

«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

направление подготовки 08.04.01 Строительство
направленность (профиль) «Техническая эксплуатация и реконструкция
зданий и сооружений»

Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Гидроизоляция стен подвала в эксплуатируемых зданиях на примере Спасо-Преображенского Собора в городе Тольятти.

Студент

А.А. Чагайдак

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель
Консультанты

В.А. Ерышев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы д.т.н, доцент В.А. Ерышев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 2017 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., Д.С. Тошин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 2017 г.

Тольятти 2017

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Основные материалы, способы и технологии гидроизоляционных работ применяемых для изоляции подвальных помещений	10
1.2 Окрасочная гидроизоляция	12
1.3.Штукатурная гидроизоляция	15
1.4 Проникающая (пропиточная) гидроизоляция	17
1.5. Инъекционная гидроизоляция	20
1.6. Засыпная гидроизоляция	21
1.7. Литая гидроизоляция	24
1.8. Оклеечная рулонная гидроизоляция	27
1.9. Торкретирование	29
1.10. Устройство дренажа	31
1.11. Жидкая гидроизоляция.....	33
1.12.Выводы по первой главе	36
Глава 2. Обследование ограждающих конструкций подвала Спасо-Преображенского собора.....	39
2.1. Краткая характеристика объекта обследования	43
2.2. Результаты осмотра полов подвала.....	47
2.3. Стены подвала основного здания Собора.	48
2.4. Венткамера №1	50
2.5. Электрощитовая	52
2.6. Венткамера №2.....	53
2.7. Стены и лестничные марши подвальных помещений Южного и Северного крылец.	55
2.8. Вывод по второй главе	66
Глава 3. Выбор материала и способа гидроизоляции при помощи технико-экономического сравнительного анализа.....	67

3.1. Выбор эффективного материала и способа гидроизоляции при помощи сравнительного анализа.....	68
3.2. Трудоемкость и технологичность	68
3.3. Долговечность	71
3.4. Стоимость	72
3.5. Прочностные показатели сцепления с бетоном.....	73
3.6. Выбор способа гидроизоляции по результатам сравнительного анализа.....	75
3.7 Проведение ремонтных работ подвала Спасо-Преображенского Собора	76
3.7.1. Общие положения	76
3.7.2. Контроль качества и приемка гидроизоляционных работ.....	76
3.7.3 Техническое описание материала MasterInject 1325	77
3.7.4. Кинетические характеристики процесса пенообразования.....	80
3.7.5 Порядок производства работ	81
3.7.6. Завершающий этап	86
3.7.7. Вывод по третьей главе	93
Заключение	94
Список использованной литературы	96

Введение

Актуальность работы

Подземное пространство в последние годы осваивается быстрыми темпами. Строятся жилые дома с подземными гаражами, парковками и площадями для коммерческих целей.

Фундаменты и подземные этажи зданий постоянно контактируют с грунтом и их конструкция должна быть такой, чтобы взаимодействие здания с геологической средой не приводило к появлению в конструкциях здания разрушающих напряжений и сверхнормативных деформаций, а также и к проникновению грунтовых вод. Поэтому гидроизоляция является одним из важнейших конструктивных элементов фундамента.

Одна из основных причин преждевременного износа фундаментной части здания это нарушение целостности гидроизоляции. В дальнейшем это ведет к увеличению расходов на ремонтно-восстановительные работы. Именно повреждения гидроизоляции являются наиболее частой причиной выхода из строя подземной части здания. Ремонт поврежденной гидроизоляции обычно представляет собой сложную и дорогую операцию, а порой и просто невозможен. Поэтому при выборе материала и способа гидроизоляции необходимо, прежде всего, рассмотреть вопросы их надежности, то есть степени гарантированности сохранения водозащитных свойств устраиваемой гидроизоляции [15].

Успешная работа системы гидроизоляции зависит не только от правильности ее установки, но и от условий эксплуатации после установки. Способность ограждающей конструкции успешно оставаться водонепроницаемой в течение всего ожидаемого срока полезного использования называется сроком службы. Если гидроизоляционная система или ограждающая конструкция здания во время срока службы подвергается воздействиям, выходящим за рамки намеченного

использования продукта, то это приведет к нарушениям и фильтрации воды.

Состояние гидроизоляции многих зданий в нашем городе неудовлетворительное. К гидроизоляционным работам привлекаются фирмы, не имеющие высококвалифицированных специалистов и оборудование. В результате зачастую после выполненных гидроизоляционных работ состояние здания не улучшается. Такая проблема гидроизоляции встала при обследовании Спаса-Преображенского собора расположенном в городе Тольятти.

Целью данной работы является обследование подвального помещения собора, а так же разработка конструктивных и технологических мер по повышению надежности гидроизоляции подземной части здания и технико-экономическое сравнение способов и материалов.

На сегодняшний день бетон является одним из основных строительных материалов при возведении различных зданий и сооружений. Для того чтобы здание было прочным и долго эксплуатировалось необходимо защитить его главную несущую часть, то есть фундамент от воздействия внешних факторов, путем его гидроизоляции.

Бетон, как строительный материал очень уязвим для воды, так как его структура состоит из множества пор, в которые легко проникает вода. Вода, в свою очередь, имеет свойства замораживаться и оттаивать, тем самым нарушая структуру бетона и разрушая его прочность. Поэтому в наиболее морозных регионах нашей страны чаще всего применяется экстренная гидроизоляция бетона еще во время его приготовления, путем добавления в него определенных смесей, способствующих увеличить способность бетона противостоять климатическим воздействиям [1].

Грамотно выполненная гидроизоляция бетонных фундаментов, позволяет сохранить подвалы зданий от сырости, защищает материал от воздействия разрушительной влаги, предотвращает появление грибков и плесени на стенах подвалов. Качественная гидроизоляция фундаментов также помогает сохранить опорные и ограждающие конструкции здания от воздействия внешних химических факторов, тем самым увеличивая их прочность и долговечность. Неправильно выбранная технология гидроизоляции, а так же материал может привести к дальнейшим дополнительным затратам на переделку или доработку, что порой бывает затруднительно.

Одной из актуальных проблем при эксплуатации существующих зданий и сооружений является гидрозащита подвальных помещений, а так же сохранение и восстановление несущей способности строительных конструкций. Залогом успешного решения такого рода проблем является комплексный подход к ведению работ по гидроизоляции на каждом объекте, включающий в себя не только детальное обследование сооружений с проведением инженерно-геологических изысканий, но и правильный выбор материалов и технологий производства работ на высоком профессиональном уровне с осуществлением технического надзора за объектом.

Очень часто подвалы являются сырыми помещениями, со специфическим запахом сырости, грибком и плесенью на стенах. Это является последствием не только недостаточно эффективной вентиляции и режима воздухообмена, но и нарушениями технологии устройства гидроизоляции во время строительно-монтажных работ или результатом неправильной эксплуатации.

Железобетон при недостаточной плотности имеет пористую структуру, довольно хорошо пропускающую воду, что является его существенным недостатком. Заполнившая поры влага, замерзая зимой,

расширяется и разрушает материал подземной части сооружения на всю глубину намокания. А так же проходит процесс кристаллизации растворённых в воде солей, под действием сил давления кристаллизации, приводит к разрушению (разрыхлению) штукатурного слоя. В этом состоит одна из основных причин разрушения конструктивных элементов, не обработанных гидроизолирующими материалами. Таким образом, значение гидроизоляции очевидно.

Степень разработанности

В наше время, существует много исследований в данном направлении. Но не в одном нету научного обоснования выбора материалов, рекомендаций по защите и ремонту подземных сооружений. А так же их способность адаптироваться к поверхности существующей конструкции.

Цель диссертационной работы

Разработать технологию ремонтных работ по восстановлению герметичности и водонепроницаемости подземных конструкций с нарушенной целостностью бетонной конструкции путем применения современных гидроизоляционных материалов на стадии эксплуатации.

Основные задачи исследования

- освидетельствование технического состояния стен подвала;
- установление причин фильтрации грунтовой влаги через наружные ограждающие конструкции стен;
- анализ и выбор современных методик и материалов для проведения ремонтных гидроизоляционных работ подвала Спасо-Преображенского Собора с нарушенной герметичностью конструкции;
- разработка технологии устройства гидроизоляции;
- проведение технико-экономических исследований.
- проведение повторного обследования строительных конструкций подвала после проведения ремонтных работ для оценки качества примененной технологии.

Объект исследования

Спасо-Преображенский Собор в городе Тольятти, расположенный по адресу улица Революционная 19

Предмет исследования

Методология ремонтных гидроизоляционных работ при нарушении целостности.

Научная новизна исследования

Разработана технология ремонтных работ по восстановлению герметичности подземного помещения железобетонной конструкции; новизна определяется отсутствием нормативных документов, регламентирующих ремонтные работы по восстановлению целостности подземных конструкций, назначение которых требует их герметичности.

Основные положения, выносимые на защиту

На защиту выносится экспериментальное исследование эффективности инъекционной гидроизоляции при наличии негерметичности эксплуатируемого подвального помещения Спасо-Преображенского Собора в городе Тольятти

Апробация результатов исследования

Автор данной диссертацией опубликовал статью в научном журнале «Вестник магистратуры» выпуск 2-1, 2017 года.

Глава 1. Основные материалы, способы и технологии гидроизоляционных работ применяемых для изоляции подвальных помещений

1.1. Общие сведения

Тема водных и водо-солевых нагрузок в строительстве интенсивно исследуется и обсуждается уже десятилетиями, но до сих пор существуют еще обычные представления о характере этих воздействий на строительные объекты.

Основными причинами эрозии пористых строительных материалов, особенно бетона, является частые осадки и сезонные изменения температуры в нашей климатической зоне. Они вызывают интенсивный приток воды и агрессивных веществ, приводящих к деструкции материалов.

С увеличением количества сжигаемого минерального топлива, постоянно повышается содержание углекислого газа (диоксида углерода) в атмосфере. Диоксид углерода, реагируя с водой, образует углекислоту, которая с атмосферными осадками проникает в строительные материалы. Воздействию прежде всего подвергается пористый бетон. В зависимости от химического и минералогического состава в бетоне происходят соответствующие процессы выщелачивания, переноса образования и кристаллизация солей. Постоянный приток агрессивных веществ, от кислот до солей, образующихся в результате реакций с кислотами, приводит к быстрому и интенсивному разрушению бетона, как на поверхности, так и внутри. Разрушающийся потенциал постоянно повышается за счет солей, кристаллизирующихся и образующихся под поверхностью в основной зоне испарения. При воздействии влаги растворимые соли, а растворимость является решающим критерием, переходит в жидкую фазу и мигрирует по капиллярам в пористую структуру природного камня. При высыхании они вновь

сосредотачиваются под поверхностью, приводя к необъяснимому на первый взгляд ускоряющемуся разрушению поверхности бетона [1].

Гидроизоляция уже построенных и эксплуатируемых зданий, сооружений или конструкций называется восстановительной гидроизоляционной обработкой или ремонтной гидроизоляцией. В наше время для восстановительных работ имеется целый ряд специальных технологий и материалов предназначенных исключительно для ремонтных работ [5].

К защите поверхностей прибегают в тех случаях, когда агрессивность внешних сред негативно сказывается на строительные конструкции, в результате чего конструкции в течение заданного срока эксплуатации зданий или сооружения не могут удовлетворять требованиям по несущей способности, деформациям и водонепроницаемости. Задача гидроизоляции – ограничить и не допустить возможность контакта агрессивной среды с бетонной поверхностью. Покрытия, защищающие бетон выполняют в первую очередь роль изолирующей прослойки между бетоном и агрессивной средой. Срок службы защитных свойств гидроизоляционных материалов, как правило, меньше сроков службы самой конструкций и поэтому покрытия требуют периодического контроля, ухода и возобновления. Для защиты применяют гидрофобизирующие, лакокрасочные, оклеечные, облицовочные, футеровочные, таркретные и инъекционные материалы в различных сочетаниях [35].

Специфические свойства бетона определяют ряд особенностей защиты бетонных и железобетонных конструкций. Бетон, как композитный искусственный материал, имеет пористую микротрещиноватую структуру и шероховатую поверхность. Различие в деформативных свойствах бетона и стальной арматуры позволяет проявляться на поверхности конструкций значительным деформациям,

локальной микро и макро трещиноватости до 0,1-0,3 мм. Таким образом, природа поверхности бетона существенно отличается от природы поверхности других материалов, для защиты которых в основном до последнего времени разрабатывались покрытия.

Вследствие содержания в составе цементного камня водорастворимых и химически активных соединений, водные растворы которых имеют щелочной характер, к защитным материалам предъявляется требование щелочестойкости.

Простой перенос методов защиты других материалов на бетон не достигает цели и известны случаи неудовлетворительных результатов: преждевременного разрушения конструкций из-за недостаточной адгезии покрытий к бетону или недостаточной плотности (непроницаемости) покрытий, наносимых на бетон, и так далее [2], [3].

В местах контактирования с почвой, бетон подвержен действию грунтовой воды и растворенных в ней агрессивных для сооружения солей. Для обеспечения защиты от агрессии предусматриваются соответствующие меры по гидроизоляции и герметизации бетона контактирующего с землей.

Рассмотрим все имеющиеся способы и материалы гидроизоляций подземной части здания.

1.2 Окрасочная гидроизоляция

Окрасочную гидроизоляцию в соответствии с рисунком 1 применяют в качестве защиты внутренней и наружной поверхностей подземных сооружений и конструкций, что существенно увеличивает их долговечность. Как правило, окрасочная гидроизоляция входит в комплексные мероприятия по защите от воздействия влаги. На поверхность наносится материал, основа которого состоит из мастик, полимеров и полимерно-цементных материалов, эпоксидных смол, битума,

в который добавляют всевозможные наполнители (тальк, асбест). Наносят материал в несколько слоёв толщиной до 2 мм. Основное направление применения – это защита от капиллярной влаги и вод в дренирующих грунтах (галечных, песчаных, скальных и пр.).

Окрасочную гидроизоляцию применяют при отсутствии деформационных швов, и при возможности профилактических осмотров и ремонта гидроизоляции. В условиях постоянно действующего напора или агрессивных вод используют составы на основе эпоксидных смол [10].

Главным недостатком окрасочной гидроизоляции является небольшая долговечность, низкая трещиностойкость сформировавшегося покрытия.

Битумная гидроизоляция и подготовка поверхностей

Окрасочную гидроизоляцию применяют с наружной стороны ограждающей конструкции. Перед этим рабочие поверхности ограждающих конструкций выравнивают цементно-песчаным раствором. Производят очистку поверхности от пыли, жирных пятен, грязи, удаляют наплывы бетона, спиливают выступающую арматуру и высушивают. После этого можно наносить на поверхность битумную мастику (горячую или холодную). При этом горячие составы наносят кистью или валиком в два слоя, а холодную мастику распыляют при помощи распылительной установки [4].

Все эти мероприятия необходимы, так как прочное сцепление битумного гидроизоляционного слоя с существующей конструкцией можно обеспечить только при глубоком проникновении его в пористую поверхность. Чтобы повысить пластичность окрасочной гидроизоляции, в её состав добавляют пластификаторы [6], [9].

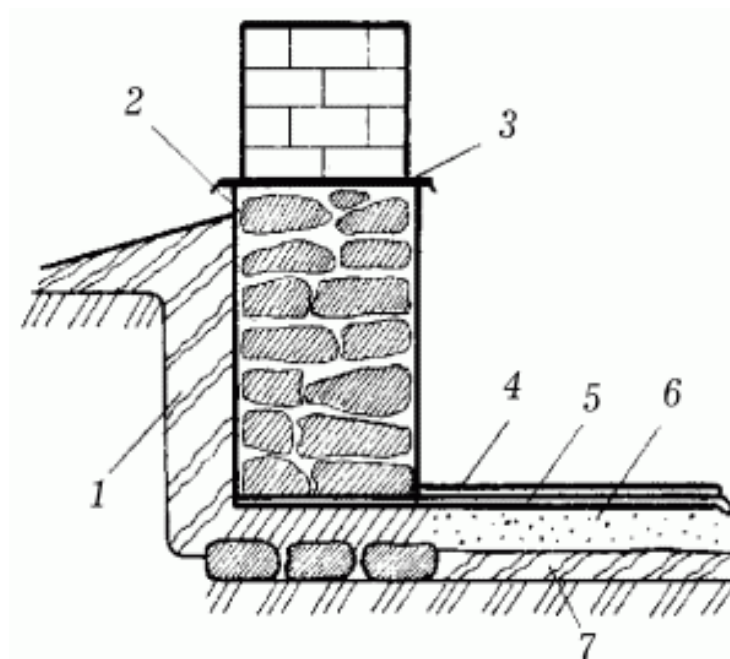


Рисунок 1 - Схема окрасочной гидроизоляции

1-грунт; 2-окрасочная гидроизоляция на основе праймера; 3,5 – рулонная гидроизоляция; 4 – цементный пол; 6 – слой керамзита; 7 – грунт.

Виды и свойства окрасочной гидроизоляции

Полимеры, введенные в состав битумных гидроизоляционных смесей, существенно улучшают их физико-механические качества.

За счет пористости структуры окрасочная гидроизоляция на основе битумов проявляет склонность к уплотнению при формировании (особенно при высоких температурах) [10].

Применение окрасочной гидроизоляции

Битумную гидроизоляцию используют как капиллярную защиту, изоляцию, пароизоляцию и грунтовку фундаментов, изоляцию и грунтовку металлических элементов, монолитных устойчивых к трещинам конструкций (без швов, с напором грунтовых вод до 2 метров, и условием возможного профилактического осмотра).

1.3.Штукатурная гидроизоляция

Гидроизоляционные штукатурные растворы состоят из минеральных вяжущих (как правило, цемента) наполнителей, полимерных и минеральных добавок. Они предназначены для выполнения изоляционных слоев в подвалах, фундаментах, ванных, душевых, бассейнах, колодцах и других помещений с повышенной влажностью. Гидроизоляционная штукатурка представлена на рисунке 2.

Штукатурная гидроизоляция применяется на наружных и внутренних поверхностях неподвергающихся вибрации и деформации, на стенах и полах по плотному бетону, цементной штукатурке, кирпичной кладке всех видов с заполненными швами. Эластичные смеси могут наноситься по напряженным основаниям (например, железобетонным конструкциям). Достоинством этих покрытий является в то, что их возможно наносить на неровные поверхности (кирпичную кладку), они экологически чисты и долговечны, возможно последующее нанесение любых отделочных покрытий – плитки, камня, штукатурки или краски.

Самым основным требованием к правильному применению растворов является подготовка оснований. Растворы должны наноситься по крепким основаниям, очищенным от пыли, грязи, извести, масел, жиров, остатков красок. Раковины и углубления должны быть выровнены цементным раствором.

Сухая смесь приготавливается строго по рецептуре с постоянным контролем водоцементного соотношения и тщательно перемешивается строительным миксер. Температура нанесения – от +5 до +30 град. В процессе затвердевания покрытие необходимо предохранять от дождя, пересыхания (ветра, солнца), замораживания, дождя, рабочей нагрузки. Нанесенный слой следует защитить от повреждений (штукатуркой, стяжкой или другими способами) [27].

Старейшая гидроизоляционная штукатурка – плотный и твердый слой в 2–3 мм из чистого цемента (цементного теста) без наполнителей. Это так называемое «железнение». В дальнейшем появились цементные растворы с добавкой церезита, растворы на жидком стекле и с добавкой алюмината натрия.

Церезит – эмульсия из извести, олеиновой кислоты и охры, сернокислого глинозема и воды. Церезит обеспечивает заполнение пор, увеличение плотности и водонепроницаемости раствора.

Растворы, приготовленные на жидком стекле, также водонепроницаемы, а их быстрое схватывание позволяет заделывать сочащиеся трещины.

Растворы с алюминатом натрия тоже применяют для заделки сочащихся трещин, для устройства водонепроницаемых штукатурок по сырым поверхностям бетона и кладки, а также для устройства водонепроницаемых стяжек.

Однако сегодня применение таких технологий не очень популярно. В настоящее время общим правилом стал переход к готовым сухим смесям и составам, подготовленным в заводских условиях по сложной рецептуре из качественных составляющих.

Если штукатурный слой будет подвергаться постоянному воздействию влаги, то рекомендуется укладывать его как минимум в 3 приема. При этом для повышения качества, слои наносят в разном направлении [6], [9].

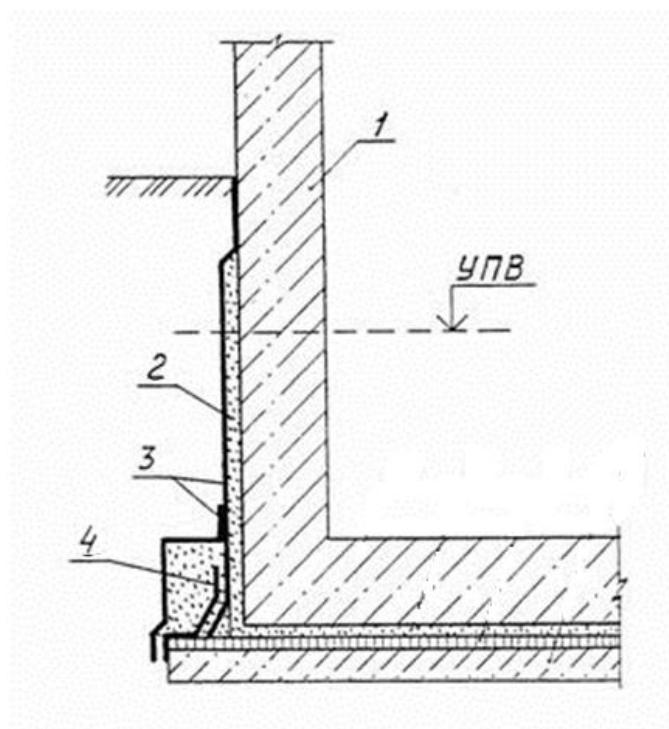


Рисунок 2 - Штукатурно-цементная гидроизоляция подвала

1 - железобетонная стена; 2 - цементная торкрет-штукатурка; 3 - обмазочная гидроизоляция; 4 - слой рулонного материала на битумной мастике.

1.4 Проникающая (пропиточная) гидроизоляция

В последние годы появилась возможность ликвидировать в готовых конструкциях поры и трещины, доступные для воды, и превратить бетон в плотный, "вечный" камень. Особенно это касается бетона, идущего на возведение фундаментов, несущих и дорожных конструкций, которые зачастую окружены влагой со всех сторон.

Речь идет о специальных гидроизоляционных штукатурках, состоящих 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. Это представлено

на рисунке 3. Молекулы воды в поры не проникают, но проницаемость для паров и воздуха сохраняется, т. е. бетон не теряет возможность "дышать".

Одновременно 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.

Применение таких составов особо рекомендуется для внутренней гидроизоляции сооружений заглубленного или полуглубленного типа из бетона, железобетона и других каменных материалов при постоянной инфильтрации грунтовых вод: подвалов, гаражей, овощехранилищ, тоннелей, шахт, канализационных сооружений, бассейнов, емкостей, плотин и т. п.

Эти составы позволяют проводить гидроизоляцию заглубленных помещений изнутри, без устройства дорогостоящей внешней гидроизоляции. Они наносятся как при новом строительстве, так и при ремонте в качестве добавки в бетон, для создания горизонтальных гидроизоляционных слоев в однородных плотных стенах. Обеспечивают полную непроницаемость для воды и других жидкостей при высоком давлении, морозостойки, долговечны, стойки к вымыванию, агрессивным средам, ультрафиолету. Пропиточная гидроизоляция образует единое целое с обрабатываемым материалом, и является пластичной, технологичной, экологически чистой, а так же пригодной для обработки резервуаров с питьевой водой.

Технология применения

Поверхности строительной конструкции необходимо очистить 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% 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 протечки цементным раствором с добавкой гидроизоляционной смеси, или церезитом. Обрабатываемая поверхность увлажняется чистой водой до насыщения. 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 суток) не подвергать нанесенный слой нагрузкам и увлажнять, не допуская его высыхания [6].

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 [9]. Современные составы обеспечивают заполнение пор на глубину до 150 мм. Процесс проникновения состава в поры бетона представлен на рисунке 3.

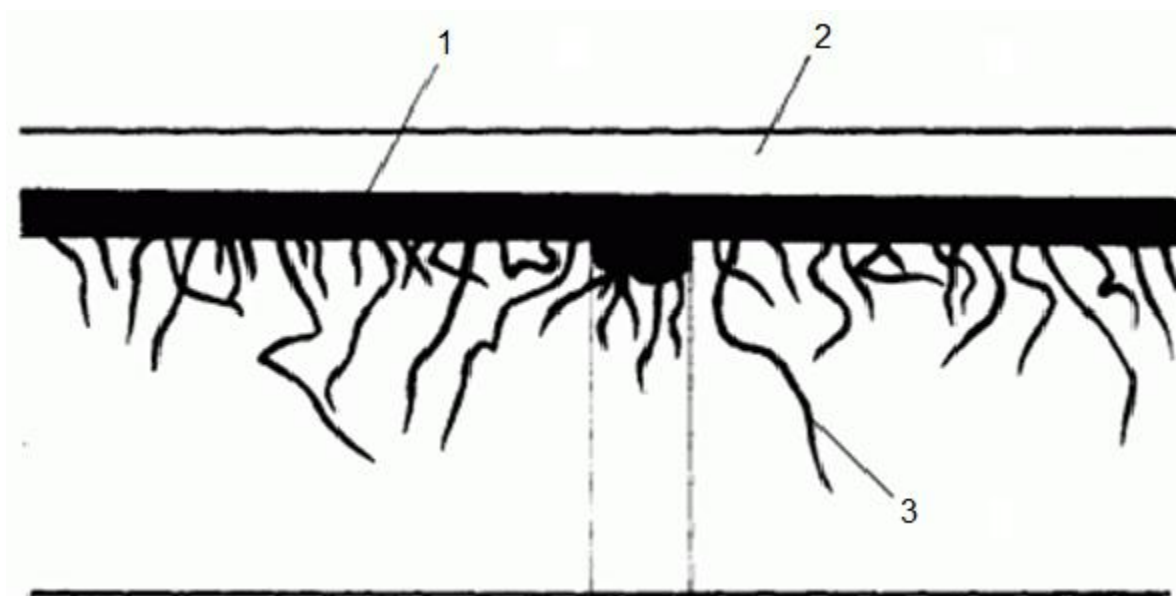


Рисунок 3 - Принцип работы гидроизолирующих материалов
проникающего действия

1 – слой гидроизолирующего материала; 2 – новое покрытие; 3 – кристаллы, проникающие в бетон.

1.5. Инъекционная гидроизоляция

Из всех существующих на сегодняшний день технологий наиболее надежным способом защиты конструкций от воздействия агрессивной влажной среды, устранения последствий такого воздействия и восстановления эксплуатационных характеристик является инъекционная гидроизоляция. Высокопрочные эпоксидные смолы могут вернуть конструкции изначальную расчетную прочность, не увеличивая несущую способность. При испытании в соответствии с ASTM D-695 прочность на сжатие эпоксидной смолы превышает 3,5Мпа.

Используются двухкомпонентные низковязкие эпоксидные смолы, которые необходимо перемешивать перед применением. Низкая вязкость позволяет материалам свободно проникать в тело бетона, тем самым заполнять все поры, трещины создавая при этом целостность строительной конструкции [11].

Суть ее состоит в том, что через пробуренные отверстия, высверленные в теле бетона для закачивания, смола впрыскивается под высоким давлением. Инъекционный материал при взаимодействии с влагой вступает в реакцию и связывает ее, образуя водонепроницаемый барьер.

Основным из главных преимуществ инъекционной гидроизоляции является возможность быстро устранить течь и предотвратить вертикальный подъем воды по телу конструкции. Кроме того, данный метод используется при гидроизоляции вводов коммуникаций, деформационных швов и закладных элементов. Гидроизоляция другими способами (например, путем применения ремонтного и обмазочного состава) в большинстве случаев просто невозможна.

Основная сфера применения инъекционной гидроизоляции — ремонт трещин, через которые поступает вода, восстановление горизонтальной изоляции конструкций, ремонт заглубленных сооружений, устранение строительных ошибок (локальные повреждения гидроизоляционного ковра, нарушения технологии его укладки, трещины монолита) [6].

1.6. Засыпная гидроизоляция

Засыпная гидроизоляция — это специальные сыпучие гидронепроницаемые материалы, которые помещаются в углубления для защиты от агрессивного воздействия воды на конструктивные элементы здания.

Чаще всего засыпной гидроизоляцией наполняют специально сооруженную опалубку. Первым типом такой гидроизоляции, использованной человеком для защиты зданий от проникновения влаги, была обыкновенная глина, которая при толщине в 40-50 сантиметров становится абсолютно непроницаемой для воды.

В середине 20 века была разработана технология под названием «глиняный замок», которая заключается в укладке приготовленной глины вокруг фундамента здания и утрамбовке слоя материала.

Для большей эффективности, таких слоев могло быть несколько, и при толщине покрытия в 20-30 сантиметров защищаемые конструкции были полностью изолированы от влаги.

Несколько позже, при строительстве стали применять глинобетонные смеси, коэффициент фильтрации которых колеблется в пределах 10^{-9} м/с из-за чего толщина замка, монтируемого вокруг фундамента здания, должна достигать 80-100 сантиметров. Схема засыпной гидроизоляции отображена на рисунке 4.

Отметим, что глина при высыхании дает большую усадку, в связи с чем разработчикам подобных строительных смесей приходится задумываться о введении в них специальных добавок, стабилизирующих смесь и препятствующих появлению трещин, которые непременно образуются при усадке как всего здания в целом, так и фундамента в частности.

Далее в засыпную гидроизоляцию вместо обычной глины стали добавлять бентонитовую, которая играла роль уплотняющего наполнителя. И только в последнее время строительная индустрия начала производство засыпной гидроизоляции, в которой основным компонентом стала не обычная глина, а бентонитовая.

Данный материал был выбран из-за его способности при взаимодействии с водой образовывать гель, который предотвращает проникновение влаги к защищаемым конструкциям и перекрытиям.

Благодаря использованию бентонита образующийся при контакте с водой гель имеет коэффициент фильтрации порядка 10^{-7} м/с. Добавляют в засыпную гидроизоляцию и такие компоненты, как сукновальные глины, которые в купе с набухающими или

водорастворимыми полимерами при попадании влаги способны образовывать гели, препятствующие проникновению воды [6].

Из наиболее современных материалов, используемых в качестве засыпной гидроизоляции, можно отметить шлаки, минеральную вату, золу и перлитовый песок.

Сферы применения и преимущества засыпной гидроизоляции

Как понятно из названия, засыпная гидроизоляция насыпается в огражденные опалубкой места и служит защитой от разрушения конструктивных элементов зданий, которое может произойти из-за взаимодействия с водой.

Кроме мест, огражденных опалубкой, засыпную изоляцию можно использовать для заполнения любой полости в стенах, фундаменте и полах.

Чаще всего такой тип гидроизоляции используется именно для наполнения специальных пустот в фундаменте, а также защиты от проникновения влаги в здание через пол.

Ещё одним достоинством такой изоляции являются её высокие теплоизоляционные характеристики, которые напрямую зависят от толщины слоя используемого материала.

К основным недостаткам такой изоляции можно отнести высокую стоимость, относительную сложность монтажа и оседание со временем, подбор технологий и материалов. Монтаж засыпной гидроизоляции может осуществляться как на холодные, так и на горячие поверхности.

Если говорить о перлитовом песке, то этот материал не изменяет своих характеристик в температурном диапазоне от -200 до +875 градусов по Цельсию. Его используют следующим образом: - песок крупных фракций засыпают на поверхности, температура которых ниже нуля; - мелкие фракции песка используют для изоляции горячих поверхностей.

Важно помнить, что материал, применяемый для гидроизоляции помещений, должен быть равномерно распределен по поверхности и тщательно уплотнен.

Кроме этого, слой песка, минеральной ваты, бентонитовую смесь необходимо тщательно изолировать от попадания атмосферных осадков – добиться этого можно, оштукатурив поверхность.

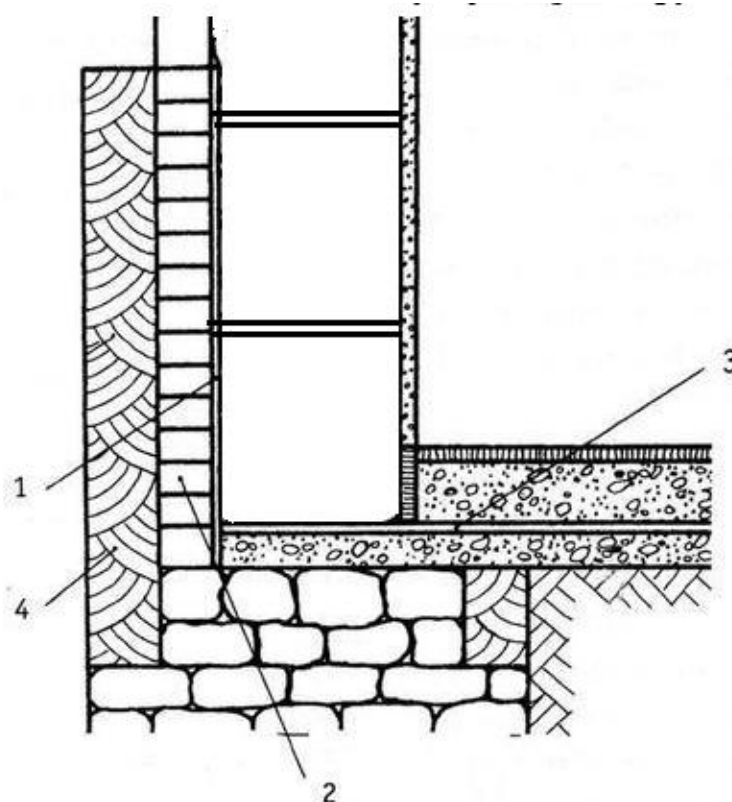


Рисунок 4- Фундамент с засыпной гидроизоляцией.

1- бетонная стена; 2-кирпичная облицовка; 3- слой горизонтальной гидроизоляции; 4- засыпная гидроизоляция

1.7. Литая гидроизоляция

Не смотря на то, что современная строительная индустрия предлагает массу различных видов гидроизоляции, все же наиболее надежной остается литая.

Под литой гидроизоляцией понимают нанесение на ровные поверхности специальных материалов, призванных воспрепятствовать

проникновению влаги к важным ограждающим конструктивным элементам зданий. Как понятно из названия, литая гидроизоляция наносится путем разлива холодных или горячих строительных смесей на поверхности, которые ограждены опалубкой.

Стоит отметить, что поверхность может быть как идеально выровненной в горизонтальном направлении, так и иметь некоторый угол наклона. В этом случае применяются различные технологии монтажа гидроизоляции. Возможно использование литой гидроизоляции и для вертикальных поверхностей, но использование такой строительной технологии обходится довольно дорого.

Литую гидроизоляцию используют для защиты строительных и термоусадочных швов, а также полостей и других поверхностей от проникновения через них влаги, которая со временем может разрушить конструктивные элементы здания. В зависимости от того, какова температура используемой для изоляции смеси, выделяют холодную или горячую гидроизоляции. Последняя в свою очередь делится на асфальтовую и асфальто-полимерную [16]. В качестве расходных материалов при монтаже литой гидроизоляции используют асфальтобетон, горячий битум. Асфальтобетон состоит из бетона и асфальта, что придает смеси определенные характеристики, позволяющие использовать её в качестве литой гидроизоляции. Речь идет о таких показателях, как надежность, прочность и вместе с тем определенная степень пластичности, сопротивление материала изгибу [6].

Некоторые из этих свойств изменяются в зависимости от температуры. Так, например, прочность на изгиб изменяется весной, когда наблюдаются большие перепады температуры, а кроме этого возникает масса осадков. Температура укладываемого в качестве гидроизоляции асфальтобетона зависит от степени вязкости входящего в его состав битума. Так, если битум вязкий, температура не должна быть менее 120

градусов по Цельсию, использование маловязкого битума предполагает, что смесь будет нагрета как минимум до 50-80 градусов, а вот если битум жидкий, то вполне возможна укладка смеси, температура которой не превышает 10 градусов по Цельсию.

Битум является природным компонентом, чаще всего получаемым из нефти и представляющий собой темную аморфную массу, не имеющую определенной температуры плавления. Конечно же, текучесть битума зависит от температуры, но данный материал при какой бы температуре не находился, все равно будет растекаться. Основной характеристикой битума, повлиявшей на его выбор в качестве гидроизоляционного материала, является нерастворимость в воде. Так, изоляция, полностью выполненная из битума или содержащая его в качестве одного из составляющих компонентов, будет полностью влагонепроницаемой. Каменноугольный пек является таким же аморфным веществом, как и битум, но добывается он вовремя переработки каменноугольной смолы.

В зависимости от того, при какой температуре размягчается и переходит в жидкое состояние пек, различают высокотемпературный, температура размягчения которого больше 90 градусов по Цельсию, а есть пек среднетемпературный, переходящий в жидкое состояние уже при температуре 70-90 градусов по Цельсию. Но эти материалы применяются для заливки на ровные поверхности, а сами же швы между ними заполняются мастиками и герметиками, которые во время работы с ними находятся в жидком или текучем состоянии, и потом застывают, полностью заполняя собой швы, и тем самым препятствуя попаданию влаги.

Сферы применения и преимущества литой гидроизоляции

Литая гидроизоляция в основном применяется для защиты пола или стен от проникновения влаги. Использование такого типа изоляции очень

надежно, но довольно затратно в материальном плане, но эффективно при наличии трещин различной величины.

Технология укладки литой гидроизоляции

Для защиты поверхностей от проникновения влаги, необходимо:

Тщательно очистить поверхность от песка, пыли, грязи, опилок и других загрязнений, которые могут присутствовать как на горизонтальных, так и на наклонных и даже вертикальных поверхностях;

Выровнить поверхность, замазав при этом герметиком или специальной мастикой швы и трещины;

Высушить поверхность при помощи газовых горелок, инфракрасных излучателей или тепловых пушек;

Прогрунтовать поверхность горячим битумом;

Периметр рабочей поверхности необходимо отделить опалубкой;

После этого можно разогревать основные компоненты гидроизоляции до требуемой (рабочей) температуры и заливать их в опалубку;

Залитую смесь выравнить с помощью специальных скребков и оставить на некоторое время до полного отвердевания. Отметим, что таких слоев может быть несколько, а в случае монтажа гидроизоляции на горизонтальную поверхность она должна быть защищена слоем бетонного раствора.

1.8. Оклеечная рулонная гидроизоляция

Оклеечная гидроизоляция является более надежным видом. Она представляет собой водонепроницаемое покрытие из нескольких слоев рулонных материалов. Раньше в качестве оклеечного рулонного материала для гидроизоляции подземных конструкций применяли рубероид на основе стеклоткани и асбокартона с толстым слоем битума с обеих сторон. Его толщина составляет около 3–5 мм и масса – 1,5–3 кг/м². Предельная

деформация составляет около 2 %, что позволяет использовать только на нетрещиностойких конструкциях. Все большее применение находят современные синтетические рулонные материалы, полиэтиленовые и полихлорвиниловые пленки, бутилкаучуковые полотна. Их главным достоинством является высокая растяжимость, что повышает надежность и долговечность гидроизоляции при возникновении в бетоне усадочных деформаций по сравнению с рубероидом. По данным Всероссийского Научно-Исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева, разрушение полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм, которая будет находиться в водной агрессивной среде под слоем грунта более 4 м, наступит через 122 года [17]. В большинстве случаев рулонные материалы на битумной основе наклеивают на стены [6]. Гидроизолируемая поверхность должна быть тщательно восстановлена, зачищена, обеспылена, высушена и загрунтована растворенным в бензине битумом. При необходимости неровную поверхность следует выровнить штукатуркой. Наклейка гидроизоляции производится при помощи расплавления поверхностного битумного слоя при помощи пропановых горелок. Качество гидроизоляции при нагреве и последующем застывании повышается, а оклеиваемая поверхность подсушивается. Схема оклеечной гидроизоляции представлена на рисунке 5.

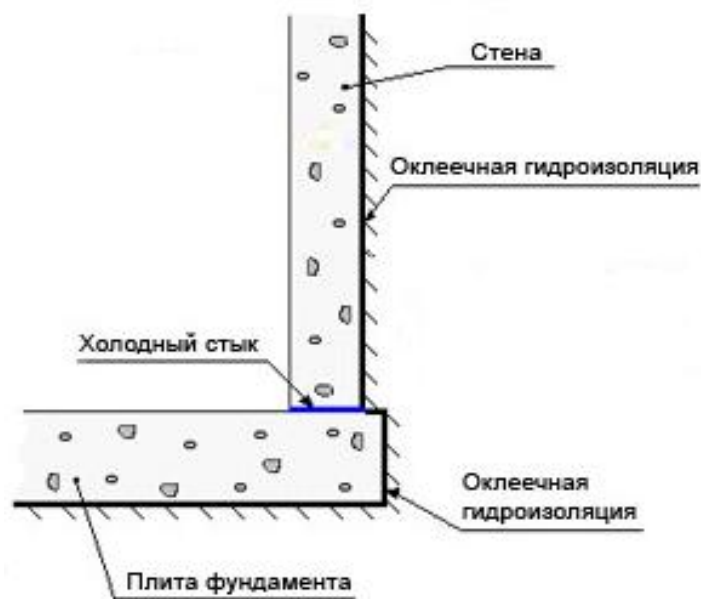


Рисунок 5- Схема оклеечной гидроизоляции рулонными материалами

1.9. Торкретирование

Торкретирование – это метод послойного нанесения строительного состава (торкрета) на бетонные и железобетонные конструкции с помощью сжатого воздуха. Торкрет подаётся под высоким давлением, равномерно распределяется по поверхности и плотно взаимодействует с ней, заполняя все микротрещины и поры. Обычно в качестве торкрета выступает цементно-песчаный раствор, где соотношение цемента к песку равно 1:2 – 1:6 соответственно [7].

Необходимые условия для торкретирования:

- Специальное торкрет оборудование, которое тем или иным способом обеспечивает перемещение торкрет состава к распыляющему соплу.
- Источник сжатого воздуха для ускорения торкрет смеси и сообщения ей необходимой скорости для последующего нанесения на поверхность и уплотнения.
- Источник воды затворения (для сухого торкретирования)

- Обученный специалист-торкретировщик (сопловик) — оператор нанесения торкретсмеси на поверхность

- Торкрет смесь специальной рецептуры, которая учитывает требования к свойствам торкретбетона и особенности работы торкрет оборудования.

Торкретирование применяется при:

- Восстановлении целостности бетона, усиление железобетонных конструкций, устранение дефектов строительства, восстановление защитного покрытия

- Горной промышленности: крепление пород, например крепление сводов шахт

- Укреплении грунта в строительстве котлованов, откосов, склонов, береговых линий

- Строительстве гидросооружений и резервуаров, бассейнов, оболочек, тонкостенных конструкций (например, купольные сооружения, сооружения из 3D-панелей)

- Туннелестроении: устройство отделки сводов туннелей и коллекторов

- Гидроизоляции и герметизации

- Создании объектов художественного назначения: искусственных скал, объектов нелинейных форм

Выполнение торкрет работ представлена на рисунке 6.

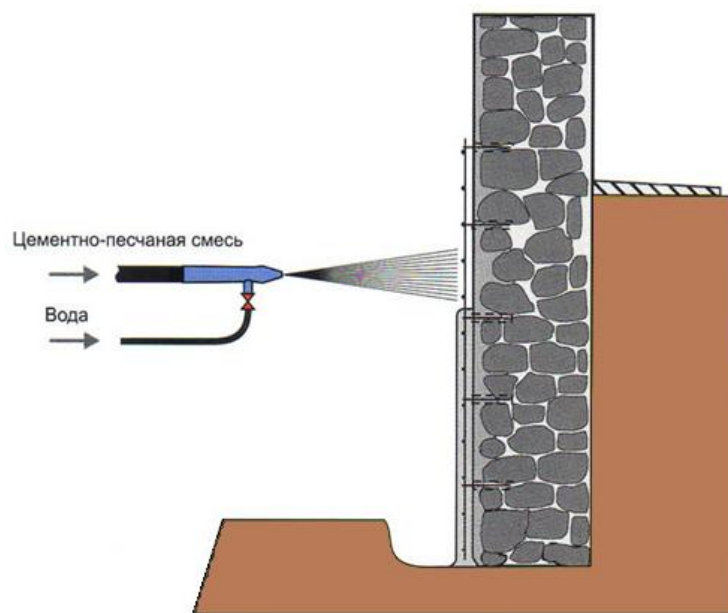


Рисунок 6- Торкретирование

1.10. Устройство дренажа

Защитить помещение от негативного воздействия окружающей среды поможет гидроизоляция и правильно сделанный дренаж подвала. Внутренний дренаж устраивается в случаях, когда требуется более ответственный ремонт или когда полностью устранить протечки традиционным способом не удастся.

Однако, дренаж подвала необходим, когда застройка ведется в зоне риска. Нужно обратить внимание на следующие признаки избытка воды в грунте:

- Участок покатый или находится у подножия склона, по которому стекают осадки.
- Были случаи затопления местности во время таяния снегов и сезонных дождей.
- Почва вокруг фундамента содержит глину или суглинок, которые препятствуют распределению влаги.

Дренаж представляет собой замкнутую систему из перфорированных труб, соединённых смотровыми колодцами для контроля проходимости.

Трубы закладывают в грунт или в пол под наклоном в сторону приемка или канализации. Такое устройство позволяет концентрировать влагу и отводить её подальше от фундамента, тем самым не давая ей накапливаться и застаиваться [12]. Главный приемок периодически осушают при помощи погружного насоса. Устройство дренажа изображено на рисунке 7.

Современные дренажные трубы делают из полимерных материалов. Их легко перевозить и монтировать. Материалы трубы подбирают в зависимости от типа грунта и количества влаги, которое нужно отводить на протяжении года. Перфорированные трубы, из которых состоит дренаж, могут забиваться илом и частицами грунта. Чтобы увеличить срок эксплуатации системы, трубы обсыпают щебнем и оборачивают геотекстилем. Такой фильтр задерживает крупные частицы и направляет воду к отверстиям дренажа.

Перед установкой дренажа внутри подвала помещение нужно осушить и покрыть стены гидроизолирующим составом. В остальном принцип укладки труб очень похож на тот, что используется снаружи дома [8].

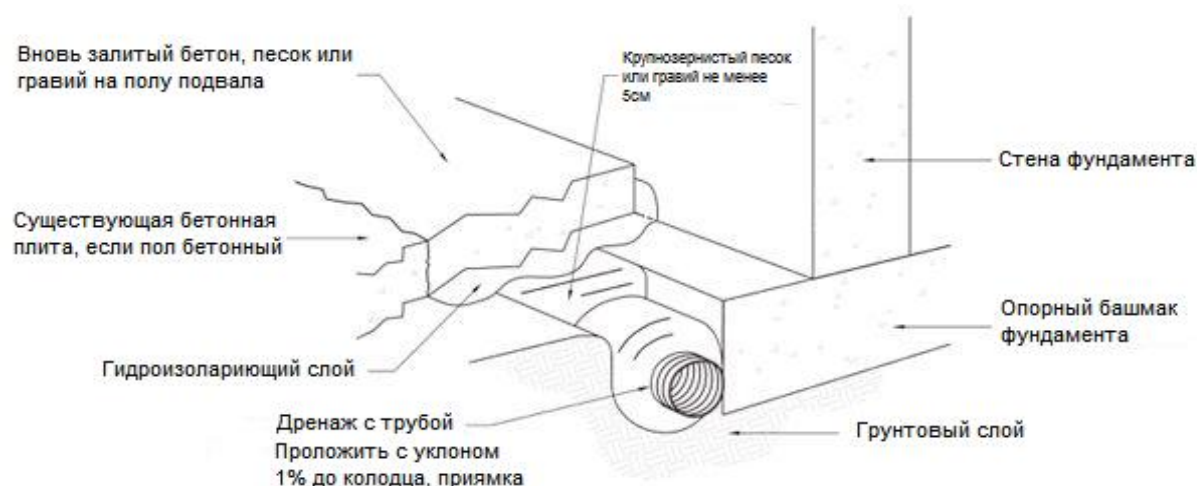


Рисунок 7- Схема устройства внутреннего дренажа

1.11. Жидкая гидроизоляция

Жидкие гидроизоляционные мембраны представляют собой смеси на основе растворителя, содержащие основу-уретан, резины, пластик, винил, полимеризованный битум или их комбинации. Они наносятся в жидком виде и затвердевают с образованием бесшовного листа. Поскольку они наносятся в жидком виде, для них очень важен контроль толщины во время нанесения.

Такой контроль следует проводить путем измерения толщины сухой или влажной пленки непосредственно на объекте. Кроме того, процентное соотношение твердых веществ в незатвердевшем материале могут быть различные. Материалы с долей твердых веществ 75% и менее усаживаются, в результате чего могут образовываться трещины, микроотверстия, или же их толщина настолько уменьшается, что материал не обеспечивает необходимую гидроизоляцию.

Жидкая гидроизоляция наносится на сторону положительного давления воды и перед ее нанесением необходимо нанести защитный слой. Популярность жидкой гидроизоляции объясняется тем, что она удобна в применении, не образует швов, легко адаптируется к сложным деталям, имеющим сложную форму и пористость поверхности. Такие системы используются как в подземных, так и в надземных сооружениях. Ультрафиолетовые излучения и воздействие пешеходной нагрузки отрицательно действуют на жидкую гидроизоляцию, поэтому такие покрытия не наносятся на незащищенные области.

При нанесении жидкой гидроизоляции необходимо следовать нескольким важным правилам. Эти правила следующие: правильное затвердевание бетона (минимум 7 дней, желательно 21-28 суток), сухая и чистая подложка, а так же достаточная толщина наносимого покрытия. Если бетонное основание будет влажным, сырым или незатвердевшим, то жидкие мембраны не приклеятся к ним, в следствии чего возникнет плохая

адгезия сцепления с бетоном и по всех поверхности образуются пузыри. Правильная толщина и равномерное нанесение необходимы для того, чтобы система работала должным образом. Материалы могут применяться как для вертикальных, так и для горизонтальных поверхностей, но при горизонтальном нанесении необходима укладка бетонной подготовки, к которой и будет впоследствии приклеиваться мембрана. Поверх мембраны наносится защитное покрытие в виде плитки, бетонных плит или других массивных отделочных материалов. Жидкие гидроизоляционные материалы можно наносить на подложки из бетона, кладки, металла и дерева. На рисунке 8 показано нанесение жидкой мембраны на подземные стены из бетонных блоков.

Жидкие системы имеют относительное удлинение свыше 500%, что подтверждено испытанием в соответствии со стандартом ASTM C 836. Благодаря такому удлинению жидкие мембраны могут перекрывать трещины до 1,5мм.

Достоинства жидкой системы является их способность создавать бесшовные покрытия на выступах, изменениях плоскости и стыках стена/пол



Рисунок 8- Схема нанесения жидкой бесшовной мембраны

Жидкие системы не требуют никаких вспомогательных материалов при переходах в другие компоненты ограждающей конструкции здания. Однако на строительной площадке тяжело контролировать равномерную толщину покрытия в 1,5мм, что является одним из главных неудобств при использовании жидких материалов [8].

Жидкие гидроизоляционные системы содержат токсичные и опасные химикаты, требующие выполнения правил техники безопасности при монтаже и утилизации.

Имеются жидкие системы на основе уретанов (одно- или двухкомпонентные системы), производимых каучука (бутил, неопрен или хайпалон) и полимерного битума, каменноугольной смолы и модифицированного битумом уретана, ПВХ и системы горячего нанесения.

Уретан

Уретановые системы выпускаются в одно- и двухкомпонентном вариантах. Обычно их выпускают черными, но только из-за устоявшегося мнения, что гидроизоляционные материалы – это материалы черного цвета. Его делают на основе растворителей, требующий полностью сухое основание, чтобы избежать вздутие мембраны.

Эти системы обладают самой высокой эластичностью из всех жидких мембран - в среднем 500-750%. Уретаны обладают так же высокой сопротивляемостью воздействию химикатов, часто встречающихся в подземных условиях, а также стойкостью к щелочным условиям.

Поливинилхлорид

ПВХ не так широко используется для жидкой гидроизоляции. Этот материал чаще используется в виде листовых мембран для покрытия крыш. Эластичные свойства ПВХ хуже, чем у других жидких материалов, к тому же он дороже в эксплуатации и стоимости. Но у ПВХ высокая сопротивляемость к воздействию химических агрессивных сред [9].

Жидкие системы горячего нанесения

Системы горячего нанесения являются развитием системы на основе каменноугольного песка и строительного картона. В этих системах и битумной основе, для улучшения рабочих характеристик добавляют производственные каучука. Они обеспечивают материалу способность к перекрыванию трещин сопротивление к химическому воздействию [12].

Материалы горячего нанесения нагреваются в специальном оборудовании приблизительно до 200 °С и наносятся толщиной свыше 5мм. Эти материалы имеют достаточно длительный срок службы по сравнению с материалами на основе растворителя, срок службы которых составляет от 6месяцев до 1 года.

Так как эти материалы наносятся в горячем виде, их можно наносить при более низких температурах окружающей среды, чем материалы на основе растворителя, которые наносятся при температуре не ниже +4 °С.

Свойства основных жидких гидроизоляционных систем сведены воедино в таблице 1.

Таблица1. Свойства жидкой гидроизоляции.

Достоинства	Недостатки
Превосходная эластичность	Необходимость постоянного контроля толщины
Простота нанесения	Нельзя наносить на сырые и незатвердевшие поверхности
Бесшовное нанесение	Токсичные химические добавки

1.12.Выводы по первой главе

В городе Тольятти большое количество зданий, а так же сооружений требуют ремонт гидроизоляции. В связи с трудоемкостью и сложностью, данные работы влекут за собой большое вложение денежных средств. После того как мы рассмотрели существующие методы гидроизоляции подземных сооружений, стало ясно что опыт в гидроизоляционной сфере

был перенят из зарубежных стран. Есть много отличий в эксплуатации связанных с разностью климатических условий, а так же другим подходом к ремонтным и восстановительным работам. После проанализированных способов и материалов гидроизоляции, можно сделать вывод что на отечественном рынке имеется много позаимствованных аналогов материалов. Которые в свою очередь имеют схожие характеристики с импортными составами, но на порядок дешевле [12].

Самой основной причиной протечки гидроизоляционных материалов является их недолговечность, а так же нарушение технологии порядка проведения работ. Что в итоге ведет к плохой адгезии материала и бетона.

Так же значимой проблемой при проведении гидроизоляционных работ является ее сложность. Из вышесказанного не нужно забывать, что работы должны выполняться профессионалами.

На сегодняшний день инъекционная гидроизоляция очень распространена и в свою очередь является незаменимой во время ремонтных работ. Преимущества данного метода заключаются в глубоком, а порой и сквозным проникновением через строительную конструкцию. А так же отсутствие необходимости просушивать тело бетона.

Сравнительный анализ свойств, материалов и их способов нанесения не может служить основой подбора того или иного технологии ремонтных работ. Для определения наиболее подходящего и эффективного способа гидроизоляции необходимо провести обследование для определения оценки фактического состояния строительных конструкций.

Так же необходимо провести оценку агрессивности окружающей среды.

Анализ всех имеющихся методов гидроизоляции позволил выделить следующие позиции:

-в подземных условиях под воздействием агрессивных сред гидроизоляционные материалы имеют невысокую надежность и

небольшой срок службы. Основным показателем надежности является тот фактор, что все материалы должны наноситься на абсолютно сухую и подготовленную поверхность, что практически невозможно в подземных условиях;

- сроки и нормы ремонтных работ не регламентируются нормативными документами;

- основные причины отсутствия герметичности подземных строительных конструкций связано с образованием трещин в температурных и рабочих швах. Это связано со сложной технологией выполнения работ.

- нормативные документы, а так же типовые решения, регламентирующие гидроизоляционные работы подземных конструкций не обеспечивает надлежащее качество работ.

- несвоевременный контроль строительно-монтажных работ.

Для того что бы изучить данную проблему необходимо провести исследования в области ремонтных гидроизоляционных работ с учетом эксплуатационных показателей подземного сооружения.

Глава 2. Обследование ограждающих конструкций подвала Спасо-Преображенского собора

Техническое обследование фундаментов зданий и сооружений проводят в случаях выявления дефектов, предполагаемой реконструкции с увеличением нагрузки на фундамент, а так же планового технического обследования.

Техническое обследование фундамента проводится строго в соответствии с требованиями нормативных документов - ГОСТ 31937-2011 и СП 13-102-2003.

Обследование строительных конструкций зданий и сооружений проводится, как правило, в три связанных между собой этапа:

1. подготовка к проведению обследования;
2. предварительное (визуальное) обследование;
3. детальное (инструментальное) обследование.

Подготовительные работы

Подготовка к проведению обследований предусматривает ознакомление с объектом, проектной и исполнительной документацией, а так же документацией по эксплуатации и имевшим место ремонтам, перепланировкам и реконструкции, с результатами предыдущих обследований. По документации устанавливают проектную организацию - автора проекта, год его разработки, конструктивную схему здания, сведения о примененных в проекте конструкциях, монтажные схемы сборных элементов, время их изготовления и возведения здания, геометрические размеры здания, его элементов и конструкций, расчетные схемы, проектные нагрузки, характеристики бетона, металла, камня и прочее. По материалам и сведениям, характеризующим эксплуатацию конструкций здания и эксплуатационные воздействия, вызвавшие необходимость проведения обследования, устанавливают характер внешнего воздействия на конструкции, данные об окружающей среде,

данные о проявившихся при эксплуатации дефектах, повреждениях и прочее.

На этапе подготовки к обследованию на основании технического задания, при необходимости, составляют программу работ по обследованию, в которой указывают: цели и задачи обследования; перечень подлежащих обследованию строительных конструкций и их элементов; места и методы инструментальных измерений и испытаний; места вскрытий и отбора проб материалов, исследований образцов в лабораторных условиях; перечень необходимых поверочных расчетов и т.д.

Предварительно (визуальное)

Визуальное обследование проводят для предварительной оценки технического состояния строительных конструкций по внешним признакам и для определения необходимости в проведении детального инструментального обследования. Основой предварительного обследования является осмотр здания или сооружения и отдельных конструкций с применением измерительных инструментов и приборов.

При визуальном обследовании выявляют и фиксируют видимые дефекты и повреждения, производят контрольные обмеры, делают описания, зарисовки, фотографии дефектных участков, составляют схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера. Проводят проверку наличия характерных деформаций здания или сооружения и их отдельных строительных конструкций (прогибы, крены, выгибы, перекосы, разломы и т.д.). Устанавливают наличие аварийных участков, если таковые имеются. По результатам делается предварительная оценка технического состояния строительных конструкций, которое определяется по степени повреждения и по характерным признакам дефектов. Если при визуальном обследовании будут обнаружены дефекты и повреждения, снижающие прочность,

устойчивость и жесткость несущих конструкций сооружения, то необходимо перейти к детальному обследованию.

В случае выявления признаков, свидетельствующих о возникновении аварийной ситуации, необходимо незамедлительно разработать рекомендации по предотвращению возможного обрушения.

При обнаружении характерных трещин, перекосов частей здания, разломов стен и прочих повреждений и деформаций, свидетельствующих о неудовлетворительном состоянии грунтового основания, необходимо проведение инженерно-геологического исследования, по результатам которого может потребоваться не только восстановление и ремонт строительных конструкций, но и укрепление оснований и фундаментов. Некоторые из перечисленных работ могут не включаться в программу обследования в зависимости от специфики объекта обследования, его состояния и задач, определенных техническим заданием.

Основная цель это определение фактического технического состояния и эксплуатационных свойств фундамента, оценке надежности, расчет остаточного ресурса, определение причин снижения несущей способности фундамента. Так же необходимо проведение работ по расчету несущей способности грунтов в основании.

Для определения состояния фундаментов, их прочностных характеристик, выявления необходимости усиления и укрепления фундаментов необходимо провести инженерное обследование его технического состояния

Обследование фундамента начинается с отрывки шурфов. Шурф необходим для определения прочности бетона ниже уровня поверхности земли и для взятия образца грунта для его лабораторного исследования. Шурф откапывают ниже уровня подошвы фундамента, площадью около 1 м * 1,4 м. При обследовании в зависимости от передаваемой нагрузки на грунт и конструктивной схемы здания фундамент под ним может быть

следующих видов: ленточный (сплошной и прерывистый), столбчатый – стаканый (под отдельные столбы и колонны), свайный и сплошной в виде плоской или ребристой плиты под всем зданием.

При выявлении в процессе обследования серьезных дефектов в конструкциях фундаментов необходимо их инструментальное обследование, то есть, выполнение испытаний кернов, отобранных из конструкций с целью определения прочностных характеристик конструкций, также проведение обследования конструкций неразрушающими методами контроля, при обнаружении трещин в фундаменте определение ширины их раскрытия и причины их появления.

При обследовании фундаментов наиболее важной величиной является фактическая прочность бетона в конструкциях фундамента и определяются прочность бетона

Цель обследования: Определить технического состояние строительных конструкций подвала. Определение локальных протечек. Оценка возможности устройства гидроизоляции.

Характер работ: Визуальное обследование, неразрушающий метод контроля.

Перечень поставленных задач для обследования [28]:

- Определить геометрические размеры строительных конструкций;
- Провести неразрушающий метод контроля;
- Проверить наличие трещин, деформаций и других повреждений;
- Проверка состояние защитного покрытия строительных конструкций;
- Проверка состояния межблочных швов;
- Определить степень и характер коррозии тела бетона [18];
- Выявление явных проблем связанных с воздействием химических и природных сред на строительные конструкции;
- Определить места и характер инфильтрации влаги;

2.1. Краткая характеристика объекта обследования

Здание Спасо-Преображенского собора расположено на территории церковного комплекса в Автозаводском районе г. Тольятти на пересечении улиц Юбилейной и Ленинского проспекта. В геологическом отношении участок строительства приурочен к IV надпойменной террасе левобережья реки Волги.

Рельеф ровный без существенных перепадов высот.

Площадь строительства Собора имеет следующие климатические показатели [17]:

- Вес снегового покрова 1,5кПа (IV район);
- Скоростной напор ветра 0,38кПа (III район);
- Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки -30 °С;
- Глубина сезонного промерзания грунта 1,6м;

Инженерно-геологические изыскания выполнялись силами АПСО «Гидромонтаж» в 1995 году.

Характеристики грунтов основания:

- Насыпные грунты и почва 1,5-3м;
- Суглинок макропористый с низом подошвы залегания слоя до 15 метров с физико-механическими характеристиками:

$C_1=14\text{кПа}$; (Коэффициент постели)

$\Phi=23$;

$E_{пр}=12\text{мПа}$; (Деформации грунта)

$E_v=8\text{мПа}$; (Модуль деформации в водонасыщенном состоянии)

$\Phi=1.77\text{т/куб.м}$;

$E=0,73$;

$J=0,11$;

До глубины 11.2 метра просадочный первого типа с относительной просадочностью $a=0,041$;

Под суглинком залегает слой супеси лессовидной твердой и полутвердой консистенции мощностью слоя от 1 до 6 метров;

Ниже супеси залегает песок мелкий влажный сильно глинистый не выдержанный по толщине до двух метров;

-Ниже песка до глубины 25,6 метра залегает суглинок не просадочный.

Грунтовые воды расположены на глубине 25,6 метра от поверхности. Грунтовые условия являются сложными, т.к. грунты основания обладают просадочными свойствами, неравномерной глубиной заложения слоев, а так же возможно неравномерное замачивание грунтов и основания из близко расположенных инженерных коммуникаций.

Учитывая, что здание является чувствительным к неравномерной осадке, склонно к трещинообразованию, в каменных конструкциях предусмотрены мероприятия для минимальной разности осадков основания фундамента-частичное устранение просадочных свойств грунта.

Спаса-Преображенский собор является составной частью Соборного комплекса г.Тольятти. Строительно-монтажные работы начались в 1996 году и завершено в 2002 году.

В процессе строительства в проект неоднократно вносились локальные изменения.

Неразрушающий метод контроля проводился без повреждения основы и не требовал удаления каких-либо элементов ограждающих конструкций. Общеупотребительный способ контроля являлся испытание при помощи воды. В этом испытании вода подводилась к фундаменту для выявления инфильтрации определения локальных мест. Так же этим методом можно определять скорость влагопоглощения. Воду стоит подводить в достаточном количестве и в течении достаточного времени к одному конкретному участку, чтобы определить места протечек.

После того как сделали соответствующее заключение, можно перейти к испытанию следующего участка. В ходе испытания кто-то всегда должен находиться внутри, чтобы заметить, определить характер и отметить мелом место протечки.

Зондирование является эффективным средством определения участков с нарушенной гидроизоляцией, а так же дефекты поверхности. При визуальном контроле мы использовали перочинный нож, при помощи которого можно значительно увеличить объем получаемой информации. Нож мы использовали для определения прочности межблочного шва. Если раствор осыпался, то это указывало на наличие мягкого пористого и непрочного раствора в глубине шва, на который будет необходимо обратить в ходе ремонтных работ.

Визуальному осмотру подлежал подвальный этаж здания.

За относительную отметку $\pm 0,000$ была принята отметка чистого пола первого этажа. Подвал Собора в плане имеет прямоугольную форму, за исключением помещений ризниц, стены которых образуют полукруг.

Размеры этажа в плане (по обрезу наружных стен) составляют 48,320 х 28,420 м. Фундамент выполнен в виде монолитной железобетонной плиты. Помимо этого к зданию пристроены крыльцо Западного притвора, и два крыльца, с Северного и Южного фасада.

Крыльца базируются на самостоятельных сборно-монолитных фундаментах, не связанных с фундаментом основного здания. Назначение крылец – входы в подвальную часть Собора, а так же эвакуационные выходы.

Наружные и внутренние несущие стены подвала выполнены из монолитного бетона класса В 22,5 (М300), водопроницаемость W4 (4 кгс/см²), морозостойкость F200 (200 циклов) с армированием стальной арматурой. Стены подвала, в монолитном исполнении поднимаются до отм. -0,700м и имеют переменную толщину 800 мм, 1000 мм и 1200 мм

В центральной части подвала расположены четыре монолитные железобетонные колонны (по две на каждой оси).

Перекрытие над подвалом выполнено в сборно-монолитном исполнении.

Отметка чистого пола подвальной части притвора и двух крылец -4,560. Отметка низа перекрытия над подвалом - 0,700 м. Относительная планировочная отметка прилегающей к зданию отмостки колеблется от -1,600 до -1,700 м.

Чистые полы выполнены из мраморных плит различного оттенка и цвета. По периметру всех основных помещений уложен плинтус из мраморных плит.

Внутренняя поверхность стен подвала оштукатурена известковым раствором, ошпатлёвана и окрашена водоэмульсионным составом в белый цвет.

Естественное освещение помещений подвала осуществляется через оконные проёмы, расположенные в верхней трети наружных стен. В оконных проёмах установлены деревянные оконные блоки с двойным не спаренным остеклением, из ценных лиственных пород дерева (дуб, бук). С наружной стороны оконные проёмы цоколя облицованы полированными каменными плитами тёмного цвета. Подоконные отливы выполнены из того же материала.

В дверные проёмы подвальных помещений установлены дверные блоки, изготовленные из хвойных пород дерева (сосна).

Наружная гидроизоляция стен подвала по проекту запроектирована из рулонного наплавленного битумно-полимерного материала «Изопласт», уложенного на грунт из битумного праймера.

Надземная часть цоколя здания (включая крыльцо Западного, Северного и Южного притвора) от отметки -1,700 м до отм. +/-0,000 облицована плитами из каменных материалов.

Ступени и площадки крылец выполнены из красного гранита.

Прилегающая к зданию отмостка выполнена из декоративной цементно-песчаной плитки с размерами 330 x 330 x 30 мм.

Здание оборудовано системой наружного ливнестока. Дождевые и талые воды сбрасываются по ним непосредственно на отмостку здания. Для предотвращения локального разрушения отмостки сточными водами, под устье каждого ливнесточного стояка уложена гранитная водо-отбойная профильная плита.

2.2. Результаты осмотра полов подвала

Примечание:

Размеры сравнительной марки (красного цвета) фигурирующей на изображениях: длина 100 мм, ширина 20 мм.

Полы подвала Собора.

Конструктивно полы подвала представлены в виде следующих слоёв:

- покрытие из мраморных плит – 20 мм;
- клеевой цементно-песчаный раствор -30 мм;
- два слоя (по 70-80 мм) выравнивающей цементно-песчаной стяжки – 150 мм;
- бетонное основание (фундаментная плита).

При осмотре подстилающих слоёв чистого пола отчётливо видно сильное увлажнение слоя выравнивающей цементно-песчаной стяжки. Это представлено на рисунке 9.

По периметру пола всех подвальных помещений уложен пристенный плинтус высотой 100 мм, изготовленный из мраморных плит толщиной 20 мм. Фиксация плинтуса к стене выполнена при помощи клеевого цементно-песчаного состава. В толще полов уложены стальные трубы для прокладки электрических кабельных сетей. Выпуски труб поднимаются на стены в виде открытых концов и распаячных коробок. Так как места

стыковки труб по длине не предусматривают их абсолютную герметичность и влага, находящаяся в стяжке пола, фильтруется внутрь труб и свободно растекается по всем помещениям подвала. В местах для удобства проведения ремонтных работ плинтус был демонтирован.

а)



б)



Рисунок 9 - Самодельный дренажный приямок. а) Северная сторона, б) Южная сторона (ось В, в рядах 8-9)

2.3. Стены подвала основного здания Собора.

Внутренние и наружные несущие стены подвала Собора выполнены из монолитного железобетона. Толщина стен переменная: 800,1000 и 1200 мм. Оперение стен происходит непосредственно на фундаментную плиту.

По стенам подвала выполнена высококачественная штукатурка из известково-песчаного раствора. Толщина штукатурного слоя колеблется от 10 до 50 мм. По штукатурке нанесена шпатлёвка, а затем стены были окрашены водоэмульсионным составом в белый цвет.

При осмотре наружных и внутренних стен подвала видны явные следы многократного замачивания штукатурного покрытия по низу. Так как штукатурка стен соприкасается с полами, то влага, содержащаяся в большом количестве в подстилающих слоях чистого пола, под действием капиллярных сил поднимается вверх и увлажняет её. Высота этого

увлажнения не превышает 1,5 метра. Максимальные объёмы замоченной штукатурки локализуются в местах сопряжения стен подвала Собора со стенами подвальных помещений Южной (Рисунок 10 а) и Северной (Рисунок 10 б) лестниц, а так же в местах выхода кабельных каналов



а)



б)



в)



г)

Рисунок 10 - а) Дверной проём, ведущий в подвальное помещение Южной лестницы. (ось Г, в рядах 8-9); б) Дверной проём, ведущий в подвальное помещение Северной лестницы. (ось К, в рядах 8-9); в) Внутренние колонны (в осях Е-Ж, ряд 7); г) Участок внутренней стены (ось Д, ряд 6)

электросетей из пола на стены и на тех участках, где кабельные сети близко подходят к стенам (Рисунок 10 в и г).

Процесс растворённых в воде солей, под действием сил давления кристаллизации, приводит к разрушению (разрыхлению) штукатурного слоя.

2.4. Венткамера №1. При осмотре стен в помещении, запроектированном под устройство венткамеры, расположенном в осях Г-Д, рядах 6-7, в наружной стене (по оси Г) виден технологический проем размером 1200х1200 мм который отображен на Рисунке 11 а. В связи с многочисленными изменениями в проектную документацию после ввода объекта в эксплуатацию данное помещение, а соответственно и проём в стене, не были использованы по назначению. Поэтому проём с наружной стороны стены был закрыт стальным листом толщиной 5 мм и прижат деревянной доской, после чего была произведена обратная засыпка пазух фундамента суглинком. Это отображено на рисунке 11 б. Соответственно в данном проеме с наружной стороны отсутствует гидроизоляция. Со стороны подвала проём был заложен керамическим щелевым кирпичом на толщину 120 мм, т.е. $\frac{1}{2}$ кирпича, оштукатурен и покрашена в общий цвет помещения. В результате этих действий в наружной стене осталось замкнутое пространство объёмом $1,20 \text{ м}^3$, которое со временем заполнилось водой и суглинком. В свою очередь вода, фильтруясь через кирпичную кладку, проникала в подвальное помещение. Происходило многократное замачивание и подтопление ограждающих конструкций.

а)



б)



Рисунок 11 - а) Не использованный технологический проём (ось Г, в рядах 6-7); б) Технологический проём (ось Г, в рядах 6-7). На снимке видны: обратная засыпка, доска, окрашенный стальной лист.

2.5. Электрощитовая. Осмотр электрощитовой, расположенной в осях И-К, рядах 4-5, показал следующее. В правом углу помещения в наружной стене, на высоте около 2-ух метров от чистого пола, выполнен узел ввода электрокабелей (Рисунок 12).

Конструктивно данный узел представляет собой группу гильз, заложенных в тело стены до её бетонирования. Гильзы изготовлены из стальной трубы на всю толщину стены с запасом по 50мм с каждой стороны. После прокладки электрокабелей должна выполняться герметизация с наружной и внутренней стороны здания. В настоящее время, периодически, через узел ввода происходит затекание дождевых и талых вод в помещение. На рисунке 13 видны многократные следы замачивания отделочного слоя. При этом, уровень воды на полу помещения (в периоды ливневых дождей) достигал 50 мм. По низу стен помещения видны характерные следы замачивания и вздутия известковой штукатурки. К настоящему времени администрация Собора собственными силами выполнила временную герметизацию узла ввода со стороны подвала, дабы исключить аварийное затопление помещения.



Рисунок 12 - Узел ввода кабелей в электрощитовую (ось К, в рядах 4-5).

2.6. Венткамера №2. В помещении венткамеры, расположенной в осях И-К, рядах 6-7, установлено и функционирует технологическое оборудование. Конструктивно проектом предусмотрено наличие в наружной стене помещения технологического проёма с размерами 1200 x 1200 мм. С наружной стороны цоколя здания к этому проёму примыкает тоннель воздухозаборной шахты, расположенной поодаль от здания Собора. Со стороны венткамеры данный проём закрывается технологическим шлюзом (камера воздухозабора). На рисунке 13 представлен шлюз оборудованный гермодверью для доступа обслуживающего персонала в наружный тоннель. Стены шлюза выполнены из одинарного керамического пустотелого кирпича, толщиной 120 мм. Наружный воздухозаборный тоннель выполнен из сборных железобетонных лотков перекрытыми плитами в соответствии с рисунком 20. Данную конструкцию применяют для прокладки подземных теплосетей. По проекту пол тоннеля должен иметь положительный уклон (т.е. уклон от стен здания), чтобы препятствовать притоку воды в венткамеру просочившейся в тоннель.

Однако по факту происходит периодическое подтопление воздухозаборного шлюза.



Рисунок 13 - Шлюз венткамеры (ось К, в рядах 6-7). Гермодверь.

Со слов обслуживающего персонала, вода течёт по полу тоннеля к стенам здания и уровень воды в шлюзовой камере поднимался до порога гермодвери. Вода просачивалась через кирпичную стену и растекалась по полу венткамеры. На рисунке 14 отчётливо видны следы многократного увлажнения известковой штукатурки по низу стен. На рисунке изображён узел проектной стыковки тоннельного железобетонного лотка с технологическим проёмом в цоколе здания.



Рисунок 14 - Узел стыковки воздухозаборного тоннеля (справа) с технологическим проёмом (слева) в наружной стене венткамеры (ось К, в рядах 6-7). Верх и низ.

На снимках отчётливо видно, что отсутствует герметичность стыковочного узла. А если принять во внимание, что здание Собора оборудовано системой наружного ливневого стока и вода стекает непосредственно на отмостку, то в этом случае ливневые осадки могут свободно проникать в тоннель. На рисунке 14 наблюдается увлажнение в зоне нижнего угла тоннеля.

Для предотвращения систематического поступления воды из воздухозаборного тоннеля в помещение венткамеры, ремонтным

персоналом была проведена работа по устройству защитного бетонного порога по низу технологического проёма. Данный порог отображён на рисунке 15 а. Помимо этого в полу лотка воздухозаборного тоннеля был вырезан небольшой приямок под насос «Гном» для откачки собирающейся воды рис. Это показано на рисунке 15 б.

а)



б)



Рисунок 15 - Воздухозаборный тоннель: а) защитный бетонный порог; б) дренажный приямок в полу тоннеля.

Несмотря на выполненные временные защитные мероприятия, в периоды ливневых осадков, таяния снегов, вода всё так же проникает в воздухозаборный шлюз. И если её не откачивать, то она поднимется выше уровня защитного бетонного порога и затопит шлюз.

2.7. Стены и лестничные марши подвальных помещений Южного и Северного крылец.

Стены подвальной части Южного и Северного крылец были изначально запроектированы в монолитном железобетонном исполнении. Однако в процессе строительства в состав проектной документации были внесены изменения и подземные конструкции крылец были изменены на

сборно-монолитный вариант. Фундаменты и стены Южного и Северного крылец имеют одинаковую планировку и выполнены «зеркально».

При осмотре, в конструкциях стен, перекрытий и лестниц выявлены следующие виды строительных материалов:

- Бетонные блоки стен типа ФБС;
- Кирпич керамический одинарный пустотелый в теле наружных и внутренних стен;
- Раствор цементно-песчаный;
- Штукатурка известково-песчаная по внутренней поверхности стен;
- Монолитные ж/б лестничные марши Лм1, Лм2;
- Конструкции лестничного марша Лм3 для визуализации недоступны;
- Не демонтированные дощатые щиты опалубки под лестничным маршем Лм2;
- Монолитные ж/б фрагменты наружных стен;
- Штукатурка гидроизоляционная на цементной основе по внутренней поверхности стен.

В подвальном помещении Южного и Северного крыльца наружные стены выполнены в сборно-монолитном исполнении. Сборными элементами являются унифицированные стеновые бетонные блоки тип ФБС, толщиной 600 мм, смонтированные на цементно-песчаном растворе. Согласно проекту стены из фундаментных блоков опираются на ленточный монолитный ж/б фундамент толщиной 150 мм [22], [23].

Сборно-монолитное исполнение наружных стен выполнено до отметки -1,900 м, а выше неё, цоколь крыльца выложен из керамического одинарного щелевого кирпича. При осмотре подвального помещения крыльца наблюдается повсеместное увлажнение наружных стен (рисунок 16).

а)



б)



Рисунок 16 - Южное крыльцо. Наружная стена к ряду 9: а) лестничный марш Лм2 с отм. -4,320 м на отм. -2,520 м; б) площадка перед Лм2 на отм. -4,320 м (справа наружная стена к оси Б).

Фильтрация влаги происходит как через крупноблочные конструктивные элементы стен, так и через монтажные швы. Помимо этого, происходит явное проникновение атмосферных осадков через конструкции перекрытия подвального помещения крыльца.

Перекрытие над подвалом крыльца выполнено из сборных ж/б элементов и монолитного участка между ними. Сборными ж/б элементами являются: плита перекрытия типа ПК48-12 и фрагмент аналогичной плиты шириной около 500 мм. Проектом было предусмотрено перекрытие в монолитном исполнении.

Лестничные марши выполнены в монолитном исполнении, однако внешний вид бетонной поверхности со стороны подвала представляет сильно пористую (ноздреватую) структуру. Причиной такого недостатка может служить отсутствие виброуплотнения бетонной смеси при её укладке в опалубку.

Внешний вид кирпичной кладки наружных стен говорит о том, что они подвергаются постоянному увлажнению это показано на рисунке 17.



Рисунок 17 - Южное крыльцо. Верхняя часть наружной стены к ряду 8

Принимая во внимание текущее физическое состояние строительных конструкций, можно предположить, что наружная оклеечная гидроизоляция значительно повреждена при обратной засыпке, либо вовсе отсутствует.

Под лестничным маршем Лм2 находится свободное замкнутое пространство. Для доступа в него был прорезан лаз который указан на рисунке 18.



Рисунок 18 - Южное крыльцо. Лаз под Лм2. Установленный насос «Гном»

Со стороны подвала этот строительный объём наглухо закрыт кирпичной перегородкой толщиной 250 мм, а с другой стороны, наружной стеной подвала крыльца. Её поверхность обмазана горячей битумной

мастикой (толщина слоя мастики около 2 мм) и оклеена рулонным наплаваемым битумно-полимерным материалом в два слоя.

При откопке котлована для строительства крыльца, изоляция была повреждена ковшом экскаватора или ручным инструментом. На потолке видна дощатая опалубка, покрытая толстым слоем белой плесени, на ощупь напоминающей плотный гриб [22], [23].

До момента пробивки лаза под лестничный марш Лм2, там в большом количестве накапливалась дренажная вода. Уровень воды достигал 0,5-0,6 м.

Вода постоянно насыщала ц/п стяжку пола подвала крыльца и подвала Собора. Со слов обслуживающего персонала, отчётливые признаки подтопления подвала Собора появились в 2006 году. В настоящее время обслуживающий персонал постоянно следит за уровнем воды и периодически её откачивает.



Рисунок 19 - Южное крыльцо. Глухое пространство под Лм2. Прямо: наружная стена Собора (ось Г). Слева: перегородка. Справа: наружная стена крыльца к ряду 9. Вверху: дощатая опалубка. Внизу: строительный мусор.

Северное крыльцо.

Проблемы с подтоплением, существующие на Северном крыльце, полностью аналогичны Южному крыльцу. Поэтому копировать описание не целесообразно.

Для визуального восприятия физического состояния строительных конструкций, будут отображены только материалы фотоотчёта с краткими пояснениями к ним.



Рисунок 20 - Северное крыльцо: а) наружная стена к ряду 8 (справа); б) наружная стена к ряду 9 (слева), в) Лестничный марш Лм2 на отм. -4,320 м на отм. -2,520 м.

На рисунке 20в отчётливо видны контуры фундаментных блоков типа ФБС. Поверхность стен влажная и покрыта рыхлыми солевыми отложениями.

До этого все стены собора были обработаны гидроизоляционным составом проникающего действия и штукатурены, но это не дало ожидаемого результата.

Рядом с откосом дверного проёма наружной стены подвала Собора по оси К в перегородке из пустотелого одинарного керамического кирпича

толщиной 250 мм прорезан лаз для доступа в пространство под ЛМ2 (рисунок 21).



Рисунок 21 - Северное крыльцо. Лаз в кирпичной перегородке под ЛМ2.

а)



б)



Рисунок 22 - Северное крыльцо. Глухое пространство под ЛМ2: а) наружная стена к ряду 9 (справа), на полу слой воды толщиной около 100 мм, вверху - дощатая опалубка ЛМ2; б) Прямо: наружная стена к ряду 9, внизу: самодельный дренажный приямок под насос, отм. -4,600 м.

Ризницы

При осмотре стен в помещении ризницы, выполненных в виде полукруга, в левой части полукруга (на высоте 2,0-2,3 м от чистого пола) видны следы многократного замачивания штукатурного материала. Следы увлажнения расположены по горизонтали, на длину около 2-ух метров и высоту около 0,5 метра. При вскрытии известково-песчаной штукатурки было зафиксировано следующее. На данном участке, в горизонтальном направлении, находится технологический (рабочий) шов, выполненный по проекту на границе между первым и вторым этапом бетонирования стены. При детальном рассмотрении очищенного от штукатурки участка стены становится видна причина фильтрации воды через толщу стены в помещение ризницы. А именно, при укладке в опалубку товарного бетона, на данном участке стены, виброуплотнение бетонной смеси выполнялось недостаточно тщательно. В результате чего образовалась макропористая структура готовой бетонной конструкции.

Надземная часть

На протяжении всего срока эксплуатации здания происходит постоянное увлажнение внутренней чистовой отделки оконных проёмов, а также нижней части деревянной коробки оконного блока. Результатом увлажнения является разрушение штукатурки оконного проёма и явные признаки начала гниения древесины коробки оконного блока.

Анализируя проектный и фактический вариант монтажа оконного блока и его наружной облицовки, можно сделать следующие выводы:

1. Непосредственная установка оконных блоков выполнена по проекту;
2. Внутренняя отделка откосов оконных проёмов выполнена по проекту;

3. При выполнении наружных работ по облицовке оконных проёмов каменными плитами зафиксировано следующее несоответствие проекту:

- каменная плита подоконного отлива должна быть цельной (по факту она смонтирована из двух частей);

- каменная плита подоконного отлива должна быть толщиной 60 мм, выступать за обрез чистовой облицовки цоколя на 100 мм и иметь по низу наружного края каплеотбойника (по факту плита отлива толщиной 20 мм; выступает за обрез облицовки цоколя от 10 до 50 мм; не имеет каплеотбойника);

- каменная плита подоконного отлива должна иметь ширину на 15-20 мм меньше ширины оконного проёма и соответственно являться основанием для опирания каменных плит боковой облицовки, а при выходе наружу, за обрез бетонной стены, она должна ещё уширяться на 25-30 мм с каждой стороны (по факту плита отлива имеет ширину в обрез с боковой облицовкой);

- в месте стыковки подоконного каменного отлива с четвертью под отлив в оконной коробке, должен укладываться тиоколовый герметик АМ-0.5 (по факту герметика нет, только цементный раствор);

Принимая во внимание перечисленные отклонения от проектного решения, делаем вывод: атмосферные осадки беспрепятственно проникают под плиту отлива со всех её четырёх сторон, вызывая тем самым вышеперечисленные повреждения строительных конструкций.

По всему наружному периметру цоколь здания облицован каменными плитами в два яруса.

Первый ярус, с планировочной отм. -1,700 м и до отм. -1,200 м, облицован полированным чёрно-розовым гранитом толщиной 20 мм, уложенным на цементный клеевой состав.

Второй ярус, с отметки -1,200 м и до отм. +/-0,000 м, облицован полированными мраморными плитами светло-серого тона, толщиной 30 мм. Крепление плит к цоколю выполнено при помощи анкерных крючьев (навесная облицовка).

При осмотре первого яруса облицовки цоколя, выявлены участки, на которых происходит отрыв каменных плит (в некоторых местах с разрушением самих плит) по причине зимнего размораживания цементно-клеевой основы, постоянно насыщаемой капиллярной влагой исходящей от отмостки. Максимальные повреждения наблюдаются с Южной стороны Собора, т.к. именно с этой стороны в зимний период происходит циклическое изменение температуры. В тех местах, где совместно расположен внешний угол облицовки первого яруса и ливнесточная труба, происходит отрыв и смещение даже верхнего гранитного пояса.

Облицовка цоколя крылец выполнена из того же материала, что и первый ярус цоколя Собора.

Верхнее лицевое покрытие крылец дренирует через межплитные швы атмосферные осадки, которые, в свою очередь, увлажняют цементно-песчаную клеевую основу облицовки цоколя. Влажная цементно-песчаная основа в зимнее время замерзает и отрывает каменные плиты. Помимо этого происходит постоянное увлажнение кирпичных стен крылец.

Гранитное покрытие крылец (плиты и ступени) не имеет должного свеса над цоколем (всего 6-10 мм), не говоря уже об отсутствии каплеотбойника по нижней кромке плит. Во время небольших осадков часть воды испаряется, а остальная дренирует в грунт.

В надземной части цоколя, по всему периметру здания выполнены оконные проёмы, в которые установлены отдельные оконные блоки, с двойным не спаренным остеклением, из ценных пород дерева (дуб, бук). Отметки низа и верха оконного проёма -1,500 м и -1,000 м соответственно, а ширина проём составляет 700 мм. Внутренние откосы оконных проёмов

выполнены с раскрепом. Назначение раскрепа – увеличение светопропускной способности оконных проёмов. С максимальным раскрепом выполнена подоконная плоскость. Оконные блоки были установлены в проёмы с применением полиуретановой монтажной пены. После установки оконных блоков, нижняя половина оконных проёмов с наружной стороны была облицована полированными гранитными плитами, толщиной 20 мм. Плиты уложены на клеевой цементный раствор. А верхняя половина наружных откосов оштукатурена и окрашена в белый цвет. С внутренней стороны откосы оконных проёмов оштукатурены известково-песчаным раствором. Толщина штукатурки около 50 мм.

2.8. Вывод по второй главе

1. При имеющихся нарушениях существующего гидроизоляционного покрытия необходимо выполнить ремонтную гидроизоляцию в кратчайшие сроки.

2. В результате обследования были определены причины затопления подвальной части Спасо-Преображенского собора.

3. Определена неэффективность проникающей штукатурной гидроизоляции, на основании чего была разработана другая технология выполнения ремонтных работ по гидроизоляции.

4. Эффективность выполнения ремонтной гидроизоляции напрямую зависит от фактического состояния строительных конструкций.

Глава 3. Выбор материала и способа гидроизоляции при помощи технико-экономического сравнительного анализа

После того как мы провели обследование подземной части здания, перед нами возникла проблема выбора способа, а так же подбора эффективного материала для гидроизоляции, при помощи которых можно провести ремонтные работы надлежащего качества.

В свою очередь ремонтные работы делятся на два типа: выборочный ремонт и сплошной ремонт.

При выборочном ремонте для получения качественного результата, необходимо убедиться, в том, что остальные участки и узлы сооружения являются герметичными, в противном случае, гидроизоляция одного участка может привести к появлению протечки в других местах.

Сплошной ремонт является более дорогим, но безопасным, с точки зрения предотвращения повторных работ.

Выбор гидроизоляции для конкретных условий производился, руководствуясь основными критериями отбора. Критерии выбора гидроизоляции имеют многоуровневый подход, который предполагает решение многочисленных задач: технологических, эксплуатационных, технических, экономических и экологических.

Выбор оптимального гидроизоляционного материала для ремонта подвальной части Спаса Преображенского Собора должен соответствовать следующему ряду факторов:

- Выдерживать гидростатический напор воды. Имеется гидростатическое давление на внешнюю поверхность стен. Глубина залегания подошвы фундамента -5,2 м. Капиллярный подъем воды для макропористых суглинков – 1,6 м.

- Быть абсолютно водонепроницаемым;

- Обеспечивать допустимую влажность внутреннего воздуха в помещении;

- Противостоять агрессивности среды.
- Применяться для сборных блоков ФБС;

Проанализировав существующие материалы и технологии гидроизоляции, для сравнительного анализа были подобраны следующие гидроизоляционные материалы:

- Инъекционная гидроизоляция на основе двухкомпонентной полиуретановой смолы MasterInject 1325;
- Гидроизоляция проникающего действия Пенетрон;
- Торкретирование цементно-песчаным составом;
- Обмазочная битумно-полимерная мастика типа Технониколь №33;
- Наплавляемая гидроизоляция в 3 слоя марки Техноэласт Альфа;

3.1. Выбор эффективного материала и способа гидроизоляции при помощи сравнительного анализа

Выбор эффективного материала для ремонтно-восстановительных работ производился по ряду критериев.

3.2. Трудоемкость и технологичность

Один из основных факторов выбора способа гидроизоляции является технологичность, которая напрямую влияет на сроки выполнения работ. Показатель технологичности зависит от сложности выполнения работ по гидроизоляции. В зависимости от способа работ, может потребоваться высококвалифицированный персонал и специальное оборудование.

Ввиду необходимости выполнения ремонтных работ по восстановлению гидроизоляции подвальной части Спасо-Преображенского Собора, к используемым материалам предъявляются повышенные требования.

Для выполнения инъекционных работ двухкомпонентной эпоксидной смолой необходимо специализированное оборудование:

инъекционный насос способный нагнетать смесь в тело бетона под высоким давлением (до 25атм), пакеры (приспособление герметично закреплённое в теле бетона). Он выполняет роль впускного клапана. Трудоемкость составляет 3.9 чел-ч/м².

При выполнении гидроизоляции проникающего действия Пенетрон необходимо тщательно подготовить поверхность. Так как от нее будет зависеть окончательный результат и проникающей эффект. Пенетрон наносится на поверхность при помощи шпателей с толщиной слоя до 5мм. Трудоемкость составляет 3.1 чел-ч/м².

Данный способ желательно выполнять в комплексе с другими видами гидроизоляций к примеру с оклеечной.

Торкретирование выполняется цементно-песчаным составом который на высокой скорости послойно ложится в подготовленную, армированную опалубку. Для выполнения работ необходима специализированная таркрет-установка. Трудоемкость составляет 5.72 чел-ч/м².

Обмазочная гидроизоляция при помощи мастики Технониколь №33.

При выполнении работ поверхность зачищается, просушивается горелками, а затем грунтуется в несколько слоев битумной мастикой при помощи малярного валика, кистей, швабр, распылительных установок. Трудоемкость составляет 3.7 чел-ч/м².

Данный способ желательно выполнять в комплексе с другими видами гидроизоляций к примеру с оклеечной.

Оклеечная гидроизоляция представляет собой рулонный материал на битумной основе, который при нагревании наносится на подготовленную поверхность в несколько слоев при помощи газовых горелок. Трудоемкость составляет 4.1 чел-ч/м².

Диаграмма сравнения результатов показателей трудоемкости в чел-ч/м² приведена на графике 1.

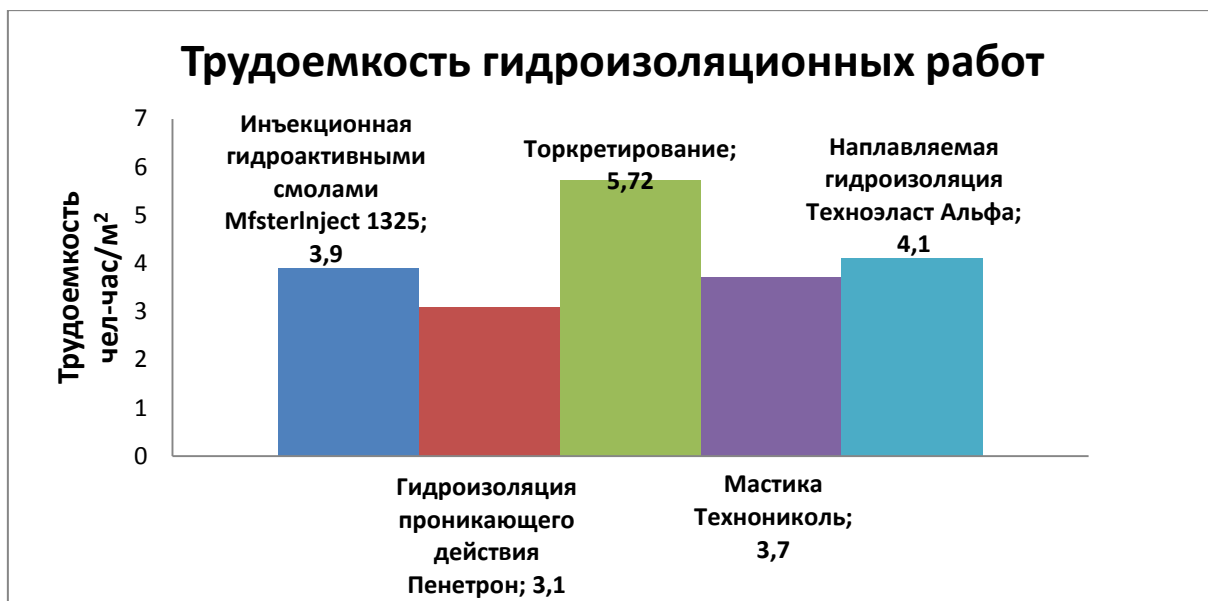


График 1 - Диаграмма показателей трудоемкости в чел-ч/м²

В связи с тем, что не все способы гидроизоляции возможно применить с внутренней стороны подвала, то для выполнения работ необходимо задействовать строительную технику для откопки фундамента.

При откапывании фундамента изъятый грунт необходимо будет транспортировать в отвал на расстояние около 2 км от Собора. Объем изъятых грунта будет составлять около 700м³.

В зоне работы экскаватора и подъезда самосвалов необходимо снять ручную тротуарную плитку в размере 800м².

В процессе гидроизоляционных работ не стоит забывать про закрепление откосов котлована т.к. глубина траншеи составляет 3,5 метра. Так же необходимо продумать систему отвода сточных вод от отмостки Собора.

После проведения гидроизоляционных работ необходимо привезти грунт, засыпать его с послойным уплотнением, а также уложить плитку.

Диаграмма сравнения результатов показателей трудоемкости в маш.-ч приведена на графике 2.

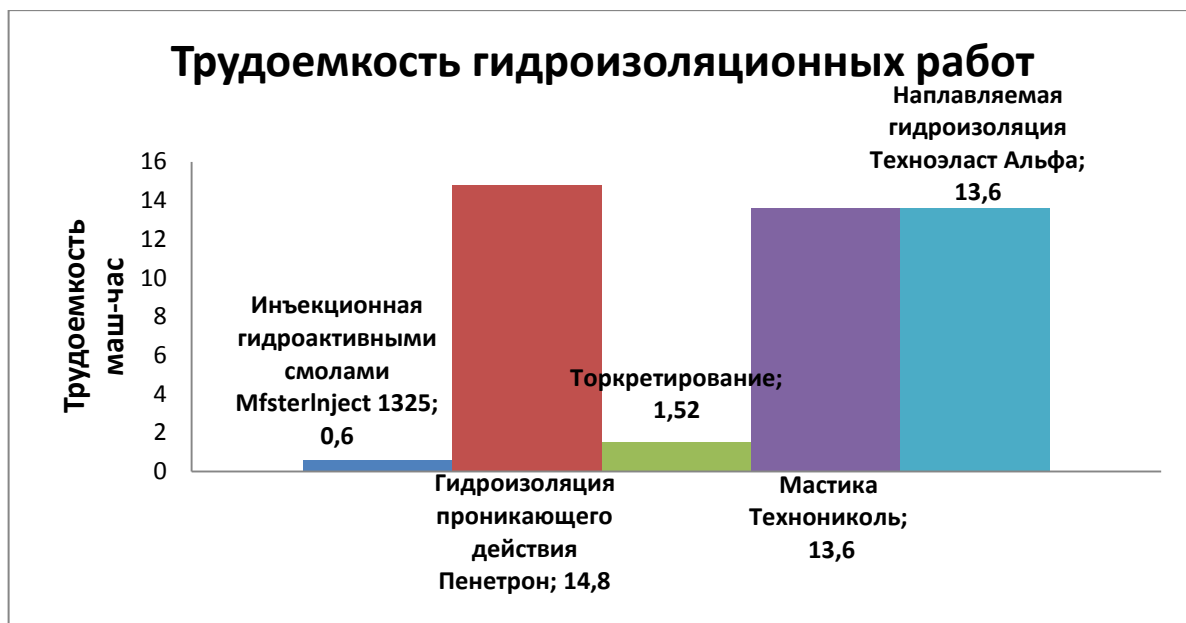


График 2 - Диаграмма показателей трудоемкости маш-час.

3.3. Долговечность

Наружная гидроизоляция подвала трудно поддается ремонту, т.к. снаружи возникает необходимость производства земляных работ, вследствие чего необходимо снимать тротуарную плитку в зоне работы. Так же необходимо транспортировать грунт в отвал. В результате необходимо закрыть весь церковный комплекс на ремонт. Поэтому долговечность является основным критерием отбора гидроизоляции.

-Инъекционная гидроизоляция двухкомпонентными эпоксидными смолами – срок службы сопоставим со сроком службы самой конструкции;

-Гидроизоляция проникающего действия Пенетрон - срок службы составляет 40лет;

-Торкретирование – срок службы 40 лет;

-Окрасочная гидроизоляция мастикой Технониколь №33 - срок службы составляет 20лет.

-Наплавляемая гидроизоляция Технониколь Альфа – срок службы составляет 30лет.

Все данные о сроке эксплуатации указаны при правильном выполнении гидроизоляции и соблюдении всех норм и правил при ее монтаже [33].

Диаграмма показателей срока службы для различных гидроизоляционных материалов приведена на графике 3.



График 3 – Диаграмма показателей срока службы гидроизоляционных материалов

3.4. Стоимость

Установлено, что причиной протечки подвала является нарушение или вовсе отсутствие гидроизоляционного покрытия. В связи с этим деньги для работ по ремонту гидроизоляции будут выделены из фонда пожертвований граждан и организаций. Ее стоимость должна соответствовать качественному результату выполненных работ.

Инъекционная двухкомпонентная гидроизоляция на основе эпоксидной смолы – стоимость работ составляет от 1500 до 4000 руб/м²;

-Гидроизоляция проникающего действия Пенетрон - стоимость работ составляет 480 руб/м²;

- Торкретирование – стоимость работ составляет 580р/м2;
 - Окрасочная гидроизоляция мастикой Технониколь №33 - стоимость работ составляет 450 руб/м2;
 - Наплавляемая гидроизоляция Технониколь Альфа – стоимость работ составляет 500 руб/м2;
- Диаграмма стоимостных показателей для различных гидроизоляционных материалов приведена на графике 4.

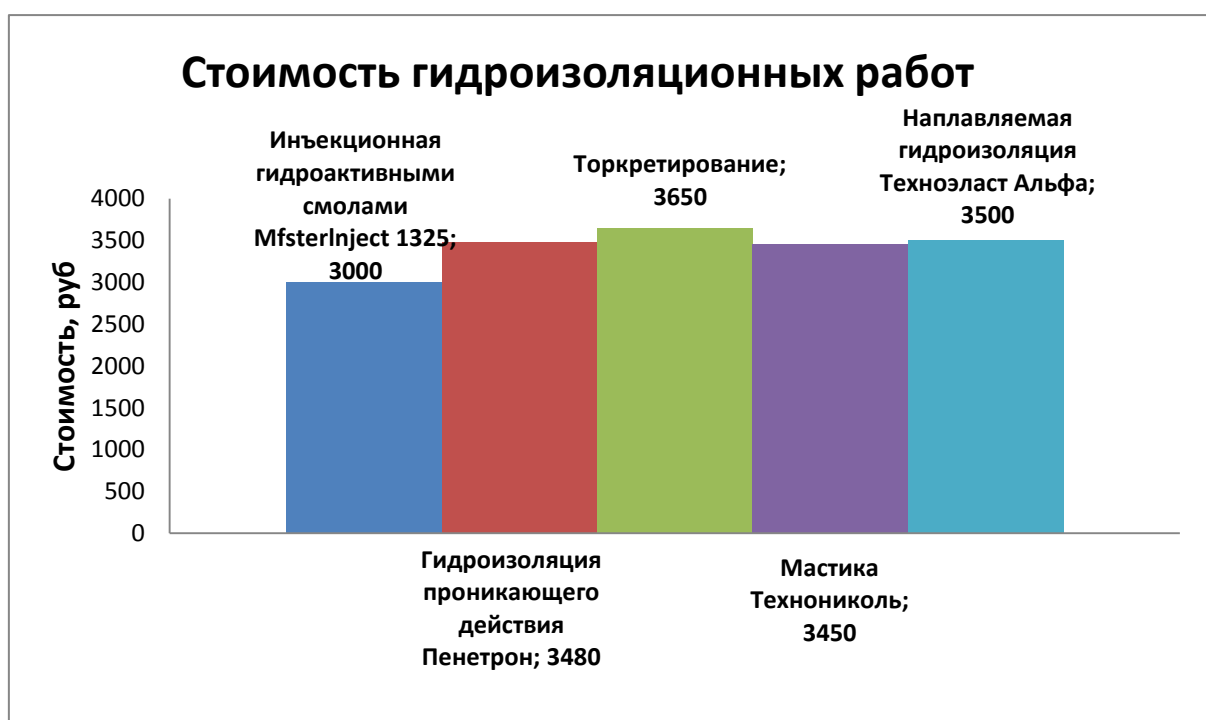


График 4 - Диаграмма стоимостных показателей

3.5. Прочностные показатели сцепления с бетоном

Самым важным показателем гидроизоляционного материала является его адгезионные свойства. От них зависит эффективность работы материалов, а так же их долговечность. Если прочность сцепления гидроизоляционного материала и бетона не высокая, то свойства любого материала будут утрачены. Адгезионные свойства в большинстве случаев зависят от правильно подготовленной поверхности на которую будут наносить материал.

Инъекционная двухкомпонентная гидроизоляция на основе эпоксидной смолы – проникает в тело бетона, образуя единую целую конструкцию. Имеет максимальные адгезионные показатели;

-Гидроизоляция проникающего действия Пенетрон- попадает в наружный слой бетона образуя защитную поверхность при этом имеет максимальные адгезионные показатели;

-Торкретирование – прочность сцепления с бетоном 0,8МПа;

-Окрасочная гидроизоляция мастикой Технониколь №33 – прочность сцепления с бетоном 0,25МПа;

-Наплавляемая гидроизоляция Технониколь Альфа – прочность сцепления с бетоном 0,7МПа;

Диаграмма прочности сцепления с бетоном для различных гидроизоляционных материалов приведена на графике 5.

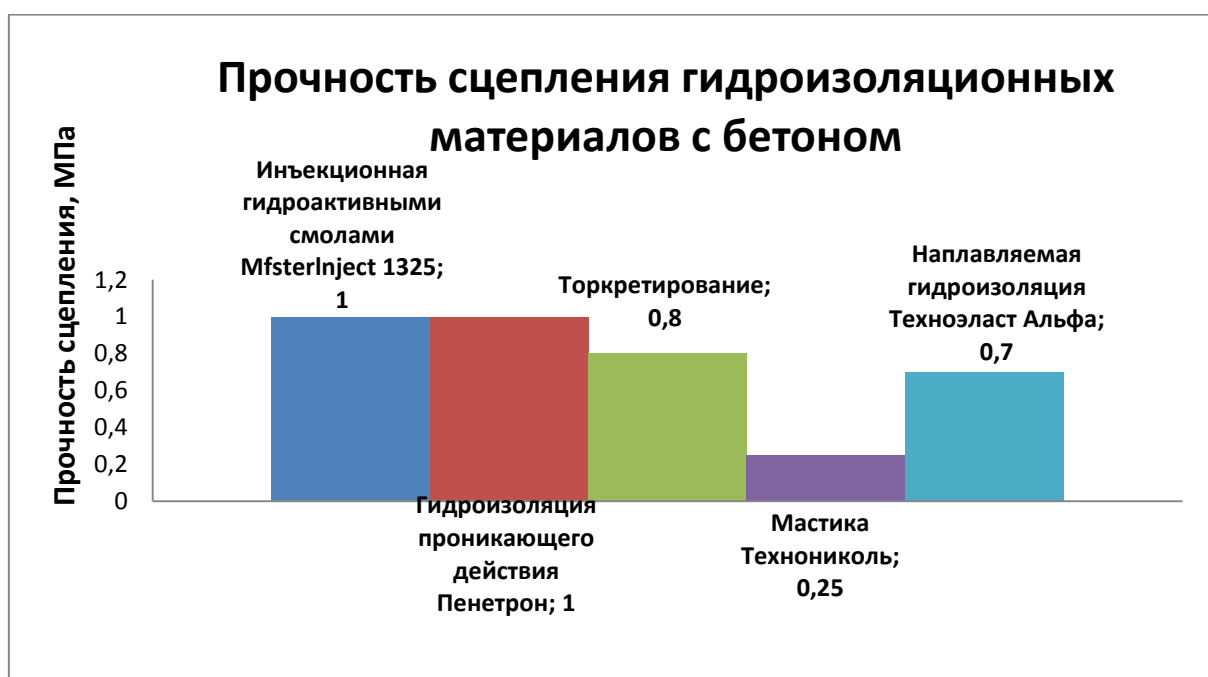


График 5 - Диаграмма показателей прочности сцепления

3.6. Выбор способа гидроизоляции по результатам сравнительного анализа

После проведения обследования подвального помещения Спасо-преображенского собора были выявлены причины и места локальных протечек.

По итогам испытания неразрушающего метода были определен характер и локальные места протечек.

Опираясь на данные полученные при обследовании, был проведен сравнительный анализ материалов и способов гидроизоляции.

Для сравнительного анализа были выбраны 5 наиболее эффективных способов, которые отличаются друг от друга технологией нанесения на рабочую бетонную поверхность.

Так же были подобраны материалы близкие по техническому составу с импортными образцами.

Осуществив сравнительный анализ материалов по приведенным показателям, был сделан выбор в пользу выполнения работ по ремонту подвала инъекционным составом двухкомпонентной гидроактивной полиуретановой смолой MasterInject 1325.

Главное преимущество данного материала – способность проводить инъекционные работы надлежащего качества с внутренней стороны подвала не закрывая весь церковный комплекс на ремонт. Способность защитить строительные конструкции от грунтовых вод и созданием внутри стен и фундаментов мощных гидробарьеров.

Гидроактивная полиуретановая смола имеет высокую стойкость к химической среде и при контакте с водой начинает быстро увеличиваться в объеме до 20 раз от своего первоначального объема. Тем самым вытесняя воду и заполняя поры, трещины и капилляры в строительных конструкциях подвала.

Глубина проникновения компонентов напрямую зависит от состояния конструкции. Срок службы сопоставим со сроком службы самой конструкции. Более того, инъекционный состав улучшает характеристики самого бетона, повышая его плотность и водонепроницаемость [34].

Выполнение комплекса работ не трудоемко, что актуально в рамках объекта, не требуется сухая поверхность бетона.

3.7 Проведение ремонтных работ подвала Спасо-Преображенского Собора

3.7.1. Общие положения

Для достижения наибольшей эффективности усиления, ремонта и оптимизации расходов в работе применялась двухкомпонентная низковязкая смола MasterInject 1325 на полиуретановой основе, без растворителей. При контакте с водой она увеличивается в объеме, что значительно экономит расход и обеспечивает требуемую наполняемость внутренних пустот и быстро образует плотную жестко-эластичную пену с мелкопористой структурой. Её набор прочности соответствует классу бетону В30. Смешанный материал предназначен для инъектирования посредством однокомпонентного насоса [36].

3.7.2. Контроль качества и приемка гидроизоляционных работ

При выполнении гидроизоляции строительных конструкций был осуществлен входной, технологический и приемочный контроль. В ходе данного контроля было проверено соответствие поступающих на объект материалов и изделий действующим стандартам, техническим условиям.

При приемочном контроле было проверено соответствие работ проекту на отдельных участках.

Наилучшим методом контроля гидроизоляции, выполненной методом инъектирования, являются натурные испытания – пролив водой рабочих участков посредством подачи воды.

При обнаружении дефектов в зоне рабочих участков производится повторное инъектирование.

Так же в ходе инъекционных работ не стоит забывать про технику безопасности.

Работы по устройству гидроизоляции строительных конструкций следует выполнять с соблюдением требований СНиП «Техника безопасности в строительстве». К выполнению работ допускаются рабочие не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обученные безопасным методам труда и имеющие соответствующие удостоверения. Лица, страдающие кожными и хроническими заболеваниями верхних дыхательных путей или слизистых оболочек глаз, к работе не допускаются. До начала работ на объекте каждый рабочий-гидроизолятор должен пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

В рабочей зоне должно быть оптимальное и допустимое показание микроклимата.

3.7.3 Техническое описание материала MasterInject 1325

MasterInject 1325 – Двухкомпонентная низковязкая смола на полиуретановой основе, без растворителей. При контакте с водой быстро образует плотную жестко-эластичную пену с мелкопористой структурой. Смешанный материал предназначен для инъектирования посредством однокомпонентного насоса.

Данный материал применяется:

- Временная остановка напорных течей в бетоне, кирпичной и каменной кладке.
- Инъектирование в трещины, стыки, пустоты, швы, дефекты конструкций.

- Гидроизоляция дефектов в конструкциях гидротехнических сооружений – резервуары, дамбы, бассейны, колодцы, коллекторы и пр.
- Гидроизоляция подземных частей зданий и подземных сооружений.
- Гидроизоляционные работы снаружи и внутри.

Материал применяется во влажных конструкциях, трещинах и швах. При этом увеличение объёма, в результате вспенивания, происходит более чем в 3-5 раза от первоначального объема. Образованная пена не растворяется и не вымывается водой и устойчива к постоянному контакту с ней.

При производстве работ оптимальной температурой рабочего состава можно считать +5 до +25 °С. Температура атмосферы рабочей зоны не оказывает значительное влияние на процесс пенообразования. Поэтому допускается применять материал при температурах ниже 0 °С, при условии предварительной подготовки компонентов. При температуре рабочего состава порядка 0 °С – скорость процесса пенообразования может снизиться в 3-4 раза, а коэффициент вспенивания может уменьшиться с 10-30 до 3-8 раз. Вспененная гидроактивная смола является барьером для поступления воды в тело конструкции.

Процесс смешивания происходит в специализированных ёмкостях, количественные отношения компонентов дозированы в необходимой пропорции. Особое внимание следует уделить отсутствию влаги в используемых ёмкостях и приспособлениях. Смешивание компонентов необходимо проводить в месте, защищённом от прямого воздействия влаги. В случае обнаружения следов влаги их необходимо удалить ветошью, а соответствующее место промыть ацетоном и просушить.

Желательно за сутки до планируемого применения материала, поместить его в помещение с температурой +17 – +22 °С. Не следует оставлять без внимания состояние рабочего состава. Поскольку при определённых условиях (повышенная температура, влажность воздуха,

попадание воды, УФ-свет) может начаться активация процесса пенообразования в рабочей ёмкости.

Характерными признаками активации является образование тонкого слоя жидкой микроструктурной пены, сопровождаемое разогревом состава. Следует отметить, что инъектирование можно проводить даже при незначительном пенообразовании в рабочей ёмкости, т.к. на начальной стадии процесса (5-15 мин), свойства образующееся пены близки к реологическим свойствам рабочего состава. Все данные материала указаны в таблице 2.

Таблица 2- Технические характеристики.

Характеристики	Ед. изм.	MasterInject 1325
Цвет:	-	Коричневый
Плотность (при 20°C)	г/см ³	1,15
Вязкость по Брукфлинду	Мпа*с	300
Температура нанесения (подложка и материал)	°C	От+5 до +30
Расширение пены при 23°C (10% катализатора)		Без Пены-ок. 1:40-45
Расширение пены при 23°C (5% катализатора)		Без Пены-ок. 1:40-50
Точка вспышки	°C	180
Время отверждения измеряется при 20°C и относительной влажности 65%. Время отверждения увеличивается при более высокой температуре и сокращается при более низких температурах. Приведенные технические данные получены в результате статистических исследований и не представляют собой минимально гарантируемых значений.		

Материал MasterInject 1325 поставляется и храниться в оригинальной металлической таре ёмкостью 20 и 10 л.

Склад хранения должен соответствовать следующим требованиям:

- помещение должно быть сухим и вентилируемым;
- температура хранения должна быть не менее + 0 °C, хотя допускается временное хранение материала при температуре до – 10 °C.

3.7.4. Кинетические характеристики процесса пенообразования

Данные характеристики соответствуют рабочему составу с температурой +15 °С и такой же температурой воздуха рабочей зоны. Температура основания должна быть от +5°С до +30°С. Возможны различные соотношения компонентов смеси, каждая пропорция изменяет время реакции и кратность пенообразования. Время считается с момента инъецирования, т.е. активации в результате увеличения давления и взаимодействия рабочего состава с конструкцией.

- Начало процесса пенообразования – 5-7 мин;
- Активная фаза процесса пенообразования – 15-20 мин;
- Начало отверждения вспененной формы – от 15 до 30 мин;
- Приобретение твёрдой ячеистой структуры – от 20 до 50 мин;
- Полное отверждение – 10-15 ч;

Конечной формой материала является ячеистый полимер с регулярной и замкнутой структурой пор.

Физические характеристики компонентов Компонент А (основы) Компонент Б (катализатора) и их пропорция смешивания.

Таблица 3- Время реакции при пропорции смешения 1,25 кг катализатора (примерно 5% катализатора от общего количества смеси).

Условия	изм	Время реакции как функция температуры и пропорция					
Температура:	°С	+5	+10	+15	+20	+25	+30
Пропорция: -Основа: -Катализатор:	Кг	25 2,5	25 2,5	25 2,5	25 2,5	25 2,5	25 2,5
Начало реакции, час	час	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Окончание реакции, час	час	16	15,5	15	14	13,5	13,5
Коэффициент пенообразования, ок		29	33	37	43	45	43
Относительная влажность	%	55	55	55	55	55	55
Испытания проводились с добавлением 10% воды для модифицирования влажной трещины. В каждом конкретном случае необходимо корректировать дозировку							

Таблица 4- Время реакции при пропорции смешения 2,5 кг катализатора (примерно 10% катализатора от общего количества смеси).

Условия	изм	Время реакции как функция температуры и пропорция					
Температура:	°С	+5	+10	+15	+20	+25	+30
Пропорция: -Основа: -Катализатор:	Кг	25 2,5	25 2,5	25 2,5	25 2,5	25 2,5	25 2,5
Начало реакции, час	час	0,19	0,15	0,11	0,09	0,09	0,08
Окончание реакции, час	час	1,35	1,25	0,75	0,6	0,58	0,55
Коэффициент пенообразования, ок		29	33	37	43	45	43
Относительная влажность	%	55	55	55	55	55	55
Испытания проводились с добавлением 10% воды для модифицирования влажной трещины. В каждом конкретном случае необходимо корректировать дозировку							

3.7.5 Порядок производства работ

Перед началом работ был выполнен подготовительный этап. В него входило определение вертикальных и горизонтальных рабочих участков поверхности, а именно выявление мест протечек, определение границ рыхлого слоя бетона и штукатурки. После этого зачищается поверхность фундаментных блоков от непрочного, отслоившегося бетона и расширяются межблочные швы в глубину на 30-50мм.

После расшивки швов необходимо восстановить грани фундаментных блоков при помощи цементно-песчаного раствора с добавлением фибры для микроармирования. Из-за большой ширины шва их необходимо заделать пластичным материалом [27].

В качестве пластичного материала использовался двухкомпонентный полиуретановый герметик холодного отверждения для межпанельных швов марки ВИЛАД 30. Схема выполнения работ по восстановлению граней блоков ФБС и заделывание шва изображено на рисунке 23.

После проделанных работ необходимо правильно разметить инъекционные центры по обе стороны от шва, как на вертикальной, так и на горизонтальной поверхности.

Угол шпура под инъекторы (пакеры) должен составлять 45 градусов, а расстояние между соседними инъекционными центрами вдоль шва — 150-200 мм. Расстояние от инъекционного центра до шва составляет - 50 мм.

Чаще используется шахматный порядок размещения пакеров с двух сторон шва [24], [25]. Глубина шпуров составляет $\frac{2}{3}$ от толщины стен. Продольная ось шпура должна пересекать центральную ось рабочего горизонта на расстоянии 200-350 мм от поверхности, в толщине бетонного массива.

Необходимо очистить шпур от остатков бурения и прочего строительного мусора сжатым воздухом или водой под давлением для



Рисунок 23 - Вид выполненных работ по разшивке и заделыванию швов материалом Вилад 30 в натуре

обеспечения наилучшей фиксации пакеров. Схема расположения пакеров представлена на рисунке 24.

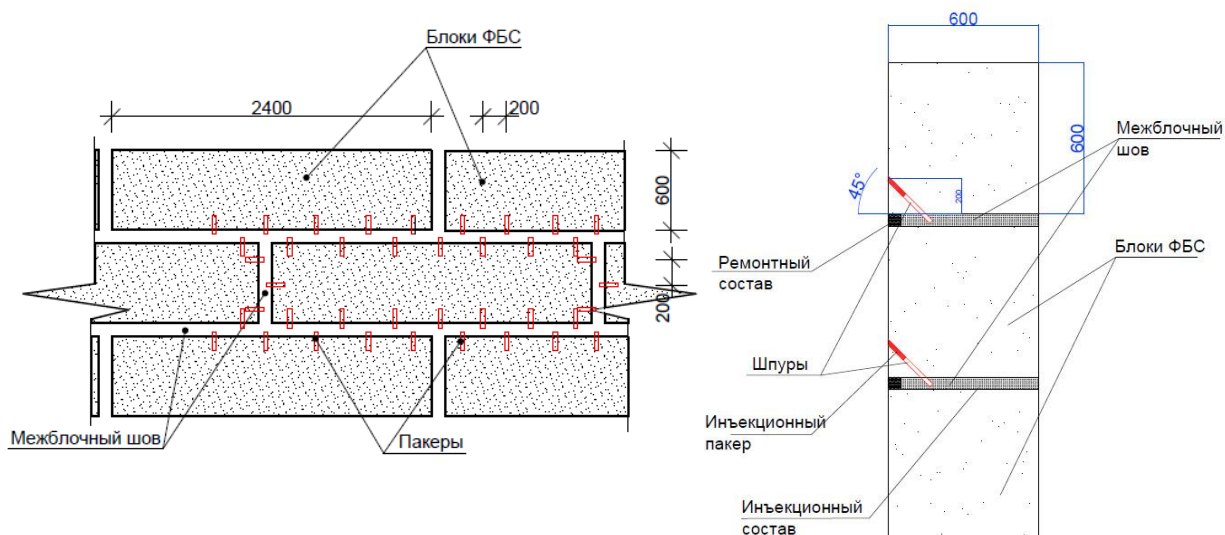


Рисунок 24 - Схема расположения пакеров

Перед началом инъектирования производится подготовка рабочего инструмента (перфоратора, буров, однокомпонентного насоса для инъектирования, молотка, пакеров) [11].

На рисунке 25 изображен инъекционный насос высокого давления.

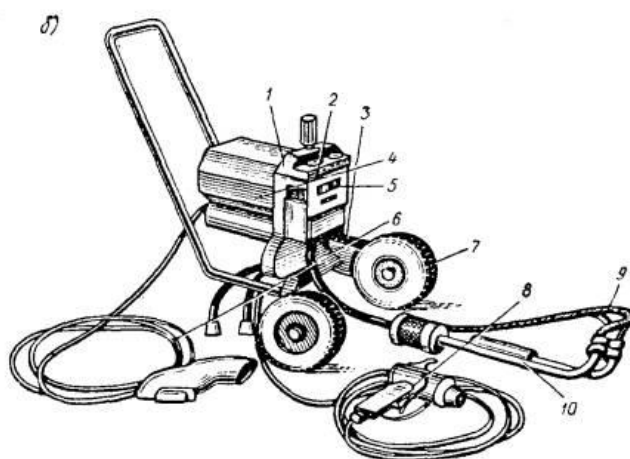


Рисунок 25 - Инъекционный однокомпонентный насос: 1-насос; 2-тележка с рукояткой; 3-электродвигатель; 4-выключатель и защитно-отключающее устройство; 5-электрокабель; 6-колеса; 7-пистолет для инъектирования; 8-рукав высокого давления; 9-всасывающая система.

Производится установка и закрепление пакера. Пакер это инъекционное специализированное приспособление, предназначенное для инъектирования материалов в тело бетона. Пакер изображен на рисунке 26.

В зависимости от используемых инъекционных материалов и целей работ пакер может быть разной длины и диаметра. Рекомендуемое рабочее давление таких пакеров составляет 5–25 бар. Основное условие при выборе длины и конструкции пакера – это возможность его прочного крепления в отверстии [24], [25].

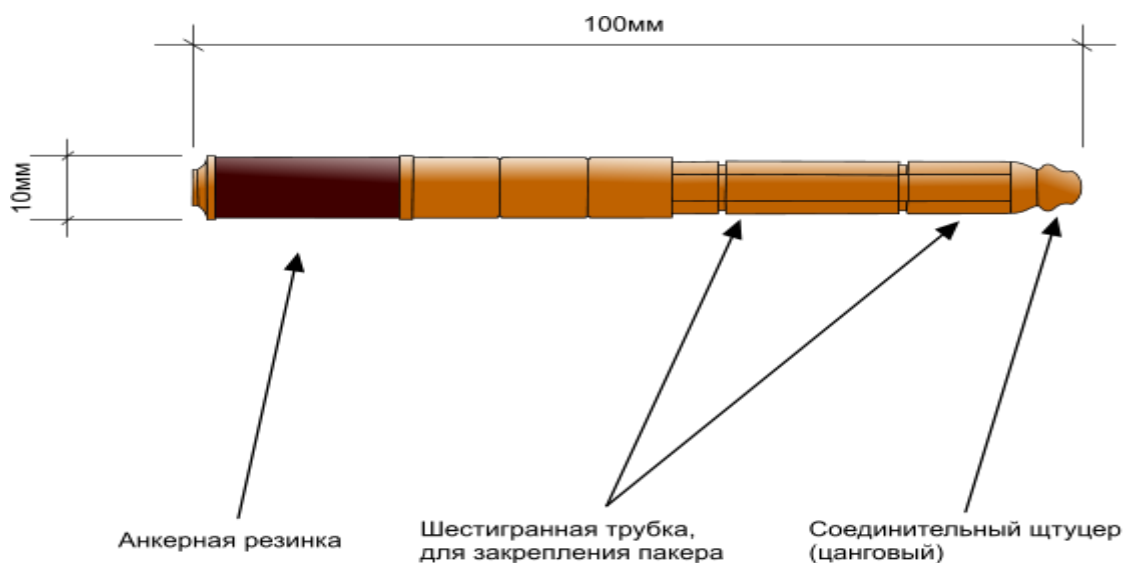


Рисунок 26 - Пакер (инъектор)

При проведении работ необходимо убедиться, что в насосе отсутствует вода, растворители и прочие примеси.

В поставляемых ёмкостях, количественные отношения компонентов дозированы в необходимой пропорции. Перед инъектированием компонент «А» смешивается с использованием дозирующих ёмкостей с компонентом «В» в рабочей ёмкости в объёмных отношениях. Смешивается низкоскоростной мешалкой (300 об/мин) до гомогенной структуры как минимум 3 минуты.

Инъектирование выполняется с использованием материала MasterInject 1325, производитель BASF (Россия). Как на вертикальной, так и на горизонтальной поверхности работы проводятся последовательно.

Вертикальное инъектирование необходимо проводить снизу-вверх, а при горизонтальных – это не имеет значения. При горизонтальных работу можно проводить, начиная от середины и двигаясь сначала влево, а потом вправо.

Соседние пакеры должны быть без верхнего штуцера с обратным клапаном. Наилучшим результатом инъектирования считается появление полимерной композиции по всей длине трещин и в соседнем инъекторе. Последнее условие особенно важно. Таким образом, происходит постепенное заполнение и уплотнение пространства в зоне герметизации шва. В случае отсутствия требуемого результата после первого инъектирования, производится повторное инъектирование.

Всего количество инъектирований в один пакер может достигать 4-5. Так как вода движется по пути наименьшего сопротивления, во время ремонтных работ заполнение швов и трещин может перенаправить воду по другим путям.

Перед выполнением повторного инъектирования в рабочий пакер, предварительно снимается верхний штуцер с обратным клапаном и очищается в растворителе. Канал в пакером очищается с помощью дрели и тонкого сверла. В случае невозможности повторного использования рабочего пакера рядом с ним устанавливается новый.

Инъектирование прекращается в случае повышения и поддержания давления на манометре рабочего трубопровода более 25 Атм, более 3 мин. Также инъектирования прекращается в случае увеличенного расхода рабочей композиции без повышения давления на рабочем трубопроводе. В таком случае, в данной зоне, выполняется повторное инъектирование.

Средний расход материала, в пересчёте на один инъекционный центр, для каждого случая имеет своё значение и определяется практически, путём проведения серии контрольных работ на конкретном объекте. Расход полимерной композиции при инъектировании железобетонных конструкций, в случае наличия прямой фильтрации влаги, средний расход на один пакер обычно составляет от 100 до 1400 г.

Через каждые 30-40 мин работы насос и рабочие трубопроводы промываются растворителем. В случае проведения работ при температуре атмосферы рабочей более 27 градусов необходим дополнительный контроль над состоянием рабочей формы полимерной композиции – существует опасность быстрого её отверждения. При этом промывка инструмента и оборудования должна осуществляться через 15-20 мин.

3.7.6. Завершительный этап

После выполнения инъекционных работ, через 5 дней необходимо удалить пакеры с поверхности бетона. При необходимости применяются специальные приспособления типа фомки. Затем заполняются полости шпура (зачеканивается) и восстанавливается защитный слой бетона при помощи цементно-песчаным составом.

После выполненных работ было произведено повторное испытание методом неразрушающего контроля. Для имитации дождя потребовался шланг и достаточное давление воды.

После тщательного пролива основания фундамента, замачивание наружных стен замечено не было.

Т.к. в большинстве случаев протечка фундамента Спасо-Преображенского Собора начинались после дождя и сезонных осадков, то это было вызвано подъемом уровня грунтовых вод. Для проверки эффективной работы гидроизоляции было принято решение дожидаться дождей.

После нескольких дней проливных дождей протечки грунтовых и осадочных вод в подвальное помещение не обнаружено. Это отражено на рисунке 27 и 28.

По итогам проделанной работы можно утверждать, что инъекционный способ гидроизоляции с применением двухкомпонентных эпоксидных смол эффективен.



Рисунок 27 - Наружная стена собора



Рисунок 28 - Замкнутое пространство под лестничным маршем Л1.

Так же были проведены работы по удалению плесени со стен собора которые подвергались постоянному замачиванию.

Плесень – это грибок, то есть организм, получающий пищу в результате поглощения питательных веществ из внешних источников. Грибки выпускают пищеварительные ферменты, расщепляющие источник пищи. Она размножается выпуская в воздух микроскопические споры, оседающие на поверхностях, которые могут содержать источники пищи (например, органические строительные материалы, такие как гипсокартон) и влажную среду. Почти все виды плесени опасны для людей с заболеваниями органов дыхания и астмой.

Наличие плесени в зданиях и связанные с этим проблемы со здоровьем у их обитателей в последнее время обсуждаются очень часто, и это, в свою очередь заставило обратить большее внимание на предотвращение и устранение плесени. Важно отметить, что при

соблюдении правильно выполненной гидроизоляции, можно предотвратить появление и распространение любых видов плесени, так как плесень образуется только в присутствии влаги, которая обычно появляется в результате инфильтрации воды через ограждающую конструкцию здания.

Для образования и роста плесени необходимы: влага, источники пищи и тепло. Источники пищи без труда можно найти в любых строениях-это органические строительные материалы. Теплые рабочие и жилые помещения так же предоставляют идеальные условия для роста плесени.

Так как невозможно отказаться от строительных материалов и терморегулируемых внутренних условий, то именно третий компонент-влага-необходимо держать под контролем и считать причиной всех проблем, связанных с плесенью.

Исключением из общего правила является то, что плесень возникает из-за инфильтрации строительные ограждающие конструкции, является плесень, возникающая под влиянием систем водоснабжения и обогрева, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Например, проходящая за стеной труба может давать влагу, необходимую для роста плесени. Так же неисправность системы кондиционирования может привести к повышению уровня влажности свыше 60% (уровень необходимый для поддержания роста плесени).

Однако подавляющее большинство серьезных случаев роста плесени все же связано с инфильтрацией влаги через ограждающую конструкцию здания. Известны случаи изоляции целых жилых зданий в связи с плесенью. И все же можно заключить, что для предотвращения возникновения плесени достаточно исключить проникновение воды в любой форме, необходимого для роста любого типа плесени.

Основные методы борьбы с плесенью могут помочь справиться с ней, однако все эти методы бессильны, если отсутствует самый важный процесс устранения причин проникновения воды, которая и вызывает рост плесени. Фактически, если уничтожить плесень без корректного восстановления гидроизоляции, то это даст плесени возможность возникнуть снова.

Большинство видов плесени нетоксично, мы сталкиваемся с ними каждый день на улице, они являются естественным способом разложения природных материалов, таких как листья деревьев и т.д. Некоторые типы плесени даже полезны, самым известным из них является пенициллин. Побочным продуктом жизнедеятельности такой плесени является антибиотики.

Большую опасность представляют типы плесени, производящие опасные побочные продукты, которые называются микотаксинами. Плесень, производящая микотоксины может вызывать множество различных заболеваний.

В нашем случае уничтожения плесени в подвальном помещении собора проводилось следующим путем: тщательно заделывались все щели и зажигали в металлическом или керамическом сосуде куски серы (200 г на каждые 100 м³ обрабатываемого помещения). Быстро выходили из подвала и плотно закрывали за собой дверь. При горении серы образуется сернистый газ SO₂, он и убивает всевозможные грибки.

Спустя 6-9 часов после обработки сернистым газом погреб проветривают, а для более быстрого высыхания ставят ящик с негашеной известью, которая хорошо поглощает влагу и остатки сернистого газа. При этом идут реакции оксида кальция с влагой воздуха и диоксидом серы: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{CaO} + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3$.

К сожалению, в строительной практике пока не развиты специальные технологические протоколы производства работ, направленные на

минимизацию риска поражения плесенью, а у строителей в этом вопросе отсутствует элементарная грамотность. Данный риск зачастую недооценивается либо вовсе не учитывается.

Тем не менее эффективность комплекса мер по предотвращению поражения (не только обработка антисептиками, но и грамотное проведение работ) гораздо выше, чем эффективность принятия мер по устранению возникших проблем.

Важно помнить, что обработка биоцидными препаратами (популярными в строительных гипермаркетах пропитками) отнюдь не является гарантией того, что плесень не возникнет на материалах. Дело в том, что в целях безопасности все разрешенные к применению биоциды обладают относительно невысокой токсичностью и вымываются из материала при систематическом попадании влаги (от протечек, конденсата), их концентрация падает и материал поражается почти так, как если бы он ничем не был обработан.

Утверждения производителей некоторых биозащитных препаратов о том, что эти средства — «невымываемые», как правило, далеки от реальности. Соблюдение протокола производства монтажных работ, а также применение современных (с нулевым водопоглощением и, как следствие, предельно биостойких теплоизоляционных материалов) позволяет минимизировать риски биопоражения объекта. Ведь неэффективный слой теплоизоляции — одна из ключевых причин образования плесени.

В нашей практике мы часто встречаемся с ситуациями, когда многие строители недооценивают масштаб и значимость проблемы плесневого поражения, полагая, что это не более чем «безвредный», «эстетический» дефект. Однако это совершенно не так.

Во-первых, массовое плесневое поражение на конструкциях приводит к попаданию спор грибов в воздух, что крайне опасно для

здоровья людей (утверждение основано на Санитарно-эпидемиологических правилах СП 1.3.2885-11). Контакт со спорами плесени вызывает у людей аллергии, дерматиты, бронхиты, а также, в некоторых случаях, глубокие микозы внутренних органов, что чревато летальным исходом.

Но и это лишь часть проблемы. Пораженные части постройки служат источником заражения для всего здания в целом, так как споры легко разносятся с воздухом по всем этажам. Помимо нестойкого слоя теплоизоляции кровли или фасада поражение начинает развиваться и на отделочных материалах.

И в этом случае удалить его можно только путем полного демонтажа, опасного насыщенного влагой волокнистого теплоизоляционного слоя и иных пораженных материалов, поскольку поверхностная обработка антисептиками эффективна на малой глубине: до 0,3-0,5 см. А это значит необходим демонтаж всей конструкции!

Также важно понимать, что споры грибов аллергенны в любом состоянии, в том числе даже будучи мертвыми. Дело в том, что их аллергенность связана с наличием определенных химических соединений в клеточной стенке грибов (хитин, бета-глюканы и т.д.).

Поэтому, даже если уничтожить грибы антисептиком (биоцидом), все равно надо механически очищать от их спор все поверхности, что чаще всего на практике возможно только путем полного демонтажа зараженных конструкций.

Массовое плесневое поражение на стадии глубокого проникновения в толщу субстрата следует ликвидировать только путем удаления пораженного материала (например, зараженный ватный утеплитель и сопряженные с ним системы), что зафиксировано в строительных правилах СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85», и в РВСН 20-01-2006

Санкт-Петербург (ТСН-20-303-2006 Санкт-Петербург) «Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды».

Помимо этого следует знать, что массовое плесневое поражение, развившееся за короткий срок в слоях волокнистой теплоизоляции кровельного «пирога» или в толще стены пола, уже невозможно устранить никаким иным путем (ни биоцидом, ни механически), кроме как демонтажом кровли или фасадных конструкций и утилизацией большей части пораженных материалов.

Это подразумевает колоссальные финансовые и временные потери. На этой стадии применение каких-либо биозащитных покрытий, к сожалению, оказывается малоэффективным.

Таким образом, основным условием и гарантией, предупреждающими развитие плесени, является грамотный выбор гидроизоляционного и теплоизоляционного материала как здоровой, безопасной и стабильно эффективной начинки любого конструктива.

3.7.7. Вывод по третьей главе

1. Осуществлен сравнительный анализ гидроизоляционных материалов, и по сравниваемым показателям подобрана инъекционная гидроизоляция MasterInject 1325

2. Рассмотрено оборудования для инъекционной гидроизоляции, а также состав и его свойства.

3. По итогам проделанной работы можно утверждать, что инъекционный способ гидроизоляции с применением двухкомпонентных эпоксидных смол эффективен.

Заключение

В данной диссертационной работе был произведен анализ существующих материалов и методов гидроизоляции, которые обширно применяются для ремонтных работ подземных сооружений. Было произведено обследование ограждающих конструкций подземной части Спасо-Преображенского собора расположенного в городе Тольятти на предмет герметичности существующего гидроизоляционного покрытия. Был произведен подбор технологии и материалов с разработкой рекомендаций по производству ремонтно-восстановительных работ. Данный выбор был обоснован с учетом всех факторов обеспечивающих долговечность и эффективность.

Было произведено выполнение ремонтных работ с применением инъекционной гидроизоляции, для определения эффективности выбранного метода.

Проведенные в работе исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Отсутствует или повреждена при строительно-монтажных работах существующая гидроизоляция подвального помещения;
2. Нормы и сроки ремонтных восстановительных работ не регламентируются государственными нормативными документами.
3. Нормативные документы и типовые решения, регламентирующие гидроизоляционные работы подземных сооружений не обеспечивают необходимое качество;
4. Несвоевременное выполнение контроля качества гидроизоляции во время строительно-монтажных работ;
5. Эффективность того или иного гидроизоляционного материала зависит от фактического состояния бетонной конструкции, в связи с чем необходимо производить работы по обследованию строительных ограждающих конструкций для учета имеющихся отклонений в целях

исключения протекания грунтовых вод в помещение подвала и подбора наиболее оптимального способа гидроизоляционных работ;

6. Выбор материала и технологии для ремонта гидроизоляции в конкретных условиях необходимо производить только после проведения работ по обследованию строительных ограждающих конструкций.

7. Анализ существующих способов и средств ремонта и гидроизоляции железобетонных конструкций подземных сооружений показывает, что они не обеспечивают долговечность их эксплуатации. Это объясняется низкой начальной адгезией ремонтных и гидроизоляционных материалов к поверхности железобетонных конструкций, которая со временем уменьшается.

8. Для восстановления разрушенного слоя бетона и зачеканки швов необходимо применять эластичные ремонтные материалы. При выполнении работ требуется использовать связующий слой.

Технология выполнения ремонтных работ по восстановлению герметичности посредством применения инъекционной гидроизоляции применена в подвальном помещении Спасо-Преображенского собора на территории церковного комплекса в Автозаводском районе г. Тольятти.

Список использованной литературы

1. Агрессивное воздействие воды на бетон. Гидротехническое строительство / Е.Д. Рождественский. – Москва : 1949, № 4.
2. Адгезия жидкости и смачивание / А. Д. Зимон. - Москва : Химия, 1974. - 413 с. : ил. - Библиогр.: с. 380-404. - Предм. указ.: с. 405-413.
3. Адгезия твердых тел / Б. В. Дерягин, Н. А. Кротова, В. П. Смилга. - Москва : Наука, 1973. - 279 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 254-276.
4. Антикоррозионные лакокрасочные покрытия в строительстве / В. В. Шнейдерова. - Москва : Стройиздат, 1980. - 178 с. : ил. - Библиогр.: с. 169-176. - 19-39.
5. Герметизация, гидроизоляция и теплоизоляция в строительстве, ремонте и реставрации зданий и сооружений : учеб. пособие. / О. А. Лукинский. - Москва : ИНФРА-М, 2017. 662 с.
6. Гидроизоляция зданий и конструкций / Т. Майкл. Москва : 2012г. - 600 с.,
7. Гидроизоляция и антикоррозионная защита гидросооружений. ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. Л., Энергоиздат, 1985.
8. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений / Л. П. Зарубина. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. - 266 с. : ил. - (Строительство и архитектура). - Библиогр.: с. 257-266.
9. Гидроизоляция подвалов и стен зданий / И. А. Грачев, Г. Н. Жинкин, Г. М. Рабинович. - Ленинград : Стройиздат, 1970. - 69, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 69-70.
10. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте : учеб. пособие / А. А. Шилин [и др.]. - Гриф УМО. - Тверь : Рус. торговая марка, 2003. - 396 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-9900171-1-1 : 266-00.

11. Гидроизоляция подземных сооружений полимерными материалами / В.В. Бойко, Р.Л. Маилян.- Киев : Будивэльник, 1989. – 312 с.
12. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений. Опыт зарубежного строительства. М, Стройиздат, 1972.
13. ГОСТ 12730.5 84*. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости, 1 1989.-7 с.
14. ГОСТ 27677-88. Бетоны. Защита от коррозии в строительстве. Общие требования к проведению испытаний.
15. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий / М. Д. Бойко. - Ленинград : Стройиздат, 1975. - 334 с.
16. Дорожно-строительные материалы : учеб. для вузов. В 2 ч. Ч. 2 / С. В. Шестоперов. - Москва : Высш. шк., 1976. - 239, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 231. - Прил.: с. 232-237.
17. Изучение некоторых закономерностей формирования контактов в пористых дисперсных структурах. Коллоидный журнал / Е.А. Амелина. т.32, №6, 1970. – 294 с.
18. Коррозия цемента и бетона в гидротехнических сооружениях / В. В. Кинд. - Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1955. - 320 с. : ил.
19. Механика подземных сооружений и конструкций крепей / И.В. Баклашов, Б.А. Картозия. – Москва : Недра, 1984. - 415с.
20. О склеивании и прилипании / Н.А. Кротова. – Москва : Изд-во АН СССР, 1960. – 210 с.
21. Определение скорости коррозии цементного камня, раствора и бетона при постоянном действии агрессивных сред. В кн. Защита от коррозии строительных конструкций / Т.В. Рубецкая, В.М. Москвин, Л.С. Бубнова. - Москва, 1971. -321 с.

22. Подземные сооружения / Волков И.М. –Москва : "Колос", 1968. – 170 с.
23. Подземные сооружения / М.М. Гришин. - Москва, "Энергия", 1968. – 271 с.
24. Производство гидроизоляционных работ : (справ. пособие) / Г. В. Борисов. - Ленинград : Стройиздат, 1978. - 159 с. - Библиогр.: с. 155-158.
25. Прочность и долговечность бетона в водной среде / Г. П. Вербецкий. - Москва : Стройиздат, 1976. - 127, [2] с. - Библиогр.: с. 123-128.
26. Реконструкция зданий и сооружений : усиление, восстановление, ремонт : учеб. пособие для студ. обуч. по направлению 653500 "Строительство" / Ю. В. Иванов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. ; Гриф УМО. - Москва : АСВ, 2009. - 312 с. : ил. - Библиогр.: с. 152-154. - Прил.: с. 155-310.
27. Ремонт влажных и поврежденных солями строительных сооружений / Ф. Франк. Москва : ООО «Пэйнт-Медиа», 2006г. - 320 с.;
28. Руководство по проведению натурных обследований промышленных зданий и сооружений. М, ЦНИИПромзданий, 1975. 103 с.
29. Руководство по проектированию и устройству гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений. М., ЦБТИ, 1960.
30. СНиП 2. 03. 11-85. Защита строительных конструкций от коррозии. Госстрой СССР. М., ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 48 с.
31. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. Госстрой СССР. М., ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 79 с.
32. Справочник строителя / Г. М. Бадьин, В. В. Стебаков. - Москва : АСВ, 2003. – 335 с.

33. Стойкость бетонных и железобетонных конструкций в агрессивных средах / В.Б. Бобров, Ю.М. Вильдавский. - Труды/НИИЖБ. - Москва : 1977. - 323 с.
34. Структура и водопроницаемость бетона. Труды совещания по теории технологии бетонов / Вербецкий Г.П. - АН АрмССР. Ереван : 1956. -176 с.
35. Технология гидроизоляционных материалов: Учебник для вузов. И.А. Рыбьев, А.С. Владычин, Е.П. Казенова и др. М. Высш. шк., 1991.
36. Указания по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений. 2-е изд. М., Стройиздат, 1971.