможна и обратная ошибка, когда при наличии свободного пространства набухание глины может привести к возникновению дефектов, и гидроизоляционная мембрана из них не будет обеспечивать защиту сооружения. При использовании в качестве гидроизоляционного материала глины не требуется определенного срока для вызревания бетона, а подготовка основания необходима лишь в минимальном объеме.



*Рис. 7.9. Бентонитовые жгуты
Гидрофест GF*

Бентонитовые жгуты Гидрофест GF (рис. 7.9) - расширяющаяся гидроизоляционная прокладка, созданная на основе модифицированной натриевой бентонитовой глины и бутилкаучука. Применяется для герметизации горизонтальных и вертикальных конструктивных швов бетонных сооружений и мест прохода инженерных коммуникаций. В любом сооружении имеются участки, где вероятность протечек наиболее высока. К ним относятся: деформационные и конструктивные швы, места соединения элементов конструкции, стыки в стенах и перекрытиях, парапеты, внутренний дренаж и т.д. Для лучшей изоляции таких мест используют гидроизоляционные жгуты Гидрофест. С внешней стороны стального арматурного каркаса в шве размещается герметизирующая прокладка, препятствующая возникновению коррозии металла, если вода проникнет через «холодный» шов. Это может быть бенторезина, набухающая резина, линейный трубчатый иньектор, в который подается гидроактивный полиуретановый состав или цементный раствор. В случае разгерметизации стыка примыкания стены к фундаменту вода может поступать по контакту конструкций. Для предотвращения нарушения герметичности можно рекомендовать несколько решений. Например, при возведении стен с внешней стороны арматурного каркаса укладывается прокладка из набухающего герметика, которая препятствует проникновению воды и коррозии металла. Гидроизоляция

может выполняться как по внешнему, так и по внутреннему контуру с использованием гидроизоляционных матов и жгутов.

Бентонитовые маты Voltex (Волтекс), Bentomat SS 100a представляют собой каркас из полипропиленовых волокон, заполненный гранулами бентонита. Тканое полотно соединено с неткаными поперечными волокнами иглопробивным способом, что обеспечивает равномерное распределение и фиксацию гранул бентонита внутри каркаса. Маты имеют основное достоинство - это возможность их укладки практически в любую погоду. В небольшой дождь или снег маты можно укладывать без потери их защитных свойств. Также не требуется тщательной подготовки поверхностей. В то же время не должно быть раковин и острых выступов, не допускается монтаж материала в стоячую воду. Маты применяют для противофильтрационного экрана при использовании в условиях падения и поднятия уровня воды, что не ухудшает их свойств. Маты отличает низкая водопроницаемость и высокая стойкость к гидростатическому давлению, их свойства не изменяются во времени и срок службы не ограничен, монтаж производят просто и быстро, не требуется специальных навыков и приспособлений. Маты - экологически чистый продукт. Бентонитовые маты Voltex (Волтекс) предназначены для гидроизоляции фундаментных плит, стен и кровель подземных сооружений, тоннелей, для создания противофильтрационных экранов, для защиты от проникновения в почву и грунтовые воды загрязняющих веществ при строительстве полигонов промышленных и бытовых отходов, нефтехранилищ, автозаправочных станций, водоемов различного назначения.

Бентоматы укладывают на предварительно подготовленный уплотненный грунт или бетон. Бентонитовое полотно укладывают между собой внахлест на величину не менее 150 мм. Для обеспечения дополнительной надежности между уложенными внахлест кромками засыпают гранулы бентонита в количестве 0,4 кг/пог. м. Уложенное покрытие засыпают защитным слоем из мелкозернистого грунта. На горизонтальной поверхности просыпка осуществляется для усиления нахлестов; на вертикальной поверхности стыки просыпаются бентонитовыми гранулами, что обеспечивает надежную защиту и препятствует проникновению воды.

Бентоматы могут применяться в соответствии с ГОСТ 16350 в районах умеренного и умеренно-холодного климата (УХЛ). Категория размещения – 5 (в почве) согласно ГОСТ 15150, при воздействии грунтовых вод с рН от 5 до 10.

Основные физико-технические свойства бентонитовых матов типа Voltex следующие:

Масса на единицу поверхности, г/м ²	4,800
Толщина, мм, не менее.....	4,5
Разрывная сила при растяжении, кН/м:	
в продольном направлении.....	6
в поперечном направлении.....	4
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее:	
в продольном направлении.....	8
в поперечном направлении.....	6
Коэффициент фильтрации, м/сут, не более.....	10-8
Динамическое продавливание с энергией 9 Дж....	Водонепроницаем

Как самостоятельная система для устройства деформационных швов бентонитовые маты не применяются, так же как оклеечная гидроизоляция и мембрана. Как правило, устанавливаются деформационные шпонки (что является типовым решением), поэтому технические решения по деформационным швам предполагают комбинированный подход (шпонки или инъекции).

Гидроизоляция на основе бентонитовых матов ремонтпригодна, но протечки случаются крайне редко. Протечки имеют локальный характер и быстро устраняются. В отличие от мембраны, при монтаже которой делаются карты и сразу устанавливаются инъекторы.

При выборе материала для гидроизоляции следует помнить, что для увеличения эксплуатационного срока конструкций существует большое разнообразие гидроизоляционных решений: от полной гидро- и пароизоляции до допуска частичного поступления влаги, от мембран из стальных листов до жидких обмазочных материалов. Выбор гидроизоляционного материала зависит преимущественно от следующих факторов: величины гидростатического давления воды, трещиностойкости изолируемых кон-

струкций, агрессивности среды (геохимических характеристик грунтов и грунтовых вод).

Первостепенное значение в разрушении строительных конструкций, особенно в городах, имеет воздействие воды, насыщенной хлоридами, двуокисью углерода и другими агрессивными веществами, которое становится все более и более интенсивным. Поэтому большое значение при выборе материала имеет характеристика материала, выдерживающего воздействие агрессивной среды.

При выборе материалов для гидроизоляционной системы необходимо учитывать, что гидроизоляционная мембрана на основе одного материала может оказаться недостаточной для всех ситуаций, которые могут возникнуть на объекте строительства. Сравнительная характеристика приведена в табл. 7.1. Любые материалы, отобранные для применения в качестве мембран, размещаемых в подземных условиях, должны быть проверены на совместимость с другими материалами и мембранами, которые применяются для защиты наземных частей здания. Это имеет особое значение для эффективной работы всей системы защиты сооружения.

Ошибки, возникающие при производстве работ, вызваны следующими причинами:

- Отсутствием информации о величине поднятия уровня грунтовых вод. Величина поднятия уровня грунтовых вод должна учитываться по максимуму.
- В сооружении имеется мощная, но фильтрующая воду плита пола. При производстве работ считают, что новая, выравнивающая, бетонная или растворная стяжка будет работать с плитой как единое целое.
- Выполненная плита пола имеет низкую прочность, недостаточно армирована и не обладает необходимой связью со стенами.
- При производстве работ, до набора бетоном необходимой прочности, осуществляют полную герметизацию сооружения.
- Не учитывается разница в коэффициентах фильтрации грунтов, идущих на засыпку пазух котлована.

Сравнительная характеристика различных материалов

Материалы	Показатели							Стоимость монтажа	Потребность в квалифицированной рабочей силе
	Удлинение при разрыве	Химическая стойкость	Трудоёмкость укладки	Толщина слоя, мм	Необходимость защитного покрытия (стяжки)	Ремонт	Необходимость защиты при засыпке пазух		
Металлические листы	Минимальное	Хорошая при качественной защите	Высокая	6 и более	Нет	От средней трудности до неремонтпригодности	Нет	Самая высокая	Высокая
Рулонные и листовые материалы	Хорошее	Хорошая	Средняя	0,5-10	Да	От средней трудности до трудного	Да	Высокая	Средняя
Материалы жидкого нанесения	Прекрасное	От средней до хорошей	Простая	1,5-2	Да	То же	Да	Средняя	То же
Минеральные вяжущие материалы	Отсутствует	Хорошая	То же	1-5, иногда больше	Нет	Простой при укладке по внутреннему контуру	Нет	Низкая	"
Материалы на основе бентонитовых глин	Хорошее, способность к «самозалечиванию»	Очень хорошая	"	6-12	Нет	От средней трудности до трудного	Да	Низкая и средняя	"

8. ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ПРОНИКАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

8.1. ХИМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПРОНИКАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

Гидроизоляция проникающего действия - специальные гидроизоляционные штукатурки, состоящие из высокомарочного портландцемента, кварцевого песка заданной фракции и модифицирующих химически активных добавок. Активные составляющие этих добавок распространяются в порах бетона. В результате химических реакций они образуют нерастворимые кристаллы, целиком заполняющие пустоты, поры и микротрещины. Молекулы воды в поры не проникают, но проницаемость для пара и воздуха сохраняется, т.е. бетон не теряет возможность «дышать».

Действие материала Пенетрон, применяемого для гидроизоляции проникающего действия, основано на четырех главных принципах: осмос, броуновское движение, реакции в твердом состоянии и силы поверхностного натяжения жидкостей.

Проникнув в глубь структуры бетона, активные химические компоненты материала Пенетрон, растворяясь в воде, вступают в реакцию с ионными комплексами кальция и алюминия, оксидами и солями металлов, содержащимися в бетоне. В ходе этих реакций формируются более сложные соли, способные взаимодействовать с водой и создавать нерастворимые кристаллогидраты. Сеть этих кристаллов заполняет поры, капилляры и микротрещины шириной до 0,4 мм. При этом, кристаллы становятся составной частью бетонной структуры.

Заполненные нерастворимыми кристаллами поры, капилляры и микротрещины не пропускают воду, поскольку в действие приходят силы поверхностного натяжения жидкостей. Сеть кристаллов, заполнивших капилляры, препятствует фильтрации воды даже при наличии высокого гидростатического давления. При этом, бетон сохраняет паропроницаемость. Скорость формирования кристаллов и глубина проникновения активных химических компонентов зависят от многих факторов, в частности от плотности, пористости бетона, влажности и температуры окружающей

среды. При исчезновении воды процесс формирования кристаллов приостанавливается. Во время эксплуатации при появлении воды (например, при увеличении гидростатического давления) процесс формирования кристаллов возобновляется, т.е. бетон после обработки материалом Пенетрон приобретает способность к «самозалечиванию» микротрещин.

Одновременно штукатурка образует на поверхности бетона высокопрочное покрытие толщиной 2-3 мм, защищающее бетон и препятствующее вымыванию активных веществ даже при значительном напоре воды. Применение проникающего действия составов рекомендуется для внутренней гидроизоляции сооружений заглубленного или полуглубленного типа из бетона, железобетона и других каменных материалов (подвалов, гаражей, овощехранилищ, тоннелей, шахт, канализационных сооружений, бассейнов, емкостей, плотин и т.п.) при постоянной инфильтрации грунтовых вод.

Эти штукатурки позволяют проводить гидроизоляцию заглубленных помещений изнутри без устройства дорогостоящей внешней гидроизоляции, как при новом строительстве, так и при ремонте. Они обеспечивают полную непроницаемость для воды и других жидкостей при высоком давлении, морозостойки, долговечны, стойки к вымыванию, агрессивным средам, ультрафиолету, пожаро- и взрывобезопасны, образуют единое целое с обрабатываемым материалом, пластичны, технологичны, экологически чисты, пригодны для обработки резервуаров с питьевой водой. Обработанные поверхности пригодны для облицовки кафелем, окрашивания и оштукатуривания.

Технология применения гидроизоляционных штукатурок проникающего действия состоит в следующем. Поверхности основания должны быть очищены до структурно прочного основания с открытием капиллярных пор. Рыхлый поверхностный слой старого бетона с нарушенной структурой удаляется, снимаются пыль и цементные пленки. Масла удаляются растворителем или 10-30%-ным раствором соляной кислоты. Швы кирпичной кладки, фундаментных блоков расширяются на глубину не менее 5 мм, оголенная арматура очищается до металлического блеска, стыки конструкций, швы и трещины расширяются и заделываются

цементным раствором с добавкой гидроизоляционной смеси (рис. 8.1), заделываются протечки, тщательно удаляются пыль и следы очистки.

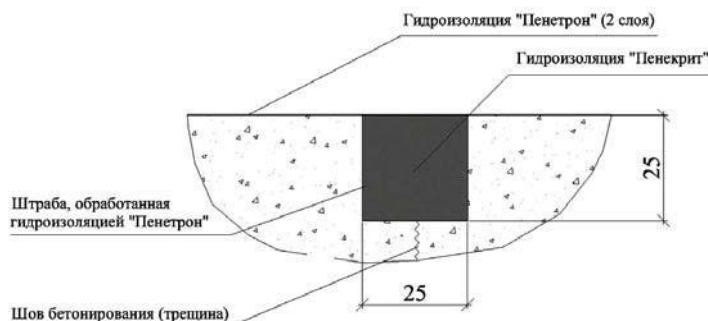


Рис. 8.1. Ремонт швов бетонирования трещин

Обрабатываемая поверхность увлажняется чистой водой до насыщения, но без пленки воды и луж. Состав смешивается с водой в соответствии с рецептурой и тщательно перемешивается до получения однородного пластичного раствора. В дальнейшем его можно дополнительно перемешивать, но не добавлять воду. Не следует подвергать свежий уложенный слой в течение 2-3 суток нагрузкам и увлажнять, а также допускать его высыхания.

Аналогом проникающей гидроизоляции является "силикатизация" бетонных конструкций. Нанесенное на конструкцию жидкое стекло взаимодействует с хлористым кальцием, входящим в состав бетона, с образованием силиката кальция, заполняющего поры бетона и повышающего его стойкость к агрессивной среде. Однако этот процесс протекает только в тонком поверхностном слое. Современные составы обеспечивают заполнение пор на глубину до 150 мм. Разработчик и первый производитель материалов системы компания ICS/Penetron International Ltd (США). Первоначально в России эти материалы начали выпускать по лицензии фирмы Struktural Protection Enterprise (США) – марки Кальматрон и Пенетрон. В настоящее время используются материалы проникающего действия, такие как Эволит-гидро, Акватрон, Гидротэкс-В, Лахта, Пенетрон, Кальматрон, Осмосил, Sta-Dri masonry paint и др.

8.2. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ ПЕНЕТРОН

8.2.1. Приготовление составов системы Пенетрон

Система Пенетрон включает в себя следующие материалы:

Пенетрон.....	используется для гидроизоляции бетона, устраняет капиллярное проникновение воды
Пенекрит, Пенебар.....	шовные гидроизоляционные материалы, предназначенные для устранения капельных течей и предотвращения фильтрации воды через трещины, швы, стыки и т.д.
Пенеплаг, Ватерплаг....	применяются для мгновенной остановки активных водных протечек
Пенетрон Адмикс.....	гидроизоляционная добавка в бетонный раствор для значительного увеличения показателей бетона по водонепроницаемости, морозостойкости и прочности

При подготовке бетонной поверхности перед применением материалов системы Пенетрон следует очистить поверхность бетона от пыли, грязи, нефтепродуктов, цементного молока, выделов, торкрета, штукатурного слоя, плитки, краски и других материалов, препятствующих проникновению активных химических компонентов материалов. Очистку бетонных поверхностей необходимо производить при помощи водоструйной установки высокого давления или другим приемлемым механическим способом (например, щеткой с металлическим ворсом) - рис. 8.2, этапы 1, 2.

Гладкие и шлифованные поверхности следует обработать слабым раствором кислоты и в течение часа промыть водой. Излишки воды, образовавшиеся на горизонтальной поверхности после работы с водоструйной установкой высокого давления, необходимо удалить с помощью специального пылесоса. По всей длине трещин, швов, стыков, сопряжений, примыканий и вокруг ввода коммуникаций выполнить штрабы П-образной конфигурации (рис. 8.2, этап 3) сечением не менее 25×25 мм. Штрабы необходимо очистить щеткой с металлическим ворсом, рыхлый слой бетона в местах разрушений - удалить. Полости напорных течей

следует разделать с помощью отбойного молотка на ширину не менее 25 мм и глубину не менее 50 мм (рис. 8.2, этап 4) с расширением вглубь (по возможности в форме «ласточкиного хвоста»). Затем требуется очистить внутреннюю полость течи от рыхлого, отслоившегося бетона. Перед нанесением материалов системы Пенетрон необходимо тщательно увлажнить бетон до полного насыщения бетонной структуры водой (рис. 8.2, этап 5).



Рис. 8.2. Последовательность работ по устройству Гидроизоляции из системы Пенетрон

Рассмотрим приготовление следующих составов системы Пенетрон:

- *Приготовление составов Пенетрон.* Смешать сухую смесь с водой в следующей пропорции: 400 г воды на 1 кг Пенетрона, или 1 часть воды на 2 части Пенетрона по объему. Вливать воду следует в сухую смесь (не наоборот!), смешивать вручную или с помощью низкооборотной дрели. Приготовленная смесь имеет вид жидкого сметанообразного раствора. Готовить необходимо такое количество раствора, которое можно использовать в течение

ние 30 минут. Во время использования раствор требуется регулярно перемешивать. Повторное добавление воды в раствор не допускается. Расход раствора в пересчете на сухую смесь составляет от 0,8 до 1,2 кг/м² на два слоя, в зависимости от шероховатости обрабатываемой поверхности.

- *Приготовление составов Пенекрит.* Смешать сухую смесь с водой в следующей пропорции: 200 г воды на 1 кг Пенекрита, или 1 часть воды на 4 части Пенекрита по объему. Вливать воду в сухую смесь (не наоборот!). Приготовленная смесь имеет вид густого пластилинообразного раствора. Готовить следует такое количество раствора, которое можно использовать в течение 30 минут. Во время использования раствор необходимо регулярно перемешивать. Повторное добавление воды в раствор не допускается. Расчетный расход раствора в пересчете на сухую смесь определяется исходя из плотности раствора, которая составляет 4,5 кг/дм³ (например, при штрабе 20×20 мм расход составляет 1,8 кг/пог. м).

- *Приготовление составов Пенеплаг (Ватерплаг).* Смешать горсть сухой смеси с водой в следующей пропорции: 150 г воды на 1 кг Пенеплага (Ватерплага), или 1 часть воды на 5 частей Пенеплага (Ватерплага) по объему. В зависимости от активности течи пропорции могут варьироваться. Если течь сильная, количество добавляемой в смесь воды следует уменьшить до пропорции: 1 часть воды на 7 частей Пенеплага (Ватерплага) по объему. Оптимальная температура воды составляет +20°C. Приготовленный состав имеет вид сухой земли. Готовить необходимо такое количество раствора, которое можно использовать в течение 30 с, поскольку материалы очень быстро схватываются.

- *Приготовление составов Пенетрон Плюс.* Материал не требует добавления воды, поскольку его применяют в сухом виде. Расход сухой смеси: от 0,5 до 0,6 кг/м² на два слоя.

- *Приготовление составов Пенетрон Адмикс.* Материал добавляют в бетонную смесь. Дозировка Пенетрона Адмикс: 1% сухой смеси от массы цемента.

Работа применяемых защитных проникающих материалов заключается в модификации защищаемой поверхности – она превращается в полимерную композицию с высокими физико-химическими свойствами: прочностью, соответствующей высо-

копрочным конструкционным материалам (вплоть до 2000 кг/см²), применяющимся в строительстве важных объектов; водоупорностью, превышающей 20 атм; стойкостью к деградации (более 30 лет) в процессе эксплуатации за счет высоких химико-, морозо-, атмосферо-, биостойкости и др. свойств; высокими экологическими показателями, гарантирующими безопасность и комфортность для жизнедеятельности человека; сохраняется газо- и паропроницаемость.

Таким образом, поверхностный слой стены, защищенный по этой технологии, сам становится гидроизоляцией. Он не пропускает внутрь воду, сохраняя при этом газопаропроницаемость. Даже при случайном повреждении этого защитного слоя гидроизоляция все равно работает, так как сама стена и гидроизоляционный слой представляют собой одно целое.

8.2.2. Гидроизоляция бетонных поверхностей с использованием системы Пенетрон

Вертикальные и горизонтальные (в том числе потолочные) бетонные поверхности следует обрабатывать материалом Пенетрон (рис. 8.3). После подготовки поверхности и приготовления состава нанести раствор Пенетрона на два слоя кистью из синтетического волокна. Расход в пересчете на сухую смесь: от 0,8 до 1,2 кг/м² на два слоя или от 0,4 до 0,6 кг/м² на каждый слой. Второй слой необходимо наносить на свежий, но уже схватившийся первый, не ранее, чем через 2 ч, но не позднее, чем через 6 ч после нанесения первого слоя. Перед нанесением второго слоя поверхность необходимо увлажнить.

Штукатурка образует на поверхности бетона высокопрочное покрытие толщиной 2-3 мм, защищающее бетон и препятствующее вымыванию активных веществ даже при значительном напоре воды. В процессе эксплуатации конструкции, при возникновении нового контакта с молекулами воды, реакция возобновляется, и процесс уплотнения материала развивается в глубину. Так же происходит и «самозалечивание» микротрещин.

Вертикальные и горизонтальные (в том числе потолочные) бетонные поверхности следует обрабатывать материалом Пене-

трон. После подготовки поверхности и приготовления состава следует нанести раствор Пенетрона на два слоя кистью из синтетического волокна. Расход в пересчете на сухую смесь: от 0,8 до 1,2 кг/м² на два слоя. Второй слой необходимо наносить на свежий, но уже схватившийся первый, не ранее, чем через 2 ч, но не позднее, чем через 6 часов после нанесения первого слоя. Перед нанесением второго слоя поверхность необходимо увлажнить.

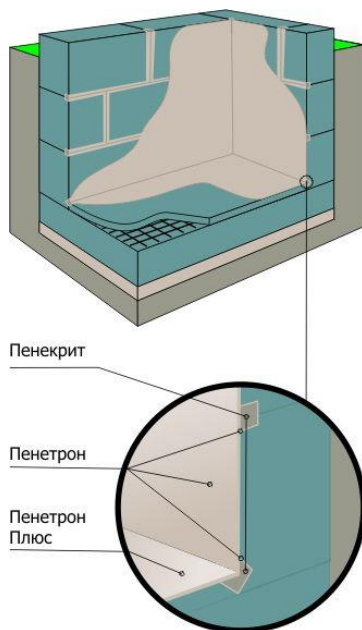


Рис. 8.3. Гидроизоляция конструкции из бетонных блоков

Все трещины, стыки, швы, примыкания, вводы коммуникаций необходимо изолировать с применением Пенекрита. Очистить поверхность бетона от пыли, грязи, нефтепродуктов, цементного молока, высолов, торкрета, штукатурки, плитки, краски и т.п. веществ, которые препятствуют проникновению активных химических компонентов. Поверхность необходимо очистить водой под давлением с помощью водоструйной установки высокого

давления или другим приемлемым механическим способом (например, металлической щеткой). Гладкие и шлифованные поверхности следует обработать 10%-ным раствором уксусной кислоты и через час промыть водой, излишки воды - удалить. По всей длине трещин, швов, стыков, сопряжений, примыканий, вокруг ввода коммуникаций необходимо выполнить штрабы П-образной конфигурации. Штрабы следует очистить металлической щеткой, удалить непрочный верхний слой бетона в местах разрушений, полости напорных течей разделить с помощью отбойного молотка на глубину не менее 50 мм. Внутреннюю полость течи необходимо очистить от непрочного, отслоившегося бетона. Внутренняя часть течи, если представить ее в разрезе, должна быть больше отверстия на поверхности, т.е. иметь форму «ласточкиного хвоста».

Перед нанесением материалов системы Пенетрон бетон должен быть влажным. Следует пропитать бетон водой на максимально возможную глубину и смешать сухую смесь с водой в следующей пропорции: 400 г воды на 1 кг Пенетрона, или 1 часть воды на 2 части Пенетрона по объему. Вливать воду необходимо в сухую смесь (не наоборот!), смешивать вручную или с помощью низкооборотной дрели. Приготовленная смесь должна иметь вид жидкого сметанообразного раствора. Готовить требуется такое количество раствора, которое можно использовать в течение 30 минут. Во время использования раствор следует регулярно перемешивать. Повторное добавление воды в раствор не допускается. Расход раствора в пересчете на сухую смесь составляет от 0,8 до 1,2 кг/м² на два слоя, или от 0,4 до 0,6 кг/м² на каждый слой, в зависимости от шероховатости обрабатываемой поверхности.

Для приготовления состава Пенекрит необходимо смешать сухую смесь с водой в следующей пропорции: 200 г воды на 1 кг Пенекрита, или 1 часть воды на 4 части Пенекрита по объему. Вливать воду требуется в сухую смесь (не наоборот!). Приготовленная смесь должна иметь вид густого пластилинообразного раствора. Готовить следует такое количество раствора, которое можно использовать в течение 30 минут. Во время использования раствор необходимо регулярно перемешивать. Повторное добав-

ление воды в раствор не допускается. Расчетный расход раствора в пересчете на сухую смесь определяется исходя из плотности раствора, которая составляет $4,5 \text{ кг/дм}^3$ (например, при штрабе $20 \times 20 \text{ мм}$ расход составляет $1,8 \text{ кг/пог. м}$).

При устройстве гидроизоляции стен, выполненных из кирпича, необходимо оштукатурить поверхность и обработать ее раствором Пенетрона (рис. 8.4 – 8.7). Следует соблюдать следующие требования по оштукатуриванию кирпичной поверхности: оштукатуривание производить только цементно-песчаным раствором марки М100-М150 (нельзя использовать известковые растворы или гипсовую штукатурку) по кладочной сетке (размер ячейки $50 \times 50 \text{ мм}$ или $100 \times 100 \text{ мм}$), прочно закрепленной на поверхности; зазор между кладочной сеткой и конструкцией должен составлять не менее 15 мм ; толщина штукатурного слоя должна быть не менее 40 мм ; желательно штукатурить поверхности за минимальное количество проходов, чтобы исключить образование большого количества рабочих швов. Оштукатуренные поверхности перед обработкой материалом Пенетрон следует выдерживать не менее суток (рис. 8.8). Расход материала Пенетрон тот же, что и при обработке бетонных поверхностей.

Гидроизоляцию трещин, швов, стыков, сопряжений, примыканий (рис. 8.9 – 8.12), вводов коммуникаций (рис. 8.13, 8.14) следует производить материалом Пенекрит. Подготовленную штробу необходимо увлажнить и загрунтовать раствором Пенетрона в один слой. Расход Пенетрона в пересчете на сухую смесь составляет $0,1 \text{ кг/пог. м}$ при размере штробы $20 \times 20 \text{ мм}$. Через 2 ч после обработки Пенетроном штробу следует заполнить с помощью шпателя раствором Пенекрита. Толщина наносимого слоя Пенекрита за один прием не должна превышать 30 мм . При заполнении более глубокой штробы раствор Пенекрита следует наносить в несколько приемов либо наполнить раствор мелким промытым щебнем (фракции $5\text{-}10 \text{ мм}$) до 50% по объему. Заполненную Пенекритом штробу и области, прилегающие к ней, необходимо сверху обработать раствором Пенетрона в два слоя. Перерыв между заполнением штробы Пенекритом и обработкой заполненной штробы Пенетроном составляет не менее 2 ч и не более 6 ч .

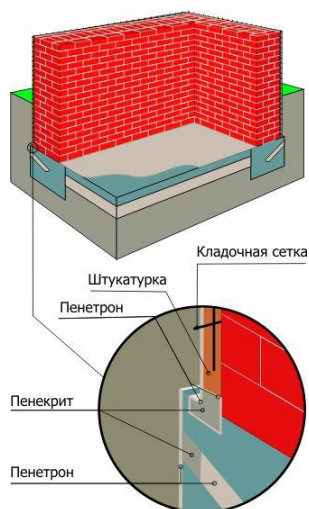


Рис. 8.4. Гидроизоляция по кирпичной стене снаружи

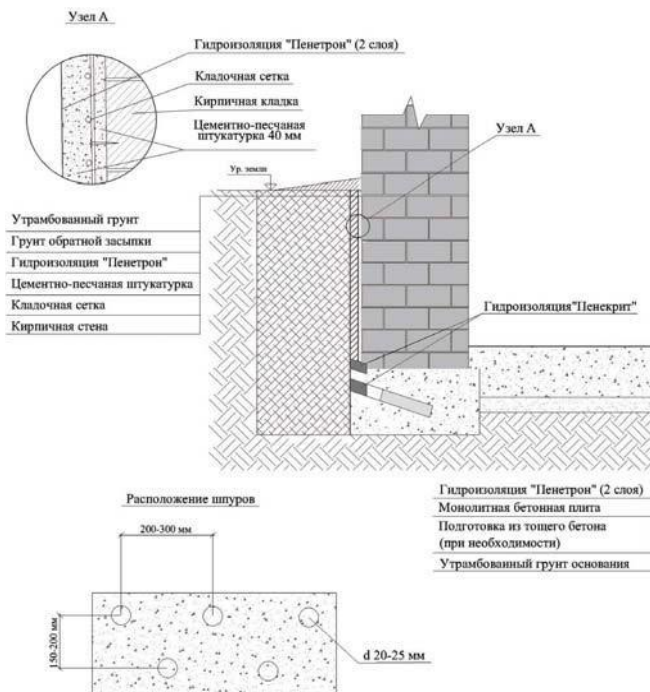


Рис. 8.5. Устройство внешней гидроизоляции по кирпичной стене

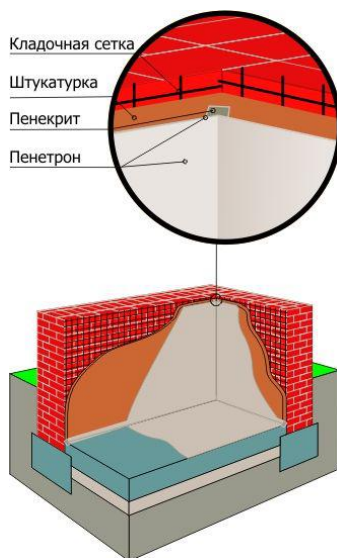


Рис. 8.6. Гидроизоляция по кирпичной стене изнутри

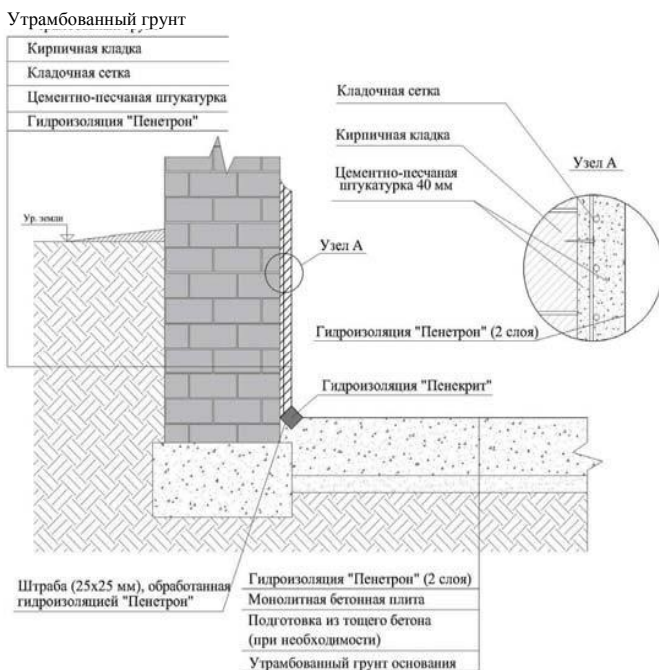


Рис. 8.7. Устройство гидроизоляции по кирпичной стене изнутри помещения

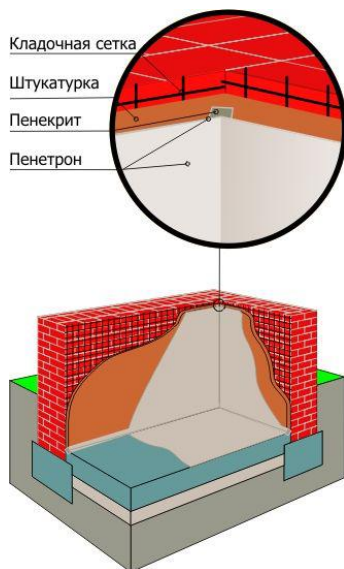
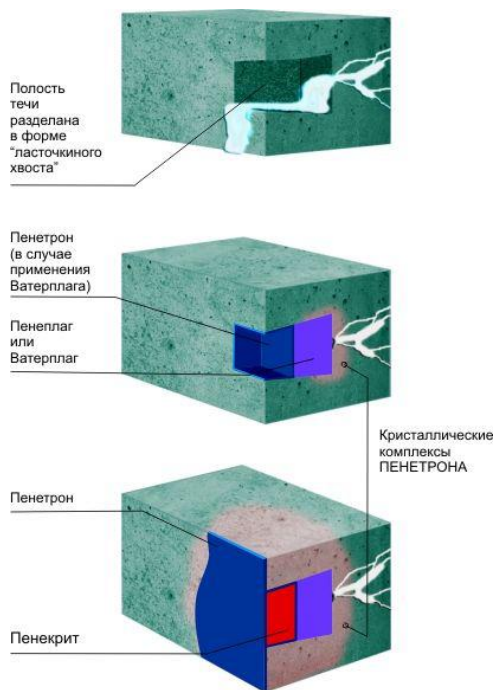
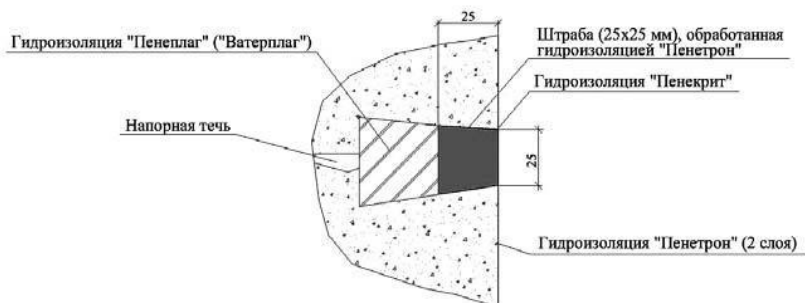


Рис. 8.8. Гидроизоляция конструкции по штукатурке кирпича



а



б

Рис. 8.9. Ликвидация напорных течей:
а - общий вид; б - схема

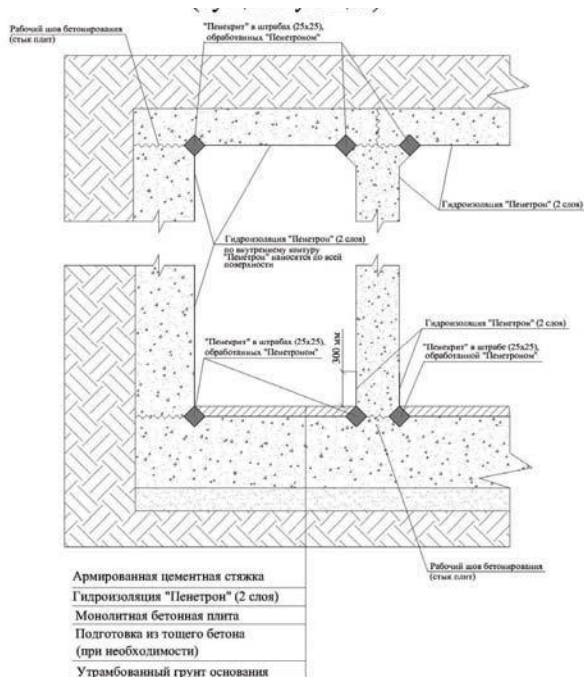


Рис. 8.10. Укладка Пенетрона при устройстве рабочих швов при примыкании к существующей монолитной конструкции

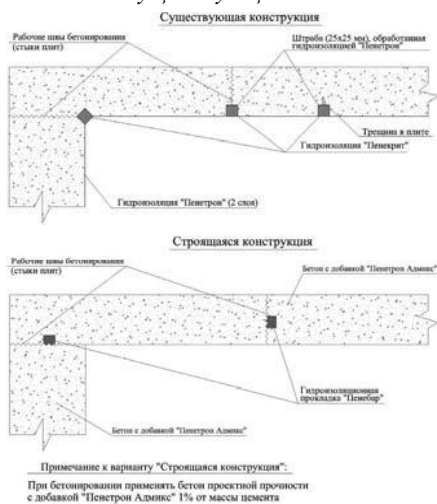


Рис. 8.11. Устройство гидроизоляции в швах существующего монолитного перекрытия и строящейся конструкции при примыкании

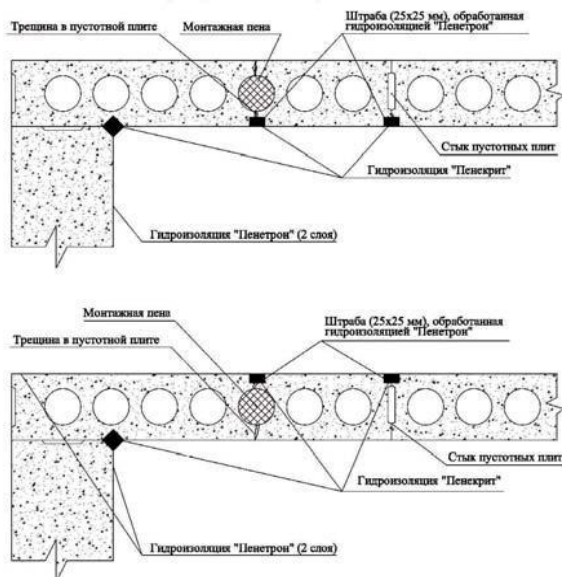


Рис. 8.12. Устройство гидроизоляции в сборных пустотных плитах перекрытия

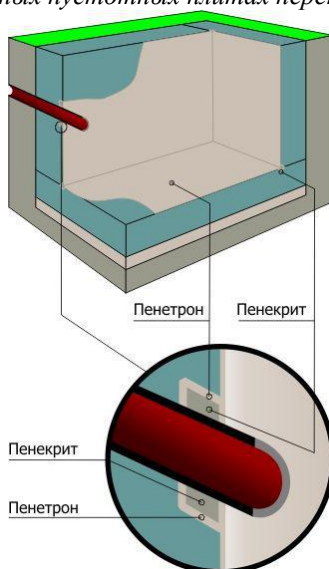


Рис. 8.13. Гидроизоляция мест ввода коммуникаций материалом Пенекрит

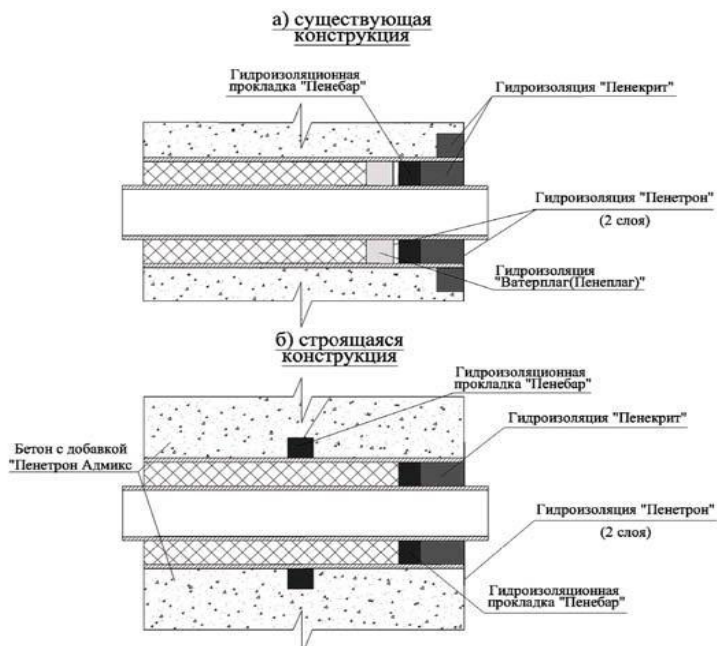


Рис. 8.14. Гидроизоляция мест ввода коммуникаций

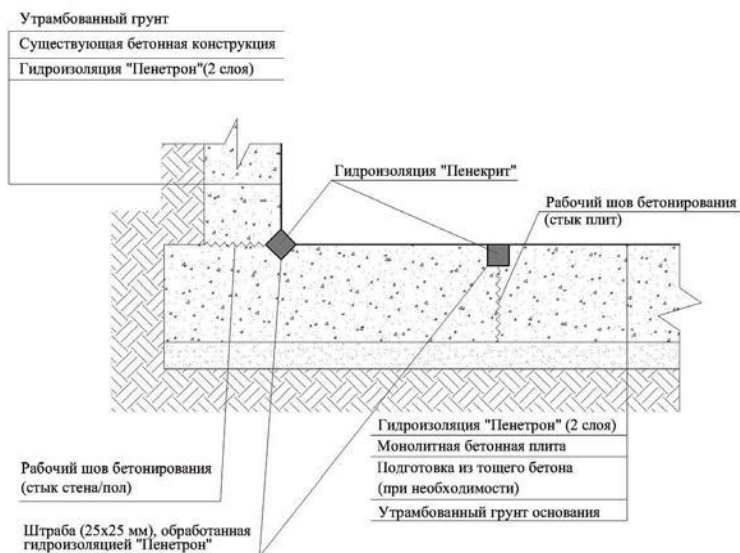


Рис. 8.15. Устройство гидроизоляции в швах примыкания к полу

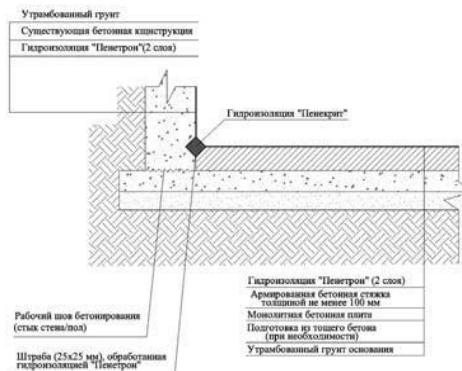


Рис. 8.16. Устройство гидроизоляции из Пенетрона по армированной бетонной стяжке

Для устранения капиллярного подсоса между бетонным фундаментом и стеной следует использовать материалы, выполненные из пористых материалов Пенетрон и Пенекрит (рис. 8.15, 8.16). В бетонном фундаменте необходимо в шахматном порядке пробурить шпury диаметром 20-25 мм под углом 30-45 град. к горизонтали. Расстояния между шпурями по горизонтали – 200-300 мм, по вертикали – 150-200 мм. Глубина бурения должна составлять не менее 2/3 толщины фундамента по горизонтали. Пробуренные шпury следует промыть водой, насыщая бетон влагой, заполнить отверстия приготовленным раствором Пенетрона, используя воронку; осторожно утрамбовать раствор в шпуре и заделать отверстие раствором Пенекрита.

Горизонтальные поверхности свежееуложенного бетона следует обрабатывать материалом Пенетрон Плюс. После укладки бетона, пока бетонная поверхность находится в стадии схватывания и способна удержать вес кельмы (мастерка, терки), необходимо вручную нанести сухую смесь Пенетрон Плюс из расчета 0,25-0,3 кг/м² с помощью сита, совка или инструмента для нанесения сухих смесей (топпингов). Сухой материал необходимо распределять по поверхности равномерно. После того, как сухая смесь впитает воду из свежего бетона, следует затереть материал при помощи терки, сразу после затирки - нанести второй слой Пенетрона Плюс с той же нормой расхода (0,25-0,3 кг/м²), но под углом 90 град. к первому нанесению. После того, как второй слой напитается влагой, следует затереть материал теркой.

Напорные течи следует ликвидировать с применением Пене-плага или Ватерплага (см. рис. 8.9). У этих составов короткое время схватывания, поэтому работу по устранению течи необходимо проводить быстро. После подготовки полости течи приго-товленный состав Пенеплага или Ватерплага следует с силой вдавить в полость течи. В зависимости от температуры поверхно-сти это давление должно продолжаться от 40 до 60 с при исполь-зовании Пенеплага и от 2 до 3 мин – при использовании Ватер-плага. Чем ниже температура, тем медленнее происходит схваты-вание составов. Затем следует удалить излишки материала. При ремонте длинных вертикальных трещин необходимо начинать обработку сверху, а материалом заполнять только половину по-лости течи. При использовании Ватерплага следует обработать полость остановленной течи раствором Пенетрона. При исполь-зовании Пенеплага такая обработка не требуется. Вне зависимо-сти от применяемого состава, оставшийся объем полости необхо-димо заполнить раствором Пенекрита. Заполненную Пенекритом полость течи и области, прилегающие к ней, требуется обрабо-тать раствором Пенетрона в два слоя. Раствор Пенетрона следует наносить не ранее, чем через 2 ч, но не позднее, чем через 6 ч после применения Пенекрита.

При новом строительстве для устройства горизонтальной гид-роизоляции между бетонным фундаментом и стеной, выпол-няемой из пористого материала (кирпич, дерево, ячеистый бетон и т.п.), следует обработать гори-зонтальную бетонную поверх-ность фундамента материалом Пенетрон.

Для устранения капиллярного подсоса между бетонным фунда-ментом и стеной, выполненной из пористого материала (кирпич, дерево, ячеистый бетон и т.п.) – рис. 8.17 – следует использовать

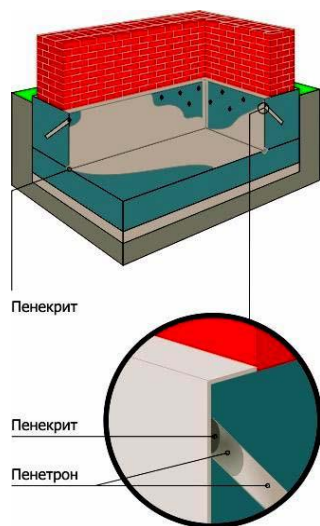


Рис. 8.17. Отсечение капилляр-ного подсоса между бетонным фундаментом и стеной, выпол-ненной из пористого материала

материалы Пенетрон и Пенекрит. В бетонном фундаменте необходимо в шахматном порядке пробурить шпуров диаметром 20-25 мм под углом 30-45 град. к горизонтали. Расстояния между шпурами по горизонтали – 200-300 мм, по вертикали – 150-200 мм. Глубина бурения должна составлять не менее 2/3 толщины фундамента по горизонтали. Пробуренные шпуры следует промыть водой, насыщая бетон влагой, и заполнить отверстия приготовленным раствором Пенетрона, используя воронку. Затем осторожно утрамбовать раствор в шпуре и заделать отверстие раствором Пенекрита. В случае рыхлой (пустотной) структуры бетона следует предварительно укрепить фундамент инъектированием.

Для гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций на стадии бетонирования следует использовать материал Пенетрон Адмикс (см. рис. 8.3). Добавление материала Пенетрон Адмикс в свежеприготовленную бетонную смесь позволяет получить бетон с высокой маркой по водонепроницаемости. Независимо от способа приготовления бетона количество Пенетрона Адмикс составляет 1% от массы используемого цемента (в пересчете на сухую смесь). В зависимости от места приготовления бетона следует поместить расчетное количество сухой смеси Пенетрона Адмикс в бетономешалку, добавить 60-70% от требуемого количества воды в половину необходимого количества заполнителя (щебень и песок). Смешивать материалы в течение 2-3 мин для их равномерного распределения. Добавить в бетономешалку цемент, вторую половину заполнителя и оставшуюся воду и повторно перемешать бетонную смесь в течение 5 мин.

При доставке бетона на место применения бетоновозами следует смешать расчетное количество сухой смеси Пенетрон Адмикс с водой до образования очень слабого раствора (5 частей воды на 1 часть сухой смеси по массе). Вливать воду в сухую смесь (не наоборот!). Смешивать с помощью низкооборотной дрели. Залить приготовленный раствор Пенетрона Адмикс в миксер с бетонной смесью и смешивать в течение 5 мин для обеспечения его равномерного распределения.

При использовании на заводе по изготовлению бетонных изделий необходимо добавить расчетное количество сухой смеси Пенетрона Адмикс к смеси щебня и песка, затем тщательно перемешать в течение 2-3-х мин и добавить цемент и воду. Полу-

ченную бетонную смесь смешивать по стандартной технологии. Важно получить однородную смесь Пенетрона Адмикс с бетоном. Не добавлять сухую смесь Пенетрон Адмикс непосредственно в бетонную смесь.

Поверхность бетонируемой конструкции тщательно очищают от загрязнений до здорового бетона с целью раскрытия капилляров и микротрещин, далее поверхность очищают от пыли и увлажняют. Трещины более 0,25 мм расширяют в виде «ласточкина хвоста» и заделывают цементно-песчаным раствором с добавлением 1-3% герметика. Поверхность грунтуют, наносят не оставляющей волосков кистью герметик (Акватрон-6 или аналогичный), после выдержки 5-10 мин с помощью шпателя, кисти торкретированием наносят основной состав герметика. Второй слой наносят через 5-6 ч с предварительным увлажнением поверхности за 5-10 мин до нанесения. При этом, выполняют втирающие движения, противоположные первому нанесению. В процессе твердения необходимо защищать поверхность от высыхания, воздействия ветра и солнца. Свежеобработанную поверхность увлажняют каждые 12 ч в течение 5 сут или укрывают полиэтиленовой пленкой, опилками и др. Обратная засыпка грунтом допускается через трое суток.

Пенетрат представляет собой смесь портландцемента, чистого мелкого кварцевого песка и добавок в виде порошка. Огнестойкость, как у бетона. Период полного твердения от 3 до 6 недель. Температура при заделке не менее +5⁰С. Этот состав, смешанный с водой, тремя слоями наносится на внутреннюю поверхность стен из бетона, камня (бутовая кладка) или кирпича с противоположной по отношению к обводненной поверхности стороны. Все виды оснований перед нанесением гидроизоляции должны быть очищены и промыты. Расход материалов на 1 м² при трех слоях нанесения: цемента марки 350 и выше – 4 кг; чистого кварцевого песка грануляции 0,3-1-1,6 кг, воды – по необходимости. Гидроизоляционный слой находится на поверхности, поэтому может быть легко поврежден, а следовательно, должен защищаться цементной стяжкой. Пенетрат проходит (пенетрирует) на глубину до 15 см и перекрывает все поры и капилляры. Давление выдерживается до 7 атм. Применяют систему Пенетрат, состоящую из концентрата Пенетрат, эмульсии для улучшения

адгезии, антифриза для ведения работ до минус 10°C, Пеневита – для ускорения схватывания, раствора Пенетрат – для санации трещин и швов.

Все трещины, стыки, швы, примыкания, вводы коммуникаций необходимо изолировать с применением материала Пенекрит.

При уходе за обработанной поверхностью ее следует защищать от механических воздействий и отрицательных температур в течение 3-х суток. При этом, необходимо следить за тем, чтобы поверхности, обработанные материалами системы Пенетрон, в течение 3-х суток оставались влажными, не должно наблюдаться растрескивания и шелушения покрытия.

Для увлажнения обработанных поверхностей обычно используются следующие методы: водное распыление, укрытие бетонной поверхности полиэтиленовой пленкой.

При уходе за поверхностью, обработанной со стороны давления воды, срок увлажнения рекомендуется увеличить до 14-ти суток.

8.3. ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ С ПОМОЩЬЮ КРИСТАЛЛИЗОЛА РЕМОНТНОГО

Кристаллизол ремонтный представляет собой смесь портландцемента, калиброванного кварцевого песка и химически активных добавок. При использовании проникает на глубину смачивания бетона.

Физические характеристики кристаллизолов ремонтного (ТУ 5745-001-99001832-07) приведены ниже:

Водонепроницаемость, МПа (атм.).....	0,8 (8)
Условия эксплуатации, °С.....	-50...+90
Предел прочности на отрыв, в возрасте 28 сут, МПа.....	3,0
Предел прочности при сжатии, в возрасте 28 сут, МПа, не менее.....	20
Морозостойкость, циклы, не менее.....	200
Температура окружающей среды при нанесении, °С, не менее.....	+5
Расход при толщине слоя 1 мм (зависит от состояния поверхности), кг/м ²	1,5-1,7

8.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СМЕСИ ПРОНИКАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ЭВОЛИТ-ГИДРО ОБМАЗОЧНАЯ

Проникая в бетон, Эволит-гидро обмазочная (рис. 8.18) становится его составной частью, образуя прочную и долговечную структуру, препятствующую проникновению молекул воды и одновременно позволяющую бетону пропускать воздух.



Рис. 8.18. Проникновение в структуру и рост кристаллов новообразований

При применении Эволит-гидро обмазочная значительно повышает морозостойкость бетона, а также стойкость к агрессивным средам. Свойства и характеристика смеси Эволит-гидро обмазочная приведены ниже:

Внешний вид.....	Порошок серого цвета
Насыпная плотность, кг/м ³	1500-1600
Влажность сухой смеси по массе, %, не более...	0,1
Сроки схватывания, мин, не менее:	
начало.....	10
окончание.....	40
Марка по водонепроницаемости:	
через 7 суток.....	W6
через 28 суток.....	W12
Подвижность свежеприготовленного рабочего раствора, см:	
для ручного нанесения.....	6-8
для машинного нанесения.....	16-18
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее:	
через 7 сут.....	30,0
через 28 сут.....	40,0
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее:	
через 7 сут.....	2,8
через 28 сут.....	8,0
Марка по морозостойкости, не менее.....	F200
Прочность сцепления, МПа, не менее:	
через 7 сут.....	1,7
через 28 сут.....	2,0

Смесь Эволит-гидро обмазочная может применяться для гидроизоляции конструкций как в процессе строительства, так и в процессе эксплуатации при отрицательном и положительном давлении воды: для восстановления прочностных характеристик элементов сооружений; при заделке трещин, мест врезки коммуникаций; заполнении пустот и раковин в несущих конструкциях; при устройстве и восстановлении горизонтальной гидроизоляции от капиллярного подсоса воды (отсечная гидроизоляция); гидроизоляции стыков и швов всех видов в зданиях и сооружениях (уплотнение рабочих швов-разрывов при бетонировании, сопряжении бетонных, железобетонных элементов конструкции, узлов-концентраторов напряжений типа "стена - стена", "днище - стена", "стена - перекрытие"); повышения (восстановления) морозостойкости элементов конструкций и усиления химической стойкости конструкций.

Смесь применяется при температуре окружающей среды и конструкций от 5°C. Поверхность тщательно зачищается от цементного "молочка", рыхлых слоев, легкоудаляемых включений (грязь, краска, органика и другие вещества) железными щетками, скребками, сжатым воздухом, пескоструйным аппаратом, а затем обильно увлажняется. В случае сильных, глубоких разрушений производится армирование.

Строительные конструкции вследствие внешних воздействий подвержены деформациям, в результате которых образуются трещины, через которые осуществляется инфильтрация воды. Наиболее опасными местами возникновения трещин (рис.8.19) являются концентраторы напряжений типа "стена - стена", "стена - днище", "стена - перекрытие", места разрывов бетонирования при производстве монолита, а также швы между элементами в сборных железобетонных и бетонных конструкциях. Для предотвращения инфильтрации воды в этих местах рекомендуется их вскрытие с последующим заполнением смесью Эволит-гидро обмазочная.

Для новых поверхностей состав наносится слоем 2 мм по технологии шпатлевочных работ или механизированным способом. При проведении работ на влажных поверхностях дополнительное смачивание не требуется.

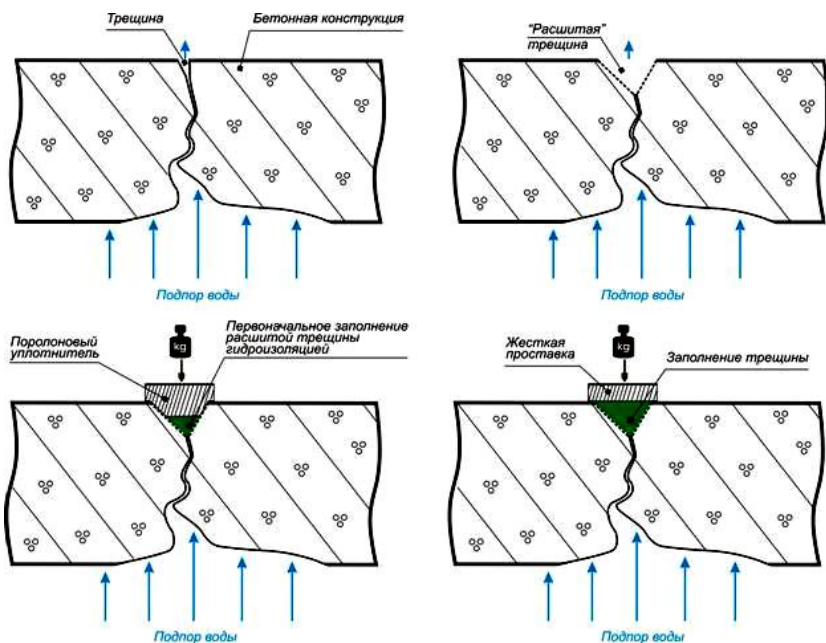
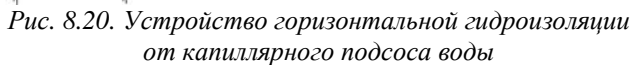


Рис. 8.19. Характерные места образования трещин

Для старых поверхностей перед нанесением защитного состава защищаемая поверхность дополнительно увлажняется, наносится выравнивающий грунтовочный слой жидкой консистенции смеси Эволит-гидро обмазочная (расход $2,5-3,5 \text{ кг/м}^2$), после чего данная смесь наносится толщиной, достаточной для образования гладкой поверхности. С целью предупреждения развития усадочных трещин, которое зависит от способа подготовки поверхности, следует применять более толстый слой Эволит-гидро штукатурная или Эволит-гидро штукатурная армированная, но не более 1 см.

При проведении работ на влажных поверхностях, наличии протечек и т.п. защитный слой смачивать не нужно.

В случае вертикального подсоса воды конструкции подготавливаются следующим образом: перпендикулярно поверхности увлажненной стены бурят отверстия диаметром 25-30 мм под углом $25-30^\circ$ в шахматном порядке, с шагом 15-20 см (рис.8.20) на $3/4$ толщины стены. Отверстия очищаются сжатым воздухом, промываются водой и заполняются нагнетанием заранее подготовленной защитной смесью Эволит-гидро обмазочная.



Гидроизоляция "Эволит-Гидро"

Крепеж

Коммуникации

Гидропар воды

Подпол воды

Рис. 8.21. Устройство гидроизоляции стен и пола

стен по сетке, необходимо предусмотреть закладные детали для ее крепления. Затем на всю предварительно обеспыленную и смоченную поверхность наносится 3-4-миллиметровый слой смеси Эволит-гидро обмазочная.

В зависимости от эксплуатационных требований к помещению производят работы по устройству стяжки из раствора или бетона.

9. ЭЛАСТИЧНЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ СОСТАВЫ

9.1. ЭЛАСТИЧНАЯ ЦЕМЕНТНАЯ МЕМБРАНА НА ОСНОВЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕМЕНТОВ И ДИСПЕРСИЙ СТРИМФЛЕКС

Стримфлекс – это двухкомпонентный состав на основе специальных цементах, минеральных полифракционных наполнителей, добавок и полимера. Эластичное водонепроницаемое покрытие имеет высокую адгезию к любой поверхности (бетон, естественный и искусственный камень, кирпич, бетонные блоки, панели и т.д.). Применяется в качестве гидроизоляционной защиты по бетону и камню резервуаров питьевой воды, бассейнов и баков, фундаментов, подверженных давлению воды, а также как водо-защитное покрытие для тоннелей, ирригационных каналов, плотин, защитных стен, фундаментов, подземных переходов, динамических швов, полов и т.д. Преимущества материала следующие: закрывает и сдерживает трещины раскрытием до 2 мм, устойчив к атмосферному загрязнению, коррозионным воздействиям соленой и техногенной воды, циклам заморозки или оттаивания; снижает карбонизацию бетона, замедляя проникновение хлоридов и других разрушающих солей; высокие адгезионные свойства; высокая технологичность; не токсичен; не содержит хлоридов, идеально подходит для использования при контакте с питьевой водой.

Поверхность перед нанесением состава должна быть твердой и тщательно очищенной без следов отделочных материалов, рыхлых фрагментов, жировых и масляных пятен, пыли и т.д. Разрушенные (рыхлые) слои поверхности должны быть полностью удалены до прочного конструктивного слоя. Поверхность также не должна иметь выступающих фрагментов, каверн и выбоин. Обеспыливание производится методом промывки поверхности под давлением или вручную. Перед нанесением поверхность смачивается водой.

Стримфлекс поставляется в виде двух компонентов: сухой смеси и дисперсии. Для затворения в сухую часть постепенно

добавляется жидкая дисперсия, перемешивание продолжается до достижения гомогенной смеси. Перемешивание производится вручную или миксером на малых оборотах. Жизнеспособность смеси от 30 мин до 2 ч, в зависимости от температуры окружающей среды.

Для нанесения Стримфлекс применяется волоконная кисть (макловица, маховая), шпатель или валик. При больших объемах нанесения Стримфлекс может применяться механизированный способ нанесения при помощи специального распылителя. Первый слой Стримфлекс необходимо наносить втирающими движениями по часовой стрелке или против.

При нанесении второго слоя Стримфлекс с общим расходом 2,5-3,5 кг/м² второй слой нужно наносить через 10-18 ч, но не позднее двух суток после первого, втирающими движениями, противоположно направленными по отношению к укладке первого слоя. Через 5 суток после нанесения второго слоя покрытие полностью готово к эксплуатации. Нельзя применять Стримфлекс при температуре окружающей среды ниже + 5°C или если такие температуры ожидаются в течение 2 ч после нанесения. Также нельзя применять Стримфлекс, если температура выше 30°C. Необходимо защитить покрытие от быстрого высыхания при сильном ветре и высоких температурах распылением воды в течение двух часов после нанесения.

Гидроизоляционная цементная мембрана Стримфлекс не является абразивостойким покрытием и нуждается в защите при механических внешних нагрузках. Эксплуатация покрытия при температурах ниже -30°C не рекомендуется.

Гидроизолирующая сухая смесь проникающего и бронирующего действия Стрим-смесь на основе специальных цементов, кварцевого песка и комплекса добавок предназначена для ликвидации фильтрации грунтовых, техногенных вод, солевых растворов, нефтепродуктов и т.д., через бетон, кирпич или камень. Рекомендуется для: устройства гидроизоляции по *бетонным и кирпичным* поверхностям в коллекторах, тоннелях, плотинах, дамбах и других заглубленных сооружениях; в качестве добавки, компенсирующей усадку, к растворам и бетонам (5-10% масс от сухой части).

9.2. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СУХИЕ СМЕСИ ГЛУБОКОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ

Для гидроизоляции используются следующие смеси глубокого проникновения:

- *Инфилтрон-100* - дисперсная сухая смесь, состоит из специальных цементов, полифракционного кварцевого песка, добавок. Максимальная крупность заполнителя 0,5 мм. Применяется для гидроизоляции сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций с целью повышения водонепроницаемости и морозостойкости бетона. Защищает конструкцию от воздействия агрессивных сред: кислот, щелочей, грунтовых вод, морской воды. Используется для гидроизоляции поверхностей, имеющих поры и трещины с шириной раскрытия не более 0,4 мм.

При работе со смесями Инфилтрон-100 и Стрим-смесь поверхность бетона очищается от пыли, грязи, нефтепродуктов, цементного молока, высолов, торкрета, штукатурки, плитки, краски, которые препятствуют проникновению активных химических компонентов. Поверхность под давлением промывается водой с помощью водоструйной установки высокого давления или другим приемлемым механическим способом (например, металлической щеткой). Гладкие и шлифованные поверхности обрабатываются 10%-ным раствором лимонной кислоты и через час промываются водой, излишки воды удаляются. По всей длине трещин, швов, стыков, сопряжений, примыканий вокруг ввода коммуникаций устраиваются штробы П-образной конфигурации, которые очищаются металлической щеткой, далее удаляется непрочный верхний слой в местах разрушений.

Полости напорных течей разделяются с помощью отбойного молотка на глубину не менее 50 мм, внутреннюю полость течи очищают от непрочного, отслоившегося бетона. Внутренняя часть течи, если представить ее в разрезе, должна быть больше отверстия на поверхности, т.е. в форме «ласточкиного хвоста».

Трещины и дефекты более 0,2 мм расширяются и заделываются сверхбыстротвердеющей смесью Стримплаг. Перед нанесением герметика бетон должен быть влажным. Бетон пропитывается водой на максимальную глубину.

Приготовление смеси происходит следующим образом. Сухая смесь смешивается с водой в следующей пропорции: 240 г воды на 1 кг материала. Воду вливают в сухую смесь (не наоборот). Смешивание проводится в течение 1-2 мин вручную или с помощью низкооборотной дрели. Приготовленная смесь имеет вид жидкого сметанообразного раствора. Следует приготавливать такое количество раствора, которое можно использовать в течение 30 мин (инфилтрон-100) и 15 мин для Стримсмеси. Во время использования раствор регулярно перемешивается для сохранения изначальной консистенции. Повторное добавление воды в раствор не допускается. Значительное увеличение воды при затворении снижает эксплуатационные характеристики материала.

После перемешивания герметик должен представлять собой однородную пластичную массу. При использовании для восстановления пластичности допускается дополнительное перемешивание без добавления воды.

Подготовленную (очищенную и увлажненную) поверхность необходимо отгрунтовать раствором маховой кистью или щеткой так, чтобы раствор заполнил все раковины, углубления и неровности. Через 3-5 мин наносится основной состав герметика. Рекомендуется применять при температуре не ниже +5°C. Расход Стримсмеси не менее 2 кг/м². Расход инфилтрона-100 - 1,5-2 кг/м².

Поверхность необходимо увлажнять в течение 1-2 сут, предохраняя от высыхания, замерзания и дождя.

• *Акватрон (ТУ 57-15-080-07508005-99)* – состав для обеспечения водонепроницаемости бетонных и иных капиллярнопористых конструкций, не подверженных значительным растягивающим и сжимающим нагрузкам. Состав Акватрона имеет вид крупнодисперсного порошка серого цвета. Технические характеристики Акватрона следующие:

Плотность, кг/л.....	1,3
Морозостойкость, циклы.....	Более 300
Адгезия с бетоном, МПа.....	1,2
Водонепроницаемость, МПа.....	1,2
Схватывание, ч:	
начало.....	2
конец.....	5

Технология нанесения состава состоит в следующем. Трещины необходимо расшить на глубину 50х30 мм и заделать цементно-песчаным раствором с добавлением 1-3%-ного состава Акватрона. Грунтовать поверхность следует составом Акватрон, разбавленным водой в соотношении 1:1. После выдержки 5-10 мин следует нанести основной слой. Использовать состав необходимо в течение 45 мин. Расход на ровной поверхности – 1,5 кг/м², на неровной – 2,2 кг/м². Готовность покрытия – через трое суток.

- *Акватрон-8* – бронирующий состав из смеси глиноземистого цемента, специально подготовленного гидроалюмината кальция, гипса и активирующих добавок. Применяется для зачеканки течей, заплат, швов.

Технология нанесения заключается в следующем. Поверхность очищают от грязи, жира, трещины расшивают до глубины и ширины 20 мм, увлажняют и наносят герметик с водо-твердым отношением 0,3-0,36; пломбу выдерживают 0,5-1,5 ч, избыток удаляют. Начало схватывания 3 мин, конец схватывания - менее 12 мин, прочность при сжатии более 0,6 МПа, адгезия к бетону 1,2 МПа, влажность менее 0,1%.

- *Акрилик Патч* – однокомпонентный состав на цементной основе; применяется для обмазочной гидроизоляции; при твердении расширяется, а через 24 ч имеет 50%-ную прочность.

- *Система защиты бетона Кальмафлекс* – полифазный конгломерат труднорастворимых аморфно-кристаллических новообразований в диффузном слое защитного состава и защищаемого бетона, образуемый в результате реакций эстафетно-обменного типа между вносимыми активными химическими добавками защитного состава и низкоинерционными химическими веществами защищаемого бетона.

- *Сухая смесь Прогресс-1* со сроком службы как и у защищаемой конструкции, разработана и выпускается фирмой «ГидроСпецТехнологии», смесь дает эффект «самозалечивания» для трещин до 0,4 мм, добавкой, корректирующей сроки схватывания, является гипс, содержание минеральных компонентов 15-18% от массы цемента.

- *Аквафин (Aquaфин-2k)* – эластичное, перекрывающее трещины двухкомпонентное обмазочное гидроизоляционное покрытие на основе цемента, производится фирмой Schomburg. Может

применяться для гидроизоляции и укладки плитки на балконах; для защиты бетона от водной и газовой углекислотной (CO_2) агрессии, для гидроизоляции бетонных, оштукатуренных поверхностей, кирпичной и каменной кладки, как в наземных, так и в подземных сооружениях, а также в гидросооружениях.

Обмазочная проникающая гидроизоляция представляет собой сухую смесь из специального цемента, кварцевого песка и добавок. Аквафин образует бесшовную, непрерывную, эластичную, перекрывающую трещины гидроизоляцию в подземной части новостроек и старых зданий.

Если на поверхности защищаемой конструкции в силу ряда причин возможно появление трещин, то необходимо применять эластичную гидроизоляцию, в состав которой входит второй компонент - эластификатор. Получаемая после смешивания компонентов паста наносится кистью на матово-влажную поверхность основания, и после отверждения образуется бесшовная, непрерывная, эластичная, перекрывающая трещины гидроизоляция, называемая резиобетон. Способность к перекрытию трещин у данного материала находится в пределах 1-2 мм (в зависимости от температуры) при толщине высохшего слоя 2 мм, водонепроницаемость до 7 бар на прижим и до 1,5 бар на отрыв. Механические нагрузки и облицовка плиткой возможны через одни сутки, а максимальная водная нагрузка - через неделю. Материал экологически безопасен и совместим с питьевой водой.

При использовании Аквафин необходимы предварительные работы: блокировка действующих протечек; обработка пассивирующим (антикоррозионным) составом обнаженной арматуры; блокировка разрушающих кристаллизацию солей; устранение с поверхности грибка, плесени, мха; ремонт разрушений поверхности безусадочным составом; обработка рабочих швов, трещин, также мест ввода труб и закладных элементов.

При добавлении воды Aquafin-2K образует пастообразную массу, наносимую на защищаемую поверхность жесткой кистью. После отверждения образуется жесткий гидроизолирующий слой.

Если на поверхности следует ожидать появления трещин, то такие поверхности должны быть обработаны эластичными гидроизоляционными материалами Aquafin-2K или Combiflex-C2. Пропитка для бетона *Асодур Би* наносится за один-два рабочих

прохода («свежее на свежее») валиком, кистью или разбрызгивателем. В течение первых четырех часов следует оберегать от воздействия влаги. Водоотталкивающая пропитка *Асолин ВС* (ASO-LIN-WS) наносится распылением или окраской за один или нескольких проходов. *Вандекс силер АС* придает пористым основаниям водоотталкивающие свойства за счет их поверхностной пропитки с последующим высыханием. Гидрофобизатор Вандекс силер АС наносится на поверхность кистью, валиком или распылителем низкого давления в несколько слоев. Количество слоев определяется пористостью основания.

- *Гидрофлекс* – эластичное паропроницаемое водонепроницаемое покрытие. Это двухкомпонентный состав на основе цемента, полимера и наполнителей с высокой адгезией для бетона и камня. Гидрофлекс сохраняет эластичность при температуре до 70°C. Поверхность, на которую наносится покрытие, должна быть твердой и чистой, без краски, непрочно держащихся фрагментов, жира, пыли. Все раковины, каверны заделываются ремонтными составами *Гидрорем-22* или *Гидроплаг*. Для удаления пыли поверхность необходимо промыть водой, перед нанесением смочить водой, но без луж. В емкость с компонентом "А" насыпается порошок с компонентом "В" и перемешивается до однородной смеси вручную или миксером на малых оборотах. Состав нельзя вспенивать. Для улучшения пластичности можно добавлять воды, смесь отстаивается 5-10 мин и снова перемешивается, срок годности от 30 мин до 2 ч в зависимости от температуры воздуха. Наносится состав волоконной кистью или шпателем, на больших поверхностях - специальным распылителем. Первый слой рекомендуется нанести кистью для равномерного покрытия поверхности. Обычно гидрофлекс наносится в два слоя с общим расходом 2-2,5 кг/м². Второй слой наносится минимум через 12 ч и максимум через 3 дня после первого. По истечении семи дней после второго слоя покрытие готово к контакту с водой. Нельзя применять гидрофлекс при температуре выше 30°C или ниже 5°C или если такая температура ожидается в течение 2 ч после нанесения.

- *Гидросил-11* – водонепроницаемое, но паропроницаемое покрытие (смесь цемента, отсеянного песка и особых присадок), наносится аналогично Гидрофлексу.

• *Гидроплаг-276, Лампосилекс* – гидропломбы из материалов; состоят из быстротвердеющего расширяющегося состава для ликвидации активных водных протечек. Гидропломбы представляют собой смесь специального цемента, кремнистых наполнителей и добавок.

• *Сухая смесь НЦ* – состоит из напрягающего цемента и фракционированного песка. Смесь смешивается с водой в отношении 1 л на 7 кг смеси. Раствор наносится пневмонабрызгом или торкретированием за 2-3 прохода при общей толщине слоя 30 мм, можно наносить смесь вручную, но уплотнять. Расход сухой смеси составляет 60 кг на 1 м² при толщине 30 мм. Поверхность должна быть чистой, прочной, обезжиренной, шероховатой. Напрягающий цемент НЦ применяют для получения водонепроницаемых бетонов с компенсированной усадкой. Напрягающий цемент НЦ смешивают с чистым песком без глинистых примесей в соотношении с водой 1:2.

• *Супертек* – эластичный высокопрочный на основе цемента и хлорсодержащих полимеров материал. Он увеличивает поверхностную непроницаемость, создает барьер сульфата. При контакте сухой поверхности с водой активизируется краситель. Супертек можно наносить на влажные и замасленные поверхности.

• *Лахта проникающая* – состоит из цемента, кварцевого песка и активных химических веществ. Использует природное свойство бетона - его капиллярную структуру. В составе Лахты присутствуют химические вещества, которые под действием ионной диффузии проникают в структуру бетона и, взаимодействуя с фазами бетонного камня, образуют нерастворимые соли. Они закупоривают поры бетона, повышая его водонепроницаемость. Такие гидроизоляционные материалы защищают конструкции и от воды, и от агрессивных сред (бензина и других нефтепродуктов, масла), позволяя при этом бетону «дышать». Глубина пропитки может достигать нескольких сантиметров. В случае механических повреждений поверхности ее гидроизоляционные и защитные свойства не изменяются. Материал Лахта может быть использован как на старом, так и на новом бетоне, не требует специальной защиты при строительных работах, обеспечивает сохранность не только самого бетона, но и стальной арматуры. Важным достоинством этого материала является возможность

применения с высокой эффективностью при работах с влажным или свежееуложенным бетоном, так как иногда проводить специальное просушивание поверхности перед гидроизоляционными работами практически невозможно. Для возникновения эффекта проникающей гидроизоляции на поверхности бетона должна быть достигнута определенная концентрация активных химических веществ, при которой будет обеспечена реакция с образованием кристаллических структур, в которой принимает участие тонкая пленка материала (1-2 мм), нанесенная на поверхность бетона. Увеличение толщины наносимого слоя не ведет к увеличению концентрации активных химических веществ, образующих кристаллы.

- *Carat* – полностью минеральная однокомпонентная гидроизолирующая суспензия для надежной гидроизоляции нового и старого бетона. Это материал проникающего действия. Carat содержит активные и глубоко проникающие вещества, которые при взаимодействии с влагой и свободной известью в бетоне образуют нерастворимые неорганические кристаллические комплексы, заполняющие капилляры и небольшие усадочные трещины, делая бетон частью гидроизоляции. При этом бетон продолжает «дышать». Вследствие огромной устойчивости к гидростатическому давлению является оптимальной гидроизоляцией для водных резервуаров всех типов, а также для гидроизоляции внутренних и наружных стен подвалов, приямков, фундаментов, гаражей. Изоляционный водостойкий состав проникающего действия Carat-StTM применяется для гидроизоляции рабочих швов, трещин, примыканий в бетонных конструкциях. Для остановки течи применяют быстротвердеющий состав Carat-FixTM.

Carat наносится методом набрызга и уже через короткое время способен воспринимать нагрузку, можно наносить на влажную поверхность.

Поверхность приобретает сопротивляемость высокому гидростатическому давлению до 20 МПа как на стороне с положительным, так и с отрицательным давлением воды (до 130 м вод. ст.), а также залечивает образующиеся в бетоне во время эксплуатации трещины шириной до 0,4 мм. Рисунки 9.1 – 9.4 иллюстрируют этот процесс.



Рис. 9.1. Трещина в теле бетона шириной 0,1-0,4 мм, образовавшаяся в процессе эксплуатации объекта, на который был нанесен Carat



Рис. 9.2. Та же трещина через неделю нахождения в воде. Carat начинает затягивать трещину



Рис. 9.3. Увеличенный участок, изображенный на рис. 9.2. Участок трещины в центре рисунка имеет ширину 0,4 мм. Хорошо заметны кристаллы Carat

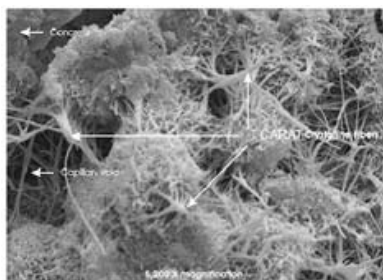


Рис. 9.4. Нитевидные кристаллы Carat при увеличении под микроскопом. Трещина полностью затянулась через 8 недель

• *Гидротекс-П* – состав проникающего действия, образует нитевидные кристаллы, уплотняющие бетон и перекрывающие доступ воде при давлении до 6 атм, но не воздуху. Гидротекс-П – гидроизоляционный материал производства Drizoro S.A. на основе цемента, минеральных наполнителей, синтетической резины. Материал двухкомпонентный: А – 10-литровая канистра, Б – 25-килограммовый мешок. Полученное водонепроницаемое покрытие обладает гибкостью, адгезией к любой поверхности, хорошей

паропроницаемостью, не пылит. Наносится на твёрдую, чистую, без краски, жира, пыли, масел поверхность. Время жизнеспособности 0,5 - 2 ч. • *Гидротекс-В* – гидроизолирующее покрытие проникающего действия. Имеет вид серого порошка без механических примесей. Проникает в поры бетона и герметизирует их на глубину до 100 мм сплошным фронтом. Способно "залечивать" трещины с раскрытием до 0,5 мм. Расход 2-5 кг/м² при нанесении на поверхность. Химически стойко к солям и основаниям, растворителям, нефтепродуктам, условно стойко к минеральным кислотам. Выпускается петербургской фирмой ООО "Спецгидрозащита".

Технология работ состоит в следующем. Необходимо перемешать смесь с водой в течение 3-5 мин до получения однородного пластичного раствора. Использовать раствор в течение 1 часа. Готовность покрытия – через 3 сут.

Физико-технические свойства Гидротекс-В следующие:

Водонепроницаемость, МПа.....	1
Температура эксплуатации, °С.....	-40/+90
Прочность, МПа:	
при изгибе.....	9-12
при сжатии.....	40-50
Адгезия, МПа.....	2,8-3,0
Морозостойкость, циклы.....	300

• *Осмосил* – гидроизоляционный раствор компании Index (Италия). Используется для гидроизоляции внутренних и наружных бетонных и цементных поверхностей фундаментов, подземных сооружений, бассейнов, колодцев.

Физико-технические характеристики Осмосил приведены ниже:

Водопроницаемость при 7 атм, л/(м ² /ч).....	0,003
Водопроницаемость при 0-6 атм, л/(м ² /ч).....	0,0
Температура эксплуатации, °С.....	-30/+90
Адгезия к бетону, МПа.....	2,6
Соппротивление давлению, МПа.....	44
Расход на 2 слоя, кг/м ²	3
Время работы с раствором, мин.....	60
Температура нанесения, °С.....	+5

Технология работ с раствором Осмосил состоит в следующем. Смесь разводится водой и отстаивается несколько минут. Раствор наносится кистью, сверху вниз, до получения сплошного слоя. Раствор необходимо постоянно перемешивать. Второй слой раствора наносится "мокрый-по-мокрому". Изоляция на полах закрывается стяжкой толщиной 50 мм. На поверхностях, подверженных вибрациям и усадке, эластичность раствора повышается введением латексной добавки.

• *Sta-Dri masonry paint* (производство США) – гидроизоляционная краска с проникающим действием. При нанесении на пористую бетонную поверхность заполняет поры и образует твердое и плотное защитное покрытие. По сравнению с другими ранее упомянутыми составами наносится более тонким слоем (около $0,3 \text{ кг/м}^2$) и удерживает напор воды только в 5,5 м, что бывает достаточно. Используется для обработки всех частей зданий (от печной трубы до фундамента) на всех кирпичных и камневидных поверхностях, а также заборах, элементах конструкций дорог и др., служит гидроизоляционным и термоизоляционным барьером, образует латексноподобную гладкую поверхность, яркую и не зернистую, пригодную для дальнейшей отделки. Другие свойства аналогичны свойствам перечисленных выше составов. Прочность на сжатие – около 12,5 МПа.

Технология работ заключается в следующем. Поверхности основания должны быть очищены до структурно-прочного основания с открытием капиллярных пор. Снимается рыхлый поверхностный слой старого бетона с нарушенной структурой, пыль, цементные пленки. Масла удаляются растворителем или 10-30%-ным раствором соляной кислоты. Швы кирпичной кладки, фундаментных блоков расшиваются на глубину не менее 5 мм, оголенная арматура очищается до металлического блеска, стыки конструкций, швы и трещины расшиваются и заделываются цементным раствором с добавкой гидроизоляционной смеси. Заделываются протечки. Тщательно удаляются пыль и следы очистки. Обрабатываемая поверхность увлажняется чистой водой до насыщения, но без пленки воды и луж. Состав смешивается с водой в соответствии с рецептурой и тщательно перемешивается до получения однородного пластичного раствора. В дальнейшем его

можно дополнительно перемешивать, но не добавлять воду. До готовности покрытия (2-3 сут) не подвергать нанесенный слой нагрузкам и увлажнять, не допуская его высыхания. Наносится кистью, валиком, распылителем в два слоя с перерывом 12 ч. Время работы со смесью – 4 ч.

• *Полиакватрон А* – материал проникающего действия, смесь высокомарочного портландцемента, специально подготовленного кварцевого песка с регламентированной гранулометрией и модифицирующих добавок. Полиакватрон А обладает двойным защитным действием:

- капиллярным, обеспечивающим глубокое проникновение в поры материала активных химических добавок;

- бронирующим, образующим на поверхности прочный слой.

После нанесения смеси на бетон или кирпич активные компоненты смеси под действием капиллярного давления проникают в микротрещины, капилляры, поры и вступают в реакцию со свободным кальцием в присутствии влаги, формируя нерастворимые кристаллические образования (рис. 9.5). При эксплуатации действие смеси носит «эстафетный» характер, как только возникает новый контакт с молекулами воды, возобновляется реакция и процесс уплотнения структуры материала развивается в глубину конструкции. При этом сохраняется возможность прохождения молекул воздуха (конструкция «дышит»). Прочность на сжатие 50 МПа, адгезия с бетоном 1,5-2 МПа, глубина проникновения в материал до 150 мм. Наносится кистью или шпателем в два слоя, время между нанесением слоев 5-9 ч с предварительным увлажнением первого слоя. Технология нанесения аналогична технологии нанесения отсечной гидроизоляции (рис. 9.6 и 9.7).

• *Эмако S 66 (Эмако S66)* – сухая бетонная смесь, содержащая полимерную фибру. Применяется для защиты бетона от агрессивных вод, содержащих сульфаты, сульфиды, хлориды и т.п., для заделки швов между плитами фундамента, для усиления фундамента. При затворении водой образует литой безусадочный раствор, наносимый толщиной от 40 до 100 мм, его нельзя применять при контакте с водой, имеющей водородный показатель pH менее 5,5, и для точной цементации оборудования.

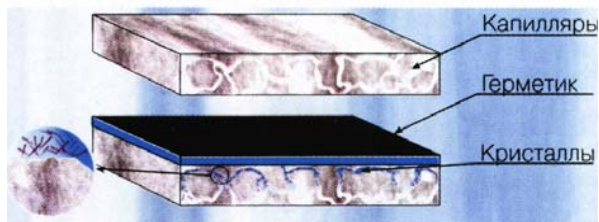


Рис. 9.5. Действие Полиакватрона А на бетонную поверхность



Рис. 9.6. Подготовка к работе по нанесению Полиакватрона А



Рис. 9.7. Нанесение на поверхность стены Полиакватрона А

Раствор Эмако применяется при лечении старых разрушенных бетонных конструкций, в которых уже произошла усадка. Новый ремонтный состав подвергается усадке - последовательное дифференциальное движение между новым и старым материалами будет являться главной причиной разрыва двух материалов. Эмако не пропускает воду при низком содержании воды (до 16%). Раствор Эмако в процессе затвердевания расширяется и создает предварительное напряжение в растворе при условии арматурных стержней; расширение происходит только при пластичном состоянии (рис. 9.8) и исчезает при затвердевании (обычно другие материалы противодействуют только пластичной усадке, т.е. только усадке до затвердевания).



Рис. 9.8. Действие Эмако на защищаемую поверхность

- *Кальмафлекс* – защитный состав; представляет собой систему защиты капиллярно-пористых материалов (кирпича, бетона, цементно-песчаного раствора и др.) от водопроницаемости и техногенной коррозии. Системой защиты бетона Кальмафлекс является полифазный конгломерат труднорастворимых аморфно-кристаллических новообразований в диффузном слое защитного состава и защищаемого бетона, образуемый в результате реакций эстафетно-обменного типа между вносимыми активными химическими добавками защитного состава и низкоинерционными химическими веществами защищаемого бетона. Кальмафлекс не токсичен (используется в сооружениях питьевой воды), пожаро-взрывобезопасен. В результате реакций образуются трудно- и

слаборастворимые новообразования, которые заполняют капилляры, поры и микротрещины, вытесняя при этом воду. Химический состав новообразований обуславливает высокие гидроизоляционные свойства состава за счет повышения плотности их расположения. Это обеспечивает эффект «самозалечивания» путем блокировки пор и трещин в слое защитного состава Кальмафлекс кристаллогидратами. Свойства Кальмафлекса: время схватывания – 30-85 мин; температура среды использования – более 0°C; расход 3,5-5 кг/м²; глубина проникновения до 15 см; увеличение плотности до 2400 кг/м³; увеличение морозостойкости на 55 циклов; водонепроницаемость 14 атм.

- *Мапеластик* – двухкомпонентный цементный раствор; состоит из порошка на цементной основе с наполнителями и добавками (компонент "А") и водной дисперсии синтетических полимеров (компонент "Б"). Соотношение "А": "Б"=1:3, толщина слоя 2 мм.

При проведении работ основание должно быть твердым и чистым, температура эксплуатации +8 – +35°C, раствор наносится мастерком – на 1 мм – 1,7 кг.

При устройстве гидроизоляции из цементных растворов и горячих асфальтовых мастик, смесей и битумов следует соблюдать следующие требования (измерение на 70-100 м²):

- допускаемые отклонения поверхности (при проверке 2-метровой рейкой по горизонтали – ± 5 мм, по вертикали – -5+10 мм, от заданного уклона – 0,2% (не более 150 мм), от толщины элемента -5+10% (не более 3 мм);
- подвижность составов – 10 см + 2.

При устройстве изоляции из цементных растворов, армированных фибрами стекловолокна, их нанесение должно выполняться агрегатами, обеспечивающими получение фибр одинаковой длины, равномерное распределение в составе и плотность изоляционного покрытия.

10. ТЕХНОЛОГИЯ УКЛАДКИ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

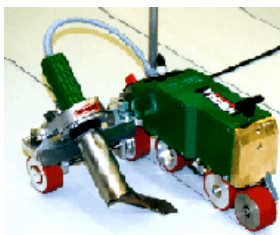
Быстрый рост популярности термопластичных мембран на основе ПВХ, сверхтвердого полиэтилена, сверхтвердого полипропилена, полиолефинов (Алькорплан, Сикаплан, Протан, Синтафойл, кровлелон, ТПО) объясняется их великолепными технологическими и потребительскими качествами: полимерные мембраны исключительно долговечны (срок службы до 50 лет), просты в эксплуатации, пожаробезопасны (группа горючести Г2), нетребовательны к погодным и температурным условиям (гибкость на брусе 5 мм до -60°C), что позволяет работать с ними круглый год. Использование автоматического оборудования избавляет от проблемы некачественного выполнения швов и позволяет выполнять гидроизоляционное покрытие с исключительным качеством и скоростью. Все материалы свариваются в единую герметичную поверхность горячим воздухом, а полимерные материалы, кроме того, можно склеивать при помощи жидкости на основе тетрагидрофурана без нагревания. Высокая термопластичность обеспечивает однородную структуру сварного шва, поэтому его прочность выше прочности основного материала из-за двойной толщины.

При устройстве гидроизоляции необходимы следующее оборудование и инструменты: автоматическая сварочная машина (напряжение 220 или 380 В) (рис. 10.1); ручная сварочная машина (напряжение 220 В); силиконовый или тефлоновый прикаточный ролик 40 мм; медная проволоочная щетка для очистки сопла сварочной машины; шуруповерт (напряжение 220 В); перчатки (хлопок или кожа); ножницы; очиститель; хлопчатобумажная ветошь; рулетка; отбойная нить; восковой мелок; ножницы по металлу; защитные наколенники; солнцезащитные очки (рис. 10.2).

Ручной сваркой сваривают швы шириной 20 и 40 мм. Оборудование, необходимое для ручной сварки: фен, перчатки, прикаточные валики, ножницы, лента, фломастер, карандаш (рис. 10.3). Оборудование, необходимое для автоматической сварки: сварочный



а



СВАРОЧНЫЙ АВТОМАТ
"VARIMAT"

б

Рис. 10.1. Автоматические сварочные аппараты:
а – Variant (компания Leister); б – Varimat



Рис. 10.2. Необходимые инструменты
для соединения термопластичных мембран



Рис. 10.3. Ручное сварочное оборудование

автомат, мел, металлическая щетка. Автоматы Вариант и Вари-мат (220 В - 4,0 кВт или 380 В 5,0 кВт) могут регулировать температуру от + 20 до + 650°С. Ширина сварочного шва должна быть не менее 50 мм. Автоматическое оборудование предназначено для сварки швов материала на плоскости от 0 до 90 градусов. Большинство узлов можно выполнить из самого материала свариванием горячим воздухом с использованием ручного сварочного оборудования (промышленных фенов), например, аппарата Триак, фирмы Leister.

Оборудование, необходимое для механических креплений: ударная дрель, шуруповерт, лента, молоток, брусок. В качестве защитного оборудования используются: огнетушитель, каска, защитные очки, безопасная обувь. Кроме перечисленного используют различные ручные инструменты: ручную пилу, пистолет для герметика, отвертки, нож и лезвия, ножницы по металлу, степлер, стамеску, а также такое оборудование, как электрогенератор, моющий пылесос, швабры и метлы, лопата, страховочные тросы.

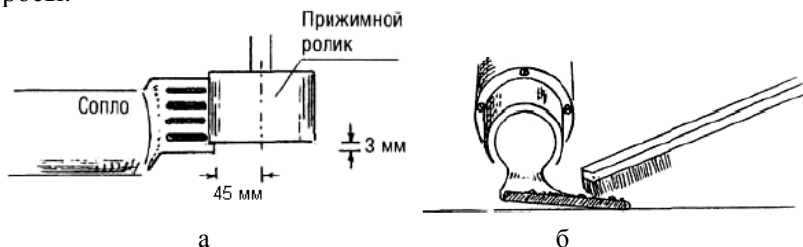


Рис. 10.4. Регулировка сварочного автомата сварки

Чтобы сварные швы были хорошо проварены, ручной сварочный аппарат должен работать без перебоев. Время от времени его необходимо проверять. Насадка должна быть герметично закреплена на шейке аппарата. При сварке прямых швов используется насадка с соплом шириной 40 мм, для сварки деталей - насадка с соплом шириной 20 мм. Щель сопла насадки должна быть чистой и иметь равномерную ширину. При регулировке сварочного автомата расстояние между осью прижимного ролика и торцом сопла нагревателя должно быть около 45 мм (рис. 10.4,а). Нагар с сопла необходимо удалять с помощью медной металлической щетки (рис. 10.4,б).

Отверстия подачи воздуха на корпусе аппарата должны быть чистыми. При загрязнении их необходимо очищать с помощью волосистой щетки или продувкой сжатым воздухом.

После подключения ручного сварочного аппарата к электросети включают вентилятор и устанавливают указатель температуры на определенное деление. После прогрева сварочного аппарата в течение 2 мин подносят его сопло на расстояние 5 мм от мембраны на 3 с; на мембране должен остаться расплавленный след. Температура горячего воздуха в ручном сварочном аппарате устанавливается с учетом его типа, ширины используемой насадки, типа свариваемой мембраны, температуры и влажности окружающего воздуха. О правильном выборе параметров сварки свидетельствуют:

- ширина сварного шва не менее 30 мм;
- ровный глянцево-белый след на поверхности мембраны шириной около 10 мм;
- обнажение армирующего слоя одной из свариваемых мембран по всей ширине сварного шва при испытании на разрыв;
- наличие и величина сварного валика из расплавленного материала;
- отсутствие складок по всей длине сварного шва;
- отсутствие признаков перегрева мембраны (потеки, изменение цвета).

Остывший сварной шов должен выдержать испытание на разрыв. Мембраны с внутренним армированием при разрыве могут расслаиваться. При установке слишком высокой температуры горячего воздуха качество сварки будет неудовлетворительным вследствие перегрева мембраны. Возможные причины неудовлетворительной сварки:

- дефект нагревательного элемента;
- дефект или засорение сопла;
- дефект или засорение подачи воздуха;
- неправильный подбор усилия прикатки шва;
- недостаточная подготовка (неровность) основания кровли;
- загрязнение свариваемых поверхностей.

Регулярная очистка сопла и регулярная очистка фильтра являются мерами по предотвращению дефектов.

Сварку швов можно производить при температуре в зоне рабочей площадки до -10°C . Определяют температуру сварки путем проведения одной или нескольких пробных сварок. Температура сварки зависит от: скорости сварки, количества подаваемого воздуха (тип сварной насадки и размер сопла), температуры и влажности воздуха, типа и температуры мембраны.

Ширина сварного шва должна быть не менее 30 мм. Хранящиеся в сухом и чистом состоянии материалы легко свариваются без дополнительной очистки и подготовки поверхности мембран. Только чистая поверхность гарантирует надежную сварку. При необходимости, для удаления пыли, волокон теплоизоляционных материалов или грязи участок для сварного шва предварительно рекомендуется очистить влажной тряпкой.

Битум, нефть, остатки клеящего вещества и краевой герметик можно удалить с помощью очистителя мембран Alkorplus 81044 или THF (тетрагидрофурана) Alkorplus 81025. Начинать сварку можно, когда швы чистые и растворитель полностью испарился. В случае ремонта необходимо очистить свариваемую поверхность мембраны очистителем мембран Alkorplus 81044. В особых случаях необходимо просушить мембрану за 15 мин до сварки. Категорически запрещается производить сварку открытым пламенем или иным не рекомендованным способом. Сварка горячим воздухом может производиться при любых погодных условиях, если влага не попадает на сварной шов. При сварке обе поверхности мембран (верхняя и нижняя) нагреваются, приобретая пастообразную консистенцию, после чего соединяются под давлением. Следует избегать использования высоких температур, при которых поверхность мембраны становится коричневого цвета. После того, как сварочная машина проходит Т-образные стыки, они дополнительно прикатываются силиконовым роликом.

Для облегчения прохождения сварочного аппарата с поперечной кромки мембраны срезается фаска под углом примерно 45° град. (рис. 10.5). Кромку мембраны в Т-образных стыках предварительно рекомендуется срезать под углом для лучшего прохождения автоматического аппарата.

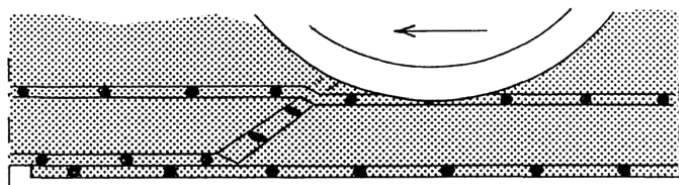


Рис. 10.5. Срезка фанки с поперечной кромки мембраны

Оптимальными параметрами сварки при температуре окружающей среды $+15-20^{\circ}\text{C}$ и нормальной влажности являются: температура горячего воздуха ($500\pm 100^{\circ}\text{C}$) при скорости движения автоматического аппарата 1,5-2,0 м/мин, а также давлении на свариваемый шов, равном весу машины плюс 10 кг. Выбор параметров сварки зависит от напряжения сети, влажности воздуха, температуры окружающей среды, скорости и направления ветра, влажности поверхности мембраны, толщины мембраны, основания кровли (рис. 10.6).



Рис. 10.6. Сварка швов термопластичной мембраны

Перед началом работы ручное и автоматическое сварочное оборудование (после установления переключателя нагрева теплового элемента в нужную позицию) требует не менее 5 мин. работы на холостом ходу для достижения температуры рабочего режима. Работа при низких температурах окружающего воздуха увеличивает время разогрева оборудования до оптимального температурного режима сварки. После окончания работы, а также при замене или очистке насадок для охлаждения всех деталей сварочного аппарата необходимо не менее чем на 5 мин оставлять включенным вентилятор при выключенном нагревательном элементе.

Для правильного выбора температуры сварки и скорости проводятся пробные тесты: свариваются две полоски мембраны длиной 100 см и шириной 10 см. Во время сварки настраивают скорость и температуру сварочного автомата. О правильном выборе параметров сварки свидетельствуют: ширина сварного шва не менее 30 мм, равномерность сварки (вдоль качественного сварного шва наблюдается глянцевый след шириной 10 мм), отсутствие складок на всем протяжении шва и признаков перегрева пленки (потеки, изменение цвета, коричневый оттенок). Далее проводятся тестовые испытания.

По возможности для подключения каждого сварочного аппарата следует смонтировать отдельный распределительный щит. Не рекомендуется подключать другие аппараты к кабелю, который должен быть как можно короче. Сварка производится по самой кромке мембраны. Обязательно следует проверять начало сварного шва и его окончание, при необходимости дополнительно использовать ручную сварку. При ручной и автоматической сварке с особым вниманием контролируется сварка Т-образных стыков. При использовании автоматического сварочного аппарата нахлест мембран в зоне шва должен составлять не менее 80 мм. Лучше использовать насадку с соплом шириной 40 мм. Рекомендуется оснастить сварочный автомат дополнительным грузом примерно 5 кг. Определение дополнительного груза проводится пробной сваркой.

При применении автоматической сварки точечная фиксация мембран не используется. При сильном ветре или при больших поперечных уклонах можно применить сначала точечную фиксацию (прихватку) мембран, чтобы она не съезжала и не было образования складок при сварке.

При работе с автоматическим сварочным аппаратом Leister Variant перед началом работ, после длительного перерыва, при резком изменении погоды необходимо провести пробную сварку с проверкой качества сварного шва.

Ручную сварку шва (рис. 10.7) производят с помощью сопла, шириной 20 мм, в два прохода по методу предварительного сваривания. Метод состоит из двух этапов (проходов) сваривания шва (рис. 10.8): первого (слева) и второго (справа).



Рис. 10.7. Сварка ручным аппаратом

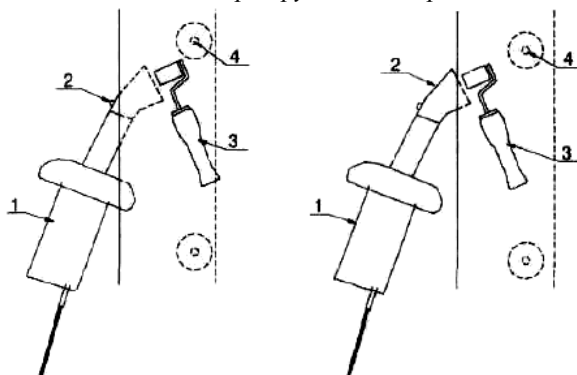


Рис. 10.8. Два прохода предварительного сваривания шва:

*1 – ручной сварочный аппарат (фен); 2 – насадка;
3 – прикаточный ролик; 4 – крепежный элемент*

О правильном выборе параметров сварки свидетельствует ширина сварного шва не менее 40 мм. Устройство сварного шва производится с помощью специальной насадки с обязательным использованием метода предварительного сваривания (сварка за два прохода - см. рис. 10.8).

Устройство сварочного шва производится с помощью насадки с обязательным использованием метода предварительного сваривания. Сварка производится в три этапа. *Первый этап* предусматривает фиксацию деталей (полотнищ мембраны) друг относительно друга и образование как бы «воздушного кармана», обеспечивающего оптимальные температурные условия сварки при повторном проходе. При *втором этапе* производят сварку на

внутреннем крае шва для исключения попадания горячего воздуха под лист на третьем этапе. Для Sikaplan за *второй (повторный) проход* происходит формирование сварного шва необходимой ширины. Для качественной сварки пленки необходимо следить, чтобы в процессе работы край насадки выходил на 3–4 мм из-под края пленки. Благодаря этому оптимально используется тепло внутри «замкнутого мешка» и достигается хорошее качество сварки. Направление движения прикаточного ролика должно быть параллельным торцу насадки аппарата, примерно в 5–7 мм от ее рабочей части. Оптимальными положениями потенциометра сварочного аппарата при использовании рекомендуемой насадки 40 мм является положение между отметками, соответствующими температурам 400–440°C для сварочных аппаратов типа Leister Triac S. Работа при более высоких температурных режимах приводит к перегреванию пленки и потере ею своих свойств в области сварного шва. *На третьем этапе* окончательно выполняется шов. За первый проход выполняется фиксация деталей (полотнищ пленки) друг относительно друга и образование так называемого «воздушного кармана», обеспечивающего оптимальные температурные условия сварки при повторном проходе. За второй (повторный) проход происходит формирование сварного шва необходимой ширины. Для качественной сварки пленки необходимо следить, чтобы в процессе работы край насадки выходил на 3 мм из края пленки. Направление движения прикаточного ролика должно быть параллельным насадке аппарата, примерно в 5–7 мм от ее рабочей части. Важно, чтобы давление ролика и подача горячего воздуха шли одновременно под углом 45 град. (рис. 10.9).

Устройство сварного шва производится в три прохода (этапа). За первый проход выполняется точечная фиксация деталей (рулонов мембраны) друг относительно друга на расстоянии 30–35 мм от края верхней мембраны с интервалом 25–30 см. Во время второго прохода создается так называемый «воздушный карман» шириной не менее 30 мм, обеспечивающий оптимальные условия окончательной сварки путем непрерывной сварки обеих поверхностей верхней и нижней деталей (мембран). При третьем проходе производится формирование сварного шва необходимой ширины (30 мм). Для качественной сварки необходимо следить, чтобы в процессе работы край насадки выходил на 3 мм из-под края мембраны.

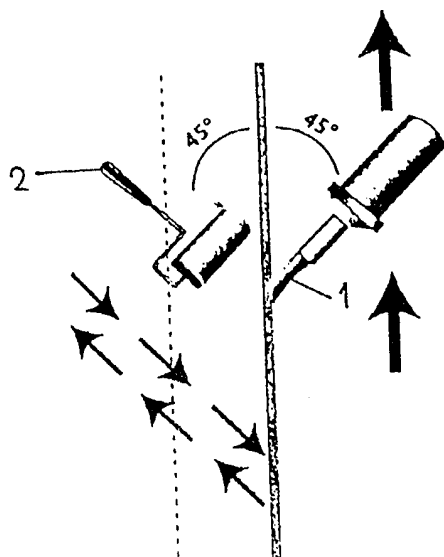


Рис. 10.9. Направление движения насадки (1) и ролика (2)

Принцип сварки в два этапа распространяется на устройство любых деталей гидроизоляции (устройство наружных и внутренних углов, установка фасонных элементов на трубы и т.п.), выполняемых с использованием ручного сварочного оборудования. На первом этапе выполняют предварительную сварку внутренней части шва на удалении от края 20 мм. На втором этапе выполняют сварку вдоль края шва, таким образом происходит полное формирование сварного шва необходимой ширины. Для качественной сварки материала необходимо следить, чтобы в процессе работы край насадки выходил за край материала на 3 мм.

Направление движения прикаточного ролика должно быть параллельно срезу сопла аппарата, ролик должен находиться примерно в 10-15 мм от края сопла.

Принцип сварки за два прохода распространяется на устройство любых деталей (устройство наружных и внутренних углов, установка фасонных элементов на трубы и т.д.), выполняемых с использованием ручного сварочного оборудования.

Применение ручного сварочного оборудования требует обязательного использования силиконового или тефлонового прика-

точного ролика. Используется сварное сопло шириной 40 мм. Если основа с высокой теплопроводностью (например, армированный бетон), лучше работать с соплом шириной 20 мм. Все сложные детали должны свариваться с помощью сварного сопла шириной 20 мм.

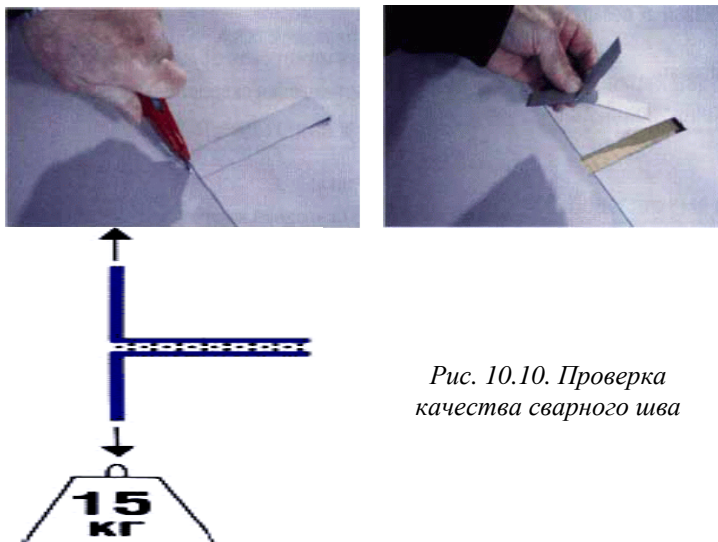


Рис. 10.10. Проверка качества сварного шва

Определение качества сварки края шва ведут визуально для выявления внутренних дефектов (пустот в шве, складок, разрушения верхнего слоя материала до армирующего слоя) с использованием тонкой шлицевой отвертки, чертилки или инструментов, аналогичных этим (рис. 10.10). Проверяют каждый шов. В начале рабочего дня, после каждой перенастройки параметров сварки или после любого продолжительного перерыва в процессе работы, а также через каждые 150 м шва необходимо проверять качество сварки и при необходимости заново подбирать режим сварки автоматического оборудования.

Качество сварного шва определяют не ранее, чем через 30 мин после его устройства:

- *визуально* – для выявления внутренних дефектов шва (пустот в шве, складок, разрушение верхнего слоя материала) с использованием тонкой шлицевой отвертки или инструмента, аналогичного этому (надавливание шлицевой отвертки вдоль края

сварного соединения позволяет выявить плохо сваренный участок шва);

- *механически* – с использованием экстрактора шва (крюк) (рис. 10.11) или инструмента, аналогичного этому, например, шлицевой отвертки.

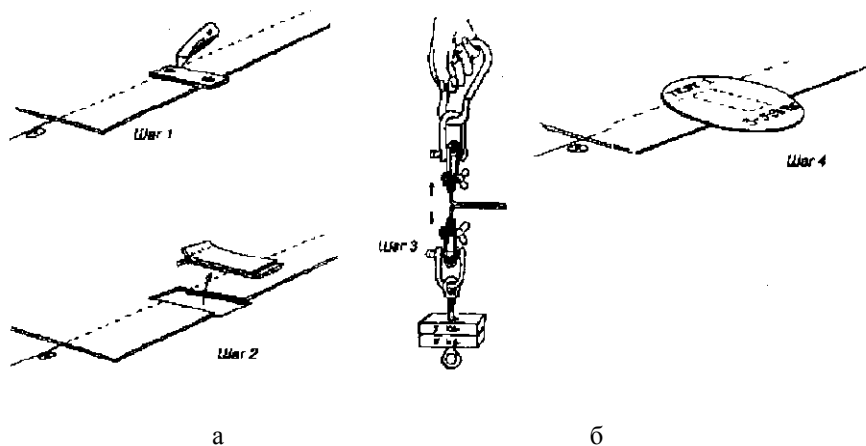


Рис. 10.11. Проверка качества сварного шва (а) и заварка вырезанного участка шва (б). На заплатке отмечают № испытания, дату и ставят подпись кровельщика

Неудовлетворительное качество сварного шва может быть обусловлено: неправильным подбором оптимального соотношения скорости движения аппарата и температуры сварки; неправильным выбором насадки; неправильным подбором усилия для прикатки (прижима) шва (недостаточное давление в зоне сварного шва); недостаточной подготовкой (неровностью) основания; недостаточной подготовкой (сильным загрязнением свариваемых поверхностей от загрязнения и влаги); влажностью самой мембраны, связанной с неправильным хранением материалов; загрязнением или деформацией насадок аппарата; другими причинами (перебоями в электропитании, скачками напряжения). При сварке необходимо следить за образованием ровной глянцевой поверхности по всей длине сварного шва, за образованием сварного валика из расплавленного материала.

О качественном выполнении сварного шва свидетельствуют следующие данные:

- ширина сварного шва - не менее 40 мм;
- обнажение армирующего слоя при разрыве контрольного участка сварного шва по всей ширине шва (не менее 40 мм);
- равномерность сварки по всей длине образца;
- образование валика (1 мм) из вытекшего расплавленного ПВХ по краю сварного шва;
- отсутствие складок и вздутий на всем протяжении шва;
- отсутствие признаков перегрева материала (подтеки, изменение цвета).

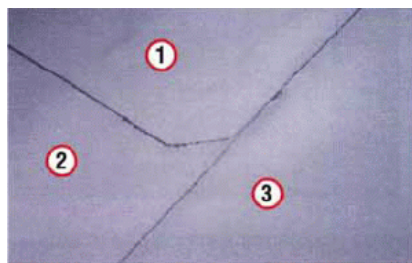
Испытания шва на разрыв должны быть выполнены в начале работы, в интервалах 200 м и во время, когда аппарат автоматической сварки повторно начинает работать. Вырезается часть шва шириной приблизительно 20 мм от уже сваренного шва. После остывания необходимо потянуть мембрану в разные стороны и попытаться разорвать шов, чтобы проверить качество сварки. Если сваренный материал отделяется не по шву, а по армирующей ткани, то шов качественный. Необходимо приварить круглую заплату со знаком «испытано» на месте теста.

При выполнении Т-образных соединений при автоматической сварке необходимо оказывать дополнительное давление на прикаточный ролик сварочного автомата при прохождении стыка. Также необходимо прикатывать Т-образные соединения ручным роликом, чтобы избежать возникновения пор и капилляров, приводящего к протечкам. Более толстые мембраны типов G и GG всегда должны быть укреплены круглой заплатой из G мембраны, привариваемой сверху Т-образных соединений.

Подготовка Т-образных соединений представлена на рис. 10.12.

Укладка мембран приведена на рис. 10.12,а, где 1 - верхняя мембрана, 2 - нижняя, а 3 - поперечная. Подготовка мембран к сварке показана на рис. 10.12,б, где видно, что угол верхней мембраны отогнут. На рис. 10.12,в показана сварка поперечного шва. Кромка на торце нижней мембраны сварного шва сглажена. Все края мембран в месте Т-образного соединения аккуратно и надежно сварены.

На рис. 10.12,г показана проверка качества сварки в каждом Т-образном соединении.



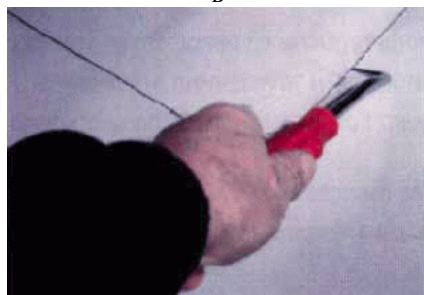
а



б



в



г

Рис. 10.12. Подготовка Т-образных соединений

При обнаружении дефектов шва необходимо выполнить работы по его финальному довариванию с помощью ручного сварочного оборудования.

При обнаружении складок, пустот в зоне устройства шва, а также нарушений в целостности самого материала необходимо выполнить ремонт таких участков наложением заплат необходимого размера или заменой участка. Расстояние по всем направлениям от места повреждения до края заплаты должно быть не менее 50 мм. Ширина сварного шва в любом направлении должна быть не менее 40 мм.

Ремонт поврежденной мембраны необходимо выполнять в следующей последовательности:

- удалить любую пыль или грязь;
- отмыть теплой мыльной водой область, которая будет восстанавливаться;
- повторно очистить сильно загрязненные области, пока не будет удалена вся грязь;
- полностью высушить очищенную область, для чего область протереть чистой хлопковой тканью и сушить аппаратом ручной сварки в режиме минимальной температуры;
- вырезать круглую заплатку и приварить ее на месте дефекта.

Если на мембране присутствует битум, он должен быть очищен сначала уайт-спиритом, а затем отмыт вышеупомянутым методом.

При сварке мембраны при повышенной влажности следует внести следующие изменения в процесс сварки:

- значительно уменьшить скорость сварочного автомата;
- слегка уменьшить температуру;
- поместить дополнительный вес на сварочный аппарат;
- сильно увлажненную мембрану нельзя сваривать автоматической сваркой. В таком случае должна применяться ручная сварка обычным способом с учетом следующих рекомендаций: насколько возможно просушить область сварки (для этого используют впитывающую ткань и аппарат ручной сварки); прикладывать большее давление на ролик; заключительный шов не

сваривать сразу после прогрева; убедиться, что мембрана не только прогрелась, но и высохла полностью; регулятор температуры аппарата ручной сварки установить на отметку, соответствующую температуре 450°С, и проваривать основной шов.

Битумосовместимая мембрана используется для временной связи ПВХ-мембраны с битумными материалами. Такая мембрана содержит битумный слой с нижней стороны, она приваривается к старому слою битума, а поверх нее приваривается ПВХ-мембрана. Работы выполняют в следующей последовательности: очищают битумную поверхность, на которую будет навариваться битумосовместимая мембрана; нарезают полосу битумосовместимой мембраны шириной 150-250 мм; переворачивают битумосовместимую мембрану, удаляют защитный пластиковый слой и нагревают обе битумные поверхности. Плотнo прижимают мембрану к битумной части кровли и дают остыть; закрепляют механически прилегающую к битумной части кровли ПВХ-часть, далее приваривают полосу ПВХ-мембраны одной стороной к битумосовместимой ленте, а другой стороной – к окончанию ПВХ-кровли.

11. ЭЛАСТИЧНАЯ ГИДРОИЗОЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ФУНДАЛИН

Фундалин (рис. 11.1) производится из двухслойной композитной (0,6 мм) спрессованной полиэтиленовой мембраны высокой плотности.

В прочных, водостойчивых мембранах Фундалин используются последние достижения в технологии воздушного зазора. В них происходит уравнивание давления влаги, предотвращается возникновение разрушительного гидростатического давления, формируется эффективно действующий барьер между конструкцией и влажной средой, что позволяет наиболее рационально распределять по поверхности давление пара и грунтовых вод, создается улучшенная вентиляция внутренних поверхностей, что обеспечивает быстрое высыхание конструкции. Кроме прямого назначения Фундалин также выполняет функции вибродемпфирующего материала, тепло- и звукоизоляционного, прочного к механическому воздействию слоя. Черные мембраны состоят на 50% из переработанного материала, коричневые мембраны полностью состоят из чистого материала.

Фундалин помещается между грунтом и внешней поверхностью фундамента или подвала, предохраняя конструкцию от грунтовых вод, формируя эффективный барьер. Фундалин формирует конструктивно независимый влагозащитный слой, на который не влияют изменения и деформации конструкции, приводящие к повреждению обычных влагозащитных систем. Фундалин устойчив к химическим веществам, находящимся в почве.

Существует пять типов материалов: Фундалин S (стандартный материал для фундаментных работ); Фундалин плюс (многофункциональный материал, предназначенный для повышенных нагрузок); Фундалин дренаж, Фундалин штукатурный и Фундалин пена (три узкофункциональных мембраны для специализированных строительных работ). Фундалин – материал, несложный в использовании, обладает повышенным сроком службы (до 20 лет). Технологические характеристики позволяют проводить укладку Фундалина в любых погодных условиях и практически на любые поверхности.



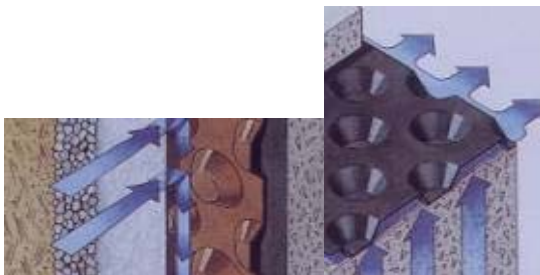
а



б



в



г

*Рис. 11.1. Эластичная гидроизолирующая система Фундалин:
а – внешний вид Фундалина S; б – схема защиты от влаги;
в – Фундалин штукатурный; г – Фундалин пена*



а



б

*Рис. 11.2. Аксессуары и комплектующие:
а – шайба; б – покрывающая секция*

Физико-технические свойства Фундалина приведены в табл. 11.1.

Технология работ заключается в следующем. Фундалин S крепится выпуклостями к стене. Материал следует укладывать вдоль стены. При внешних земляных работах крепление осуществляется при помощи гвоздей и крепежных шайб через каждые 30 см по верхнему краю рулона. Полосы Фундалина при укладке крепятся к основанию с помощью гвоздей или специальных дюбелей, а стыки между ними склеиваются либо свариваются. Фундалин крепится выпуклостями к гидроизолируемой поверхности (кирпичная кладка или бетон) с помощью крепежных шайб и гвоздей в ромбовидном порядке. Аксессуары и комплектующие представлены на рис. 11.2.

Т а б л и ц а 11.1

Физико-технические свойства Фундалина

Свойства	Фундалин S	Фундалин плюс
Основа материала	Полиэтилен высокой плотности (HDPE)	Полиэтилен высокой плотности (HDPE)
Длина рулона, м	20	20
Ширина рулона, м	0,5; 1,0; 1,5 и 2,0	1,0; 1,5 и 2,0; 2,5
Номинальная толщина, мм	0,6 (рулон спрессован)	~0,6
Высота выпуклостей номинальная, мм	0,8	0,8
Сопротивление давлению, кН/м ²	Приблизительно 150	Приблизительно 150
Номинальный вес, г/м	-	600
Высота выступов, мм	-	~8
Количество выступов на м ²	-	~1860
Объем воздуха в выступах, л/м ²	-	5,3
Дренажная способность, л/(с·м)	-	4,6
Вес, г/м ²	-	600
Сопротивление давлению, кН/м ²	-	250
Диапазон рабочих температур, °С	-	от -40 до +80

Проникновение мелких частиц под Фундалин можно предотвратить, используя покрывающие профили Фундалина. Мембраны Фундалин нужно соединять с нахлестом в 20 см или по семи выпуклостям. Фундалин крепится при любых погодных условиях на глубине до 5 м. Засыпку котлована можно производить сразу же после крепления. Необходимо, чтобы высота гидроизоляции превышает на 30 см уровень земли или максимальный уровень подъема воды.

Фундалин плюс – новый материал; отличается улучшенным качеством и объединяет в себе прочность Фундалина S, более высокие спецификации материала и улучшенную гидроизоляцию соединений. Фундалин плюс может использоваться в качестве самостоятельной гидроизоляции, устойчивой к движениям конструкций и грунта. Применение плоских обрезных краев в нахлестах наряду с двухсторонней самоклеющейся лентой на плоских краях и шнуром на выпуклых участках и на местах соединения с трубой создает систему сопротивления агрессивной влажной среде.

Фундалин плюс можно использовать под бетонной стяжкой, а также поверх черновых полов или под окончательный настил. К стенам и потолкам Фундалин плюс крепится с помощью крепежных шайб и гвоздей для кладки или бетона в ромбовидном порядке, сторона ромба 30 см.

Фундалин дренаж обеспечивает дренаж и вентиляцию внешнего фундамента и стен подвальных помещений. Он поставляется вместе с мембраной из геотекстиля. Эта чрезвычайно прочная мембрана при креплении создает внешний дренажный канал, являющийся важным элементом в создании общей системы дренажа. Мембраны из геотекстиля создают дополнительную защиту для водоустойчивого покрытия от грунтовых вод. Их следует использовать в зонах активного притока воды при наличии уклона. Также существует Фундалин дренаж с двухсторонними выпуклостями. Мембрана из геотекстиля крепится к выпуклой поверхности материала Фундалин плюс. Данная сторона крепится к грунту для создания фильтрующего дренажного канала. Фундалин с

двухсторонней выпуклой поверхностью может использоваться в случаях, предполагающих дополнительную вентиляцию и защиту стен.

Фундалин штукатурный специально разработан для оштукатуривания цементом или алебастром подвальных помещений и стен во влагонасыщенных участках. Ячеистая сетка создает размеченную поверхность, способствующую более прочному прилеганию штукатурки. Фундалин штукатурный производится из полупрозрачного материала, способствующего точному размещению гвоздей и крепежных шайб по швам между кирпичами. Фундалин штукатурный, создавая воздушные зазоры в влагонасыщенных участках, уравнивает гидростатическое давление и способствует осушению стен. Производится из полупрозрачного материала, что упрощает его крепление на стены, так как делает видимыми швы между кирпичами и дает возможность более точно размещать гвозди и крепежные шайбы. Имеет ячеистое покрытие из текстиля, формируя рабочую поверхность для оштукатуривания цементом/алебастром подвальных помещений и стен во влагонасыщенных участках. Создавая воздушные зазоры в них, уравнивает гидростатическое давление и способствует осушению стен. Крепится с помощью крепежных шайб и гвоздей для кладки или бетона в ромбовидном порядке, сторона ромба 30 см. Обрезные края крепятся с помощью самоклеящейся ленты или жидкого клея в соответствии с общей инструкцией по креплению.

Фундалин пена формируется добавлением полиэтиленового подкладочного слоя к Фундалину плюс, этот материал обеспечивает идеальную изоляцию для пола. Инструкция по креплению такая же, как и для Фундалина плюс при креплении к полу, но добавление пены обеспечивает повышенную звукоизоляцию и улучшенную теплоизоляцию.

12. ГИДРОИЗОЛЯЦИОННАЯ МЕМБРАНА ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ТЕФОНД ИТАЛЬЯНСКОГО КОНЦЕРНА «ТЕГОЛА КАНАДЕЗЕ»

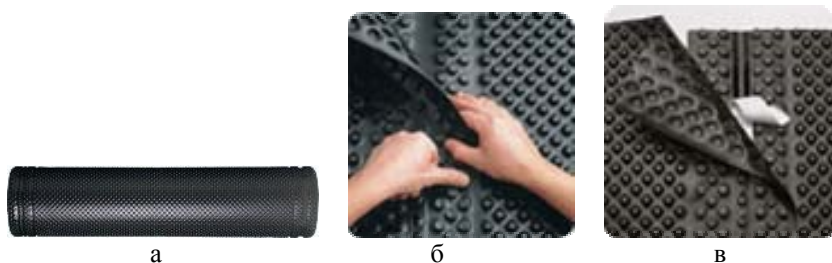
Тefonд – гидроизоляционная геомембрана из полиэтилена высокой плотности (ПВП) с полыми полусферическими выступами, которую можно укладывать вертикально (рис. 12.1). Используя рулоны материала, можно защищать стены любой высоты без горизонтальных стыков. Благодаря системе вертикальной укладки, достаточно закреплять Тefonд только в верхней части, избегая сверления отверстий в стенах.

Физико-технические свойства материала Тefonд представлены ниже:

Длина, м.....	20
Ширина, м.....	2,07
Перекрытие в одинарном замке, см.....	9
Перекрытие в двойном замке, см.....	18
Толщина материала, мм.....	0,65
Толщина покрытия, мм.....	8,5
Предел прочности при сжатии, кН/м ²	min 250
Разрывная сила при растяжении, Н/5 см.....	min 300
Относительное удлинение при растяжении, %, не менее...	25
Объем воздушного зазора, л/м ²	5,7
Масса покрытия, кг/м ²	0,60

Схожие по применению гидроизоляционные материалы: мембрана Плантер (Planter), Фундалин (Fundalin), Максдрейн (MaxDrain), Дельта (Delta).

Система Тefonд является первой замковой гидроизоляционной системой с вертикальной укладкой, а также с гидроизоляционным швом. Благодаря точному стыковочному замку, Тefonд является первой мембраной, позволяющей добиться прекрасной герметизации простым перехлестом краев. Подобная "замковая" герметизация делает укладку материала быстрой и простой. При правильном применении не существует опасности разрыва геомембраны. Революционно-новая система крепления на стыках делает возможной укладку мембраны вертикально. Свойства системы материалов Тefonд представлены в табл. 12.1.



*Рис. 12.1. Замковая гидросистема Тэфонд:
а - общий вид; б - стыковочный механический замок;
в - герметик в замке в системе Тэфонд плюс*

Т а б л и ц а 12.1

Свойства материалов Тэфонд

Свойства	Материал				
	Тэфонд (ПВП)	Тэфонд плюс (ПВП + герметизирующая лента)	Тэфонд Дрейн (ПВП + нетканый полиэстер)	Тэфонд Дрейн плюс (ПВП + герметик в замке + геотекстиль – полипропилен)	Тэфонд Эйч Пи (упрочненный ПВП + герметик в замке)
Вес, г/м ²	600	670	740	780	850
Максимальное усилие разрыва, Н/5 см	>300	>350	>300 (Тэфонд) 250 (полиэстер)	>350 (Тэфонд плюс) 900 (геотекстиль)	>650
Максимальное относительное удлинение, %	25	25	25 (Тэфонд) 50 (полиэстер)	25 (Тэфонд Плюс) 25 (геотекстиль)	25
Сопротивление сжатию, кН/м ²	>250	>300	>250	>300	>450
Звукопоглощение	14 Дб При 500	14Дб при 500 Гц	-	-	-
Диапазон рабочих температур, °С	От –30 до +60				

Тефонд плюс включает в себя систему герметизации, которая гарантирует водонепроницаемость швов и всей системы в целом. Тефонд плюс является идеальным барьером на пути воды, влаги и давления пара. Это - первая геомембрана стандартных размеров: она выпускается в рулонах. Тефонд плюс позволяет снизить затраты материалов при укладке, снижает количество складироваемых материалов и облегчает расчеты количества материалов, необходимых для выполнения работ.

Тефонд плюс (Tefond Plus) – геомембрана из полиэтилена высокой плотности (ПВП) с битумным герметиком в замке и полыми полусферическими выступами, которую не надо сваривать, края покрытия механически соединяются наложением их друг на друга.

Тефонд плюс применяется для гидроизоляции внешней стороны стен, плоских крыш (инверсионные кровли), подпорных стенок, каналов. При использовании Тефонд плюс в местах, где есть прямой контакт с грунтовыми водами, необходимо: после выборки грунта и откачки излишков воды выровнять дно площадки, уложить в качестве подушки под фундамент слой тощего бетона, после чего наплавить один или два слоя битумной мембраны, уложить Тефонд плюс (выступами вверх) непосредственно на гидроизоляционную мембрану и осуществить заливку фундаментной плиты. После того как будут воздвигнуты внешние стены, необходимо завернуть битумную мембрану наверх и состыковать ее с такой же мембраной на стене, а затем защитить стены Тефонд плюс. Физико-технические свойства Тефонд плюс приведены ниже:

Основа материала.....	ПВП
Длина рулона, м.....	20
Ширина, м.....	2,07
Покрываемая поверхность.....	1,89 с учетом двойного замка
Толщина покрытия с выступами, мм....	8
Вес, г/м.....	700
Нагрузка на разрыв, Н/5 см.....	400
Растяжение на разрыв, %.....	25
Соппротивление сжатию, кН/м ²	300
Объем воздуха, л/м ²	5,7

Вертикальная укладка Тefonд происходит следующим образом:

- После измерения высоты стены, которую необходимо защитить, следует отрезать лист покрытия нужной длины (рис. 12.2).

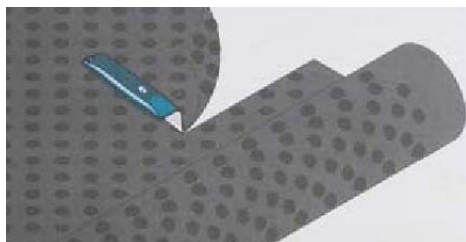


Рис. 12.2. Отрезка мембраны после замера

- Тefonд укладывается сверху вниз, слева направо. Начинать следует от края стены или отступив 1 м от любого угла (для того, чтобы впоследствии покрыть его целым листом) (рис. 12.3).

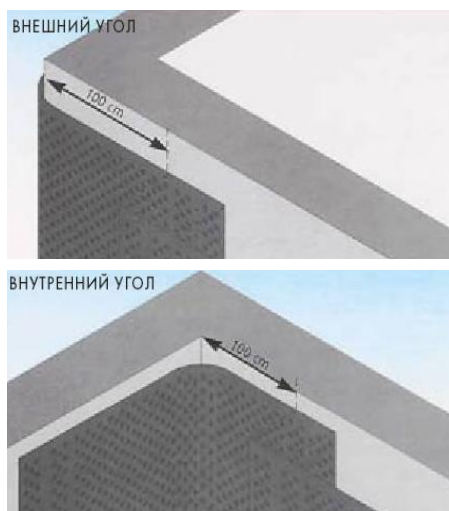


Рис. 12.3. Укладка мембраны на внешний и внутренний углы

- Следует убедиться, что опорные выступы, расположенные в центре соединения, находятся на правой стороне. При помощи уровня проверяют, что покрытие размещено точно, а затем его прикрепляют к стене, вбивая по гвоздю через каждые 30 см от верхнего края полотна. При этом используются крепежные шай-

бы. Шайбы вставляют во второй ряд гнезд и отступают не менее 3 см от края (рис. 12.4).

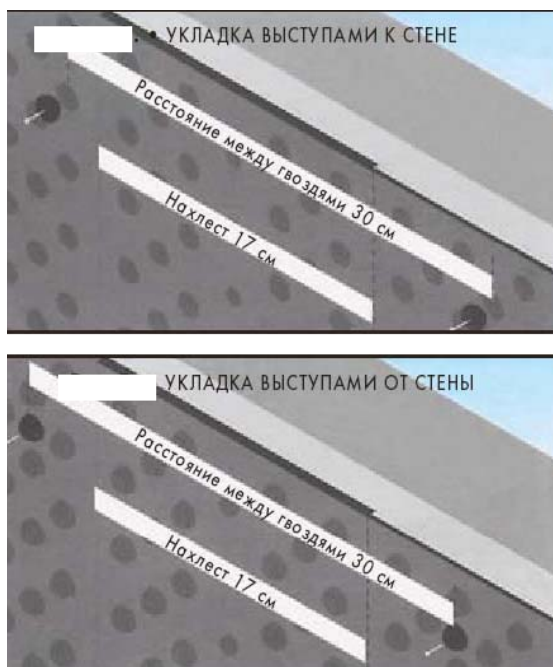


Рис. 12.4. Крепеж мембраны к стене



Рис. 12.5. Скрепление шва лентой Элотен

- После того как поверхность стен по всему периметру закрыта, соединяют первый лист мембраны с последним, сделав нахлест примерно в 40 см. Излишек материала отрезают, убеждаясь, что выступы одного листа заходят в гнезда другого. Шов соединения скрепляют при помощи ленты Элотен (рис. 12.5).

Горизонтальная укладка рекомендуется в случаях, когда высота стены не превышает 2 м. Площадка под фундамент должна быть тщательно выровнена; к требуемой длине покрытия необходимо отмерить еще как минимум 30 см, чтобы обернуть перекрытие или завести материал на вертикальную поверхность; покрытие должно быть уложено выступами вниз для обеспечения абсолютно ровной поверхности под металлическую арматуру.

После нанесения горизонтальной линии на стене следует приступить к укладке покрытия Тefonд, разворачивая рулон по горизонтали. Начинать следует либо от края стены, либо, отступив метр от любого угла (для того, чтобы впоследствии покрыть его целым листом). Необходимо убедиться, что опорные выступы, расположенные в центре замка, находятся внизу, после чего прикрепить покрытие к стене по верхнему краю покрытия при помощи гвоздей (с шагом 30 см). При этом необходимо использовать крепежные шайбы. Полотна материала соединяются наложением их друг на друга на расстояние, как минимум, в 20 см, при этом выступы верхнего листа заходят в соответствующие гнезда нижнего. Шов соединения закрепляется нанесением на него самоклеящейся ленты.

Края покрытия Тefonд плюс механически соединяются наложением выпуклостей друг на друга с герметизацией в замке и с 8-миллиметровыми выпуклостями в виде полых полусфер. Тefonд плюс благодаря своим физическим и механическим свойствам является долговечным гидро- и газоизоляционным покрытием, выдерживающим высокие внешние нагрузки и являющимся надежным основанием для формирования армированной железобетонной фундаментной плиты. Кроме того, к преимуществам мембраны Тefonд плюс относятся способность распределять нагрузку, а также защищать фундамент от неблагоприятного воздействия влаги. Обычно перекрытия и фундаментные плиты укладываются по двум причинам: низкая несущая способность грунта; наличие грунтовых вод. Таким образом, Тefonд плюс – это одно решение для двух различных проблем.

В случае отсутствия грунтовых вод (рис. 12.6), Тefonд плюс, уложенный под фундаментную плиту выступами вниз, способствует отводу почвенной влаги в сторону от сооружений. При этом исключается непосредственный контакт бетона с грунтом и, кроме того, сохраняются физико-механические свойства бетона.

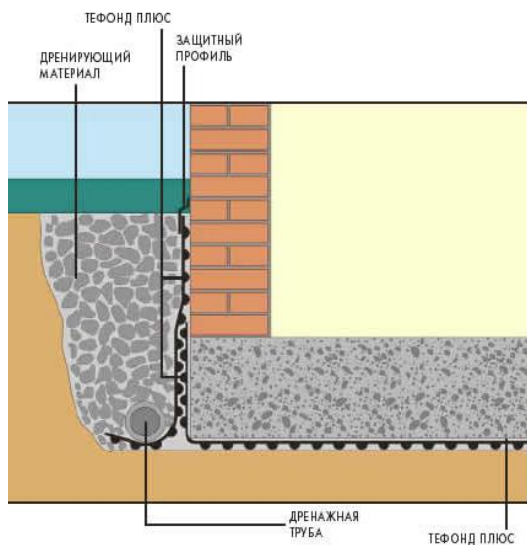


Рис. 12.6. Фундаментная плита при отсутствии грунтовых вод

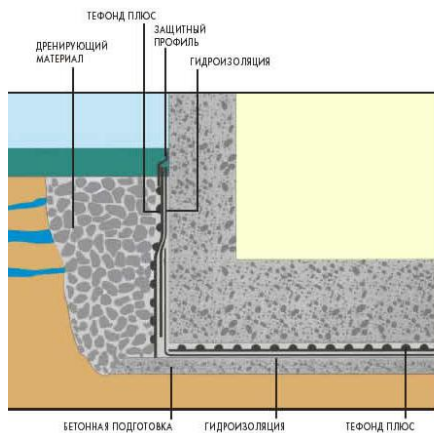


Рис. 12.7. Фундаментная плита при наличии грунтовых вод

В случае присутствия грунтовых вод (рис. 12.7), при постоянном контакте фундаментной плиты с водой, необходимо уложить один-два слоя гидроизоляционного материала на выполненную надлежащим образом и выровненную подготовку. Свобод-

ные края гидроизоляции впоследствии должны быть заведены на вертикальные стены. Затем на гидроизоляцию укладывается выступами вверх Тefonд плюс, предохраняя ее от механических повреждений и создавая идеальную поверхность для изготовления армированной фундаментной плиты. Тefonд плюс образует дополнительную защиту перекрытия от грунтовых вод.

Защитный слой, образуемый мембраной Тefonд плюс, служит надежным барьером для радона, предотвращая его скапливание в подвалах и способствуя выводу этого газа в атмосферу.

Преимуществом Тefonд плюс является и то, что при защите оснований от воды он успешно заменяет подготовку из тощего бетона. Тefonд плюс создает дополнительную защиту и может заменить обычно используемую бетонную подготовку.

Отвод дождевой воды от основания фундамента – одна из важнейших проблем, так как накопление влаги у стен создает неблагоприятный климат внутри подвальных помещений. Отсутствие дренарующего материала даже при небольших повреждениях оклеечной гидроизоляции приводит к протечкам, представляющим опасность для несущих стен здания.

Дренажные каналы, устраиваемые вдоль стен, засоряются мелкими частицами грунта и мусором, принесенными дождевой водой (рис. 12.8). Более того, грунт, насыщенный влагой, создает давление на стены, вдвое превышающее обычное значение. В таких условиях совершенно необходима надежная дренажная система (рис. 12.9).

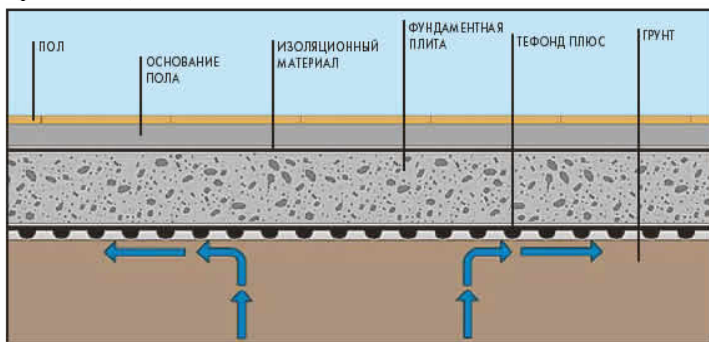


Рис. 12.8. Дренажные каналы для отвода дождевой воды от основания фундамента

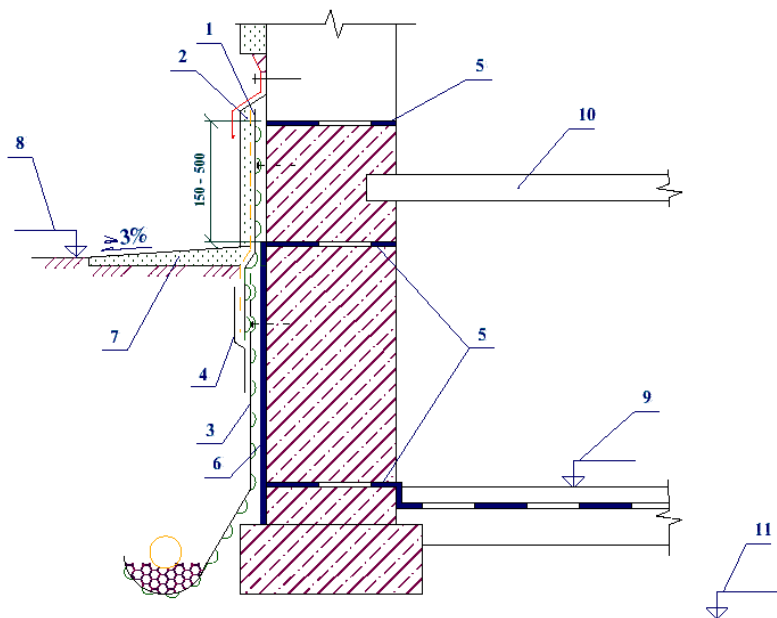


Рис. 12.9. Устройство гидроизоляции подземного сооружения с использованием системы Тэфонд: 1 - защитный профиль; 2 - Тэфонд Айч Пи; 3 - геомембрана; 4 - гидрошпонка; 5 - Тэфонд плюс; 6 - вертикальная гидроизоляция; 7 - отмоска; 8 - уровень земли; 9 - пол подвала; 10 - перекрытие над подвалом; 11 - уровень грунтовых вод

Тэфонд Дрейн плюс – это покрытие, состоящее из мембраны Тэфонд плюс и тканого полотна из полипропилена. Благодаря такому сочетанию совмещаются гидроизолирующие свойства Тэфонд плюс и фильтрующие – полотна, которые имеют высокие эксплуатационные и технические характеристики.

Геотекстиль, закрепленный поверх выступов мембраны, образует воздушный зазор. Он обеспечивает надежный отвод воды к дренажной трубе. Фактически, геотекстильный материал служит фильтром для осадочной воды, накапливающейся в грунте, и для мелких частиц почвы, обычно засоряющих дренарующий материал и мешающих нормальному оттоку влаги (рис. 12.10).

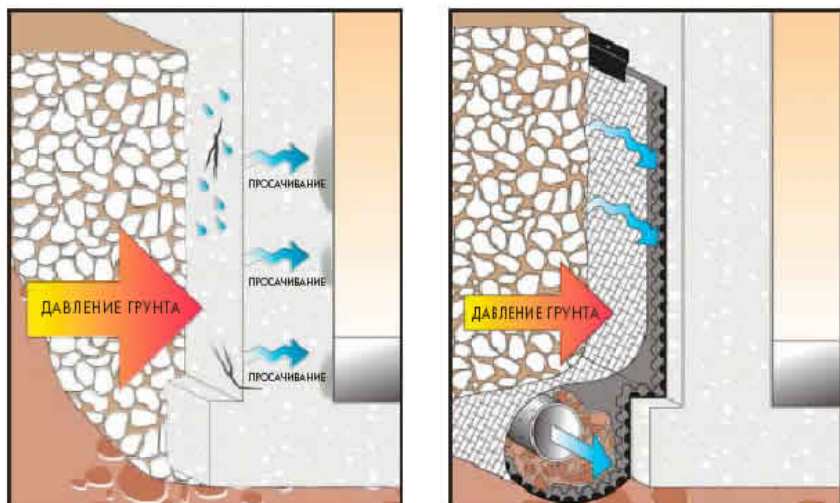


Рис. 12.10. Отвод воды с использованием мембраны
Тефонд Дрейн плюс: а - без дренажа; б - с дренажом

Гидроизоляционные свойства мембраны обеспечиваются двойным герметичным уплотнением между ее полотнами, поэтому стены зданий всегда остаются сухими.

Тефонд Айч Пи – это усиленная мембрана из полиэтилена высокой плотности с герметичным швом для гидроизоляции и сопротивления нагрузкам (рис. 12.11). Технические свойства этого материала приведены ниже:

Ширина с двухрядным замком, м.....	1,89
Ширина, м.....	2,07
Объем воздушного зазора, л/м ²	5,6
Максимальное усилие разрыва, кН/5 см.....	>600
Максимальное относительное удлинение, %.....	25
Диапазон рабочих температур, °С.....	от -30 до + 60
Давление, кН/м ²	>450
Габаритная толщина мембраны, мм.....	8,5
Вес, г/м ²	850



Рис. 12.11. Общий вид Тэфонд Айч Пи

Тэфонд Пластер – покрытие из полиэтилена высокой плотности (ПВП) с битумным герметиком в замке и сеткой из стекловолокна, приклеенной к вершинам полусферических выступов покрытия. Края покрытия механически соединяются наложением друг на друга. Свойства Тэфонд Пластера указаны в табл. 12.2.

Т а б л и ц а 12.2

Физико-технические свойства Тэфонд Пластера

Характеристика материала	Тэфонд (полиэтилен высокой плотности - ПВП)	Тэфонд плюс (ПВП с герметиком)	Тэфонд Пластер (ПВП + сетка - стеклово- локно)
Длина, м	20	20	20
Ширина, м	2,07	2,07	2,07
Толщина покрытия, мм	8,5	8,5	8,5
Перекрытие в одиночном замке, См	9	-	-
Предел прочности при сжатии, кН/м ²	Мин.250	Мин.300	Мин.450
Разрывная сила при растяже- нии, Н/5 см	300	350	600
Относительное удлинение при растяжении, %, не менее	25	25	25
Объем воздушного зазора, л/м ²	5,7	5,7	5,7
Масса покрытия, кг/м ²	0,600	0,670	0,850
Масса рулона, кг	24,84	28	35
Диаметр рулона, см	46	46	50

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Балакин Д.В. Отличие проникающей капиллярной гидроизоляции бетона от гидроизоляционных материалов на цементном вяжущем // Технология строительства. 2007. №1(49).

Геосинтетический бентонитовый материал Бентомат: рекомендации по устройству противofильтрационного экрана / СибСтрой-Экология. 2008.

Инструкция по сварке гидрошпонок из термопластов / Besaplast, фирма «FTM Engineering». СПб, 2006.

Кошкин О.И. Гидроизоляционные материалы проникающего действия для бетонных конструкций и сооружений // Сухие строительные смеси. 2007. № 1.

Руководство по применению в кровлях гидроизоляционного материала Резитрикс производства компании “RHOENIX” AG (Германия) / ОАО “ЦНИИПромзданий”. М., 2006.

Технологический регламент на установку гидроизоляционных шпонок Аквастоп при устройстве и восстановлении гидроизоляции деформационных и технологических швов бетонирования в железобетонных конструкциях подземных и заглубленных сооружений. ТР 186-07. М., 2008.

Технический регламент на укладку эластичной цементной мембраны на основе специальных цементах и дисперсий Стримфлекс. М., 2006.

ТР-50-180-06. Технические рекомендации по проектированию и устройству свай-РИТ для зданий повышенной этажности. М., 2006.

Технологический регламент на проектирование и выполнение работ по гидроизоляции и антикоррозионной защите монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций СРО «РСПППГ». М., 2008.

Шилин А.А., Зайцев М.В., Золотарев И.А., Ляпидевская О.Б. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте. Тверь, 2003.

ПРОСПЕКТЫ И РЕКЛАМА ФИРМ

Альбомы инструкций по укладке и проспекты фирмы Sika.

Проспекты фирмы Дризоро (DRIZORO S.A.)

"Осмосил" компании Index S.p.A. (Италия).

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
1. Инъекционные технологии	14
1.1. Оборудование, применяемое при инъектировании	14
1.2. Внутреннее уплотнение конструкций инъекционными гелями	21
1.3. Уплотнение пустот в теле горизонтально ориентированных поверхностей	26
1.4. Уплотнение пустот в теле вертикально ориентированных и сводчатых конструкций	27
1.5. Наружное уплотнение зоны стена-грунт	28
1.6. Комбинирование методов при заполнении пустот в толще конструкции	29
2. Термоинъекция	31
2.1. Технология выполнения блокирующей гидроизоляции, предотвращающей поступление влаги	31
2.2. Метод микроволновой термоинъекции	32
3. Гидроизоляция швов	41
3.1. Условия применения гидрошпонок	41
3.2. Обустройство деформационных швов компрессионными уплотнителями	57
3.3. Соединение гидрошпонок из термопластов	58
3.4. Вулканизация гидрошпонок из эластомеров	62
3.5. Соединения узлов гидрошпонок	63
3.6. Технология выполнения водонепроницаемых швов материалами фирмы Sika	64
4. Инъекционная система Инжпайп	95
4.1. Основные характеристики системы	95
4.2. Герметизация деформационных швов	97
4.3. Герметизация рабочих швов бетонирования при строительстве	100
4.4. Герметизация ввода коммуникаций	106
4.5. Гидроизоляция поврежденных мембран	108
4.6. Создание отсечной гидроизоляции	109
4.7. Инъектирование в каменную или кирпичную кладку	111

4.8. Создание противofiltrационной завесы	112
4.9. Инъектирование влажных трещин и трещин с активными протечками	113
4.10. Инъектирование сухих трещин	115
4.11. Инъектирование микроцементов	116
4.12. Гидроактивные инъекционные составы DeNeef	123
4.13. Применение системы Инжекто при реконструкции зданий... ..	130
5. Сваи, заготовленные по разрядно-импульсной технологии	134
6. Создание гидроизоляции нанесением тонких мастичных составов (жидкой резины)	143
7. Засыпная гидроизоляция	159
7.1. Свойства бентонитовых глин	159
7.2. Гидроизоляционные маты NaBento фирмы Akzo Nobel Geosynthetics (США)	162
7.3. Мембраны Volclay американской компании Cetco	163
7.4. Укладка изоляции Rawmat HDB английской фирмы Rawell....	165
7.5. Укладка матов Изобент	165
7.6. Мембраны Dualseal	170
7.7. Гидроизоляционный материал Натлен	171
7.8. Гидроизоляционные прокладки Бентострип (Bentostrip®)... ..	177
8. Гидроизоляция проникающего действия	188
8.1. Химическая сущность гидроизоляции проникающего действия	188
8.2. Технология устройства гидроизоляции с применением материалов системы Пенетрон	191
8.3. Гидроизоляция с помощью кристаллизолa ремонтного.....	208
8.4. Использование отечественной смеси проникающего действия Эволит-гидро обмазочная	209
9. Эластичные цементные составы	213
9.1. Эластичная цементная мембрана на основе специальных цементов и дисперсий Стримфлекс	213
9.2. Гидроизоляционные сухие смеси глубокого проникновения... ..	215
10. Технология укладки термопластичных материалов	229
11. Эластичная гидроизолирующая система Фундалин	245
12. Гидроизоляционная мембрана из полиэтилена высокой плотности Тефонд итальянского концерна «Тегола Канадезде»	250