

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт
Кафедра «Городское строительство и хозяйство»

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

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Обеспечение безопасности эксплуатации здания путем
усовершенствования гидроизоляции подвала и усиления металлического
ригеля.

Студент(ка)

А.Р. Хузеева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

И.К. Родионов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультанты

(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)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н. Д.С.Тошин

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

(личная подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Тольятти 2017

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	7
1.1 Методы защиты строительных конструкций, сооружений, зданий от воздействия, проникания воды	7
1.1.1 Характеристика вод, воздействующих на сооружение	7
1.1.2 Способы и средства защиты подземных частей зданий и сооружений от вод	8
1.1.3 Виды коррозии. Способы и средства защиты металлических конструкций от коррозии.	18
1.1.4 Причины появления и способы устранения грибков, плесени, высолов в подземном помещении.	26
1.1.5 Современные гидроизоляционные материалы и методы их нанесения.	30
1.2 Анализ аварий стальных конструкций	38
1.2.1 Классификация аварий стальных конструкций.....	38
1.2.2 Примеры аварий стальных конструкций.....	42
1.3 Анализ существующих методов усиления металлических балок.....	46
1.4 Классификация повреждений металлических конструкций	50
1.5 Средства установления повреждений.....	57
1.6 Выводы по ГЛАВЕ 1	60
ГЛАВА 2 ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЯ.....	61
2.1 Конструктивные особенности обследуемого здания.	61
2.2 Произведенные обследования на объекте.	63
2.3 Рекомендации по результатам обследования.	64
2.4 Анализ вариантов гидроизоляции.....	66
2.5 Выбор варианта гидроизоляции	68

2.6 Выводы по ГЛАВЕ 2	84
ГЛАВА 3	85
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	85
3.1 Методика проведения испытания балок	85
3.2 Результаты испытаний	92
3.3 Выводы по ГЛАВЕ 3	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ	95
ПРИЛОЖЕНИЕ А	98
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	108

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

Подземное пространство в последние годы осваивается быстрыми темпами. Строятся жилые дома с подземными гаражами, отдельные двух-трехэтажные подземные гаражи и т.д. Фундаменты, подвалы и подземные этажи зданий сильно подвержены воздействию окружающей среды: влажность, грунтовые воды, сезонное замораживание и оттаивание грунтов и т.д.

Гидроизоляция предназначена для защиты отдельных элементов зданий и сооружений от воздействия атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод. Применение современных гидроизоляционных систем позволяет значительно увеличить срок службы строительных материалов и повысить надежность эксплуатации конструкций. Напротив, отсутствие гидроизоляционной защиты или некачественное ее выполнение влечет за собой разрушение защитного слоя бетона, коррозию арматуры и металлоконструкций, порчу утеплителя, появление течей, замоканий, плесени внутри помещений и другие неблагоприятные последствия.

Все это влияет на срок эксплуатации сооружения, а также определяют его несущую способность. Поэтому для обеспечения безопасности здания необходимо регулярно проводить обследования. Так как наличие влаги помимо всего описанного вызывает коррозию металлических конструкций, а значит конструкция теряет несущую способность, помимо правильного подбора гидроизоляции, при необходимости нужно быть готовым рассмотреть возможный вариант усиления.

Цели и задачи.

Целью данной диссертации является разработка мероприятий по повышению надежности здания путем усовершенствования гидроизоляции и усиление металлического ригеля подземного помещения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- Анализ эффективного применения современных гидроизоляционных материалов и способы устройства гидроизоляции подземных конструкций;
- Оценка состояния подземного помещения;
- Оценка технического состояния металлического ригеля;
- Анализ и выбор современных методов и материалов для проведения ремонтных гидроизоляционных работ;
- Испытание эталонного образца, испытание образца с усилением.

Объектом исследования в диссертации является магазин Спортмастер.

Предметом исследования в диссертации выступает модель металлического ригеля, имитирующая реальную конструкцию.

Научная новизна.

Получение информации о возможности усиления металлической балки под нагрузкой путем увеличения сечения.

Теоретическое и практическое значение работы.

Теоретическая значимость магистерской работы заключается в том, что в научно-исследовательской работе описаны общие схемы усиления металлических конструкций, а также различные приемы защиты конструкций сооружения от проникновения воды, рассмотрены различные способы гидроизоляции конструкций зданий.

Практическое значение исследования состоит в возможности применения полученных результатов исследования в других подземных сооружениях.

Методология и методы исследования.

В процессе работы были применены теоретические и экспериментальные методы исследования, методы системного анализа. Проведены натурные обследования.

Апробация и внедрение результатов исследования.

Результаты исследования были доложены и обсуждены на научно-исследовательских семинарах кафедры «Городское строительство и хозяйство», проводимые в каждом семестре. Принята к опубликованию статья в научный журнал «Молодой ученый» (выпуск №23, 2017г).

Структура и объем диссертации.

Диссертация включает введение, три главы, заключение, список используемой литературы, двух приложений. Основной текст изложен на 110 страницах. Работа иллюстрирована 4 таблицами и 28 рисунками.

ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

1.1 Методы защиты строительных конструкций, сооружений, зданий от воздействия, проникания воды

1.1.1 Характеристика вод, воздействующих на сооружение

Как показывает опыт эксплуатации зданий наибольшее влияние на износ конструкции оказывает влага.

Влажность – самое распространённое явление. Образуется она в зависимости от температуры воздуха, местоположения строения, вида строительных материалов, удалённости от источников увлажнения. При этом вода передвигается в порах и капиллярах строительных материалов (конструкций).

Химические, механические и органические процессы, происходящие в строительных конструкциях и вызывающие их разрушение, в самую первую очередь возникают из-за воздействия воды. Это происходит из-за того, что вода по отношению к неорганическим веществам обладает большой растворяющей способностью.

Влага проникая в поры, частично растворяют кристаллические частицы. В результате этого сцепление между кристаллами нарушается или ослабевает, а это в свою очередь ведет к снижению прочности материала.

Влага, которая испаряется со стен, оставляет на поверхности растворенные соли – высолы, которые отслаиваются и разрушают отделку. Так же во влажной среде усиленно развиваются микроорганизмы, которые вырабатывают углекислоту и резко ускоряют разрушение строительных конструкций (более подробное описание, смотрите в главе 1.1.4).

Различают следующие виды влаги, вызывающие увлажнение конструкций[6]:

- парообразная влага, конденсат появляется на поверхности наружных конструкций при соответствующих условиях, либо проникает внутрь

этих сооружений путем диффузии и в более охлажденных конструктивных слоях образуется конденсат;

- атмосферная (туман, косой дождь, иней, и т. д.), увлажняет наружную поверхность конструкций или просачивается сквозь поврежденную кровлю;
- эксплуатационная, выделяется, когда в здании используется вода для поддержания помещения в надлежащем санитарном состоянии (влажная уборка помещений);
- грунтовая влага, при высоком уровне грунтовых вод, под влиянием гидростатического напора перемещается по капиллярам или же всасывается капиллярами фундаментов и стен.

Грунтовая вода, в свою очередь, разделяется на три вида:

- свободная;
- связанная;
- парообразная.

Известно, что влага скапливается в материалах конструкций как при положительных, так и при отрицательных температурах самого материала и его окружающей среды [6,19].

В результате увлажнения появляются такие проблемы, как:

- коррозия бетонных, железобетонных и металлических конструкций зданий;
- коррозия закладных деталей, арматуры;
- промерзание стен;
- Биопоражения: грибки, плесень, высолы.

1.1.2 Способы и средства защиты подземных частей зданий и сооружений от вод

Исходя из конструктивных характеристик здания, их эксплуатационных требований, а также от степени воздействия влаги осуществляется выбор способов и средств защиты сооружений от воды.

Степень воздействия влаги на сооружения, заглубленные в грунт, можно разделить на четыре категории [7,19]:

1. безнапорная: с сооружением контактирует непостоянный водоносный горизонт напор, которого до 0,5 м грунта или только капиллярная влага;
2. низконапорная: с сооружением контактирует постоянный водоносный горизонт с напором до 2 м;
3. среднего напора: с сооружением контактирует водоносный горизонт с напором 2 до 10 м;
4. высоконапорная: с сооружением контактирует водоносный горизонт с напором более 10 м.

Методы защиты сооружений от грунтовой влаги и талых вод можно разделить следующим образом:

- Для устранения обводненности здания устраивают дренажные системы;
- Для предотвращения доступа воды к сооружению устраивают противодиффузионные завесы и экраны;
- Устраивают противонапорную гидроизоляцию;
- Для прерывания капиллярного потока в стене устраивают противодиффузионную гидроизоляцию;
- Принятие конструктивных мер для просушивания стен;
- Стены покрывают поглощающими штукатурками, которые скрывают образование высолов.

Наиболее популярным и чаще всего применяемым методом защиты конструкций здания от обводнения является устройство дренажных систем. Для регулярного водопонижения применяются пластовый, лучевой, горизонтальный дренажи, а также сквозные фильтры и водопонижительные скважины.

Дренажем принято называть разветвленные сети каналов, в которых собираются излишки влаги, выводимые за пределы осушаемой территории.

Если почва на участке чрезмерно увлажненная, то для защиты от грунтовых вод подземных частей строений необходимо строить дренажные системы.

Благодаря их работе, предотвращается скопление поверхностных (выпавших в виде осадков) и грунтовых вод. Для решения поставленных задач используются различные виды дренажа на участке.

В зависимости от способа устройства выделяют открытые и закрытые системы дренажа.

Открытые системы – это самый простой вид дренажа на участке. Строится она достаточно просто: По периметру участка следует выкопать траншеи, имеющие ширину 50 см и глубину не менее 60 см. Для отведения воды от сооружения такие же траншеи необходимо выкопать по периметру здания. Вода, стекая по отмостке, будет попадать в канаву и транспортироваться к месту вывода.

Чтобы соорудить закрытый дренаж, нужно построить мягкие дрены или уложить трубы. Первый вариант является наиболее простым, но менее эффективным, так как системы быстрее заиливаются.

Для отведения избыточного количества грунтовых вод устраивают глубинный дренаж участка. Как правило, такие системы необходимы, если участок расположен в низине или почвы на нем преимущественно глинистые при высоком УГВ.

В этом случае, сооружается трубчатый дренаж. В подготовленные траншеи укладывают трубы, имеющие перфорацию, в которые собирается вода. Работы по устройству проводятся так:

Подготавливаются траншеи. Их глубина зависит от того, на какой высоте расположены почвенные воды, а ширина должна быть на 40 см больше используемых труб.

На утрамбованное дно траншей засыпают слой песка, а поверх него – слой щебня. Высота водопроницаемых слоев – по 20 см.

Поверх слоя щебня укладывают перфорированные трубы.

Поверх трубы снова насыпают слой щебня и песка, затем полностью засыпают траншеи грунтом, а поверх укладывают дерн.

Трубы укладывают с небольшим уклоном, направленным к приемному колодцу. На местах поворота трубопровода следует установить смотровые колодцы.

В зависимости от конструкции различают следующие варианты систем водоотведения:

- Вертикальные;
- Комбинированные;
- Горизонтальные.

Наиболее распространен горизонтальный дренаж, к таким системам относят устройство канав и лотков, укладка труб и строительство пластовых (засыпных).

Одной из разновидностей горизонтальных систем является кольцевой дренаж, призванный обеспечить сухость подвальных помещений и сохранность фундаментов. Устройство кольцевого дренажа рекомендовано, если:

- Заглубленные части фундамента расположены ниже расчетного уровня залегания почвенных вод.
- Уровень подвального помещения превышает УГВ не более чем на полметра.

Для того чтобы создать вертикальный дренаж, устанавливают трубчатые колодцы, соединенные трубами и насосными агрегатами. То есть, удаление воды, накопившейся в колодцах, происходит при помощи насосов.

В результате откачки влаги, в районе расположения колодцев происходит понижение УГВ, и возникают, так называемые, депрессионные воронки, в которые активно поступает вода, отводимая от защищаемых объектов. Этот вид дренажа позволяет отводить воду из наиболее глубоких слоев почвы, поэтому их применение позволяет значительно понизить УГВ.

Как понятно из названия, в комбинированном дренаже применяется комбинация вертикальных и горизонтальных систем. Они необходимы там, где верхняя часть почвы состоит из плохо пропускающих воду грунтов, а ниже — расположен песок.

Так же, сейчас не менее эффективным способом защиты от воды являются устройство противодиффузионных завес или экранов. Или еще их называют «стена в грунте».

К наиболее часто применяемым методам противодиффузионной защиты от подземных вод относятся:

- Открытый водоотлив (выемка грунта и откачка воды из котлована);
- Искусственное понижение уровня грунтовых вод (с использованием иглофильтровых установок либо стратегически расположенных скважин с погружными насосами для откачки воды);
- Вакуумирование грунта (перевод воды в капиллярное состояние с помощью создания вакуума в полостях грунта);
- Отжатие воды от выработки (старинный кессонный метод, базируется на нагнетании сжатого воздуха внутрь подземного сооружения, практически не используется в современном строительстве из-за негативного влияния резких перепадов давления на человеческий организм);
- Противодиффузионные завесы (преграды из различных материалов, изолирующие строящийся объект от подземных вод).

Значительная глубина противодиффузионной завесы в большинстве случаев позволяет прорезать все существующие водоносные слои и достигнуть глубинного водоупорного слоя грунта, полностью изолировав подземный объект от подземных вод. На участках, сложенных водонасыщенными, нестабильными и неоднородными грунтами завесы типа «стена в грунте» являются единственным на сегодняшний день способом создания туннелей метро и других крупных подземных объектов. Высокая экономическая эффективность «стен в грунте» обусловлена не только

задействованием ресурсосберегающих новых технологий, но и возможностью использовать противofiltrационную завесу в качестве конструктивного элемента строящегося объекта. Чаще всего бетоносвайные стены используются в качестве внешних стен объекта (цокольного этажа, коробчатого фундамента, выемки и пр.). После завершения работ по обустройству завесы во внутреннем пространстве созданной конструкции производится выемка грунта и обустройство плитного фундамента и других элементов.

Типы противofiltrационных завес типа «стена в грунте»:

- Железобетонные траншейные (для связных и несвязных грунтов без твердых включений) Завесы траншейного типа являются самым недорогим вариантом противofiltrационных конструкций и широко применяются как в гражданском, так и в промышленном строительстве для изоляции различных объектов от грунтовых вод. При создании траншейных завес для выемки грунта применяется грейфер или гидрофреза, для подачи цементной смеси под давлением задействуется насос для бетона. Стабилизация траншеи выполняется с помощью глинистого раствора, который впоследствии вытесняется подаваемым под давлением бетоном. Перед заливкой цементной смеси в готовую траншею опускается металлический армокаркас, придающий завесе дополнительную прочность. Для дополнительного увеличения скорости работ монолитная бетонная стена может быть заменена сборной или сборно-монолитной конструкцией из железобетона;
- Свайные (для связных и несвязных грунтов со скальными включениями) Буронабивные сваи являются одним из самых популярных элементов для формирования «стен в грунте». Первая бетоносвайная противofiltrационная завеса в виде частокола была создана в 50-х годах в Италии, после чего метод быстро стал популярным во всем мире. Более современным вариантом бетоносвайной стены является завеса из секущихся свай диаметром до

800 мм. Бурение под сваи набивного типа может быть выполнено даже вблизи уже существующих зданий, позволяет избежать масштабных земляных работ и значительно снижает расходы на транспортировку готовых опорных элементов на стройплощадку. Для укрепления набивных свай в большинстве случаев применяются армокаркасы, которые могут быть изготовлены машинным способом вне участка работ либо созданы непосредственно в ходе строительства. Основное оборудование для устройства свайных «стен в грунте» – ударная буровая установка для буронабивных свай, для стабилизации скважин в нестабильном грунте применяется глинистый раствор либо обсадные трубы для буронабивных свай;

- Грунтоцементные (для несвязных грунтов без твердых включений)
Одной из новейших методик создания противифльтрационных завес является струйная цементация JetGrouting, позволяющая с минимальными затратами создать «стену в грунте» на основе грунтоцементных свай (круглых, трех- и четырехлопастных, винтообразных). Грунтоцементная «стена в грунте» дополнительно армируется, в верхней части конструкции создается монолитная обвязка. Для создания грунтоцементной завесы применяется насос для бетона и специализированная буровая машина, позволяющая одновременно разрушать и перемешивать грунт с помощью породоразрушающего инструмента и специального устройства для подачи цементного раствора под напором.

Наиболее прогрессивным, надежным и малозатратным методом защиты от грунтовых вод на сегодняшний день является создание противифльтрационных завес.

Гидроизоляция – сплошное водонепроницаемое покрытие, устраивается в случае, когда к ограждающим конструкциям поступает напорная или капиллярная вода. Дополнительный слой водонепроницаемых покрытий можно не наносить, если при строительстве применять

водонепроницаемый бетон и трещиностойкие конструкции, и другие устойчивые материалы.

Только разработать абсолютно трещиностоковую водонепроницаемую конструкцию, является очень сложной задачей с точки зрения технологии.

Поэтому для защиты подземных конструкции используют один из видов гидроизоляции [7].

Современный рынок предлагает огромное разнообразие гидроизоляционных материалов. Они различаются по способу нанесения/монтажа, принципу действия и тому подобное.

Различают 3 вида гидроизоляции:

- Безнапорная;
- Противонапорная;
- Противокапиллярная.

Противонапорная гидроизоляция выполняется, когда уровень подземных вод — выше уровня основания или пола подземного помещения. Обустройство гидроизоляции фундамента происходит снаружи здания. Применяемые материалы, сдерживают положительный напор воды. Дополнительно выполняется дренажная система участка для отвода жидкости в сток. Средства для выполнения противонапорной, или шламовой, гидроизоляции обязательно содержат в своем составе полимеры. Наносится битумно-полимерный состав на предварительно обработанную силикатной грунтовкой поверхность. Шламовая гидроизоляция представляет собой многослойную поверхность, состоящую из разных растворов и мастик. Выполнение противонапорной гидроизоляции изнутри — бесполезное занятие. Так как вода оказывает на стены дома отрицательное давление, и не сдерживается узконаправленными изоляционными материалами.

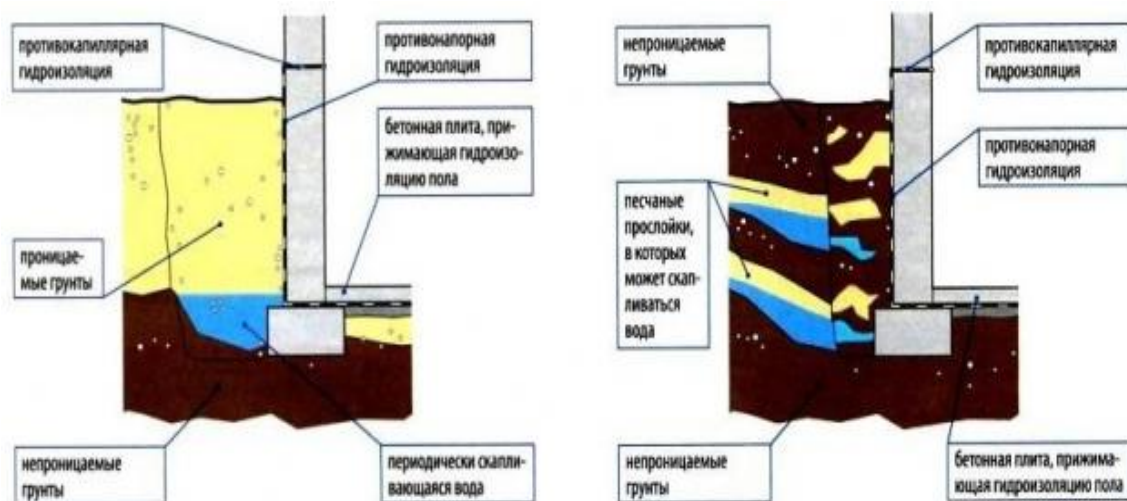


Рисунок – 1 Противонапорная гидроизоляция

Безнапорная гидроизоляция выполняется, когда необходима срочная защита подземного помещения от уже накопившейся влаги. Если подземные воды расположены низко, вполне можно справиться только безнапорной гидроизоляцией стен и основы.

Безнапорная наружная гидроизоляция осуществляется полимер-битумными мастиками или минеральными шламами, которые наносятся кистью, шпателем или путем распыления, составы образуют защитный водонепроницаемый слой. Эффективны одно- и двух-компонентные покрытия.

Противокапиллярная гидроизоляция применяется во избежание попадания влаги по капиллярам, находящимся в бетонных стенах. Ранее использовались только битумные барьерные мастики и рубероидный защитный слой на фундаменте.

В настоящее время наибольшей популярностью пользуются проникающие гидроизоляционные материалы. Конденсат не собирается на стенах подземного помещения, если их предварительно обработать барьерными смесовыми инъекциями. Они проникают в пустоты и заполняют их, блокируя протечку воды. Этот способ гидроизоляции подземного помещения предотвращает проникновение большого количества влаги, а также исключается вероятность образования сырости.

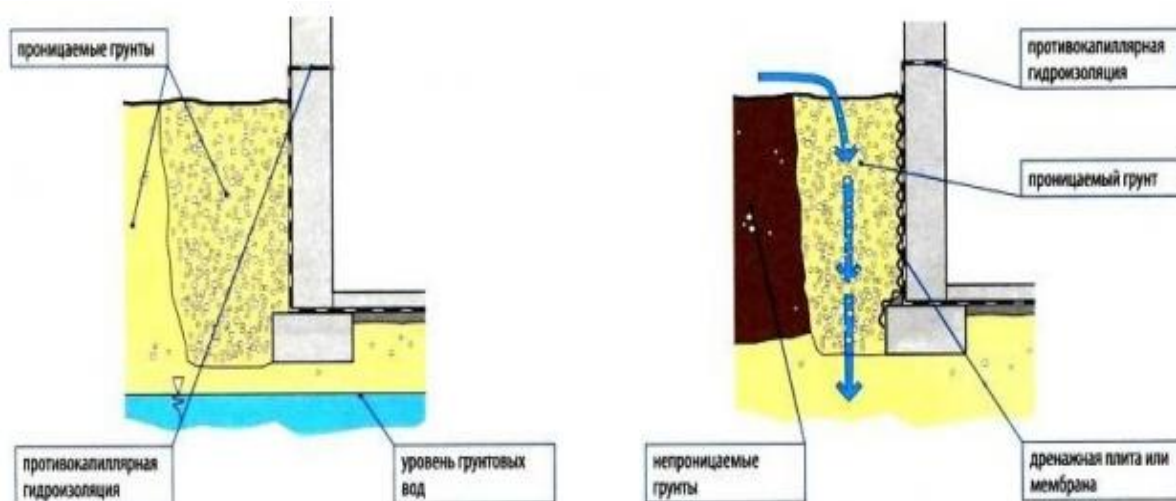


Рисунок – 2 Противокапиллярная гидроизоляция

Вовремя выполненная диагностика и точная оценка состояния поврежденных конструкций и определение причин этих повреждений до выбора общей схемы ремонта, экономит не только время, но и денежные средства при работах.

Исходя из накопленного опыта, можно сделать выводы, что не проведение диагностики перед началом выполнения работ влечет за собой неправильный выбор материала и технологии. А это все в свою очередь, приводит к дополнительной трате времени и денежных средств, так как в случае неправильного выбора материалов и технологии работ, приходится останавливать уже начатые работы, проводить диагностику, и ждать ее заключения, в котором описывают правильный выбор материала и технологии производства работ.

Современный строительный рынок представлен множеством вариантов гидроизоляционных материалов, которые предназначены эффективно обезопасить фундамент, крышу, стены, перекрытия строения от пагубного воздействия влаги грунтовых вод, атмосферных осадков. Проведение защитных работ должно проводиться качественно с использованием той гидроизоляции, которая должна использоваться в каждом отдельном случае по правилам строительных работ.

Как показывает практика, 90 % протечек появляются в местах расположения швов, включая стыки и сопряжения строительных

конструкций, швы бетонирования, другая часть приходится на фильтрацию воды через саму конструкцию. Как известно, практически все швы около 70 % от общего числа подвержены динамическим, либо температурным нагрузкам.

Поэтому для обеспечения надежной и долговечной гидроизоляции разных строительных конструкций, работы выполняются в 2 этапа:

- предотвращение попадания влаги через стыки, швы конструкций;
- гидроизоляция всей поверхности, через которую происходит фильтрация влаги.

Различают следующие основные методы устройства гидроизоляции [10,11,12,13]:

- оклеечные;
- окрасочные;
- обмазочные;
- штукатурные;
- листовые;
- инъекционные;
- проникающие и др.

Каждый вид гидроизоляции имеет свои преимущества и недостатки, может использоваться в разных строительных работах.

1.1.3 Виды коррозии. Способы и средства защиты металлических конструкций от коррозии.

Одной из существенных причин потери работоспособности, несущей способности, а значит и снижения срока службы металлических конструкций является коррозионное разрушение металла.

Проблема коррозии гораздо более серьезная, нежели ей, зачастую, придают значение. Ее актуальность особенно проявляется на предприятиях, где используются металлические конструкции, оборудование, техника, инструментарий и транспорт со значительным износом срока службы.

Процессы коррозии имеют разную природу своего возникновения, но всех их связывает одно – они появляются в результате соприкосновения и взаимодействия металлов со средой (физико-химической и химической). В основном она протекает в жидкостной и газообразной среде. Что же происходит с металлами, попавшими в так называемую «коррозионную» зону? Дело в том, что эти материалы имеют недостаточную термодинамическую устойчивость к определенным веществам, с которыми они взаимодействуют. Проявлением коррозии являются ее продукты, такие как ржавчина. Этот процесс крайне негативно влияет на оборудование и ведет к разрушению зданий и разнообразных конструкций. Экономике Российской Федерации подобная проблема наносит колоссальный ущерб, который практически невозможно оценить. По данным специалистов, убытки от коррозии могут составлять от 3 до 5 % ВВП стран, с развитой промышленностью. Более того, ржавчина и другие коррозионные последствия, буквально, «съедают» металл. Его потери по оценкам экспертов могут достигать до 20%. Коррозия незаметно и скрытно может нарушить прочность материалов и привести к серьезным авариям и чрезвычайным ситуациям, в том числе к человеческим жертвам. Восстановление конструкций, пришедших в негодность от коррозии и замена оборудования по этой же причине, обходятся их владельцам в огромные средства. Проблема коррозии на опасных производственных объектах может спровоцировать аварии и чрезвычайные ситуации, которые чреваты серьезными экологическими проблемами, а также несчастными случаями с причинением вреда здоровью и жизни персонала. Защита материальной части промышленных предприятий от ржавчины и других коррозионных процессов является сегодня актуальным вопросом в части обеспечения промышленной безопасности. Для этого профильные специалисты должны четко себе представлять процессы образования ржавчины, обладать знаниями о физико-химических свойствах металлов и способах защиты от коррозии, которая присутствует везде, где осуществляется обработка и

эксплуатация изделий из металла. С ней можно и нужно бороться. Гораздо проще предотвратить коррозионные процессы, нежели их потом устранять.

Коррозия металлов — это их разрушение, которое происходит в результате химического или электрохимического воздействия окружающей среды.

Можно выделить 3 признака, характеризующих коррозию:

- Коррозия— с химической точки зрения процесс окислительно-восстановительный.
- Коррозия— самопроизвольный процесс, возникающий по причине неустойчивости термодинамической системы металл – компоненты окружающей среды.
- Коррозия— процесс, который развивается в основном на поверхности металла. Однако, не исключено, что коррозия может проникнуть и вглубь металла.

Наиболее часто встречаются следующие виды коррозии металлов:

1. Равномерная;
2. Неравномерная;
3. Избирательная;
4. Местная пятнами – корродируют отдельные участки поверхности;
5. Язвенная (или питтинг);
6. Точечная;
7. Межкристаллитная — распространяется вдоль границ кристалла металла;
8. Растрескивающая;
9. Подповерхностная;

Оценивая техническое состояние конструкций, которые поражены коррозией, в первую очередь необходимо определить ее вид. Правильное определение вида коррозии помогает более точно определить характер повреждения, его влияние на несущую способность конструкции, сужает интервал поиска основных причин коррозионного повреждения. Также

помогает разработать более обоснованные решения по защите конструкций от коррозии и способам восстановления несущей способности конструкции.

По характеру поражения металла различают сплошную (общую) и локальную коррозию.

В зависимости от глубины поражения на разных участках поверхности, различают равномерную и неравномерную сплошную коррозию.

Сплошная коррозия чаще всего возникает в стальных, алюминиевых, цинковых защитных покрытиях. Она проявляется в конструкциях равномерно по всей поверхности, постепенно проникая вглубь металла, тем самым уменьшается толщина сечения элемента, и толщина защитного слоя металлических покрытий. Чаще всего общая коррозия возникает на поверхностях в узких щелях, зазорах, так же на участках где скапливается пыль и влага.

Коррозия, протекающая в кислых средах, может быть не заметна. Коррозия, протекающая в таких средах, как нейтральная, слабощелочная, слабокислая, видна на элементах конструкций, после чистки такие конструкции становятся шероховатыми, но трещин, точек коррозии, язв на них не видно.

Локальная коррозия наблюдается на отдельных участках, в зависимости от размеров коррозии, бывает язвенная, питтинговая (точечная) и коррозия пятнами.

Питтинговая коррозия, называемая также точечной, поражает только пассивные сплавы и металлы. Обычно она разрушает алюминиевые, циркониевые, хромистые, никелевые, хромоникелевые композиции, а также нержавеющие стали.

При питтинговой (точечной) коррозии разрушению подвергаются только отдельные участки поверхности, на которых образуются глубокие поражения – питтинги (точечные язвы).

Язвенная коррозия протекает обычно совместно со сплошной коррозией, усиливая поражение металла. Язвенная коррозия характерна для разрушения металлов в воде и влажных грунтах, т.е. в электролитах.

Все виды коррозии металлов, протекающие по локальному типу, характеризуются весьма стремительной скоростью поражения металла на относительно небольшой площади. Особую опасность этих процессов представляет то, что обнаруживаются они, как правило, уже после значительных, необратимых разрушений или во время нарушения работы оборудования.

Межкристаллитная коррозия – самый опасный вид коррозионного поражения, при котором распад идет по границам кристаллов. При этом внешняя металлическая поверхность не меняется. Материал, пораженный этим типом коррозии, легко разрушается от любого механического воздействия.

Атмосферная среда, является главным фактором, который влияет на скорость развития коррозии. Степень агрессивности среды, определяется следующими показателями:

- Относительная влажность;
- Температура воздуха;
- Состав и концентрация газов, пыли в воздухе и др.

Самый неблагоприятный фактор — это относительная влажность.

Оценивая степень опасности коррозии, так же следует помнить, что при коррозии происходит охрупчивание стали, тем самым несущая способность снижается еще и из-за уменьшения прочности.

Сталь охрупчивается по 2 причинам:

- коррозионные повреждения играют роль концентраторов напряжений;
- взаимодействие агрессивной среды с материалом в вершине трещины обуславливает протекание сложных физико-химических процессов, которые увеличивают опасность таких дефектов.

Первая причина снижает ударную вязкость материала благодаря возможности облегченного зарождения трещины в зонах с коррозионными поражениями. Острые коррозионные повреждения при понижении температуры затрудняют пластическую релаксацию напряжений. Вторая причина охрупчивания вызывает снижение на 14...28 % характеристики трещиностойкости при статическом нагружении.

Одним из главных факторов условий долговечности и надежности сооружения, является вовремя проведенные мероприятия по защите металлических конструкций от коррозии.

Самым применяемым и довольно эффективным средством для защиты металлических конструкций от коррозии являются лакокрасочные покрытия.

Лакокрасочные материалы состоят из пленкообразующих веществ, растворителей, различных пигментов, и разных добавок. Лакокрасочные материалы – это растворы пленкообразующих веществ в растворителях (или воде), которые после высыхания образуют однородное, твердое, прозрачное (кроме битумного лака) покрытие.

В зависимости от рода пленкообразующего вещества лакокрасочные материалы бывают масляные, битумные, глифталевые, перхлорвиниловые, эпоксидные. Чаще всего перед нанесением части конструкций очищаются, грунтуются и шпаклюются.

Тип лакокрасочного материала выбирают ссылаясь на нормативные документы и исходя из степени агрессивности эксплуатационной среды.

Не меньшее значение, восстанавливая защитные покрытия, нужно уделять подготовке поверхностей под покраску. Сначала перед нанесением лакокрасочного покрытия поверхность нужно очистить от ржавчины, старой краски и других различных загрязнений. Это делается либо механическим, либо химическим способом [20].

К механическим способам относятся пескоструйная и дробеструйная очистка, обработка поверхности механизированным инструментом. При пескоструйной очистке применяется специальный порошок (металлический

песок), расход которого примерно в 10 раз меньше по сравнению с обычным кварцевым песком. Запыленность воздуха ниже допустимой по требованиям санитарных норм. Такие же преимущества имеет и дробеструйная очистка. Применяется гидropескоструйный способ очистки, осуществляемый эжектором, подающим струю воды с песком. Для предотвращения коррозии металлической поверхности в воду добавляют -1,6 % замедлителя коррозии (ингибитора). Возможна очистка пневматическими или электрическими инструментами. Восстановительные работы в действующих производственных цехах значительно упрощаются при применении химических методов подготовки поверхности стальных конструкций. Химические методы достаточно экономичны. Несомненным преимуществом их является образование на поверхности элемента конструкции слоя с определенными физико-механическими и защитными свойствами. Это обусловило широкое использование модификаторов ржавчины в качестве средства подготовки поверхности под окраску при восстановлении защитных покрытий. Созданы модификаторы, которые не только очищают поверхность от ржавчины, но выполняют и роль грунтовки или самого покрытия[20].

Основной способ защиты от коррозии металла – это создание защитных покрытий – металлических, неметаллических или химических.

Металлические покрытия.

Металлическое покрытие наносится на металл, который нужно защитить от коррозии, слоем другого металла, устойчивого к коррозии в тех же условиях. Если металлическое покрытие изготовлено из металла с более отрицательным потенциалом (более активный) чем защищаемый, то оно называется анодным покрытием. Если металлическое покрытие изготовлено из металла с более положительным потенциалом (менее активный), чем защищаемый, то оно называется катодным покрытием.

Например, при нанесении слоя цинка на железо, при нарушении целостности покрытия, цинк выступает в качестве анода и будет

разрушаться, а железо защищено до тех пор, пока не израсходуется весь цинк. Цинковое покрытие является в данном случае анодным.

Катодным покрытием для защиты железа, может, например, быть медь или никель. При нарушении целостности такого покрытия, разрушается защищаемый металл.

Неметаллические покрытия.

Такие покрытия могут быть неорганические (цементный раствор, стекловидная масса) и органические (высокомолекулярные соединения, лаки, краски, битум).

Химические покрытия.

В этом случае защищаемый металл подвергают химической обработке с целью образования на поверхности пленки его соединения, устойчивой к коррозии. Сюда относятся:

- Оксидирование – получение устойчивых оксидных пленок (Al_2O_3 , ZnO и др.);
- фосфатирование – получение защитной пленки фосфатов ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$);
- азотирование – поверхность металла (стали) насыщают азотом;
- воронение стали – поверхность металла взаимодействует с органическими веществами;
- цементация – получение на поверхности металла его соединения с углеродом.

Изменение состава технического металла также способствует повышению стойкости металла к коррозии. В этом случае в металл вводят такие соединения, которые увеличивают его коррозионную стойкость. Изменение состава коррозионной среды (введение ингибиторов коррозии или удаление примесей из окружающей среды) тоже является средством защиты металла от коррозии. Электрохимическая защита основывается на присоединении защищаемого сооружения катоду внешнего источника постоянного тока, в результате чего оно становится катодом. Анодом служит

металлический лом, который разрушаясь, защищает сооружение от коррозии. Протекторная защита – один из видов электрохимической защиты – заключается в следующем.

К защищаемому сооружению присоединяют пластины более активного металла, который называется протектором. Протектор – металл с более отрицательным потенциалом – является анодом, а защищаемое сооружение – катодом. Соединение протектора и защищаемого сооружения проводником тока, приводит к разрушению протектора.

1.1.4 Причины появления и способы устранения грибков, плесени, высолов в подземном помещении.

Появление высолов на штукатурке портит ее внешний вид. Длительное их отложение разлагает штукатурку, снижает эксплуатационные свойства дома, ухудшает качество воздуха в жилых помещениях. Часто к солевым отложениям может примешиваться плесень, грибок. Это еще больше ускоряет процесс разрушения штукатурки.

Иногда высолы на штукатурке приобретают самую разнообразную форму. Встречаются отложения в виде пуха, кристаллов, спирали. Имеют, как правило, белый цвет. Если к высолам примешивается плесень, они обретают сероватый, зеленоватый оттенок. Отличить накопления солей от грибка довольно просто. Необходимо попытаться растворить в воде отложения на стенах. Высолы растворятся в воде или рассыплются, а грибковый мицелий останется таким же, без изменений.

Одна из причин появления высолов на поверхности штукатурка – впитывание солей с водой, а потом дальнейшее их выделение в результате испарения. Источниками солей могут быть:

- Грунтовые воды. Они попадают в стены преимущественно по причине плохой гидроизоляции. В толще стен они накапливаются и постепенно появляются в результате высыхания;
- Использование минеральных добавок при приготовлении строительного раствора;

- Наличие в строительном растворе гидроокиси кальция. В процессе схватывания это вещество нередко приводит к образованию трудновыводимых солевых отложений;
- Наличие в воздухе серной кислоты. Если она реагирует с гидроксидом кальция, образуется гипс, который очень трудно удалять со стены. Вдобавок он разрушает штукатурку.
- Ускорители затвердевания раствора. С одной стороны, они ускоряют строительные работы, а с другой – являются источником белесых пятен на штукатурке.
- Красители, которые иногда добавляются в строительный раствор, также могут способствовать появлению высолов. Они могут обретать различный цвет.

В подземных сооружениях в промышленных масштабах выращивают съедобный вид плесени-грибков, поэтому не исключено, что именно подземные помещения являются наиболее благоприятным местом для возникновения плесени (рис.3).



Рисунок– 3 Пример появления плесневого грибка

При высоком уровне влажности и плохой вентиляции, а также при наличии протечек ограждающей конструкции здания в подвальных помещениях для роста плесени и грибка нужно добавить лишь органические строительные материалы. Какие виды грибка встречаются в подвалах

Существует целый перечень видов грибов и других вредителей подземных помещений.

Среди них:

Плесневый грибок, представляющий собой в основном, зиго- и аскомицеты, которые образуют ветвящиеся мицелии без больших, хорошо заметных невооруженным глазом.

Плесень- колония грибка одноклеточного, развивается из спор, присутствующих постоянно в воздухе в огромных количествах в «законсервированном» состоянии. При появлении благоприятных условий, повышенная влажность и тепло, споры сразу «просыпаются» и начинается их интенсивное размножение.

Растет плесень на бетоне, окрашенных поверхностях или камне. По виду это пятна или точки окрашенные в черный, бурый, голубой или зеленый цвет.

Бывают колонии грибов светящиеся, фосфоресцирующие. Плесень может разрушить строительный и отделочный материал практически до основания, что требует частого проведения ремонта, а иногда и перестройки здания.

Черная плесень. Цвет ее зависит от вида, от материала, на котором она вырастает и в какой стадии развития находится грибок. Черный цвет, как правило, имеют такие штаммы:

- *Ulocladium*– может поражать материалы и продукты. Наличие влаги – обязательное условие ее развития;
- *Cladosporium*- в начальный период бесцветен, кроме черного, может иметь большой спектр цветов. Для семян и растений наиболее опасен, не требует наличия влаги, может развиваться при невысокой температуре. Чаще встречается такой грибок на открытом воздухе в летний период. Некоторые их виды питаются дизельным топливом и горюче-смазочными материалами, поэтому они получили наименование керосиновый гриб;

- *Penicillium*- грибы этого семейства играют большую роль для окружающей среды, активно используются для приготовления лекарств в фармацевтике, для приготовления изысканного сыра вместе с белой плесенью в пищевой промышленности. Но некоторые штаммы представляют большую опасность для здоровья человека, их очень часто можно встретить в квартирах;
- *Alternaria*— чаще всего поражает овощи и фрукты, но может появляться на коже и в дыхательных путях человека. Насчитывает примерно 300 штаммов иногда окрашен в серый цвет;
- *Aspergillus*— это высшие плесневые грибы, вызывают у людей и животных аспергиллезы. Изначально сама грибница белого цвета, но ее споры окрашены в черный цвет. Чаще встречаются в помещениях;
- *Chaetomium*— имеет типично черный цвет. У людей часто вызывает аллергию. Основная опасность — попадание в пищеварительный тракт, которая может вызвать даже смерть человека;
- *Phoma*— грибница имеет черный цвет, а споры бесцветные;
- *Wallemia*- имеет черный цвет, для человека серьезной опасности не представляет, может расти при небольшой влажности и высокой температуре, что вызывает некоторые трудности при борьбе с ним.

Некоторые разновидности грибов способны глубоко проникать даже в поверхность бетона, разрушая структуру материала. Если вовремя не устранить очаг заражения, это может привести к нарушению целостности конструкции здания.

При обнаружении пораженного участка его нужно очистить до основания. Например, если поверхность пораженной стены имеет облицовочный материал в виде штукатурки, шпаклёвки или других декоративных материалов, то их необходимо полностью удалить до несущей стены. Если стена из кирпича, бетона или металла, то колонию грибов необходимо снять при помощи шпателя, затем зачистить поверхность наждачной бумагой или щеткой по металлу.

Как выяснили, основной причиной появления грибка и высолов является наличие влаги в помещении и первым делом нужно устранить возможность её появления, т.е. необходимо устроить гидроизоляцию подземного помещения.

1.1.5 Современные гидроизоляционные материалы и методы их нанесения.

Материалы защищающие конструкции от влаги известны с давних времен. Тип и характеристики гидроизоляции подбираются индивидуально для конкретных строительных конструкций и условий их эксплуатации. Как правило, защите подлежат фундаменты, стены (в том числе стены заглубленных сооружений), кровля, полы, перекрытия, чаши водоемов и бассейнов. В зависимости от функционального назначения конструкций к гидроизоляционным системам могут предъявляться комбинации следующих требований:

- собственно, водонепроницаемость - основной параметр, применимый ко всем типам материалов;
- стойкость к длительному воздействию воды - требуется для защиты конструкций, погруженных в воду, возводимых в обводненных грунтах, при строительстве чаш бассейнов и так далее;
- стойкость к атмосферным воздействиям (в том числе - дождь, снег, ультрафиолетовое излучение) - требуется для защиты ограждающих конструкций (например, при устройстве мягкой кровли);
- паропроницаемость - еще один параметр, имеющий значение при устройстве гидроизоляции кровли и стеновых ограждений;
- прочность и устойчивость к механическим воздействиям - свойства, обеспечивающие надежность и целостность защиты;
- устойчивость к химической агрессии - важная функция, которой должны обладать материалы, используемые для защиты фундаментов и подземных сооружений;

- стойкость к температурным колебаниям, морозоустойчивость - требование, предъявляемое к гидроизоляции, выполняющей функции внешнего слоя кровли.

При реконструкции, строительстве или ремонте зданий сегодня применяются следующие варианты гидроизоляционной обработки фундаментов, стен и отдельных конструкций:

- обмазочная;
- проникающая;
- оклеечная;
- инъекционная;
- напыляемая;
- осушающие штукатурки.

Проанализируем каждую технологию подробнее.

Применяемая в строительно-ремонтных работах обмазочная гидроизоляция (окрасочная) представляет собой покрытие из нескольких слоёв, показатель толщины которых варьируется от 0,19 мм до 1,10 см, а в редких ситуациях – до 1,60 см, что предопределяется состоянием основной поверхности. Обмазочная гидроизоляция наиболее оптимальный и доступный вариант защиты пола (напольных покрытий) от воздействия влаги, а её эффективный служебный срок составляет более 5,5 лет.

Такая разновидность гидроизоляционной обработки используется в случаях:

- внутренняя защита от капиллярной инфильтрации влаги;
- наружная защита фундаментной конструкции постройки от грунтово-почвенных вод.

Обмазочная гидроизоляция — это тонкий водонепроницаемый слой, сформированный в процессе многослойного нанесения – пастообразных или жидких плёнкообразующих смесей.

Традиционно для окрасочной гидроизоляции используются битум (смолоподобное многокомпонентное вещество) и битумсодержащие

материалы. При обработке расходный показатель для битумных составов равен 2,45-3,21 кг/кв.м.

Можно выделить следующие важнейшие преимущества обмазочной гидроизоляции:

- простота работы с составами из-за присутствия пластифицирующих добавок;
- повышенная степень адгезии. Хорошо прикрепляется (прилипает) почти к любым типам поверхностей из-за наличия цементной составляющей;
- небольшая толщина покрытия (иногда до 2,3 мм). Её достаточно для герметизации всех трещин, расколов, выбоин и прочих дефектов благодаря полимерным добавкам.

Такие специальные смеси, помимо положительных качеств, характеризуются комплексом весомых недостатков, к которым относятся:

- опасность выполнения работ – температура смеси, при её нанесении на поверхность, должна быть более 118 град;
- небольшой эксплуатационный срок – минусовые температуры существенно снижают эластичность материала, и он становится хрупким. Любые деформации и внешние физические воздействия становятся причинным фактором образования трещин и последующего отслаивания защитного покрытия.

Но, инженеры-химики на современных предприятиях создают более современные смеси для обмазочной изоляции. Например, битумные составы постепенно вытесняются синтетически-органическими смолами и содержащими их материалами. Наиболее эффективными являются смеси, состоящие из битума и

- каучука;
- органических веществ;
- полимерных соединений.

В рассматриваемой категории материалов для гидроизоляционной обработки популярна продукция «Ceresit» от компании Хенкель: эластичная (CR 66) и жёсткая (CR 65) модификации. Российские варианты: «Лахта», «ТехноНиколь», «Сазиласт» и другие.

Чтобы предохранить конструкции, созданные из железобетона или бетона, от разрушительного влияния воды применяется довольно эффективная методика – обработка проникающей гидроизоляцией.

Компоненты, составляющие данную разновидность гидроизоляционных составов, способны обеспечить надёжную защиту любых, даже мелкопористых материалов, от абсорбции влаги и воды.

Основа действия подобных гидроизоляционных составов обусловлена следующим принципом – они проникают в поверхностные слои строительной конструкции, где трансформируются в стабильные, нерастворимые комплексы. Эти химические соединения заполняют и полностью закупоривают поры, вытесняя из их полостей всю воду.

Преимуществом гидроизоляции проникающего типа является:

- допустимость применения составов на этапе строительства конструкции или строения и на этапах осуществления ремонтно-реставрационных работ на опорах, мостах, различных резервуарах, дамбах, домах или в зданиях. Относящимися к этой разновидности составами в основном обрабатывают блоки из туфа или природного известняка, обычный бетон, всевозможные изделия из асбоцемента;
- предохраняют конструкцию от деструктивного влияния воды;
- обеспечивают повышение её прочностной стойкости при постоянном воздействии гидродинамического давления. Такой полезный эффект обусловлен проникновением изолирующей смеси глубоко в поры и капилляры бетонной конструкции или бетона приблизительно на 32,5-41,0 см. Это оказывает содействие образованию прочной, нерастворимой кристаллической структуры, а также препятствует фильтрационному движению воды через бетонный материал;

- пропускная способность газообразных веществ сквозь защитную плёнку, то есть обработанный материал по-прежнему остаётся «дышащим». Это обстоятельство позволяет устанавливать оборудование, работающее на солярке (дизельное топливо) в помещениях, где гидроизоляция была выполнена проникающими составами;
- используемые в них инертные компоненты гарантируют полное отсутствие окислительных, коррозионных и других разрушающих химических взаимодействий. Такая разновидность гидроизоляции применяется в следующих сооружениях: колодцы, резервуары из бетона, гаражи, бассейны, подземные стоянки и т. п.

Справедливой популярностью среди ассортимента смесей пользуются проникающие гидроизоляционные составы: «Пенекрит», «Пенетрон», «Ватерплаг» и «Пенеплаг».

Принцип обустройства оклеечной разновидности гидроизоляции состоит в наклеивании защитных рулонированных материалов на плотное основание, которое было предварительно подготовлено: выравнивание, очистка, тщательная просушка.

Рулонная (оклеечная) гидроизоляция состоит из нескольких сплошных листов, непроницаемых для воды, материалов, прочно приклеенных специальным клеем друг к другу. Существуют однослойные варианты, у которых прочное основание обильно пропитано водоустойчивыми мастиками.

В зависимости от надобности, оклеечной гидроизоляцией покрываются поверхности, расположенные вертикально или горизонтально. Обустройство вертикального типа изоляции производится на участки поверхностей стен, которые граничат с грунтом. Прокладывается она непосредственно от стены или фундамента до тротуарной или отмостковой поверхности.

Если грунтово-почвенные воды неизменно стоят высоко или периодически поднимаются до поверхностного уровня, то необходимо

защитить гидроизоляцию от разрушающего воздействия мокрого грунта при помощи качественно сделанных прижимных кирпичных стенок или замка из глины.

Для производства классических оклеечных гидроизоляционных материалов применяются толь, рубероид и пергамин.

Недостатки оклеечной гидроизоляции:

- не долговечна;
- подвержена гниению;
- обладают средней водостойкостью.

В отличие от обычных оклеечных материалов их модифицированные аналоги, содержащие в составе полимеры и каучуки, обладают предельной устойчивостью, стабильностью и надёжностью, а также характеризуются великолепными техническими характеристиками.

Среди многочисленных предложений, специалисты рекомендуют применять следующие рулонированные варианты оклеечной гидроизоляции: «Технониколь», «Пергамин-П», «Rockwool» и «Икопал-В».

Суть технологии инъекционной защитной гидроизоляции состоит в нагнетании (введением под давлением) жидких герметизирующих составов в поры, трещины, разломы бетонных конструкций, кирпичной кладки и иных строительных материалов. Комплексные смеси для этой разновидности гидроизоляции выполняют на минеральном, полиуретановом или эпоксидном субстрате.

Поскольку специальные гидроизолирующие инъекционные составы вводятся под высоким давлением (около 245,0 атмосфер), все работы выполняются только с применением особого оборудования. Проникая вглубь строительной конструкции, смолы полностью заполняют наличествующие пространства, создавая при этом на поверхности защитную плёнку.

Преимущества инъекционной гидроизоляции:

- небольшая длительность реакционного застывания – от 15,0 секунд до 2,8 минуты;

- значительная адгезия к сырым, мокрым поверхностям;
- экологичность — полностью отсутствуют в составе токсические, ядовитые компоненты;
- возможность применения изолирующих составов при невысоких температурах.

Недостатки инъекционной гидроизоляции:

- сложность оборудования и самой технологии введения защитных составов;
- высокая ценовая стоимость работ, поскольку помимо аренды специального оборудования нужно нанимать квалифицированных, опытных специалистов.

Наиболее часто применяемыми инъекционными гидроизоляционными материалами являются: «Гидростоп», «Пента», «Виатрон», «Акванаст» и др.

Вариант обработки, при котором водоотталкивающие вещества (битумные эмульсии) наносятся на поверхность путём разбрызгивания под высоким давлением, называется напыляемой гидроизоляцией. Такая методика относится к бесшовному типу защиты от проникновения воды.

Обозначенный тип гидроизоляции обладает множеством достоинств:

- работы по нанесению активного изолирующего состава абсолютно пожаробезопасны, поскольку выполняется методом «холодного напыления»;
- наносимый гидроизолирующий материал смело можно напылять на всевозможные поверхности — металл, кирпич, пластик, бетон, дерево;
- применяется как для наружной, так и внутренней обработке;
- не образует дополнительной нагрузки на конструкции, так как слой напыляемого вещества очень тонкий;
- быстро застывает
- срок эффективной эксплуатации напыляемой разновидности защиты от проникновения влаги составляет более 17 лет;

- битумные эмульсии устойчивы к внезапным температурным перепадам и действию ультрафиолетового излучения.

Применение настоящего способа гидроизоляции особо эффективно при реконструкционных работах на старых покрытиях. Состав при напылении полностью заполняет все поры, трещины, расколы и прочие дефекты основной конструкции, формируя единый, монолитный элемент.

Технология напыления защитных составов отличается быстротой выполнения. Строительная бригада (три человека) за рабочую смену способна качественно обработать площадь до 1050,0 кв. м.

Как правило, гидроизоляционный материал для напыления имеет компонентный состав, включающий наполнители и многокомпонентный полимерный композит на основе воды. В роли добавляемых наполнителей выступают:

- титана двуокись;
- тальк;
- бария сульфат;
- кальция карбонат;
- вода.

Любой «коктейль» для гидроизоляции не содержит опасных, токсических ингредиентов, а после полного застывания превращается в бесшовную прочную мембрану.

Наиболее известные и часто применяемые марки специальных гидроизоляционных составов, наносимых путём напыления: «Mastigum 2», «Брит», «CBS», «Технопрок» и «PrimeRubber».

В особых случаях возможны ситуации, когда на поверхность постоянно попадает немалое количество воды, которая не успевает полностью испариться в нормальных условиях. Здесь целесообразно применить отделку осушающей штукатуркой.

Такой вариант гидроизоляции наиболее часто используется для реставраций и ремонта старых домов. Он особо эффективен, когда ранее

созданная гидроизоляция подверглась разрушению, а сформировавшиеся незащищённые участки поверхности непосредственно контактируют с сильно увлажнённым грунтом.

Действие осушающих штукатурок основано на принципе впитывания из стен избыточной влаги (как промокательная бумага) с последующим её испарением в окружающую среду. Этот гидроизоляционный материал обладает чрезмерной пористостью, которая создаёт большую площадь испарения. Такая особенность осушающей штукатурки содействует невероятно высокой скорости испарения влаги, превосходящей быстроту впитывания воды материалом стены.

В ряду гидроизоляционных штукатурок, обладающих осушающим свойством, можно отдельно выделить следующие достойные внимания марки: «Плитонит», «Kerakoll» и «Index».

В итоге, чтобы решить проблему гидроизоляции стен, подвалов и фундаментов зданий в настоящее время применяют много разных эффективных материалов и технологий. Выбор нужного варианта гидроизоляции должен осуществляться с учётом индивидуальных особенностей конструкции сооружения и местных климатических условий.

1.2 Анализ аварий стальных конструкций

1.2.1 Классификация аварий стальных конструкций

Впервые основываясь на материалы зарубежной литературы изучением и анализом причин аварий инженерных сооружений стал заниматься доктор технических наук Ф. Д. Дмитриев[1].

Согласно его классификации, причины аварий можно выделить по трем основным группам:

- аварии, вызванные природными явлениями;
- аварии, вызванные не совершенностью инженерно-технических приемов;
- аварии, вызванные социально-экономическими условиями.

Технические причины катастроф можно разделить также на три группы:

- потеря устойчивости;
- дефекты основания;
- плохое производство работ.

Также изучением аварий и крушений занимается А. И. Мизюмский. Он в свою очередь классифицирует крушения [2], только металлических конструкций, притом только тех аварий, причинами которых служили инженерно-техническим ошибки.

А. И. Мизюмский разделил аварии и крушения на следующие группы:

- вызванные дефектами, которые связаны с ошибками проектирования;
- вызванные дефектами, которые возникли в процессе производства работ;
- вызванные дефектами, которые связаны с эксплуатацией;
- вызванные недостаточно изученными условиями работ и свойствами применяемых материалов.

Надежность здания зависит от многих факторов таких как, марки материала, сечения, формы элементов, качества изготовления и монтажа, условия эксплуатации, своевременного ремонта.

Все это влияет на срок эксплуатации сооружения, а также определяют его несущую способность. Исходя из изучения вопросов аварии, можно сделать выводы, что каждая авария, это совокупность нескольких причин и факторов. При изучении аварий следует конкретно разграничивать основную причину от непосредственной причины, вызывающей аварию.

Расследование аварии состоит из трех этапов:

Предварительное обследование.

Детальное обследование.

Разработка проекта восстановления конструкций.

Предварительное обследование проводится сразу после происшедшей аварии с целью выяснения возможности пребывания в здании людей и

выполнения технологического процесса; выявление и ограждение наиболее опасных зон; выявление полностью или сильно разрушенных конструкций.

После аварии, до тех пор, пока не проведено ее расследование, категорически запрещено убирать обломки конструкций или перемещать их на другое место. Место падения и характер расположения обрушившихся конструкций свидетельствует о причинах, повлекших аварию.

В ходе предварительного обследования следует четко зафиксировать время аварии. Неоценимую помощь при обследовании могут оказать свидетели аварии. Всех свидетелей следует подробно опросить об обстоятельствах, предшествующих и сопутствующих аварии. Если речь идет о пожаре, важную роль играет расположение очага возгорания.

При предварительном обследовании требуется определить, какие именно специалисты будут входить в состав комиссии при проведении детального обследования. В комиссию могут входить сотрудники организации, эксплуатирующей здание, а также приглашенные специалисты из научно-исследовательских и проектных организаций.

В ходе предварительного обследования требуется определить объем, в котором будет выполняться детальное обследование.

Составление акта

По результатам предварительного обследования составляется акт, в котором следует отразить следующие вопросы: краткая характеристика здания или сооружения; аварийные помещения и конструкции; необходимость приглашения экспертов для детального обследования; перечень работ, которые необходимо выполнить до прибытия . экспертов.

Акт должен быть утвержден директором предприятия, на котором произошла авария. Директору предприятия следует издать приказ о назначении ответственных лиц за принятие необходимых мер по технике безопасности при эксплуатации пострадавших помещений, их охране и назначении ответственных за эти мероприятия.

Детальное обследование следует проводить в следующей очередности: изучить проектную документацию; ознакомиться с пострадавшим объектом; выполнить подробное обследование конструкций; составить заключение по результатам обследования.

При обследовании следует четко зафиксировать все дефекты конструкций. Следует определить фактическую прочность элементов, подвергшихся разрушению. Для этого требуется отбор образцов для дальнейших испытаний. Из железобетонных конструкций выпиливаются образцы бетона, для определения его класса, и вырезается арматура. Из стальных конструкций вырезают образцы для определения класса стали.

Анализ аварий - это не только очень ответственная работа, которая должна быть выполнена без всякой предвзятости, но и достаточно творческая работа.

Истинные причины аварии, как правило, могут быть определены только после тщательного анализа и глубокого изучения сложившейся ситуации.

Проверочные расчеты.

Анализ аварий имеет большое значение для совершенствования современных методов расчета, в частности, по методу предельных состояний. Поскольку к моменту аварии предельное состояние наступает либо у всей конструкции, либо у ее части.

Для выяснения действительных причин аварии следует выполнить расчет с учетом всех нагрузок и воздействий, действовавших на конструкции в момент аварии. Для того, чтобы точнее понять механизм разрушения конструкций, требуется выбрать достаточно адекватную расчетную модель.

При расчете целесообразно учитывать физическую и геометрическую нелинейность.

Для стальных конструкций следует учитывать текучесть материала, для ж/б конструкций - раскрытие трещин.

Расчеты следует также выполнять на динамические воздействия: на ударное, импульсное, пульсационное, воздействие ветра, взрывное воздействие. Также, в случае пожара либо резкого понижения температуры, выполняют расчет на температурные воздействия.

Статические и динамические расчеты, которые выполняются при анализе аварий, имеют определенные особенности. Необходимо учитывать реально действующие нагрузки, поэтому коэффициенты надежности по нагрузке не учитываются. Несущая способность определяется по расчетным сопротивлениям II группы предельных состояний или даже по средним величинам. Учитываются реальные отклонения в геометрии конструкций и особенности стыковых соединений.

Целесообразно расчетом выполнить моделирование всего процесса разрушения в т.ч. падение отдельных элементов и их удар о другие конструкции.

Для учета динамических воздействий также необходимо стремиться к составлению адекватных моделей, учитывающих перемещения всех элементов в определенные интервалы времени.

При этом полученные результаты не должны замалчиваться. Обязательно следует публиковать результаты анализа и расчета конструкций, чтобы полученные результаты послужили уроком при проектировании аналогичных конструкций в дальнейшем.

Постоянный систематический анализ аварий помогает развить инженерную интуицию, так необходимую проектировщикам и строителям.

1.2.2 Примеры аварий стальных конструкций

1. 4 декабря 2005 года произошло обрушение перекрытия бассейна «Дельфин» в городе Чусовом. В результате аварии обрушились металлические конструкции и крыша бассейна. В бассейн упали перекрытия, общая площадь обрушения составила около 100 кв. м. Бассейн «Дельфин» был построен 11 лет назад. Предварительный анализ конструкций бассейна показал, что коррозия несущей балки и

- фермы объекта составляла около 50%, что, естественно, снижало ее несущую способность на 50%». В итоге, причиной обрушения крыши бассейна в городе Чусовом стало низкое качество металла несущей конструкции кровли и ее слишком большой вес.
2. Обрушение двутавровой балки. 22 июня 2003 года в г. Буинск Республики Татарстан произошло обрушение двутавровой металлической балки в гараже на 20 автомашин. Обрушение двутавровой металлической балки и всех опирающихся на нее плит покрытия. Основная причина – некачественное изготовление металлической балки покрытия.
 3. Обрушение конструкций покрытия на всей площади здания. 13 февраля 2013 года в г. Каменск Республика Бурятия в помольно-сырьевом цехе Каменского цементного завода произошло обрушение конструкций покрытия на всей площади здания. Основная причиной стало отступления от проекта в процессе строительства: опорные части металлических ферм не имели креплений к железобетонным колоннам, плиты покрытия не имели крепления с поясами ферм, отсутствовал антисейсмический пояс, кладка стен выполнялась из разных материалов. Также обрушению способствовало снижение несущей способности элементов металлических ферм в результате коррозии.
 4. Обрушение металлических конструкций покрытий при их монтаже на строительстве сборочно-сварного цеха. В 1962 г. произошло обрушение металлических конструкций покрытий при их монтаже на строительстве сборочно-сварного цеха машиностроительного предприятия. Работы были выполнены не согласно проекту производства работ. Металлические конструкции, которые привезли на площадку, были с дефектами в сварных соединениях узлов стропильных и подстропильных ферм, фонарей и балок. В итоге для исправления дефектов сварки на месте заводом было решено направить на монтажную площадку электросварщиков. Дефекты в

сварных швах исправлялись только те, которые обнаруживали внешним осмотром. Примерно за 1,5 мес до обрушения в пролетах Г - Е к Е - И были смонтированы все колонны, порталные связи, подкрановые балки и подстропильные фермы и был начат в пролете Е - И монтаж стропильных ферм, фонарей и сборных железобетонных плит покрытия. Ввиду того монтаж конструкций производился не согласно проекту производства работ, для обеспечения устойчивости конструкций фонаря в процессе монтажа были применены расчалки. Причем было установлено, что конструкции фонарей были закреплены четырьмя расчалками из каната диаметром 15,5 мм и тремя из стальной катанки диаметром 8 мм. В соответствии с проектом производства работ установка металлоконструкций и сборных железобетонных плит покрытия в проектное положение производилась гусеничным краном. В день обрушения бригада монтажников выполняла работу по укладке сборных железобетонных плит. При укладке предпоследней плиты по фонарю произошло обрушение смонтированных конструкций покрытия. При аварии обрушились: подстропильные фермы, семь стропильных ферм; фонарные рамы; металлические связи по нижним и верхним поясам стропильных; железобетонные плиты покрытия по фермам и фонарям; подкрановая балка; две фахверковые стойки и часть горизонтальных элементов фахверка. Объем разрушенных металлических конструкций составляет 107 т и 81 м³ сборных железобетонных плит. Осмотр обрушившихся конструкций показал, что фермы осей 37 и 38 находятся внизу под другими упавшими конструкциями, а фермы осей 35 и 36 упали в сторону фермы оси 37 и находятся сверху фермы 37. Фермы на осях 39, 40 и 41 упали в сторону фермы 38 и находятся сверху фермы 55. Подстропильная ферма 36 - 38 оси Е лежит по оси колонн, подстропильная ферма 36-38 оси И (упала внутрь пролета. Аналогичное положение заняли подстропильные фермы 55-41. Ригели фонарных рам упали в сторону оси 41. Упавшие

конструкции расположились двумя группами с промежутком между ними более 6 м. при обрушении все конструкции сильно деформировались; железобетонные плиты покрытий оказались разбитыми; по стропильным и подстропильным фермам были обнаружены разрывы: фасонного листа крепления опорного раскоса к верхнему поясу в подстропильной ферме И, 39-41 в результате падения фермы, горизонтальной. Кроме этого, имеются разрывы металлических конструкций фонарных рам в среднем узле ригелей в осях 37 и 38. Двутавровые балки ригеля оторвались по сварке от вертикального листа фланцевого соединения этого узла [23].

5. В г. Новосибирске 3 февраля 2011 года в результате скопления снега произошло обрушение кровли арматурного цеха строительной компании «Дискус Плюс». Площадь обрушения составила 300 м². В результате два рабочих погибли и семь получили травмы различной степени тяжести.
6. 10 января 2011 года в г. Санкт-Петербурге в результате неправильно проведенных работ по расчистке плоской крыши от снега произошло обрушение 100 м² кровли спортивного комплекса им. Алексеева. Два человека были госпитализированы.
7. 3 февраля 2011 года в г. Казани на складе стекла ОАО «Татстрой» обрушилась металлическая крыша на площади 700 м². В результате погиб один человек. На момент обрушения высота скопившегося на кровле снега составляла 60–80 см.
8. 14 февраля 2004 года примерно в 19:15 МСК произошло обрушение крыши аквапарка. В этот момент в здании находилось около 400 человек. По словам очевидцев, под крышей оказались погребены самые популярные аттракционы «Трансвааля», включая детский бассейн. Число погибших составило 28 человек, в том числе 8 детей, травмы различной степени тяжести получили 193 человека (в том числе 51 ребёнок). Следствием рассматривались четыре основные версии обрушения крыши: нарушение в проектировании здания,

ошибки при строительстве, неправильная эксплуатация либо подвижка грунта, на котором был возведен «Трансвааль».

В итоге обзора аварий, выделяем их основные причины:

1. Превышение нагрузок (снеговой, от тяжелой пыли, от увеличения массы кровли и др.).
2. Коррозия элементов.
3. Недостаточная развязка из плоскости.
4. Ошибочное уменьшение сечений.
5. Хладноломкость стали.
6. Ненадежное решение узлов.
7. Применение тонкостенных профилей без должного обоснования.

1.3 Анализ существующих методов усиления металлических балок

Усиление строительных конструкций является одним из основных способов увеличения срока службы конструкции, и подразумевает мероприятия, способствующие повышению несущей способности, жесткости, трещиностойкости и других физических качеств строительной конструкции. Классификацию основных способов усиления металлических балок можно представить:

Таблица 1 - Основные способы усиления металлических балок

Способ усиления	Характеристика способа
Установкой дополнительных опор	Уменьшение пролета балки и момента инерции
Увеличение сечения	Дополнительные накладки, обетонирование
Установкой тяжей, шпренгелей, шарнирно-стержневых систем	Разгрузка балок с помощью предварительно напряженных тяжей, шпренгелей, шарнирно-стержневых систем
Изменение конструктивной схемы	Замена шарнирного сопряжения балок

Различают местное и общее усиление металлических балок[18].

Местное усиление производится при помощи металлических накладок, ребер, обетонирования.

Общее усиление осуществляется при помощи установки шпренгелей, затяжек или жестким опорным закреплением.

Самым легким и часто применяемым методом усиления металлических балок считается увеличение их сечения элементами из прокатных профилей сваркой либо закреплением на высокопрочных болтах(рис. 4).

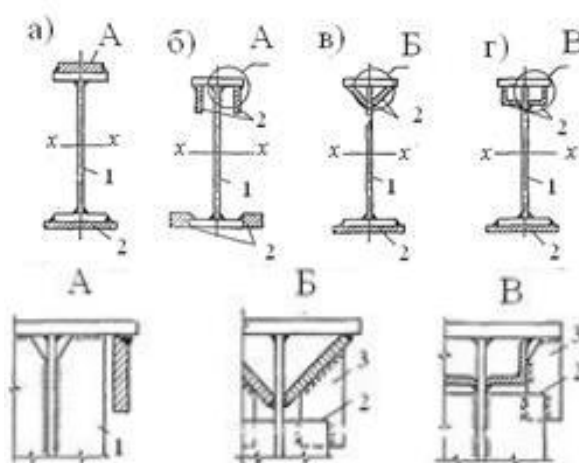


Рисунок 4 – Способы усиления изгибаемых элементов методом увеличения сечения: а-г - схема усиления с двух сторон; 1- ребро жесткости; 2- линия обреза ребра; 3- наставка ребра.

Чтобы повысить местную устойчивость и недостаточную несущую способность участков стенок балок на этих участках устанавливают короткие поперечные, продольные или наклонные ребра жесткости, ограничивая их продольными ребрами (рис. 5). Дополнительные ребра к стенке балки обычно закрепляют при помощи высокопрочных болтов, либо с помощью прерывистых или сплошных сварных швов.

Сварные соединения являются более технологичными, но в процессе сварки сечение усиливаемого элемента ослабевает.

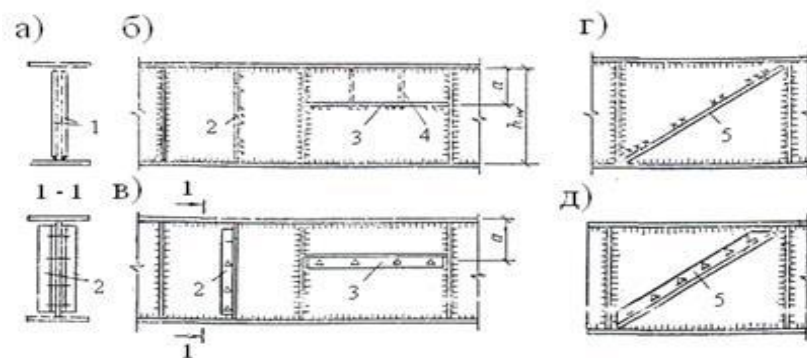


Рисунок 5 – Способы местного усиления стенок двутавровых балок:

1-дополнительные накладки; 2-5 дополнительные поперечные, продольные и наклонные ребра.

Также достаточно простым и эффективным способом усиления металлических балок является преобразование разрезных балок в неразрезные многопролетные [5,27,30].

Следующим наиболее эффективным способом увеличения несущей способности металлических балок является изменение их конструктивной схемы при помощи установки в пролетах балок дополнительной опоры (рис.6, а) или подкосов, которые являются дополнительными усиливающими элементами (рис.6, б).

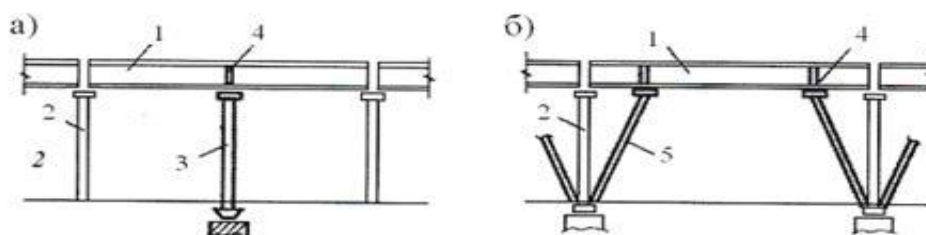


Рисунок – 6 Усиление балок установкой дополнительных опор (а) или подкосов (б): 1- усиливаемая балка; 2- колонна; 3- дополнительная опора; 4- элемент усиления; 5- подкос

На рисунке 6, а показано усиление металлических балок с установкой в пролете балки дополнительной опоры, но применять данный способ не всегда технологически возможно. Наиболее целесообразным в данном случае будет установка подкосов, так как они не загораживают центр пролета и для них не нужно устройство дополнительного фундамента (рис. 6, б).

Также значительно повысить несущую способность металлических балок можно при помощи подведения под нижний пояс дополнительных усиливаемых элементов или превратив их в шпренгельные системы (рис.7).

Еще один способ для увеличения несущей способности металлических балок это устройство железобетонных обойм (рис.8,а) или устройство заполнения монолитным бетоном междубалочного пространства (рис.8,б). Эффективен данный способ при усилении очень поврежденных или балок покрытых сильной коррозией.

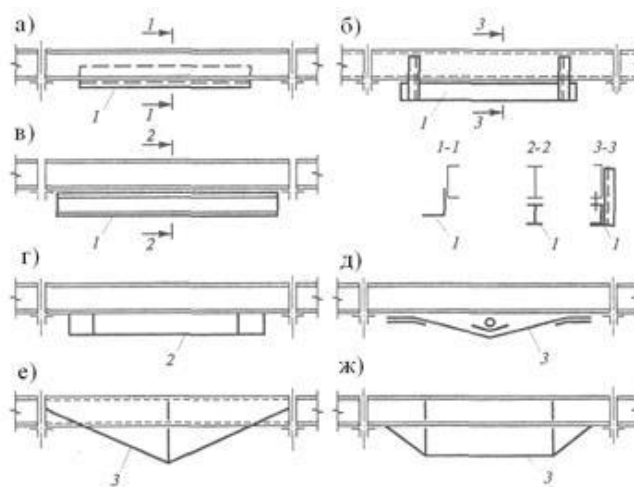


Рисунок – 7 Усиление металлических балок установкой дополнительных усиливаемых элементов (а, б, в, г) или превращением их в шпренгельные системы (д, е, ж): 1– усиливаемый элемент; 2 - 3 – шпренгель

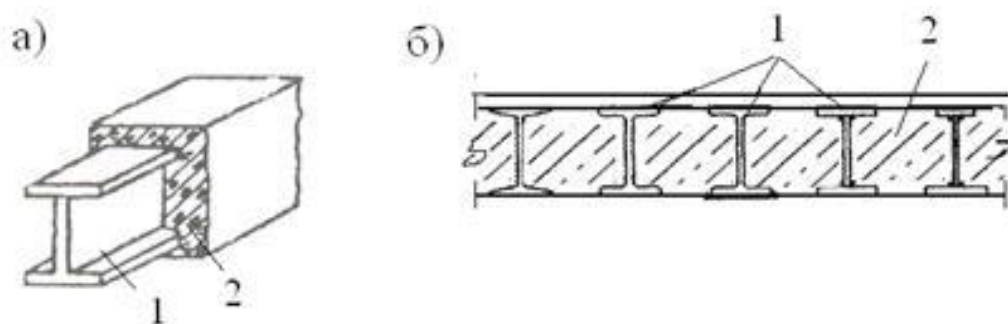


Рисунок – 8 Усиление металлических балок устройством железобетонной обоймы (а) или междубалочного заполнения монолитным бетоном (б): 1- металлические балки; 2- монолитный железобетон

1.4 Классификация повреждений металлических конструкций

Подробное описание классификация повреждений есть в нормативной литературе [3,24]. Более укрупненно классификация повреждений представлена в таблице 2.

Таблица 2- Классификация повреждений в металлических конструкциях.

	Виды повреждений	Причины возникновения
1	Отклонения -от геометрических размеров -от проектного положения	Нарушения при изготовлении, нарушения условий эксплуатации, несоблюдение правил монтажа
2	Прогибы элементов	Перегрузка конструкции
3	Вырезы, ослабляющие сечения элементов	Нарушения условий эксплуатации
4	Хрупкие или усталостные трещины	Нарушения при изготовлении, нарушения условий эксплуатации, несоблюдение правил монтажа, перегрузка конструкции
5	Расстройство болтовых и заклепочных соединений	Нарушение условий эксплуатации, перегрузка конструкций
6	Разрушение защитных покрытий и коррозия	Нарушение условий эксплуатации, низкое качество защитных материалов

В ходе эксплуатации дефекты часто приводят к возникновению в конструкциях различных повреждений. Повреждения классифицируются по трем основным признакам:

1) В зависимости от причины возникновения:

-от воздействий внешних факторов;

-от воздействий, связанных с функционированием технологических процессов.

2) В зависимости от характера процессов разрушений конструкций:

-механическое разрушение, вызванное воздействием силовых факторов;

-физико-химическое разрушение под влиянием агрессивной окружающей среды.

3) В зависимости от значимости последствий разрушений и трудоемкости восстановления:

-I категория- повреждения аварийного характера;

-II категория- повреждения не являющиеся аварийными, но для устранения которых требуется капитальный ремонт, в ходе которого поврежденные конструкции заменяются или усиливаются;

- III категория - повреждения второстепенных элементов, устраняемые в ходе текущего ремонта.

К повреждениям от воздействия внешних силовых факторов относят: разрывы, трещины, искривления, местные прогибы, расстройство соединений, абразивный износ и т.п.

Эти повреждения возникают в результате неправильных расчетных данных:

- на стадии проектирования- ошибки, связанные с неправильным определением нагрузок и внутренних усилий, подбором сечений элементов и расчетом узлов: отличием физического напряженного состояния от расчетного вследствие идеализации расчетной схемы и действующих нагрузок;
- на стадии изготовления- пониженные прочностные характеристики основного и наплавленного металла, наличие дефектов, которые

приводят к концентрации напряжений и способствуют усталостному и хрупкому разрушению; произвольные изменения сечения элементов, размеров сварных швов, количества и диаметра болтов в соединениях;

- на стадии монтажа- нарушением взаимного расположения конструкций, приводящих к появлению значительных дополнительных нагрузок и усилий;
- на стадии эксплуатации- недопустимой перегрузкой конструкций, ударами транспортируемых грузов о конструкции, подвеской к конструкциям грузоподъемных механизмов в местах, не предусмотренных проектом, вырезкой отверстий в элементах и удалением связей для пропуска инженерных коммуникаций.

Повреждения от воздействий, связанных с функционированием технологического процесса, обусловлены, в первую очередь, действием высоких температур. При высоком нагреве повреждаются защитные лакокрасочные покрытия, элементы подвергаются короблению. При наличии связей, препятствующих свободному проявлению температурных деформаций, последнее обстоятельство может привести к возникновению значительных усилий и способствовать образованию трещин.

Физико-химический процесс разрушений связан, в первую очередь, с разрушением защитных покрытий и развитием различных видов коррозии.

Стальные конструкции зданий наиболее подвержены атмосферной (электрохимической) коррозии. При наличии во внутренней среде агрессивных примесей возможен комбинированный механизм коррозии: электрохимическая и частично химическая. Общая поверхностная коррозия приводит к уменьшению сечения, что особенно существенно для растянутых элементов, где возникающее перенапряжение может привести к разрушению. Аналогичное влияние на несущую способность оказывает местная коррозия, возникающая в местах подтекания кровли, нарушений герметичности трубопроводов и т.п., особенно если эти места труднодоступны для осмотра и очистки.

Наиболее опасной является глубинная коррозия, увеличивающая склонность к усталостному и хрупкому разрушению. Щелевая коррозия, развивающаяся в узлах и соединениях элементов, может привести к разрушению сварных швов, болтов и т.д. Ржавчина, имея большой объем, чем металл распирает элементы и способствует разрушению соединений. Специфической особенностью последних двух видов коррозии является трудность их обнаружения в ходе визуального наблюдения.

Разработка проекта усиления возможна лишь после и на основе обследования конструкций. После установления конструктивной схемы сооружения и габаритных размеров конструкций, что предусматривает проведение геодезической съемки, проверки вертикальности (отвесом или теодолитом), горизонтальности (уровнем или нивелиром), стрелы выгиба (с использованием натянутой проволоки), необходимо уточнить параметры сечений элементов металлоконструкций. Необходимо измерить толщины элементов (при необходимости для определения толщины металла возможно засверливание элемента). В сварных конструкциях важно определить катеты сварных швов, которые измеряются специальными скобами, шаблонами, штангенциркулями или с применением слепков швов.

Вместе с геометрическими параметрами конструкции необходимо выявить ее дефекты и, в первую очередь, дефекты, могущие вызвать хрупкое разрушение.

К дефектам такого рода относятся:

- трещины всех видов, направлений и размеров;
- узлы и детали с высокими местными напряжениями, возникающими в результате приложения больших сосредоточенных нагрузок, либо в результате деформирования деталей при изготовлении и монтаже;
- узлы с резкими концентраторами напряжений, особенно в сочетании с высокими местными напряжениями, ориентированными поперек действующих растягивающих напряжений;

- чрезмерное сближение в узлах сварных швов, приводящее к высоким напряжениям;
- прикрепление фасонок к поясам ферм прерывистыми швами;
- наличие отверстий с необработанными кромками, прожженных, не окаймленных по контуру, заваренных;
- подрезы основного металла глубиной более 0,5 мм при толщине проката от 4 до 10 мм и более 1 мм при толщине свыше 10 мм;
- вмятины, забоины и другие поверхностные повреждения элементов, возникающие в результате правки в холодном состоянии;
- дефекты сварных швов; несплавление по кромкам угловых швов, плохое оформление швов (швы, не имеющие гладкой или мелкочешуйчатой поверхности, без плавного перехода к основному металлу, с наплывами, прожогами, сужениями, перерывами), шлаковые включения, скопления газовых пор, незаваренные кратеры, зарубки, подрезы и другие дефекты поверхности шва.

Наиболее опасными с точки зрения хрупкого разрушения являются трещины в основном металле, сварных швах или околошовной зоне. При выявлении трещин в фермах следует обратить особое внимание на опорные узлы, стыки поясов (особенно в растянутых зонах), зоны сближения сварных швов на всех узловых фасонках. Осмотр поверхности элементов и узлов конструкций, является основным способом выявления трещин.

Ржавчины, шелушение краски, подтеки появляющиеся на поверхности металла указывают на наличие трещин в нем.

Перед каждым осмотром стальные конструкции должны быть очищены от грязи и пыли. Места возможного наличия трещин должны быть также очищены от коррозии и зачищены до металлического блеска. Сварные швы перед осмотром освобождаются от краски и шлака металлическими щетками. Для удаления краски может быть использован раствор, содержащий 78% бензина, 20% ацетона и 2% парафин.

Невооруженным глазом должны быть осмотрены все видимые поверхности сварных швов. Для выявления мелких трещин следует использовать лупу с 6-8 кратным увеличением. В сомнительных случаях соответствующий участок поверхности элемента или сварного шва необходимо зачистить наждачным кругом, напильником или шкуркой и протравить. Для уточнения наличия трещин следует хорошо заточенным зубилом вдоль предполагаемой трещины снять небольшую стружку. Разделение стружки свидетельствует о наличии трещины. Для выявления трещин может быть использован керосин: очищенная поверхность смачивается керосином, и, при наличии трещины, ее очертания проступают через некоторое время. Для определения величины раскрытия трещин может быть использован микроскоп. Длина и характер трещины измеряются линейкой с точностью до 1 мм и регистрацией даты замера.

Усталостные трещины располагаются в зоне концентрации напряжений. Примером таких конструкций могут служить сварные подкрановые балки при тяжелом режиме эксплуатации.

Процесс образования и развития усталостных трещин зависит от ряда факторов, важнейшим из которых следует считать величину переменной составляющей нагрузки, уровень концентрации напряжений и технологию сварки. Для предупреждения раннего трещинообразования разрабатываются конструктивные и технологические мероприятия, направленные, главным образом, на снижение концентрации напряжений. К ним относятся: использование демпфирующих устройств; изъятие сварных соединений из перенапряженных зон; применение автоматической сварки и др. Следует отметить, что после появления трещины металлическая конструкция еще сохраняет несущую способность, но это происходит до тех пор, пока длина трещины меньше критической.

Для предотвращения или задержки развития трещины в ее вершине сверлится отверстие, которое служит деконцентратором напряжений.

Усиление металлических конструкций с усталостными трещинами трудоемко и требует значительного расхода материалов, поэтому на практике такие конструкции обычно заменяются.

Для определения степени провара угловых швов в местах наиболее вероятных проваров (сварка в потолочном или в вертикальном положении) шов засверливается обычным сверлом диаметром 6 мм. Высверленное место просматривается через лупу, затем подвергается травлению 20%-ным раствором азотной кислоты и осматривается вновь для определения границ сварного шва. После этого место травления тщательно промывается водой и высушивается.

При обследовании сварных швов желательно, по возможности, использовать один из физических методов контроля качества (просвечивание рентгеновскими и гамма-лучами, ультразвуком, магнитографический способ и т.п.).

Наряду с дефектами, представляющими опасность с точки зрения возможного хрупкого разрушения, в ходе обследования выявляются прочие дефекты и повреждения, снижающие несущую способность конструкций.

Для стальных колонн наиболее характерны:

- искривления в плоскости и из плоскости поперечной рамы;
- отклонение от вертикали;
- наличие механических повреждений нижних частей при транспортировке грузами;
- искривление элементов решетки;
- смещение опорных ребер стропильных ферм и подкрановых балок с оси колонны;
- коррозионные повреждения вблизи базы;

В подкрановых балках чаще всего наблюдаются:

- трещины в поясных швах и околошовной зоне;
- разрушение крепления рельса к верхнему поясу;
- смещение рельса с оси балки;

- разрушение креплений балок к колоннам;
- грибовидность поясов, погнутости свободных свесов пояса на участках между ребрами жесткости.

1.5 Средства установления повреждений

Обследование, испытание зданий и сооружений, необходимо для точного определения их состояния и выявления возможных скрытых дефектов. Любой объект строительства нуждается в регулярной проверке. Вовремя произведенное обследование здания и сооружения дает возможность избежать проявления негативных процессов в нем. Регулярная проверка согласно установленным техническим нормативам позволяет на раннем этапе выявить скрытые дефекты и предотвратить возможность крушения.

«Необходимость в проведении обследовательских работ, их объем, состав и характер зависят от поставленных конкретных задач. Основанием для обследования могут быть следующие причины: наличие дефектов и повреждений конструкций (например, вследствие силовых, коррозионных, температурных или иных воздействий, в том числе неравномерных просадок фундаментов), которые могут снизить прочностные, деформативные характеристики конструкций и ухудшить эксплуатационное состояние здания в целом; увеличение эксплуатационных нагрузок и воздействий на конструкции при перепланировке, модернизации и увеличении этажности здания; реконструкция зданий даже в случаях, не сопровождающихся увеличением нагрузок; выявление отступлений от проекта, снижающих несущую способность и эксплуатационные качества конструкций; отсутствие проектно-технической и исполнительной документации; изменение функционального назначения зданий и сооружений; возобновление прерванного строительства зданий и сооружений при отсутствии консервации или по истечении трех лет после прекращения строительства при выполнении консервации; деформации грунтовых оснований;

необходимость контроля и оценки состояния конструкций зданий, расположенных вблизи от вновь строящихся сооружений; необходимость оценки состояния строительных конструкций, подвергшихся воздействию пожара, стихийных бедствий природного характера или техногенных аварий; необходимость определения пригодности производственных и общественных зданий для нормальной эксплуатации, а также жилых зданий для проживания в них. Оценку категорий технического состояния несущих конструкций производят на основании результатов обследования и поверочных расчетов. По этой оценке конструкции подразделяются на: находящиеся в исправном состоянии, работоспособном состоянии, ограниченно работоспособном состоянии, недопустимом состоянии и аварийном состоянии.» [16,17].

«Состав работ и последовательность действий по обследованию конструкций независимо от материала, из которого они изготовлены, на каждом этапе включают:

- Подготовительные работы:

ознакомление с объектом обследования, его объемно-планировочным и конструктивным решением, материалами инженерно-геологических изысканий;

подбор и анализ проектно-технической документации;

составление программы работ на основе полученного от заказчика технического задания. Техническое задание разрабатывается заказчиком или проектной организацией и, возможно, с участием исполнителя обследования. Техническое задание утверждается заказчиком, согласовывается исполнителем и, при необходимости, проектной организацией - разработчиком проекта задания.

- Предварительное (визуальное) обследование:

сплошное визуальное обследование конструкций зданий и выявление дефектов и повреждений по внешним признакам с необходимыми замерами и их фиксация.

- Детальное (инструментальное) обследование:

работы по обмеру необходимых геометрических параметров зданий, конструкций, их элементов и узлов, в том числе с применением геодезических приборов;

инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;

определение фактических прочностных характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов;

измерение параметров эксплуатационной среды, присущей технологическому процессу в здании и сооружении;

определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями с учетом влияния деформаций грунтового основания;

определение реальной расчетной схемы здания и его отдельных конструкций;

определение расчетных усилий в несущих конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки;

расчет несущей способности конструкций по результатам обследования;

камеральная обработка и анализ результатов обследования и поверочных расчетов;

анализ причин появления дефектов и повреждений в конструкциях;

составление итогового документа (акта, заключения, технического расчета) с выводами по результатам обследования;

разработка рекомендаций по обеспечению требуемых величин прочности и деформативности конструкций с рекомендуемой, при необходимости, последовательностью выполнения работ.

Некоторые из перечисленных работ могут не включаться в программу обследования в зависимости от специфики объекта обследования, его состояния и задач, определенных техническим заданием.» [16,17].

1.6 Выводы по ГЛАВЕ 1

Здания и сооружения играют важную роль в жизни современного общества. Можно утверждать, что уровень цивилизации, развитие науки, культуры и производства в значительной мере определяются количеством и качеством построенных зданий и сооружений. Жизнь и быт людей обуславливаются наличием необходимых зданий и сооружений, их соответствием своему назначению, техническим состоянием. Поэтому для обеспечения безопасности здания и предотвращения возможных аварий, необходимо регулярно проводить обследования.

Изучив состояние вопроса, выяснили что гидроизоляции подземных помещений не выделяют должного внимания.

Гидроизоляция предназначена для защиты отдельных элементов зданий и сооружений от воздействия атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод. Применение современных гидроизоляционных систем позволяет значительно увеличить срок службы строительных материалов и повысить надежность эксплуатации конструкций. Напротив, отсутствие гидроизоляционной защиты или некачественное ее выполнение влечет за собой разрушение защитного слоя бетона, коррозию арматуры и металлоконструкций, порчу утеплителя, появление течей, замоканий, плесени внутри помещений и другие неблагоприятные последствия. Так как наличие влаги помимо всего описанного вызывает коррозию металлических конструкций, а значит конструкция теряет несущую способность, помимо правильного подбора гидроизоляции, при необходимости нужно быть готовым рассмотреть возможный вариант усиления.

Исходя из выше сказанного, делаем вывод об актуальности поднятой проблемы.

ГЛАВА 2 ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЯ

2.1 Конструктивные особенности обследуемого здания.

Здание магазина двухэтажное с подвалом размером в плане: на уровне подвала 32×37,8 м; по первому этажу 18×37,8: по второму этажу 24,21×42,0 м. Расширение второго этажа решено за счет выноса консолей. В сторону главного фасада на 4,03 м, в сторону заднего фасада на 2,03 м, в сторону боковых фасадов по 2,1 м в каждую сторону (рис. 9).

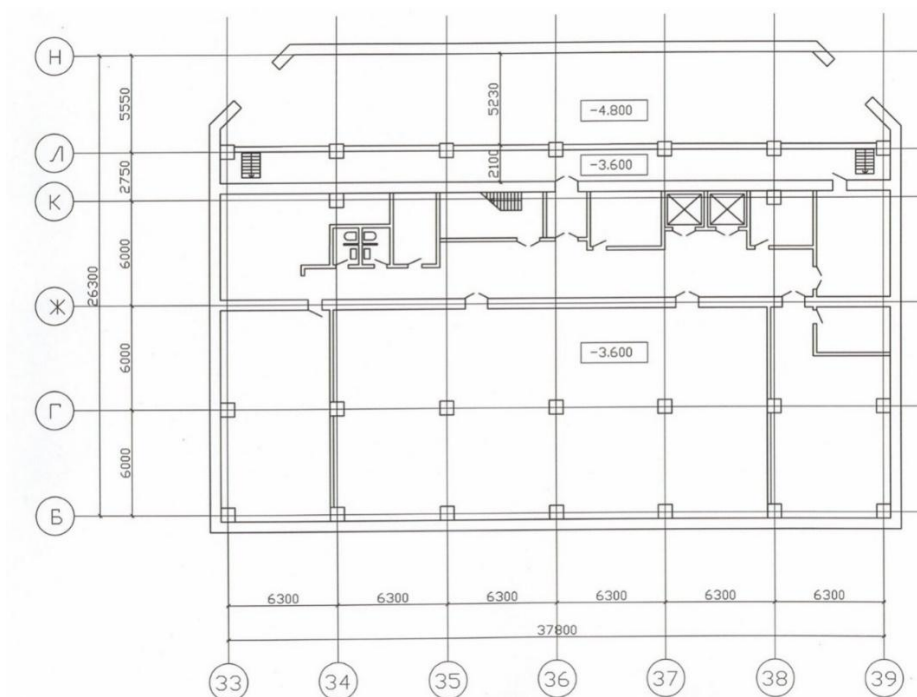


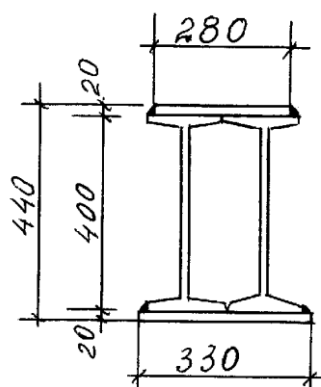
Рисунок 9– План подвала

К зданию под землей в осях «33 - 39» и «Л - Н» примыкает подземное помещение с дебаркадером для разгрузки машин шириной 7,23 м с двумя выходами в подземный туннель за стеной по оси «Н», ведущий к гаражам, расположенными по обе стороны здания. Отметка пола помещения -4,8 м, а отметка дебаркадера -3,6м, как и пола подвала здания. Ширина дебаркадера 1,98 м; высота 1,2 м.

Ригель подземного помещения по оси «Л» металлический. В крайнем пролете между осями «33 - 34» ригель сварной составного сечения из двух двутавров № 40 и двух приваренных пластин к полкам толщиной 20 мм.

Общая высота ригеля 440 мм, ширина понизу 330 мм (рис. 10, а). Ригель опирается на консоли колонн, подпертые металлическими стойками, выполненными из двух швеллеров № 22А, образующих коробчатое сечение и поставленных вплотную к железобетонным колоннам. Балки остальных пролетов также составного сечения из двух двутавров № 36, объединенных сверху и снизу сваркой с металлическими листами толщиной 20 мм с общей высотой 400 мм и шириной 320 мм (рис. 10, б). Балки средних пролетов опираются на консоли железобетонных колонн сечением 300×300 мм через подставки из прокатных двутавров высотой 200 мм.

а)



б)

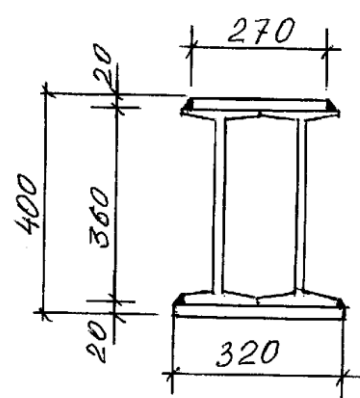


Рисунок 10 – Конструкция составных сварных балок по оси «Л»:

а – балка в осях «33 - 34, 38-39»; б – балка в осях «34 - 38»

Вертикальная стенка двутавровых подставок не усилена вертикальными ребрами жесткости. Балка крайнего пролета между осями «38 - 39» опирается так же, как и балка в пролете «33 - 34». Балки по проекту должны быть обетонированы, но в отступление от проекта они оштукатурены по металлической сетке рыхлым раствором без затирки, который не обеспечивает гидроизоляцию балок, а, наоборот ухудшает ее, так как впитывает и задерживает влагу.

Плиты перекрытий первого и второго этажей здания сборные железобетонные с круглыми пустотами толщиной 220 мм с номинальным пролетом 6,3 м (ПК-63-15). Плиты перекрытия подвала сборные железобетонные с круглыми пустотами толщиной 220 мм с номинальным

пролетом 6,0 м. Вдоль осей «33» и «39» перекрытия подвала устроены монолитные участки с проемами для коробов теплозащиты дверей.

Над подземным помещением с дебаркадером в осях «33 - 34» и «38 - 39» применены ребристые плиты пролетом 5500 мм с промежуточными поперечными ребрами и номинальной шириной 1500 мм и высотой 450 мм. Между осями «34» и «38» уложены ребристые плиты без поперечных ребер с номинальной шириной 1200 мм и высотой 350 мм по серии ИИ-24.

Из-за разной отметки верха балок, опертых на колонну по оси «38» получился перепад между плитами покрытия: снизу 200 мм; сверху 100 мм. С целью обеспечения одного уровня верха плит покрытий, плиты в пролете между осями «33» и «34» уложены по ряду кирпичной кладки на верхнем поясе балки. Пролет между металлическим ригелем по оси «Л» и стеной по оси «К» перекрыт обрезанными ребристыми плитами шириной 1500 мм и высотой 450 мм.

2.2 Произведенные обследования на объекте.

Здание магазина «Спортмастер» построено в 1971 году. За время эксплуатации здания неравномерных осадок и смещений фундаментов не произошло. Состояние внутренних железобетонных колонн подвала удовлетворительное. Продольные спаренные ригели из двух балок также находятся в удовлетворительном состоянии. Плиты перекрытия подвала в удовлетворительном состоянии. В подземном помещении с дебаркадером имеются следы протечек через перекрытие и на стенах по оси «Н» (прил. А, рис. А.1), а также на стене по оси «33» в помещении венткамеры между осями «Б» и «Ж» (прил. А, рис. А.2.), и на внутренней поверхности стены по оси «К», отделяющей подвал здания от дебаркадер (прил. А, рис. А.3, А.4). В силу некачественной гидроизоляции перекрытия подземного помещения с дебаркадером дождевые и талые воды протекают в помещение и вызывают сильную коррозию арматуры полок плит, и коррозию продольной рабочей арматуры ребер (прил. А, рис. А.1, А.5, А.6). В некоторых плитах местами

отвалился защитный слой бетона, оголив продольную арматуру со следами сильной коррозии. Металлические подставки балок на консолях колонн поражены глубокой коррозией, которая отстает от основного металла слоями. Толщина стенки уменьшилась до 3...4 мм и под действием нагрузки стенки двутавровых подставок средних балок по оси «Л» потеряли устойчивость и выпучились (прил. А, рис. А.7). Балки опустились на величину зазора между стенками балок и верхом колонн и опираются стенками на колонну. Двутавровые подставки практически выключились из работы. Металлическая сетка штукатурки балок полностью проржавела и во многих местах штукатурка обвалилась, и металлические ригели обнажены и поражены сильной коррозией (прил. А, А.8, А.9). Металлические стойки под консолями колонн крайних балок, расположенных между осями «33 - 34» и «38 - 39», также сильно поражены коррозией (прил. А, рис. А.10, А.11).

2.3 Рекомендации по результатам обследования.

1. Железобетонные конструкции подвала здания - колонны и ригели находятся в удовлетворительном состоянии. Признаков наступления предельных состояний (наличие силовых трещин) не обнаружено. Колонны могут эксплуатироваться расчетной нагрузкой.
2. Металлические конструкции каркаса первого и второго этажей (ригели и колонны) находятся в удовлетворительном состоянии. Существующая пористая штукатурка по металлической сетке, которой было заменено обетонирование, не обеспечивает гидроизоляцию конструкций, а только ухудшает их состояние, так как сохраняет влагу в себе. Для обеспечения долговечности металлических ригелей каркаса необходимо удалить штукатурку и обработать ригели либо модификатором ржавчины, либо преобразователем ржавчины, либо грунтовкой – преобразователем ржавчины. После модификатора ржавчины балки необходимо покрыть антикоррозийным лакокрасочным покрытием. При использовании грунтовок

- преобразователей ржавчины нанесения лакокрасочного покрытия не требуется.

3. Металлические балки подземного помещения с дебаркадером по оси «Л» и стойки крайних пролетов в осях «33 - 34» и «38 - 39» глубоко поражены коррозией. Их также необходимо освободить от оставшейся штукатурки и очистись от коррозии. Опорные двутавровые подставки на консолях под металлические балки необходимо заменить новыми, более мощными, так как они сейчас не несут никакой нагрузки.

Ржавчину удалять механическим способом путем обдува кварцевым песком, а затем поверхность обработать жидкостью для преобразования ржавчины, или модификатором ржавчины. После абразивной обработки поверхность необходимо обеспылить сжатым воздухом или пылесосом. После окончательной очистки балки ее необходимо обетонировать, предварительно приварив хомуты, тщательно подобранным мелкозернистым бетоном совместно с новой опорой на консоли.

4. Учитывая значительную коррозию металлических балок по оси «Л», а, следовательно, и некоторое снижение ее несущей способности, балку необходимо усилить.

5. Пустотные плиты перекрытий здания находятся в удовлетворительном состоянии. Трещин и прогибов, влияющих на несущую способность, не обнаружено. Перекрытия могут эксплуатироваться расчетной нагрузкой.

6. Ребристые плиты перекрытия подземного помещения с дебаркадером в осях «Л - Н» требуют ремонта. Оголенную арматуру продольных и поперечных ребер плит очистить от коррозии модификатором ржавчины и заделать цементно-песчаным раствором в соотношении 1:1. Оголенную арматуру сеток полок и поперечную арматуру ребер также обработать модификатором ржавчины и покрыть слоем торкрет штукатурки.

7. Гидроизоляция перекрытия подземного помещения в осях «33 - 39» и «К - Н», а также перекрытий соседних гаражей, примыкающих к стенам по осям

«33» и «39» в неудовлетворительном состоянии и требует капитального ремонта.

8. Штукатурку со следами протечек на стене по оси «Н» и на стене у оси «К» снять и нанести новый слой. Эту работу необходимо выполнять после ремонта гидроизоляции.

2.4 Анализ вариантов гидроизоляции.

Как говорилось ранее, системы гидроизоляции, представленные на современном рынке, делятся на следующие группы:

- Обмазочная (окрасочная) гидроизоляция представляет собой жидкие материалы горячего и холодного способа нанесения, которые при застывании приобретают водонепроницаемые свойства. К этому типу относятся битумные, битумно-минеральные, битумполимерные, резинобитумные мастики, водозащитные краски и лаки. Обмазка - традиционный способ гидроизоляции фундаментов и заглубленных железобетонных конструкций. Минимальное количество слоев, необходимое для защиты - два.

Достоинства: низкая стоимость, простота нанесения, эластичность.

Недостатки: воспламеняемость, токсичность, низкая прочность, небольшой срок службы.

- Оклеечная или наплавляемая гидроизоляция представляет собой тонкое битумное, полимерное или композитное покрытие рулонного типа (используются также эластичные листовые материалы). Широко применяется в конструкциях плоских кровель. К традиционным и наиболее доступным материалам относятся битумный рубероид, толь. К современным и эффективным - армированные мембраны ПВХ, ТПО, EPDM и другие.

Достоинства современных мембран - высокая прочность, отсутствие необходимости в дополнительной защите от повреждений, широкий диапазон рабочих температур, монтаж в один слой, возможность

применения в качестве покрывного слоя кровли или нижнего слоя инверсионных кровельных систем. Долговечность и ремонтпригодность.

Недостатки - относительно высокая стоимость в сравнении с рубероидом, плохая стойкость к химически агрессивным веществам.

- Гидроизоляционные штукатурные покрытия служат, в основном, для поверхностной защиты конструкций из железобетона. Распространены покрытия на основе полимерного торкретбетона, горячие и холодные асфальтовые, а также коллоидные цементные растворы. Используется для гидроизоляции фундаментов, полов, стен заглубленных частей производственных зданий и сооружений (например, насосных станций), тоннелей, подземных парковок и т. д.

Достоинства: высокая прочность, устойчивость к низким температурам, возможность нанесения механизированным способом, в том числе - по армирующей сетке, химическая стойкость, пожарная безопасность, долговечность.

Недостатки - высокая стоимость, необходимость применения специального оборудования.

- Проникающая гидроизоляция - один из самых мощных и прогрессивных способов защиты железобетонных конструкций путем заполнения пор специальными гидроактивными растворами, которые при контакте с влагой образуют нерастворимые кристаллы. Может выполняться как путем поверхностного нанесения на внутреннюю сторону стен, так и методом инъектирования.

Преимущества: помимо гидроизоляционных свойств повышает прочность и долговечность бетонных конструкций, не требует ремонта в процессе эксплуатации, возможность нанесения состава на поверхность с противоположной относительно действия воды стороны (например, на внутреннюю поверхность стен подвала), устойчивость к давлению воды, технологичность и простота выполнения работ.

Недостатки: один из самых дорогих способов гидроизоляции, вследствие чего используется ограниченно.

Гидроизоляция подбиралась руководствуясь критериям отбора для конкретных условий. Критерии выбора гидроизоляции имеют многоуровневый подход, который предполагает решение многочисленных задач: технических, технологических, эксплуатационных, экономических и экологических.

2.5 Выбор варианта гидроизоляции

Проанализировав существующие технологии и изучив опыт применения гидроизоляционных материалов для сравнительного анализа подобраны следующие инновационные материалы:

1. Инъекционная гидроизоляция акрилатными гелями;
2. Гидроизоляция проникающего действия Серый Шлам K11 FLEX;
3. Обмазочная битумно-полимерная мастика типа Bitumast (Битумаст);
4. Торкретирование;
5. Мастика битумная эмульсионная ТЕХНОНИКОЛЬ №33 (напыляемая). [25]

Для выбора оптимального решения был проделан подробный сравнительный анализ технических характеристик указанных способов гидроизоляции. Сравнение по основным показателям приведены в таблице 3.

Таблица 3- Анализ основных вариантов гидроизоляции.

Сравниваемый параметр	Характеристики сравниваемого параметра		
	Инъекционная гидроизоляция	Проникающая гидроизоляция	Обмазочная гидроизоляция
Трудозатраты	сложная технология нанесения, требующая специальное оборудование	технология нанесения аналогична с обычной штукатурной гидроизоляцией	Легко наносится

Срок службы	срок службы сопоставим со сроком службы самой конструкции	срок службы сопоставим со сроком службы самой конструкции	5-6 лет
Стоимость	4900-7500руб/м2	1500-2700 руб/м2	1000-2000руб/м2
Экологичность	Экологична	Экологична	экологична

1. Инъекционная гидроизоляция – это практически абсолютная технология влагозащиты. Она эффективна, долговечна и, при наличии нужного оборудования, проста в реализации. И в данной статье мы рассмотрим процесс гидроизоляции, остановившись на материалах для инъекций и рассмотрев во всех подробностях технологию закачки.

В основе инъекционного метода гидроизоляции лежит процесс формирования мембраны между слоем влагонасыщенного грунта и ограждающей конструкцией (стеной, фундаментом, перекрытием).

Проще говоря: сквозь защищаемую конструкцию, во внешнее пространство, впрыскивают гидрофобный гель, который застывая, закупоривает поры, и в стене, и в грунте.

Причем такая мембрана, в зависимости от разновидности инъекционного материала, имеет разную степень жесткости. В итоге, гель играет роль не только гидроизоляции, но и армирующего каркаса. А сама технология работает не хуже своевременно обустроенной внешней гидрозащиты.

Поэтому к инъекционной гидроизоляции прибегают не только в процессе исправления огрехов во влагозащите подвалов. Эту технологию используют в ходе аварийных или плановых ремонтов тоннелей метрополитенов, магистральных канализаций, крупногабаритных искусственных водоемов, подземных паркингов и прочих объектов.

Материалы для инъекционной гидроизоляции

В качестве основы для инъекций принято использовать следующие составы:

- Полимерные гели на основе полиуретана.
- Эпоксидные растворы.
- Гели на основе эфиров акриловой кислоты (акрилаты).
- Особые цементно-песчаные смеси (микроцементы).

Причем наиболее эффективной считается гидроизоляция инъекциями полимерных и акрилатных гелей. Такие составы обладают проникающей способностью воды и твердеют при длительном контакте с жидкостью. То есть, катализатором перехода из геля в твердое тело выступает именно вода. Кроме того, с помощью гелей с управляемой полимеризацией можно нивелировать давление напорных вод в конкретной точке защищаемой поверхности. Для этого достаточно выполнить инъекцию гидрофобного состава за ограждающую конструкцию. Акрилатные гели смешиваются с частицами грунта и, застывая, образуют непреодолимый барьер, отделяющий защищаемую поверхность от напорной влаги.

Полимерные гели на основе полиуретана являются не только высокоэффективными, но еще и самыми дешевыми гидроизоляторами. При контакте с водой объем такого геля увеличивается в 20 раз! Поэтому цены на инъекционную гидроизоляцию полимерами будут ниже, чем расходы на аналогичную процедуру, проводимую с использованием конкурирующих составов. К тому же, полимерный гель попросту вытесняет жидкость из капилляров, а последующая порция состава закупоривает защищаемую поверхность окончательно, не оставляя напорной или капиллярной влаге ни одного шанса.

Эпоксидные составы твердеют только при контакте с воздухом. А присутствие влаги только тормозит процесс отвердения. Поэтому смеси на основе эпоксидных составов подают только за «сухую» стену. То есть, этот вариант гидроизолятора нельзя использовать во время аварийного ремонта. Однако эпоксидные составы, после отвердения, усиливают не только гидрофобность, но и механическую прочность защищаемой конструкции.

Технологический процесс инъекционной гидроизоляции осуществляется следующим образом:

В самом начале защищаемая поверхность обследуется. Цель обследования – локализация точек напорного проникновения влаги. На следующем этапе вдоль стены с шагом 0,25- 0,5 метра высверливаются сквозные отверстия, диаметром до 20 миллиметров. Причем в локализованных точках проникновения напорной влаги сверлятся дополнительные отверстия. Далее, вдоль линии разлома или трещины высверливаются глухие отверстия того же диаметра. Кроме того, такую же перфорацию можно выполнить и в зоне углового сопряжения стен и перекрытий. На следующем этапе в рассверленные отверстия вводят штуцеры (металлические или полимерные трубки), к внешнему торцу которых крепят вентили (шаровые краны). К торцам вентиля, последовательно, подключают резервуар с инъекционным составом. После чего, нагнетая давление в резервуаре, или обеспечив «самотек» геля, добиваются транспортирование состава по трубке за стену (или в нее). После отвердения геля трубки изымают из стены, а внешнюю поверхность покрывают слоем влагостойкой штукатурки, которая закупорит инъекционную перфорацию.

Следует заметить, что указанную технологию могут предложить только специализированные компании. Ведь для ее реализации необходимо особое оборудование для инъекционной гидроизоляции (буры, системы подачи геля и прочее), которое попросту не по карману частным лицам. Поэтому реализация указанного процесса «своими руками» попросту невозможна.

2. Сухая эластичная гидроизоляция Серый Шлам K11 FLEX

Используется для защиты от воды под давлением в старых и новых постройках. Наносить можно как с внешней, так и с внутренней стороны.

Комплект: мешок Серый Шлам K11(15 кг) + канистра 5 кг (праймер)

Расход: от 2,5-3 кг/м² (соответствует толщине сухого слоя 1,5-1,8 мм)

K11 FlexSchlammeGrau (K 11 Флекс Серый Шлам)

Двухкомпонентная гидроизоляционная эластичная смесь для внутренней и

внешней гидроизоляции Серый Шлам K11 -сухая проникающая эластичная гидроизоляция Серый Шлам K11 Flex обеспечивает долговечную защиту подземных сооружений от воды под давлением. Применяется для гидроизоляции подвалов, подземных гаражей, элементов бетонных конструкций, тоннелей и т.д.

Минеральная сухая проникающая гидроизоляция Серый Шлам (сухие проникающие гидроизоляционные смеси) характеризуются простотой нанесения - при помощи щётки, макловицы, шпателя или механизированным способом.

Гидроизоляционный эластичный Серый Шлам K11 состоит из цементного порошкового компонента и слабвязкой полимерной эмульсии (латекса).

Сухая проникающая гидроизоляция Эластичный Серый шлам K11 выдерживает нагрузки вскоре после нанесения и обеспечивает защиту от воды, которая воздействует под давлением изнутри строительной конструкции на отрыв покрытия (негативной воды). Устойчив к морозу и к морской воде, перекрывает микротрещины.

Имеет отличную адгезию (сцепление) с минеральными поверхностями. Применяется как для внешней, так и для внутренней гидроизоляции. Выдерживает нагрузку вскоре после нанесения. Устойчив к морской воде и низким температурам. Предназначен для надежной гидроизоляции подвалов, шахт и т.п.

Сухая проникающая гидроизоляция Серый Шлам K11 применяется при ремонтных работах в качестве замедлителя солеобразования, а также как основа под saniрующую штукатурку.

При использовании битумных гидроизоляционных материалов рекомендуются для защиты от воды под давлением, действующей в областях выступов со стороны основы. Минеральная основа не должна содержать гипс, разделительные слои должны быть удалены.

Испытан согласно инструкции немецкого Союза строительной химии.
Общенадзорный строительный сертификат.

Испытан согласно DVGW-W 270.

Технические характеристики сухой проникающей гидроизоляции
Серый Шлам K11.

Жизнеспособность рабочей смеси: примерно 2 часа

Температура нанесения: от +5 до +35 С

Прочность сцепления с основанием через 28 дней: 1.6 Н/мм²

Прочность на сжатие через 28 дней: 17 Н/мм²

Прочность на растяжение при изгибе: 5,0 Н/мм²

Допускает нагрузку:

- через 2 суток после нанесения возможна механическая нагрузка и нанесение следующих покрытий.
- через 5 суток гидроизолирующий слой можно подвергать водной нагрузке.

Все значения действительны при температуре +20С

Упаковка: Комп.А - мешок 15 кг. Комп. В - канистра 5 кг.

Рабочий состав готовится путем затворения порошкового компонента А жидким В. Объем замеса необходимо подбирать исходя из жизнеспособности приготовленной смеси(2 часа).

Перемешивание смеси материалов и воды необходимо с использованием электромиксера на низких оборотах (100...300). Смесь следует перемешать до получения однородной пластичной массы без сгустков, после чего следует подождать примерно 1 минуту и снова перемешать в течение примерно 1-ой минуты.

Перемешивание следует производить в чистой емкости. Предварительно следует залить компонент Б, после чего постепенно засыпать компонент А производя перемешивание смеси. Воду не добавлять. Приготовленный состав нельзя разводить водой.

Нанесение состава осуществляется на заранее подготовленную поверхность бетона или каменной кладки. Минеральное основание должно

быть впитывающим, прочным, быть ровным и с заполненными швами кладки. Неплотные швы, трещины, выбоины и т.п. следует заделать ремонтным раствором. Основание должно быть очищено от гипса, битума, смазок, масел, пыли, грязи, красок, цементного молока и каких-либо иных разделительных слоев, препятствующих впитыванию. Очистку следует производить механическим способом: фрезой, пескоструйной обработкой или механической щеткой, возможно с последующей гидродинамической обработкой при давлении более 150 бар. острые кромки следует закруглить. При нанесении изоляционного слоя на внешнюю сторону сооружений, поверхности, не обладающие достаточной прочностью, необходимо предварительно оштукатурить. При выступающих фундаментных плитах следует устроить галтели в стыках плиты основания со стенами. При нанесении изоляционного слоя на внутренней стороне - необходимо удалить все штукатурные покрытия, чтобы обеспечить надежное и прочное основание.

3. Мастики Bitumast.

Гидроизоляционная мастика Bitumast (Битумаст) представляет собой вязкую массу, внешне похожую на смолу. В состав включены битум высокого качества, усилители пластичности, вещества, ослабляющие коррозию, антисептик и наполнитель, которые увеличивают защитные свойства.

К числу неоспоримых преимуществ относится способность крепко соединяться с материалами на битумно-полимерной основе.

Применяется материал для гидроизоляции бетонных и деревянных конструкций, использующихся под открытым небом. Гидроизоляционная мастика Битумаст используется в грунтах малой/средней агрессивности.

Часто ее используют для реставрации асфальта. Небольшие трещины заделываются легко, быстро и не вызывают проблем долгое время.

Все компоненты не опасны для здоровья человека.

Характеристики мастики Bitumast следующие:

Высокая прочность сцепления. С бетоном или металлом этот показатель достигает величины 0,2 МПа.

Увеличенная гибкость. Покрытие практически не трескается. Испытания показали, что она выдерживает изгиб на бруске диаметром 5 мм при температуре -5 градусов.

Устойчивость к воде, возникновению ржавчины и плесени. Состав проникает в поры бетона, вытесняя из них влагу.

Малое водопоглощение. В течение суток нахождения в воде только 0,4% массы пропитывается водой.

Битумный праймер Битумаст

Водонепроницаемость. Состав выдерживает напор воды силой 0,3 атмосферы в течение 10 минут.

Способность противостоять водяному пару, благодаря чему покрытие не вздувается.

Бесшовное покрытие.

Простота нанесения. Делается это обычными инструментами.

Быстрота сушки. Мастика гидроизоляционная Битумаст сохнет за одни сутки при +20 градусов.

Малый расход. Средний расход при слое 0,5 мм (рекомендованная толщина) – менее полулитра на квадратный метр.

Технология применения

Перед использованием хорошо размешивают. Допускается разбавлять уайт-спиритом, сольвентом или бензином. В холодное время года рекомендуется выдержать 24 часа при +15 и выше. Перед использованием рекомендуется очистить поверхность. Она должна быть сухой. Пористые материалы обрабатывают праймером Битумаст. Ржавый металл придется зашкурить и обработать преобразователем Битумаст. Наносить следует валиком с коротким ворсом, можно кисточкой с короткой щетиной или распылом (до 150 бар) при температуре выше -5 градусов и отсутствии осадков. При затвердевании ее разбавляют растворителями.

С целью увеличения прочности гидроизоляции допускается армирование стеклотканью или сеткой из полиэстера. Армируют сопряжения кровли, швы и участки с трещинами. Во время использования в закрытом помещении должно быть обеспечено хорошее проветривание, не допускается работать вблизи источников открытого огня. Запрещается курить.

Хранение и меры предосторожности

Производитель рекомендует хранить мастику только в закрытой упаковке. Диапазон температур широк – от -30 до +50 градусов. Не допускается попадание прямых лучей солнца или прочего нагрева. Хранят вдали от детей и съестных припасов. Срок хранения в герметичной упаковке – 1 год.

Применение мастики Битумаст

Половина компонентов мастики – это летучие вещества. Поэтому, соблюдают меры противопожарной безопасности и пользуются средствами защиты. Требуется обеспечивать приток свежего воздуха.

При попадании в ротовую полость запрещается вызывать рвоту. Если состав попал на кожу рук, лица или в глаза следует срочно промыть их водой и тотчас обратиться к врачу. Медикам предоставить этикетку от упаковки.

4. Торкретирование

Технология заключается в нанесении на поверхность конструкции торкрет-смеси под большим давлением.

Торкретирование – процесс нанесения на бетон и ЖБИ бетонного раствора под высоким давлением с помощью специального оборудования. Применяется для ремонта, усиления железобетонных конструкций и частичной гидроизоляции.

Технология торкретирования бетона позволяет провести лишь частичную гидроизоляцию, поскольку защищает от проникновения влаги только поверхность конструкций. Повышение эффективности цементного состава возможно путем добавления специальных химических реагентов проникающего действия. Они образуют в структуре бетона кристаллические решетки, заполняя все трещины, микропоры и капилляры.

Комплексная защита сооружения от разрушающего воздействия влаги возможна только при использовании специализированных цементно-полимерных, инъекционных и проникающих составов после проведения ремонтно-восстановительных работ.

Существует 2 метода торкретирования: сухое и мокрое.

Оба метода могут применяться для повышения гидроизоляционных качеств бетона и ЖБИ. Сухое торкретирование менее эффективно вследствие продолжительного времени активации химических реагентов и значительного пылеобразования. Для достижения требуемого эффекта необходимо на 30-70% повысить концентрацию гидроизолирующих добавок в цементной смеси. Может применяться для гидроизоляции стен дома, гидротехнических и прочих сооружений.

К преимуществам сухого метода относят:

Высокая скорость потока раствора, достигающая 170-180 м/с; Повышение плотности и прочности материала; Сухую смесь можно подавать на большие расстояния, повышается маневренность; Увеличивается адгезия с поверхностью и межслойное сцепление; Толщина наносимого за один проход слоя достигает 6 см; Снижение времени, трудоемкости и стоимости обслуживания оборудования – напорные магистрали очищают продувкой сжатым воздухом; Возможность неоднократного включения и выключения торкрет-установки в процессе нанесения; Повышение производительности. «Сухим» способом проводят торкретирование обширных поверхностей Недостатки: Значительное пылеобразование и загрязнение рабочей зоны; Возрастает эффект отскока и расход материала – 12-25% уходит в отходы; Затирать поверхность готового слоя нельзя, требуется выдержка; Структура поверхности материала получается грубой, необходима дополнительная отделочная операция; Требуется высокой квалификации персонала, так как соотношение цементной смеси и воды оценивается и регулируется на месте нанесения.

Технология мокрого торкретирования позволяет снизить расход материалов, уменьшив отскок до 10%. Благодаря использованию готового цементного раствора, активация химических реагентов происходит быстрее, увеличивая глубину проникновения активных веществ до 10-20 см. Большого эффекта можно добиться исключительно при предварительном использовании высокоэффективных проникающих гидроизоляционных растворов Drizoro, DeNeef, Mapei или Neotex.

Достоинства технологии «мокрого» нанесения:

Однородный состав и консистенция раствора; Минимизация «отскока»; Незначительное загрязнение зоны обработки; Возможно выполнение финишной затирки непосредственно после нанесения материала; Образовавшиеся отходы материала пригодны к использованию для выполнения других строительных операций; Возможность проведения работ в закрытых помещениях.

Недостатки:

Пониженная плотность материала вследствие невозможности обеспечить высокую скорость вылета готовой суспензии (она составляет 80-100 м/с); Толщина наносимого за один проход слоя не превышает 3 см; Технология не позволяет использование длинных рукавов, что снижает маневренность; Сложное очищение – необходимо тщательно промывать нагнетательную магистраль от остатков смеси, а затем просушивать ее сжатым воздухом; Несвоевременная остановка оборудования и случайный простой чреватые застыванием бетонной суспензии в напорном рукаве.

Торкретирование поверхности применяют в следующих случаях: Крепление горных пород при выполнении подземных работ в горнодобывающей промышленности, тоннелестроении; Укрепление срезов и откосов грунта в наземном строительстве – при устройстве котлованов, хранилищ, мостов, транспортных развязок; Ремонт бетонных и железобетонных конструкций – усиление и замена разрушающегося материала; Формирование защитного наружного слоя при строительстве и

ремонте промышленных, общественных и жилых зданий; Герметизация и гидроизоляция основания; Формирование огнеупорного или морозостойкого слоя; Строительство сооружений художественного назначения.

Так как торкретирование – это нанесение рабочей смеси посредством специализированного оборудования и полная механизация рабочего процесса. В связи с этим такая технология имеет ряд преимуществ перед другими способами ремонта: Высокая производительность; Низкие затраты труда; Замена одной технологической операцией сразу нескольких – доставки рабочей смеси к зоне обработки, укладки, уплотнения раствора; Улучшенные физико-механические свойства торкрета в отличие от обычного бетона – морозо- и жаростойкость, механическая прочность, водонепроницаемость, сцепление с поверхностью. Возможность покрытия оснований, расположенных в любых плоскостях, неровных и не прямых поверхностей.

5. ТЕХНОНИКОЛЬ № 33 [25]- Битумно-латексная мастика на водной основе (жидкая резина) для гидроизоляции строительных конструкций, заглубляемых в землю и контактирующих с влажной средой (фундаментов, подвалов, свай), устройства мастичных кровель, а также для гидроизоляции внутренних помещений (балконов, полов бассейнов, ванн, душевых).

Преимущества:

Идеально подходит для работы во внутренних помещениях;

Без растворителей, не горючая;

Механизированное нанесение;

Сокращает время и стоимость проведения работ.

На один слой расходуется от 4,5 до 5,5 кг/м². Хранить в сухом, защищённом от солнечных лучей месте при температуре не ниже +5 °С.

Гарантийный срок хранения — 6 месяцев. Не применять вблизи источников открытого огня. Работы проводить в хорошо проветриваемых помещениях.

Избегать попадания на кожу и в глаза. Упаковка Канистра 200 литров.

Описание материала:

Водозмульсионный материал. Не содержит растворителей. При механизированном нанесении позволяет многократно уменьшить срок выполнения работ. Жидкая резина обладает повышенными прочностными характеристиками. Покрытия на её основе имеют широкий диапазон температур эксплуатации.

Назначение материала:

- Для устройства мастичных кровель;
- для гидроизоляционной защиты строительных конструкций (фундаментов, подвалов, свай, и других объектов, заглубляемых в землю или контактирующих с влажной средой);
- для устройства гидроизоляции внутренних помещений (ванных комнат, полов бассейнов, балконов, подвалов);
- поставляется со вторым компонентом.

Способ применения:

Мастика битумная эмульсионная ТЕХНОНИКОЛЬ № 33 наноситься механизированным способом с помощью установки для безвоздушного напыления. Что бы увеличить производительность (сокращения времени отверждения изоляционного покрытия) нужно наносить мастику вместе с раствором коагулянта (водный раствор хлорида кальция) при помощи двухканальной дозирующей установки.

Технология нанесения (механизированный способ)

Битумно-латексная Мастика ТЕХНОНИКОЛЬ №33 наносится на основание в 1 слой. Минимальная допустимая толщина сухого гидроизоляционного покрытия – 2 мм, что должно соответствовать толщине мокрого слоя не менее 3,5 мм.

Тонкослойную гидроизоляцию следует предусматривать с толщиной слоев не менее 2 мм, для поверхностей без гидростатического напора при глубине до 5 м и толщиной слоев 4 мм при глубине до 10м.

Усиленную (толстослойную) гидроизоляцию следует предусматривать для поверхностей под гидростатическим напором по грунтовке не менее 4 мм при глубине до 10 м и 6 мм при глубине до 20м.

Оборудование

Для нанесения Мастики ТЕХНОНИКОЛЬ №33 используют двухканальное смешивающее, дозирующее устройство (Установка RX-27 или аналоги).

Применение устройства обеспечивает полный технологический цикл работ – подачу и нанесение на поверхность с использованием двухканального распыляющего пистолета. Использование устройства обеспечивает непрерывный технологический цикл производства работ в пределах захватки.

Армирование гидроизоляции

На ответственных участках строительных конструкций, в особенности мест примыкания, стыков, водоприемных воронок и т.п., а также при необходимости дополнительного выравнивания подготовленных поверхностей необходимо производить армирование поверхности стекловолокнистыми материалами (стеклоткань, стеклохолст), либо геотекстилем плотностью от 100 до 150 г/м². Возможно также усиление подобных «проблемных» мест рулонными материалами.

При подготовке поверхности армирование накладывается на слой Мастики ТЕХНОНИКОЛЬ №33, нанесенный ручным способом, и прикатывается валиком.

Армирующий материал должен плотно примыкать к основанию по всей поверхности без образования пустот под ним. На поверхность армировки еще раз наносится слой вододисперсионной мастики.

При переходе с горизонтальной поверхности в вертикальную необходимо выполнить армирование поверхности на 15-20 см как по горизонтали, так и по вертикали.

Напыление мастики

Для нанесения мастики на фундаментную стену необходимо расстояние между опорной и фундаментной стеной не менее 1 м.

Перед нанесением основного слоя, защищаемая поверхность должна быть тщательно огрунтована (Праймер битумный либо мастикой без коагулянта, расход 0,25-0,35 г/м²) без образования луж с промежуточной естественной сушкой. Нанесение праймера следует начинать с верхней точки.

Последующее нанесение Мастики ТЕХНОНИКОЛЬ №33 (совместно с раствором коагулянта) производится только после полного высыхания праймера. Нанесение битумно-латексного покрытия из Мастики №33 следует начинать с нижней точки изолируемой поверхности, чтобы технологическая вода, выделяющаяся из материала при нанесении, не смачивала основание, подлежащее напылению.

При распылении угол схождения факелов выставляется так, чтобы компоненты плавно соединялись в одну равно распыленную мелкодисперсную массу. Расстояние форсунок от поверхности при нанесении составляет 50-70 см. Расстояние от сопел до точки перекрывания факелов материалов должно составлять не менее 20 см, чтобы компоненты полностью и качественно смешивались в воздухе до попадания на подложку. Угол наклона факела распыла относительно защищаемой поверхности должен быть в пределах $90^{\circ} \pm 30^{\circ}$.

Водоземлюсионная Мастика ТЕХНОНИКОЛЬ №33 наносится на поверхность полосами шириной 1-1,5 м равномерным слоем плавными повторяющимися проходами, без пропусков по всей длине защищаемой поверхности. Для получения сплошного покрытия полосы должны перекрывать ранее нанесенные на 20 см.

Время высыхания

высыхание до «отлипа» – 1 минута;

поверхностное высыхание – 1-4 часа;

затвердевание – 24-72 часов;

окончательный набор прочности – от 3 до 7 суток (при $t^{\circ} + 20^{\circ} \text{C}$ и влажности 55%).

Слой гидроизоляции из Мастики ТЕХНОНИКОЛЬ №33 считается достаточно высохшим, если он не прилипает при ходьбе. Водоземлюсионную Мاستику №33 разрешается наносить при температуре воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не более 90% при температуре мастики не ниже $+15^{\circ} \text{C}$.

При проектировании гидроизоляции из Мастики №33 должна быть предусмотрена ее защита от механических воздействий (см. раздел "Гидроизоляционная система — защита гидроизоляции"). При отрицательном (работающем на отрыв) давлении должна быть предусмотрена прижимная защитная конструкция.

Выбор конкретного материала для ремонтных работ по восстановлению гидроизоляции подземного помещения производился по ряду критериев:

1. Трудоемкость и технологичность
2. Долговечность
3. Стоимость
4. Прочность сцепления с бетоном

2.6 Выводы по ГЛАВЕ 2

В данной главе представлены результаты обследования. По которым установлено что для дальнейшего безопасного использования подземного помещения требуется устройство гидроизоляции, а также усиление металлического ригеля. Были рассмотрены различные виды гидроизоляции.

1. Установлено, что в подземных сооружениях большая часть гидроизоляционных материалов имеют ограниченные сроки службы и надежность.
2. Практически всегда перед нанесением гидроизоляционного материала необходимо провести ряд предшествующих работ, а именно: герметизацию швов и устранение активных протечек.
3. Ремонтные и гидроизоляционные работы следует проводить как одну непрерывную операцию.
4. осуществлен сравнительный анализ материалов гидроизоляции, и по сравниваемым показателям подобрана гидроизоляция проникающего типа Серый Шлам К11.

ГЛАВА 3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

3.1 Методика проведения испытания балок

На сегодняшний день обследования и испытания конструкций зданий являются неотъемлемой задачей, помогающей обеспечить безопасность сооружений при новом строительстве, или усилить конструкции получившие дефекты или повреждения в процессе эксплуатации, соответственно, предотвратить их разрушение.

Испытания натурных объектов динамической нагрузкой трудоемки и дорогостоящи, и как правило не предоставляют возможности решить многие теоретические задачи, связанные со строительством зданий, их реконструкцией или усилением конструкций. Как показывает практика, испытания на моделях могут заменить натурные испытания и во многих случаях являются более эффективными. Принципиально на моделях можно решать любые задачи, возникающие на практике, при соответствующем техническом и экономическом обеспечении.

На физических моделях можно решать огромное количество строительных задач, а именно:

- определение несущей способности и схемы разрушения;
- жесткости, устойчивости и выносливости отдельных элементов и модели в целом;
- определение напряжённо-деформированного состояния конструкций и сооружений как надземных, так и подземных;
- определение частот, амплитуд и форм колебаний сооружений при заданных динамических, сейсмических и взрывных воздействиях;
- влияние объемных сил на напряженное состояние и сопряжение с грунтом основания;
- моделирование взрывов и многие другие задачи.

Целью испытания является получение информации о действительной работе усиленной балки перекрытия подвального помещения, требующей усиления по результатам обследования, представленных в главе 2.

Модели балок представляли собой образцы швеллеров (рис. 11). Геометрическая длина образцов составляет 1600 мм. Материал швеллеров – сталь класса С245 и марки 10П по ГОСТ 8240-89.

В качестве элементов усиления применялась пластина 45х5 из стали соответствующая по прочности основной балке, длиной 800 мм. Пластина закреплялась к балке 4 болтами М10 (рис. 11). Диаметр и количество болтов подбирались так, чтобы обеспечить необходимую прочность узла.

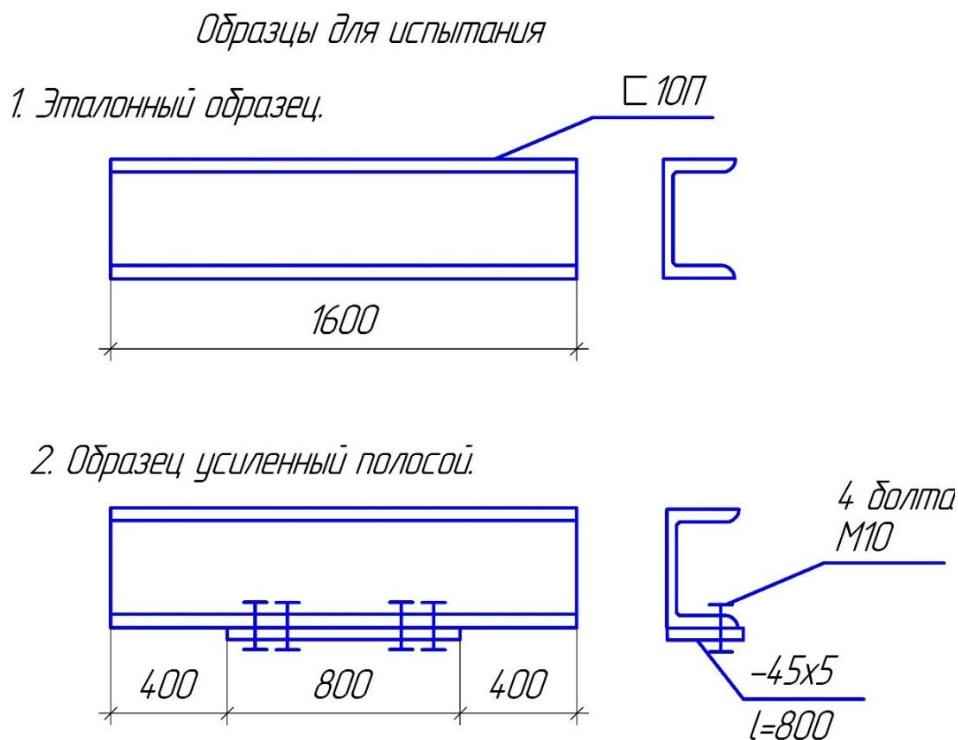


Рисунок 11 – Схемы образцов для испытания.

Испытание моделей проводилась на установке для испытания балочных конструкций (рис. 12) [15].

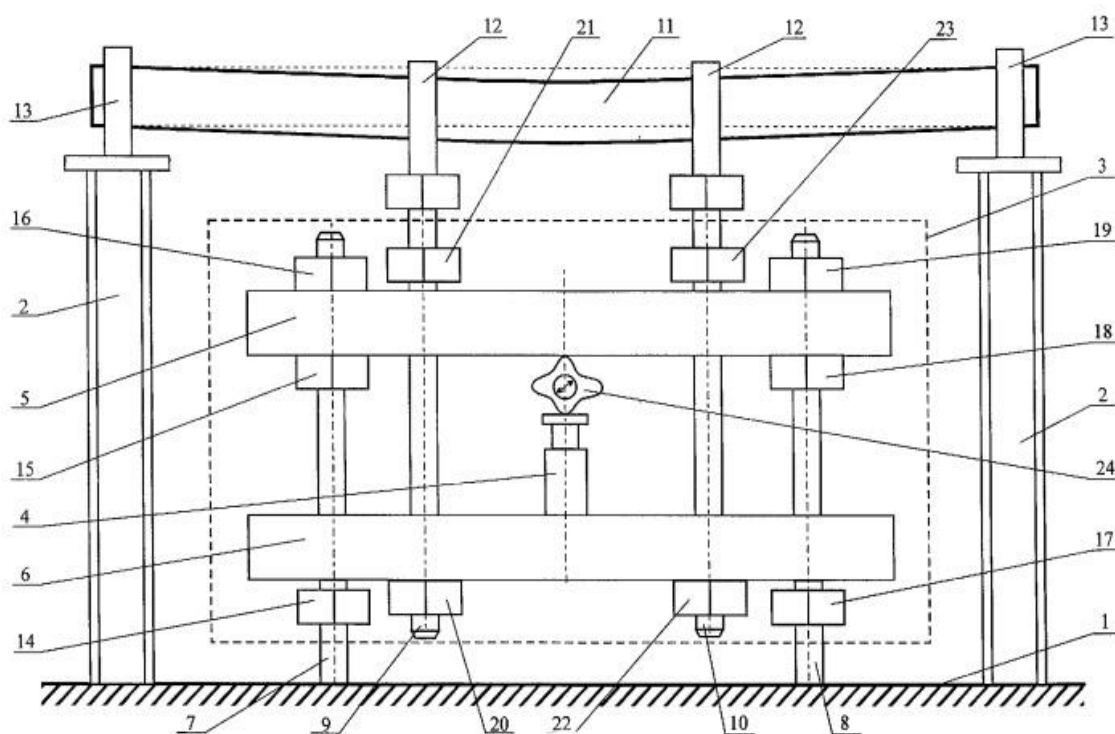


Рисунок 12 – Экспериментальная установка для испытания балочных конструкций

Установка для испытания балочных конструкций состоит из основания 1, жестко установленных на нем опорных стоек 2, нагружающего устройства, которое выполнено с возможностью приложения знакопеременных нагрузок и снабжено реверсным механизмом 3 и источником дискретной нагрузки 4. Реверсный механизм 3 выполнен в виде двух пар вертикальных тяг, которые соединены между собой двумя траверсами 5 и 6 с отверстиями под эти тяги. Одна пара тяг 7 и 8 жестко установлена на основании 1, а другая пара тяг 9 и 10 выполнена с возможностью закрепления на испытываемой балочной конструкции 11 посредством хомутов 12 рамной конструкции. При этом концы балочной конструкции 11 закреплены в опорных стойках 2 посредством элементов 13. Траверсы 5 и 6 установлены горизонтально одна над другой, а на нижней траверсе 6 установлен источник дискретной нагрузки 4, который выполнен в виде гидравлического домкрата. Каждая тяга 7 и 8, 9 и 10 снабжена регулировочными гайками: тяга 7 - гайками 14, 15, и 16, тяга 8 - гайками 17, 18 и 19, тяга 9 - гайками 20 и 21, тяга 10 -

гайками 22 и 23. Регулировочные гайки 14-23 предназначены для регулировки свободного хода траверс 5, 6 и тяг 9 и 10 и изменения направления действия нагрузок, прилагаемых к испытываемой балочной конструкции 11, поскольку источник дискретной нагрузки 4 действует всегда в одном направлении. Кроме того, установка снабжена динамометром 24, фиксирующим прикладываемые к балочной конструкции 11 нагрузки [15].

Установка для испытания балочных конструкций работает следующим образом.

Балочную конструкцию 11 устанавливают на опорные стойки 2 и закрепляют элементами 13. Тяги 9 и 10 посредством хомутов 12 закрепляют на балочной конструкции 11, подсоединив к ней тем самым нагружающее устройство. Подав под давлением масло от насосной станции в источник дискретной нагрузки 4 - гидравлический домкрат одностороннего действия, нагрузка передается через реверсивный механизм 3. В зависимости от положения регулировочных гаек 14-23 на тягах 7 и 8 и 9 и 10 изменяют направление усилия, что дает возможность балочной конструкции 11 деформироваться в плоскости действия изгибающего момента со сменой стрелы прогиба.

Для создания прогиба вниз гайки 14 и 17 и гайки 21 и 23 отворачивают, освобождая траверсу 6, давая ей свободный ход вниз под действием источника дискретной нагрузки 4, а гайки 16 и 19 поджаты к траверсе 5 и ограничивают ее движение вверх. Траверса 6 вывешивается на гайках 20 и 22, которые ограничивают ее движение вниз. Но при приложении усилия источником 4, траверса 6, опираясь на гайки 20 и 22, начинает тянуть вниз тяги 9 и 10, подвешенные на балочной конструкции 11, которые нагружают ее, создавая определенный изгибающий момент, действующий на балочную конструкцию 11 в местах установки тяг 9 и 10. Таким образом осуществляют испытание балочной конструкции в одном направлении приложения изгибающего момента - положительном.

Для изменения знака приложения изгибающего момента на противоположный - отрицательный, необходимо ослабить гайки 16, 20 и 19, 22, а гайки 14, 17 и 21, 23 поджать к соответствующим траверсам. Тогда при приложении усилия источником дискретной нагрузки 4 траверса 6 остается на месте и поджимается к гайкам 14 и 17, а траверса 5, получив свободу от гаек 16, 20 и 19, 22 и поджимаясь к гайкам 21 и 23 тяг 9 и 10, двигается вверх, поднимает вверх и тяги 9 и 10, которые воздействуют на неподвижную балочную конструкцию 11, создают изгибающий момент со стрелой выгиба вверх, при этом динамометр 24 фиксирует приложенное усилие. Таким образом осуществляют испытание балочной конструкции в другом направлении приложения изгибающего момента.

Использование предлагаемого технического решения позволило создать несложную и компактную установку, позволяющую испытывать балочные конструкции без перестановки на знакопеременные нагрузки.

До начала испытаний, подготавливались опытные образцы, подбирались нужные диаметры болтов. Так как усиление осуществлялось полосой на болтовом соединении, во 2 образце просверливались 4 отверстия под болты.

Как мы с вами знаем, при прямом и поперечном изгибе в сечениях балки возникают два силовых фактора (внутренних усилия): изгибающий момент M и поперечная сила Q . Расчетная практика показывает, что изгибающий момент в большинстве случаев имеет решающее значение при подборе сечения и проверке прочности балочных конструкций.

Под действием нагрузки балка прогибается так, что ее нижние волокна удлиняются, а верхние укорачиваются, т.е. изгиб сопровождается появлением нормальных напряжений. При постепенном переходе от удлиняющихся волокон к укорачивающимся (или наоборот) встречается промежуточный слой волокон, который не меняет своей длины. Этот слой называется нейтральным, а линия его пересечения с плоскостью поперечного сечения балки – нейтральной линией или осью. Таким образом, нейтральная

линия является геометрическим местом концентрации точек, в которых нормальные напряжения равны нулю. Для выяснения характера распределения и значения напряжений, вызываемых изгибающим моментом, обратимся к случаю чистого изгиба. Чистый изгиб - деформации волокон пропорциональны их расстоянию от нейтрального слоя; нормальные напряжения изменяются по высоте сечения линейно. Изгибающий момент « M_x » и координату « y » удобнее всего брать по абсолютному значению, а знак напряжения устанавливать исходя из характера деформирования балки (при растяжении – плюс, при сжатии – минус), т.е. по эпюре « M », ординаты которой откладывают со стороны растянутых волокон. Нетрудно догадаться, что максимальные значения напряжений возникают в точках, наиболее удаленных от нейтральной линии.

При поперечном изгибе действуют не только нормальные, но и касательные напряжения. Последние усложняют картину деформирования, приводя к искривлению поперечных сечений балки, в результате чего нарушается гипотеза плоских сечений. Однако тщательное исследование в этой области показывают, что искажения, вносимые касательными напряжениями незначительно влияют на нормальные напряжения. Таким образом, при определении нормальных напряжений в случае поперечного изгиба вполне применима теория чистого изгиба. Касательные напряжения в расчетах на прочность как правило не учитываются.

Выбор расчетных сечений и контрольных точек.

На рис.13 показана расчетная схема балки, эпюры изгибающих моментов и поперечных сил. По характеру эпюр видно, что в среднем отсеке балки, между сосредоточенными силами, имеет место чистый изгиб под действием изгибающего момента M_{max} , а в крайних отсеках – поперечный изгиб под действием изгибающего момента, изменяющегося в пределах от 0 до M_{max} при постоянной поперечной силе, равной Q_{max} . Конструктивный расчет по предельным состояниям производят, как правило, в таких поперечных сечениях и расчетных точках, где возникают наибольшие

нормальные, касательные и главные напряжения. В исследуемой балке наибольшие нормальные напряжения будут там, где $M=M_{\max}$.

Наибольшие касательные напряжения, как известно из курса сопротивления материалов, действуют на уровне нейтрального слоя в сечении, где $Q=Q_{\max}$. В исследуемой балке это имеет место в приопорных отсеках в любой точке, расположенной на оси балки.

Наибольшие главные напряжения в стенках балок возникают в местах сопряжения ее с полками, т.е. в крайних нижних и верхних точках. В сочетании с главными сжимающими напряжениями, действующими на уровне нейтральной слоя, они могут стать причиной потери устойчивости тонкой стенки. Наиболее вероятным местом потери устойчивости стенки является середина приопорных отсеков.

Методика испытания

К испытанию приступают после проверки работоспособности нагрузочного устройства и измерительных систем.

Испытание балок проводилось в следующем порядке:

- балка устанавливалась на опорные стойки и закреплялась, после чего гидравлическим домкратом производилось нагружение ступенями по 3 МПа. Опорные элементы балки выполнены в виде шарнирных узлов. Схема нагружения показана на рис. 13.

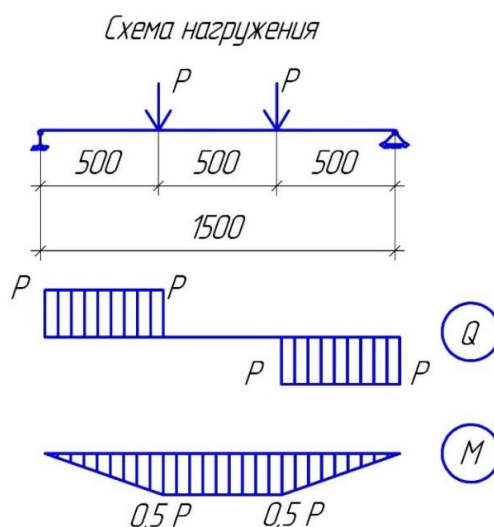


Рисунок 13 – Схема нагружения балок

Нагрузка создается гидравлическим домкратом и прикладывается к верхней полке в двух точках посредством траверсы и тяг, на расстоянии 500 мм от крайних опор. Нагрузка прикладывается симметрично. Величину испытательной нагрузки контролируют по показаниям динамометра.

Опытное определение величин прогибов производилось с помощью прогибомера Аистова-Овчинникова с ценой деления большой шкалы 0,01 мм. Начальные рабочие отсчеты по прогибомеру f_0 снимаем при начальной нагрузке $P = 100$ кгс и записываем. Затем нагрузку увеличиваем на ΔP , снова снимаем отсчеты по всем приборам, вычисляем приращения отсчетов.

3.2 Результаты испытаний

Результаты испытаний внесены в таблицу 4:

Таблица 4- Результаты испытаний.

1 образец (без усиления)				2 образец (с усилением)			
P, МПа	F, т	f, мм	Δf	P, МПа	F, т	f, мм	Δf
0	0	37,98	0	0	0	38,58	0
3	0,1	35,49	2,49	2,5	0,1	38,53	0,05
5	0,2	33,57	4,41	5	0,2	37,42	1,16
7,5	0,5	31,65	6,33	7,5	1	34,21	4,37
10	1,1	29,59	8,39	10	2,1	30,75	7,83
12,5	1,9	26,95	11,03	12,5	3,08	24,70	13,88
15	2,98	20,20	17,78	15	4,08	21,90	16,68
				17,5	5,07	20,68	17,9

По результатам измерений строится график зависимости прогиба от нагрузки (прил Б, рис Б1).

3.3 Выводы по ГЛАВЕ 3

Испытания натуральных объектов динамической нагрузкой трудоемки и дорогостоящи, однако не представляют возможности решить многие теоретические задачи, связанные со строительством и реконструкцией зданий. Как показывает практика, испытания на моделях могут заменить натурные и во многих случаях являются более эффективными, чем натурные. Принципиально на моделях можно решать любые задачи, возникающие на практике, при соответствующем техническом и экономическом обеспечении.

Проведя данные испытания моделей приходим к следующему:

- При одинаковых нагрузках прогибы балки с усилением значительно меньше, чем балки без усиления.
- Разработанная методика усиления позволяет снизить прогибы ригеля на 25%.
- Выполненные исследования показали эффективность применения данного вида усиления.

Исходя из результатов испытания делаем вывод что усиление балки металлической полосой на болтах не дает развитие дальнейших прогибов, что в свою очередь влияет на повышение устойчивости здания в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе дано решение актуальной научной задачи по обеспечению безопасности здания.

Произведенные в работе исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Безопасность зданий и сооружений достигается в первую очередь, вовремя произведенными и регулярными обследованиями.
2. Проанализировав конструктивные схемы и технологические способы устройства гидроизоляции, установили, что для реконструкции подземных помещений, которые находятся в условиях повышенной влажности, наиболее целесообразно использование таких видов гидроизоляции как обмазочная, инъекционная и проникающая гидроизоляция.
3. Для выбора типа ремонтных и гидроизоляционных материалов необходимо выполнить ряд диагностических мероприятий, которые позволяют наиболее точно оценить действительное состояние конструкций.
4. Произведено натурное обследование магазина Спортмастер, расположенного в городе Тольятти. Выбран и рассмотрен состав проникающей гидроизоляции.
5. Проанализировав конструктивные схемы и технологические способы усиления металлических балок подземного помещения, установлено, что для усиления конструкций в подвалах, в основном применяю способ установки дополнительных опор.
6. Разработанная нами методика усиления, не только позволяет снизить прогибы ригеля на 25% и обеспечить надежность работы конструкции, а также позволяет использовать подземное помещение в полной мере.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. Дмитриев, Ф.Д. Крушение инженерных сооружений. — М.: Гос. изд-во лит. по строительству и архитектуре, 1953. — 188 с.
2. Мизюмский, И.А., Аварии и крушения стальных конструкций и исследование причин разрушения сварных стыков уголков. Кандидатская диссертация, ЛИСИ, 1959.
3. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», М.: Стандартинформ, 2014
4. Бельский, М.Р. Лебедев А.И. Усиление стальных конструкций. Киев: “Будівельник”, 1981. –120 с.
5. Иванов, Ю.В. Реконструкция зданий и сооружений: усиление восстановление и ремонт. – М.: изд-во АСВ, 2012. 312 с.
6. Николаев, А.И. Защита надземных конструкций зданий от переувлажнения и коррозии. - Л.;М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1958. - 109 с.
7. Драновский, А.Н., Фадеев, А.Б. Подземные сооружения в промышленном и гражданском строительстве: Учебное пособие/ Казанский университет. - Казань, 1993. - 355 с.
8. Гидроизоляция ограждающих конструкций промышленных и гражданских сооружений. Справочное пособие/ Под ред. В.С. Искрина. - М.: Стройиздат, 1975. - 318 с.
9. Грачев, И.А., Жинкин Г.Н., Рабинович Г.М. Гидроизоляция подвалов и стен зданий. - Л.: Стройиздат, 1970. - 70 е.: ил.
10. Гидроизоляция ограждающих конструкций промышленных и гражданских сооружений. Справочное пособие/ Под ред. В.С. Искрина. - М.: Стройиздат, 1975. - 318 с.
11. Покровский, В.М. Гидроизоляционные работы. Справочник строителя.М.: Стройиздат, 1985. - 320 с.

12. Справочник по гидроизоляционным материалам для строительства/Н.Г. Ярмоленко, Л.И. Искра. - 3-е изд. перераб. и доп. - Киев: Бушвельник, 1984:20 с.
13. Строительные материалы. Учебник для студентов вузов/Под ред. И.С. Горчакова. - М.: Высшая школа, 1982. - 352 с.
14. Попченко, С.Н. Справочник по гидроизоляции сооружений. -Л.: Стройиздат, 1975. - 232 с.: ил.
15. Установка для испытания балочных конструкций // findpatent.ru. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/226/2262698.html> (дата обращения: 10.05.2017).
16. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». Госстрой России. Москва 2004г.
17. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений // ТЕХЭКСПЕРТ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200034118> (дата обращения: 05.05.2017).
18. Шихов, А.Н. Реконструкция гражданских и промышленных зданий. - М., Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. – 399 с.
19. Муравинская, Н. Ю. Гидроизоляция подземных частей зданий Петербурга при их реставрации и реконструкции: дис. канд. тех. наук: 05.23.02. - Санкт-Петербург, 2001. - 157 с.
20. ГОСТ 9.402-2004 Единая система защиты от коррозии и старения. // ТЕХЭКСПЕРТ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040460> (дата обращения: 05.05.2017).
21. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии». Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2).Минрегион России, 2012
22. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. // ТЕХЭКСПЕРТ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092602> (дата обращения: 10.05.2017).

23. Аварии строительных конструкций зданий и сооружений // diplomba.ru.
URL: <http://diplomba.ru/work/133073> (дата обращения: 15.04.2017).
24. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. // ТЕХЭКСПЕРТ. URL:
<http://docs.cntd.ru/document/1200100941> (дата обращения: 19.04.2017).
25. Мастика водоземлюльсионная ТЕХНОНИКОЛЬ №33 // ТЕХНОНИКОЛЬ.
URL: http://www.tn.ru/catalogue/mastic/mastika_tehnonikol_33/ (дата
обращения: 10.04.2017).
26. Лашенко, М.Н., Аварии металлических конструкций зданий и
сооружений. – Ленинград: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1969. –
184с.
27. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Конструкции зданий: Учеб. для
строит. вузов / В.В. Горев, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов, Г.И.Белый и др.;
Под редакцией В.В. Горева. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. Шк., 2002. –
528с.
28. Металлические конструкции. Справочник проектировщика в 3 томах /
Под общ. ред. В.В. Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им.
Н.П.Мельникова) — М.: изд-во АСВ, 1998-99. – 528 с.
29. Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. Под
ред. доктора техн. наук проф. А.А.Шишкина. – выпуск 2. –
Москва:Стройиздат, 1964. – 293с.
30. Иванов, Ю.В. Реконструкция зданий и сооружений: усиление
восстановление и ремонт. – М.: изд-во АСВ, 2012. 312 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А



Рисунок – А.1 Состояние внутренней стены по оси «Н»

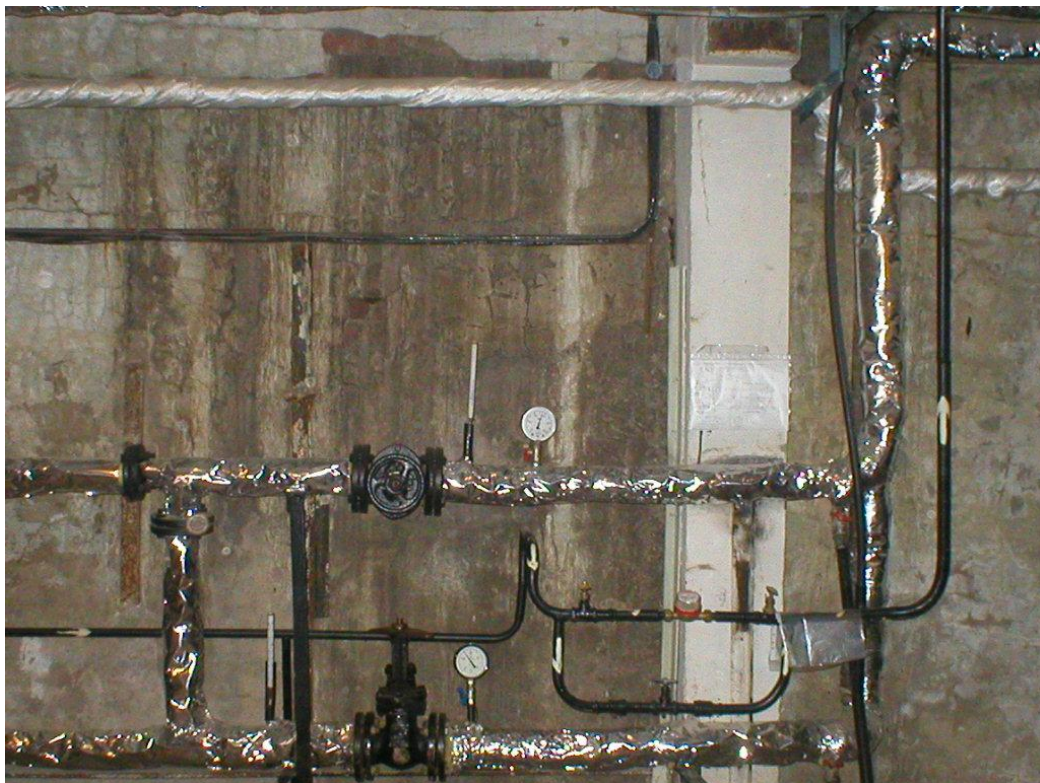


Рисунок – А.2 Состояние стен по оси «33» в вентиляционной камере



Рисунок— А.3 Состояние стены между подвалом и дебаркадером

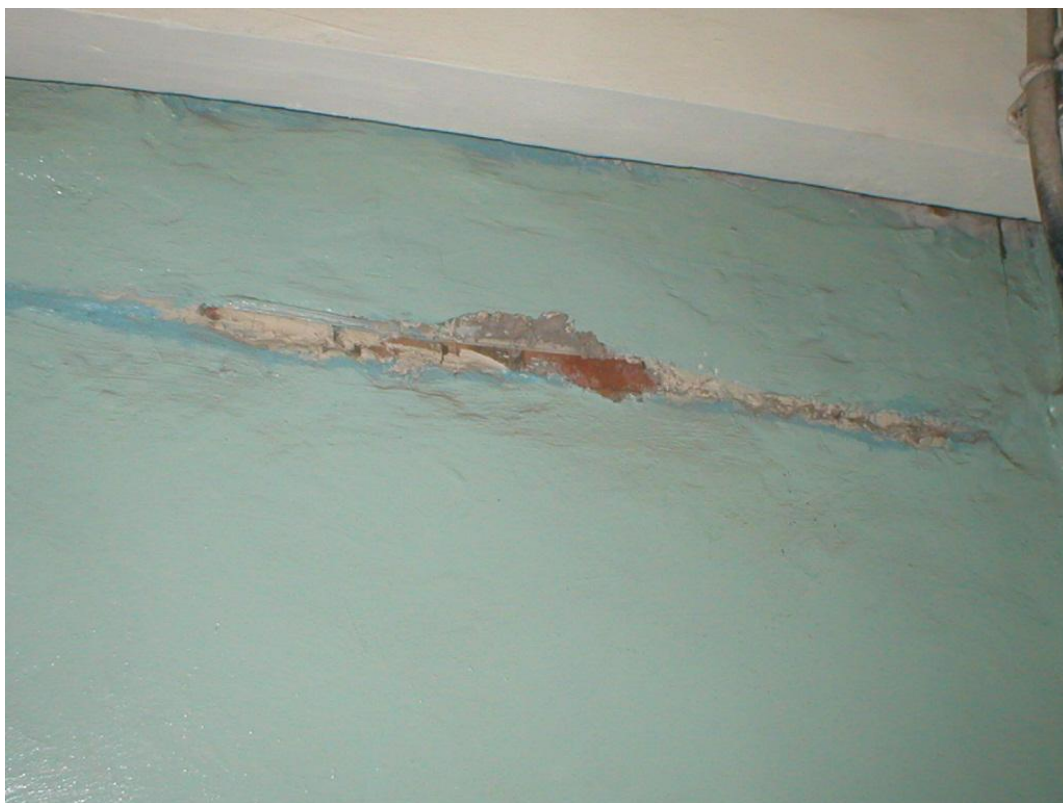


Рисунок – А.4 Замачивание стены подвала и перекрытия



Рисунок – А. 5 Отслоение защитного слоя бетона в ребрах плит и полке, оголение рабочей продольной арматуры ребер и полки



Рисунок – А. 6 Состояние стен подземного помещения



Рисунок – А.7 Опираие металлических балок на консоль колонны через дополнительные столики. Деформации стенок двутавровых подставок



Рисунок – А. 8 Общее состояние металлической балки по оси «Л».
Коррозия косвенной арматуры в ребрах плит



Рисунок – А. 9 Общий вид балки по оси «Л»



Рисунок – А. 10 Сопряжение балок по оси «Л» с колонной по оси «38».

Опираение крайней левой балки на дополнительную
прибетонированную колонну

а)



б)



Рисунок – А. 11 Опираение крайних балок по оси «Л» на крайние
колонны: а – на колонну по оси «39»; б – на колонну по оси «33»

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

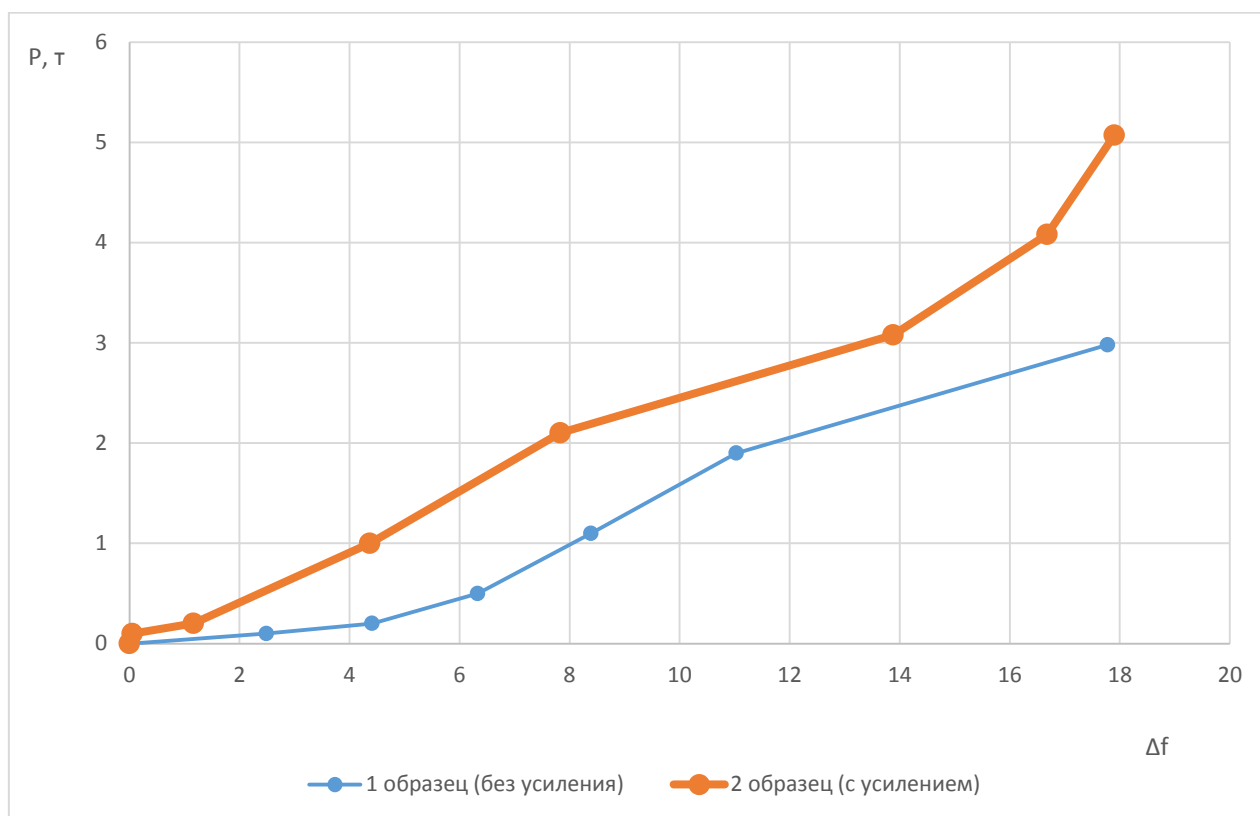


Рисунок Б1 – Зависимость прогиба от нагрузки



Рисунок Б2 – Вид эталонной балки до испытания.

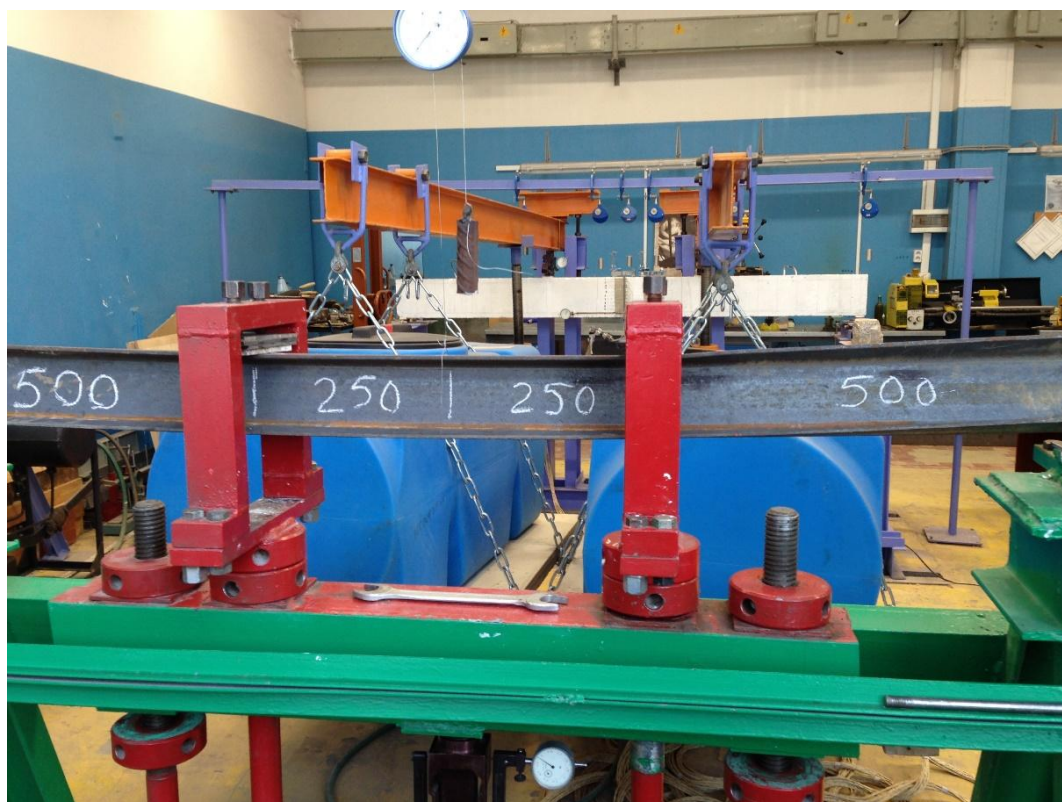


Рисунок Б3 – Вид эталонной балки после испытания. Вид спереди.



Рисунок Б4 – Вид эталонной балки после испытания. Вид сбоку.



Рисунок Б4 – Вид балки с усилением полосой до испытания.



Рисунок Б5 – Вид балки с усилением полосой после испытания.