



Министерство образования
Республики Беларусь

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Мосты и тоннели»

Г.Д. Ляхевич

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ
РАБОТ**

Методическое пособие

**Минск
БНТУ
2013**

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Мосты и тоннели»

Г.Д. Ляхевич

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

Методическое пособие
для студентов специальности 1-70 03 02
«Мосты, транспортные тоннели и метрополитены»

Минск
БНТУ
2013

УДК 699.82(076.5) (075.8)

ББК 38.637 я 7

Л 98

Рецензенты:

Э.И. Батяновский, С.Н. Свиридович

Ляхевич, Г.Д.

Л 98 Технология производства гидроизоляционных работ: методическое пособие для студентов специальности 1-70 03 02 «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» / Г.Д. Ляхевич. – Минск: БНТУ, 2013. – 140 с.

ISBN 978-985-525-768-5.

В пособии рассмотрены теоретические аспекты устройства надежной гидроизоляции, виды, типы и ее выбор; структура и свойства гидроизоляционных материалов. Представлено устройство гидроизоляции мостовых и тоннельных конструкций, а также испытания рулонных и мастичных гидроизоляционных материалов.

УДК 699.82(076.5) (075.8)

ББК 38.637 я 7

ISBN 978-985-525-768-5

© Ляхевич Г.Д., 2013

© БНТУ, 2013

Содержание

Введение.	5
1. Теоретические аспекты устройства надежной гидроизоляции.	7
2. Структура гидроизоляционных материалов.	13
3. Виды гидроизоляции.	16
4. Типы гидроизоляции и исходные данные для ее выбора.	17
5. Основные свойства гидроизоляционных материалов.	29
6. Устройство на мостовых сооружениях конструкции дорожной одежды с гидроизоляцией из материалов типа «ИЗОПЛАСТ».	37
7. Устройство гидроизоляции тоннелей метрополитенов, сооружаемых открытым способом.	47
8. Испытание гидроизоляционных материалов.	91
8.1. Рулонные гидроизоляционные материалы.	91
Практическое занятие 1. Определение линейных размеров, разрывной силы при растяжении, условной прочности, относительного удлинения и относительного остаточного удлинения.	92
Практическое занятие 2. Определение гибкости.	98
Практическое занятие 3. Определение водопоглощения.	100
Практическое занятие 4. Определение водонепроницаемости.	102
Практическое занятие 5. Определение теплостойкости и потери массы при нагревании.	105
Практическое занятие 6. Определение массы покровного состава и содержания наполнителя.	107
Практическое занятие 7. Определение снижения разрывной силы водонасыщенного материала.	109
8.2. Мастичные гидроизоляционные материалы.	112
Практическое занятие 8. Определение теплостойкости мастики.	113

Практическое занятие 9. Определение гибкости.	114
Практическое занятие 10. Определение водопоглощения.	114
Практическое занятие 11. Определение адгезии.	115
9. Техника безопасности при производстве гидроизоляционных работ.	117
Список источников.	119
Термины и определения.	123
Приложение 1. Основные требования к гидростеклоизолу гидроизоляционному.	125
Приложение 2. Основные требования к гидроизолу марки ГИ-Г.	127
Приложение 3. Характеристики гидроизоляционных материалов «Изопласт» и «Филизол».	129
Приложение 4. Указания по приготовлению битумного лака для грунтовки изолируемой поверхности.	130
Приложение 5. Инструкция по приготовлению и транспортировке битумной мастики.	131
Приложение 6. Правила техники безопасности при пользовании сжиженным газом.	133
Приложение 7. Журнал производства работ по устройству оплавляемой и оклеечной гидроизоляции.	137
Приложение 8. Акт освидетельствования скрытых работ по устройству оплавляемой или оклеечной гидроизоляции.	138

Введение

Одним из наиболее распространенных и агрессивных факторов, воздействующих на инженерные сооружения, является вода. Она способствует снижению прочностных свойств большинства материалов, развитию коррозионных процессов в металлах и бетонах, загниванию древесины, появлению трещин, плесени и сырости, обрушению защитных слоев конструкций. Поэтому необходимо предусмотреть гидроизоляцию, т. е. защиту конструкций. Применяются и другие меры, способствующие быстрому удалению воды или предохранению от ее проникания, например, шлифование и полирование поверхности конструкций, придание изделиям определенных форм и очертаний, повышение плотности используемых материалов и др.

Область применения гидроизоляционных материалов широка: защита мостовых и тоннельных конструкций, фундаментов, труб под насыпями и др. Защита конструкций в большинстве случаев является скрытым конструктивным элементом, восстановление которого в несколько раз превышает первоначальные затраты.

Гидроизоляция искусственных сооружений должна обладать надежностью: выполнять требуемые функции в условиях эксплуатации в течение заданного времени при сохранении основных характеристик, иметь максимально близкий к изолируемым конструкциям срок службы.

Гидроизоляционные материалы в конструкциях и сооружениях подвержены разнообразным внешним и внутренним воздействиям ультрафиолетовых лучей, переменной температуры, кислорода и озона воздуха, силы ветра, осадков в виде дождя и снега, микроорганизмов, агрессивных жидких сред и газов, загрязняющих механических наносов, силовых напряжений и других внешних факторов; тепло- и массопереноса, влажностного градиента, диффузионных перемещений, химически активных реагентов, синерезиса, усадочных явлений и многих других внутренних факторов. Механизм разрушения гидроизоляционных и кровельных материалов происходит в результате наложения внешних и внутренних воздействий в период эксплуатации конструкции.

Следует отметить, что значение гидроизоляции в строительстве нередко недооценивается и за счет ее стремятся сэкономить общие расходы. Однако стоимость гидроизоляции по сравнению с обще-

строительными расходами и стоимостью оборудования сооружения незначительна, поэтому на ней экономить не следует.

Из всех возможных видов гидроизоляции оклеечная, монтируемая и мастичная являются наиболее долговечными, требуют минимум затрат труда, расхода материалов и поддаются механизации. Поэтому в лекциях, лабораторном практикуме и на практических занятиях изучаются прежде всего материалы, используемые для устройства этих видов гидроизоляции.

В настоящее время накоплен значительный объем информации по теории, технологии и практике применения гидроизоляционных материалов, а также создана нормативно-техническая база для защиты конструкций зданий и сооружений. Использование этой информации в методическом пособии существенно улучшит качество подготовки студентов по специальности «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены».

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТРОЙСТВА НАДЕЖНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

При устройстве гидроизоляции учитывают эксплуатационные, технологические и экономические факторы, основными из которых являются следующие: степень допустимого увлажнения ограждающих конструкций (СНиП 11-3-79); трещиностойкость изолируемой конструкции (СНиП 2.03.01-84); высота капиллярного подъема воды в зависимости от плотности грунта; величина гидростатического напора; механическое воздействие на гидроизоляцию (сжатие от массы вышележащих конструкций, грунта обсыпки и напора грунтовых вод, растяжение от относительных перемещений смежных конструктивных элементов, осадки грунта засыпки, фундамента, основания и т. д.); действие на гидроизоляцию агрессивных сред (СНиП 2.03.11-85); температурные воздействия на гидроизоляцию (максимально допустимая температура при эксплуатации гидроизоляции в зависимости от ее вида и материала); природные воздействия (солнечная радиация, лед, волны, биологические вредители, осадки: дождь, град, снег и др.); условия производства работы (возможность комплексной механизации, возможность нанесения гидроизоляционного покрытия на влажные основания, возможность производства работ в зимнее время), дефицитность материалов и стоимость гидроизоляции; сейсмичность района строительства; особые свойства грунтов и оснований: просадочные, насыпные, набухающие, водонасыщенные, биогенные, элювиальные, засоленные грунты и основания сооружений, возводимых на подработанных территориях (СНиП 2.02.01-83). Учитывая априорную информацию, предлагаются основные аспекты устройства надежной гидроизоляции:

- 1) плохая смачиваемость водой поверхности используемого материала;
- 2) исключение свободного движения воды по капиллярам и порам изоляционного материала;
- 3) минимизация диффузного проникновения воды;
- 4) обеспечение заданной прочности, деформативности и долговечности смонтированной гидроизоляции.

Для выполнения первого аспекта гидроизоляционный материал должен быть *гидрофобным*, т. е. плохо смачиваться водой. Создание несмачиваемой или плохо смачиваемой поверхности гидроизо-

ляционного слоя является сложной задачей. Способность к смачиванию поверхности зависит от полярности наносимой жидкости. Из условия равновесия сил, действующих на поверхность смачиваемого тела (рисунок 1.1), можно записать

$$\cos\varphi = \frac{\sigma_{23} - \sigma_{13}}{\sigma_{12}}$$

где σ_{23} , σ_{13} , σ_{12} – поверхностные натяжения на границах раздела соответствующих фаз – 1; 2; 3.

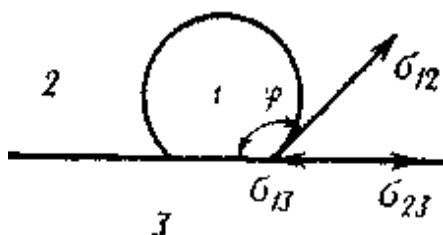


Рисунок 1.1 – Условие равновесия сил поверхностного натяжения при смачивании:
1 – жидкость; 2 – газ; 3 – поверхность гидроизоляционного материала

Уменьшение смачиваемости материала водой может быть достигнуто при условии, что краевой угол смачивания $\varphi > 90^\circ$, а $\cos \varphi$ – величина отрицательная и по возможности наибольшая.

Чем меньше разность их поверхностных натяжений, тем полнее и легче происходит смачивание. Напряженность молекулярных сил на границе раздела фаз понижается, а взаимная растворимость увеличивается с повышением температуры. Понижение поверхностного натяжения на границе раздела гидроизоляция–воздух практически означает выбор материала, обладающего наименьшей полярностью на границе с воздушной средой.

За меру полярности удобно принимать диэлектрические свойства, в первую очередь диэлектрическую проницаемость. Диэлектрическая проницаемость полимеров, на применении которых главным образом основывается современное производство гидроизоляционных материалов, невелика. Эти вещества принадлежат к диэлектрикам. Диэлектрическая проницаемость их выше при наличии в молекулах полярных групп; составляет 4–8 и снижается до 2–3 и менее, если в молекулах не содержится полярных групп.

Наименьшая полярность соответствует полиэтилену, полиизобутилену, полистиролу (таблица 1.1). Наибольшая полярность и, следовательно, смачиваемость водой у полиамидов, фенолформальдегида, поливинилхлорида.

Битумы различного происхождения имеют низкие значения диэлектрической проницаемости. Введение в битум минерального порошка до некоторой предельной концентрации с образованием асфальтовяжущего вещества повышает его диэлектрическую проницаемость. Таким образом, для увеличения краевого угла ϕ необходимо ориентироваться на полимерные материалы. Менее эффективны битумы и дегти.

С приближением величины краевого угла смачивания к нулю работа адгезии переходит в работу когезии, равную удвоенному поверхностному натяжению: $\omega_k = 2\sigma_{12}$. Поэтому гидроизоляционный материал хорошо смачивает защищаемую поверхность, но плохо смачивается водой.

Задача выбора гидроизоляции решается варьируя выбором материалов и входящих в них компонентов и измеряя каждый раз краевой угол смачивания. Если изоляционный материал при испытании не дает тупого угла смачивания водой (отрицательного значения $\cos \phi$), то на поверхность конструкционного материала следует предварительно нанести тонкий слой пленочного гидрофобного вещества.

Таблица 1.1 – Диэлектрические свойства веществ

Вещества	Диэлектрическая проницаемость, ϵ		Электрические потери $\text{tg}\delta$	Поверхностное натяжение на границе с воздухом, Дж/м^2
	при 800 Гц	при 10^6 Гц		
1	2	3	4	5
Вода	81,0	—	—	0,073
Битумы	2,5–3,0	—	—	0,025–0,035
Асфальтовяжущее вещество	4,8–6,5	—	—	—
Дегти каменноугольные	—	—	—	0,030–0,045
Полиэтилен	2,3	2,3	0,0003	—
Полиизобутилен	2,4–2,9	—	0,00035	—
Поливинилхлорид	5,0	3,4	0,08	—

1	2	3	4	5
Полистирол	3,4	–	0,0004	–
Полиамид	4–7	3,5–4	0,02–0,08	–
Полиуретан	3,4–4,0	3,3–3,7	0,02–0,03	–
Фенолформальдегид	8,0	6,8	0,075	–
Этиловый спирт	27,0	–	–	–
Ацетон	21,0	–	–	–
Бензол	2,3	–	–	–

Создание гидрофобной поверхности (наружной и внутри пор) является одним из основных условий хорошей гидроизоляции.

Несмачиваемость поверхности гидроизоляционного слоя – необходимое, но не достаточное условие эффективной защиты конструкций от воздействия воды. Вода может проникать в материал вследствие капиллярного подсоса. В зависимости от степени гидрофильности стенок капилляра, их способности смачиваться водой изменяется высота или глубина подсоса воды. Если стенки капилляра гидрофобны, то вода в них не заходит, а та вода, которая оказалась в капиллярах, опустится ниже уровня окружающей водной среды.

В соответствии с физическими законами проникание воды в капилляры и поры материала предотвращается давлением, возникающим на менисках и направленным вдоль оси. Капиллярное давление воды

$$p = \frac{2\sigma}{g} \cdot \frac{\cos\varphi}{r},$$

где σ – поверхностное натяжение воды на границе с воздухом при данной температуре; при 20 °С $\sigma_{\text{в}} = 0,073 \text{ Дж/м}^2$;

g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ см/с}^2$;

φ – краевой угол смачивания у менисков;

$\cos \varphi$ – характеристика смачивания;

r – радиус капилляров или пор.

Из этой формулы следует, что для улучшения гидроизоляционного покрытия необходимо уменьшить величину r и увеличить краевой угол смачивания φ . Другие члены уравнения могут быть приняты

постоянными. К практическим способам уменьшения величины относятся: а) максимально возможное уплотнение гидроизоляционной массы – бетонной смеси, строительного раствора, мастики, пасты, насыпных и других гидроизоляционных материалов; б) проектирование состава зернистой смеси этих материалов по принципу наибольшей плотности с последующим заполнением всех оставшихся пустот чистым или наполненным вяжущим веществом с параллельным контролем качественных показателей свойств (особенно механических) материала. Увеличение угла φ у менисков достигают теми же средствами, которые применяют для снижения смачиваемости наружной поверхности гидроизоляционного покрытия. Необходимо также предохранять поверхность изоляционного покрытия от посторонних наносов, особенно не допуская механического впитывания их в поры. Наносы, обычно гидрофильные по своей природе, уменьшают краевой угол смачивания у менисков. Как отмечалось выше, если $\varphi > 90^\circ$, то вода имеет тенденцию к выходу из пор.

Таким образом, для предотвращения проникания капиллярной воды необходимо повышать плотность слоя изоляции и снижать полярность поверхности внутренних пор, капилляров и других полостей в материале, в частности, путем предварительной гидрофобизации заполнителей физической или химической адсорбцией. Но проникание воды внутрь изоляционного материала может происходить и в результате диффузии, характеризующейся передвижением воды от мест с большей ее концентрацией до более или менее равномерного распределения по всему объему. Диффузия всегда непосредственно связана с тепловым движением, а проникновение воды наблюдается даже в таких гидрофобных материалах, как парафин, стеарин и др. *Чем больше сосредоточено в объеме материала «внутренних дефектов», например гидрофильных частиц твердой высокодисперсной фазы, тем полнее и интенсивнее протекает диффузия.* Она усиливается с повышением температуры (энтропийный фактор) и смачиваемости внутренней поверхности дефектов (энергетический фактор). Благоприятствует диффузии и присутствие в воде поверхностно-активных веществ, которые способны коллоидно растворять ее, образуя дополнительные дефекты в микроструктуре материала.

Интенсивность диффузии воды можно снизить так, что она не будет заметно влиять на качество гидроизоляции. Однако полностью прекратить процесс диффузии воды и проникание ее в изоля-

ционный слой, по-видимому, нельзя. Для замедления диффузии необходимо: не допускать в вяжущем веществе водорастворимых примесей; ограничивать содержание естественных или искусственно вводимых поверхностно-активных в вяжущем материале с тем, чтобы их почти не оставалось в свободном состоянии после объединения вяжущего с минеральными компонентами; при выборе вяжущего и заполнителей (наполнителей) более строго учитывать их химический состав и кристаллохимические особенности; тщательно обрабатывать композиционные смеси.

2. СТРУКТУРА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гидроизоляционные материалы обладают двумя взаимосвязанными характеристиками: внутренним строением (структурой) и качественными показателями (свойствами). Взаимосвязь устанавливается при оптимальных структурах, когда устойчивые связи в них обеспечивают стабильность основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях материала в конструкциях. Внутреннее строение, или структура, гидроизоляционных материалов выражает определенный характер связей и порядок сцепления частиц, из которых они образованы. У них структура характеризуется химическими и физико-химическими связями между контактируемыми частицами разной степени дисперсности. Их структура может быть однородной и смешанной. К однородным относятся кристаллизационные, коагуляционные и конденсационные структуры. Твердые вещества, не обладающие кристаллизационной структурой, относятся к аморфным. Структура не остается неизменной. Она непрерывно претерпевает изменения, чему способствуют постоянное движение атомов и молекул и взаимодействие с окружающей средой.

Кристаллизационные структуры образовались путем выкристаллизовывания твердой фазы и последующего срастания кристаллов в прочный моно- или поликристаллический агрегат. При кристаллизации из раствора или расплава в нормальных условиях образуется упорядоченное расположение структурных частиц (атомов, ионов, молекул) в пространстве в форме кристаллических решеток. Каждому типу связи соответствует свой характерный тип кристаллической решетки: ионной, молекулярной, атомной, с водородными связями. Однако реальные кристаллы обычно имеют отклонения от строения идеальных кристаллов: в них имеются искажения решеток, вакансии, дислокации, примеси, а это влияет на свойства материалов.

Коагуляционные структуры образуются за счет сравнительно слабых сил молекулярного взаимодействия между частицами – ван-дер-ваальсовых сил сцепления, действующих через прослойки жидкой среды. Среда образует в структуре своеобразную подвижную пространственную сетку, отличную от жесткой сетки каркаса в кристаллических структурах. За счет подвижных прослоек материалы с коагуляционной структурой обладают тиксотропией, т. е. способностью

разжижаться под влиянием механических воздействий (перемешивания, встряхивания, вибрации и пр.) с обратимым восстановлением структуры и свойств в последующий период покоя. Тиксотропия, пониженная прочность, ярко выраженная ползучесть являются наиболее характерными свойствами коагуляционной структуры.

Конденсационные структуры возникают при непосредственном взаимодействии частиц или под влиянием химических соединений в соответствии с валентностью контактируемых атомов, или под влиянием ионных и ковалентных связей. Возможно образование смешанных структур как совокупностей двух или трех однородных, например, кристаллизационно-коагуляционной и др. Возможен самопроизвольный переход коагуляционной структуры в конденсационно-кристаллизационную и др. Такие изменения придают веществу другую прочность, деформативность, тиксотропность и др. Многие гидроизоляционные материалы: рулонные, асфальтобетон, пластбетон, мастики и другие – имеют коагуляционную структуру или в них ярко выражены смешанные типы структур, например, при низких температурах.

Подвижную пространственную сетку структур гидроизоляционных материалов образуют битумы, дегти, термопластичные синтетические смолы и др. Они, как правило, обладают однородной структурой – коагуляционной, аморфной и др. В эксплуатационных условиях структура этих материалов претерпевает изменения: при пониженных температурах часть составляющих может выкристаллизовываться с образованием полидисперсных органических кристаллов; при повышенных температурах – переходить в вязкотекучее состояние с аморфной структурой; под влиянием факторов старения могут возникать необратимые явления в структурах и свойствах материала (утончение прослоек, нарастание хрупкости и концентрации твердой фазы и пр.). Аморфная структура характеризуется отсутствием кристаллов, беспорядочным расположением атомов, молекул, не ориентированных относительно друг друга. Нередко аморфная структура является кажущейся, так как при более тщательном исследовании обнаруживается закономерное расположение молекул в центральной части отдельных микрокристаллов. Аморфную структуру имеют натуральный и большинство синтетических каучуков при комнатной температуре, целлюлоза, полиизобутилен и некоторые другие полимеры, используемые при производстве

гидроизоляционных материалов. При определенных условиях аморфное строение вещества может постепенно перейти в кристаллизационное, всегда более устойчивое, хотя и не всегда самое благоприятное для гидроизоляционных материалов. Определенный объем в структуре занимают замкнутые или сообщающиеся поры. Они могут иметь различное происхождение и разные размеры, но во всех случаях поры остаются нежелательными в гидроизоляционных материалах, так как понижают их водонепроницаемость. Поры и другие виды неплотностей обычно относят к дефектам структуры материала, так как они могут быть концентраторами напряжений и аккумуляторами агрессивной среды. Особо опасны дефекты в виде микротрещин, способных переходить в макротрещины.

При изготовлении и эксплуатации гидроизоляционных материалов различают оптимальные и рациональные структуры. В *оптимальной структуре* компоненты и поры распределены по объему материала равномерно, отсутствуют или содержатся в минимальном количестве дефекты, имеется непрерывная прослойка вяжущего вещества в виде жесткой или подвижной пространственной сетки при наименьшем размере усредненной толщины пленок жидкой среды, которые не являются, однако, дискретными. В структуре имеет место наибольшая плотность упаковки твердых компонентов.

Неоптимальной называют структуру, которая не удовлетворяет хотя бы одному из указанных обязательных признаков оптимальности.

Оптимальным структурам соответствуют улучшенные показатели качества материалов. Из структур данного вида выбирается рациональная, при которой гидроизоляционный материал обладает комплексом заданных показателей качества в реальных условиях производства и эксплуатации.

Гидроизоляционные материалы различаются между собой не только структурой, но и текстурой, т. е. ориентацией главных структурных составляющих. Типичные текстуры – слоистая, волокнистая, зернисто-цементированная, зернисто-рыхлая, неупорядоченная и комбинированная. Нередко, в целях упрощения, текстурные признаки относят к структурным характеристикам материала. Состав, структура, текстурные особенности материала, а также характер внутреннего теплового состояния определяют основные свойства гидроизоляционных материалов.

3. ВИДЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

Гидроизоляцию классифицируют:

- 1) по месту расположения:
 - в пространстве: атмосферная, подземная и подводная;
 - на плоскости: вертикальная, горизонтальная и наклонная;
 - в строительной конструкции: наружная, внутренняя;
- 2) назначению: антифильтрационная, антикоррозионная, герметизирующая, теплогидроизоляционная;
- 3) способу устройства:
 - окрасочная;
 - штукатурная (обмазочная), включая торкрет, цементные, асфальтовые и другие покрытия;
 - оклеечная (из рулонных и пленочных материалов);
 - литая (разлив на поверхности, залив в щель);
 - пропиточная (пропитка пористых материалов);
 - инъекционная (нагнетание в грунт, щели, трещины);
 - засыпная (из гидрофобных порошков и песков);
 - монтируемая (из листов и профильных элементов);
- 4) виду материала:
 - цементная (основное вяжущее – цемент);
 - асфальтовая (преобладает содержание наполнителей);
 - битумная (преобладает содержание битума);
 - полимерцементная (основное вяжущее – полимер);
 - полимерная (пластмассовая) из материалов, относящихся к пластмассам и эластомерам;
 - металлическая;
- 5) конструкции:
 - одно- и многослойная;
 - армированная и неармированная;
 - с защитным слоем и без него;
 - шпоночная или компенсационная (надежность гидроизоляционных свойств обеспечивается при изменении геометрических размеров шва);
 - вентилируемая (подкровное пространство сообщается с наружным воздухом);
- 6) электроизоляционной надежности:
 - нормальная (когда переходное электрическое сопротивление изолированной конструкции не ниже 10^4 Ом·м) и усиленная (не ниже 10^5 Ом·м).

4. ТИПЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЕЕ ВЫБОРА

Окрасочная гидроизоляция – представляет многослойное водонепроницаемое покрытие, выполняемое окрасочным способом и имеющее общую толщину в несколько миллиметров. Окраска является наиболее распространенным и дешевым способом гидроизоляции и антикоррозионной защиты поверхностей бетонных и металлических сооружений.

Оклеенная гидроизоляция – представляет водонепроницаемое покрытие из нескольких слоев рулонных, пленочных или листовых материалов заводского изготовления.

Штукатурная гидроизоляция – представляет водонепроницаемое покрытие толщиной от 5 до 50 мм, наносимое в несколько слоев или наметов штукатурным способом. В зависимости от вида используемого материала различают цементные штукатурки и торкрет, асфальтовые (горячие и холодные) штукатурки.

Пропиточная гидроизоляция предназначена для повышения водонепроницаемости пористых изделий путем заполнения их пор водоустойчивым и плотным материалом.

Пропитке подвергают изделия из бетона (трубы, сваи, колонны, плиты и т. п.), керамики (кирпич, трубы), асбестоцемента (листы и трубы) или из естественных пористых камней (известняк-ракушечник, мел, туфы и опоки).

В качестве пропиточных материалов используют органические вяжущие (битумы, каменноугольные дегти и пеки, петролатум), термопластичные полимеры (низкомолекулярный полиэтилен) и мономеры термореактивных смол (стирол, метилметакрилат), причем пропитка термопластичными веществами производится при их нагреве, а термореактивными – с последующей полимеризацией.

Гидроизоляция из предварительно обработанных способом пропитки штучных материалов – плитки, кирпича, листов асбошифера – или же монтаж строительных конструкций, обработанных пропиточными материалами, применяется тогда, когда другие способы гидроизоляции менее эффективны (например, изоляция забивных свай) и требуется повысить химическую стойкость отдельных конструкций или сооружения.

Гидроизоляцию из пропитанных штучных материалов устраивают на вяжущих, близких по своей природе к пропиточным материа-

лам или же обладающих стойкостью к воздействию агрессивных вод, – кислых, щелочных, углекислотных, магниезальных и т. д.

Пропиточная гидроизоляция должна быть стойкой к вымыванию грунтовыми и агрессивными водами, достаточно глубокой и механически прочной, чтобы противостоять возникающим при монтаже нагрузкам.

Гидроизоляция проникающего действия представляет собой сухую смесь из портландцемента, кварцевого песка и специальных активирующих химических добавок.

К представителям этого класса гидроизолирующих материалов относятся, например, ГИДРОТЭКС-Б и ГИДРОТЭКС-В. Их состав находит широкое применение как для устранения уже имеющихся протечек (ГИДРОТЭКС-Б), так и при сооружении новых объектов в качестве добавочного слоя при бетонировании (ГИДРОТЭКС-В). При смешивании с водой и нанесении состава как цементирующего покрытия, входящие в состав материала химикаты вызывают каталитическую реакцию, в результате которой в порах и капиллярных трактах бетона вырастают разветвленные нитеобразные кристаллические образования. В результате структура бетона уплотняется во всех направлениях, предотвращая проникновение воды или любой другой жидкости.

Материал обеспечивает водонепроницаемость находящихся под гидростатическим напором подземных конструкций при обработке их с внутренней стороны. Химикаты движутся с водой по порам и капиллярным трактам бетона даже против высокого гидростатического давления, создавая кристаллические образования. Кристаллические образования имеют настолько мелкие поры, что вода не может проникать через них. Однако они не препятствуют воздухообмену. Таким образом, бетон может «дышать» и остается абсолютно сухим.

Конструкции, обработанные этими материалами, противостоят воздействию большинства агрессивных сред, предотвращая проникание химикатов, соленой воды, сточных вод и других вредных веществ в изолируемые объекты. Обработка повышает морозостойкость бетона, защищает его от выветривания и других повреждений, вызванных погодными условиями; предотвращает окисление арматуры.

Иньекционная гидроизоляция представляет водонепроницаемое заполнение пор или трещин в сооружении либо его примыканиях, образуемое в результате нагнетания уплотняющего вещества с последу-

ющим его отверждением. Способы устройства инъекционной гидроизоляции: цементация, битумизация, силикатизация и смолизация. Все они предусматривают бурение в сооружении или окружающем его грунте щпуров либо скважин с нагнетанием в них уплотнителя.

Цементация применяется для инъекции в трещины или неплотности бетона, в поры грунтов при трещинах более 0,2 мм или водопоглощению грунта свыше 0,05 л/мин на 1 м² скважины.

При использовании специальных цементно-глинистых или цементно-латексных суспензий можно тампонировать трещины с раскрытием более 0,15 мм, а при использовании специальных виброколлоидных суспензий – даже до 0,1 мм (при удельном водопоглощении скважин до 0,05 л/мин).

Для заполнения крупных пор и пустот при коэффициенте фильтрации более 100 м/сут применяют цементационные растворы, содержащие добавки песка, бентонитов и ускорителей твердения цемента. Цементация допустима при скорости фильтрации не более 300 м/сут в раздельнозернистых грунтах и не более 600 м/сут – в трещинах.

Цементацию нельзя применять при воздействии химически агрессивных грунтовых вод, в вечномерзлых грунтах и промерзшем бетоне сооружений.

Цементационные растворы нагнетают растворонасосами высокого давления. Растворонасосы Р 100/3, Р 200/10, 11-2Р развивают давление до 3 и даже 5 МПа, а специальные цементационные установки ЦЦ-1, ЦА-300 и ЦА-1, 4/150 – до 15–30 МПа при максимальном расходе раствора до 1,4 м³/мин.

Литая гидроизоляция устраивается способом заливки гидроизоляционных материалов в щели между изолируемой поверхностью и защитной (прижимной) стенкой, применяется в случаях возможного возникновения деформационных трещин там, где утечка вод совершенно недопустима.

Монтируемая гидроизоляция из листовых полимерных и металлических материалов применяется для изоляции сооружений, находящихся в жестких условиях эксплуатации.

При использовании химически стойких полимерных листовых материалов, практически не обладающих адгезионной способностью к известным клеящим или вяжущим материалам, их крепят к строительным конструкциям при помощи дюбелей и шпилек. Металлические листы можно крепить при помощи анкеров.

Засыпная гидроизоляция из гидрофобных сыпучих материалов имеет ограниченное применение, так как для обеспечения качественных характеристик изоляции требуется постоянство направления теплового потока против направления потока увлажнения.

Исходные данные для выбора гидроизоляции: гидрогеологические условия, назначение и особенности конструкций сооружения, трещиностойкость конструкций, виды нагрузок, рекомендуемые виды гидроизоляции для основных сооружений и конструкций, ориентировочные сроки службы основных гидроизоляционных покрытий (таблицы 4.1–4.9).

Таблица 4.1 – Условия эксплуатации и требования, предъявляемые к гидроизоляции

Факторы, определяющие требования к гидроизоляции	Характеристика фактора	Показатели, которым должна удовлетворять проектируемая гидроизоляция
1	2	3
<i>Гидрогеологические условия</i>		
Глубина заложения (сооружения, фундамента и т. д.)	Нормативное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи, фундамента и т. д.	Прочность при сдвиге, МПа; коэффициент трещиностойкости, эластичность, мм или %
Водоупорность и коэффициент фильтрации	Колебание уровня грунтовых вод относительно дневной поверхности	Учитывается при необходимости снижения воздействия внешних факторов на гидроизоляцию (дренаж, экраны и т. д.)
Высота капиллярного подъема	Определяют по данным геологических исследований	Высота устройства гидроизоляции, м
Пучение грунта	Вертикальное перемещение грунта относительно сооружения	Прочность при сдвиге, Па; необходимость устройства дренажа
Гидростатический напор	Скорость перемещения и продолжительность действия напора	Водоупорность
Степень и продолжительность обводнения	Глубина посадки сооружения относительно уровня грунтовых вод	Водопоглощаемость, %; коэффициент размягчения

Окончание табл. 4.1

1	2	3
Коррозионная активность грунтов	Удельное электрическое сопротивление и химический состав	<i>Электрическое сопротивление, Ом; сортность материала по кислотостойкости</i>
Агрессивность водной среды	Водородный показатель рН, жесткость воды, содержание сульфатов, бикарбонатов и магниальных солей	Сортность материала по кислотостойкости или изменение массы (%) и прочности (Па) при воздействии агрессивной среды
Воздействие микроорганизмов	Разрушение гидроизоляции вследствие жизнедеятельности микроорганизмов	Использование антисептирующих добавок
<i>Особенности конструкции сооружения и его назначение</i>		
Трещиностойкость изолируемых конструкций	Раскрытие трещин в конструкции	Коэффициент трещиностойкости гидроизоляции
Агрессивность производственных жидкостей	Концентрация агрессивных соединений, разрушающих гидроизоляцию и конструкции	Сортность материала по кислотостойкости
Механические воздействия	Сжимающие и растягивающие нагрузки, возникающие от массы конструкций, грунта, напора воды, относительных перемещений, осадки и т. д.	Прочность при сжатии (растяжении, изгибе), Па
Температурные и другие воздействия	Технологический режим производства и климатические условия (положительная и отрицательная температуры, органические масла, ртуть, выделение взрывоопасных газов и т. д.)	Температура стеклования, °С теплостойкость, использование материалов, характеризующихся маслостойкостью, ртутенепроницаемостью, искробезопасностью и т. д.
Контакт с питьевой водой	Токсичность гидроизоляционных материалов	Предельно допустимую концентрацию (ПДК)
Предполагаемый срок службы сооружения или гидроизоляции	Устанавливают по СНиП, а гидроизоляции и отдельных материалов – по обобщенным данным	Рассчитывают или принимают по опытным данным

Таблица 4.2 – Коэффициент фильтрации грунтов

Категория грунта по водонепроницаемости	Наименование грунта	Коэффициент фильтрации, м/сут
Хорошо водонепроницаемый	– Песок: мелкозернистый глинистый с преобладающей фракцией 0,1–0,25 мм;	10–15
	среднезернистый глинистый с преобладающей фракцией 0,25–0,5 мм;	20–25
	среднезернистый однородный с преобладающей фракцией 0,25–0,5 мм;	35–50
	крупнозернистый слегка глинистый с преобладающей фракцией 0,5–1 мм;	35–40
	крупнозернистый однородный с преобладающей фракцией 0,5–1 мм;	60–75
	– гравий; – галечник	100–125 300–500
Водопроницаемый	– Пески и трещиноватые породы;	1–10
	– песок пылеватый однородный с преобладающей фракцией 0,01–0,05 мм	1,5–5
Слабоводопроницаемый	– Мергели, песчаники и др.;	0,01–1
	– песок пылеватый глинистый с преобладающей фракцией 0,01–0,05 мм;	0,5–1
	– суглинок;	0,3–1
	– супесь	0,08–1
Весьма слабоводопроницаемый	– Глинистые песчаники, суглинки и др.	0,001–0,01
Непроницаемый, практически водоупорный	– Глина, жирные суглинки и пр.	0,001 и менее

Таблица 4.3 – Капиллярный подъем вод в грунтах, м

Пески: крупнозернистые 0,03–0,15; среднезернистые 0,15–0,35; мелкозернистые 0,35–1,1	Суглинки: легкие 2–2,5; средние и тяжелые 3,5–6,5
	Лессовые и глинистые грунты ≥ 4
Супеси 1,1–2	Глины < 12
	Илы < 25

Таблица 4.5 – Агрессивность грунтовых вод по водородному показателю и жесткости

рН	Агрессивность воды по рН	Содержание в 1 л воды солей кальция или магния, мг·экв	Степень
7	Нейтральная	До 3	Мягкая
< 7	Кислотная	3–6	Среднежесткая
> 7	Щелочная	6–10	Жесткая
> 7	Щелочная	10	Очень жесткая

Таблица 4.4 – Физиологические возможности микроорганизмов

Группа и тип микроорганизмов	Серо- и железосодержащие соединения	Продукт (основной) восстановления или окисления	Условия жизнедеятельности				
			среда	рН		температура, °С	
				оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
1	2	3	4	5	6	7	8
Сульфатовосстанавливающие, анаэробные	Сульфаты, тиосульфаты, сульфиты, сера, гипосульфит	Сероводород	Воды (сточные, грунтовые), шлам, источники нефти, почвы	6–7,5	5–9	25–30	55–65
Сероокисляющие, аэробные	Сера, сульфиды, тиосульфаты	Серная кислота	Почвенные удобрения, почвы с окисляющимися сернистыми соединениями	2–4	5–9	28–30	18–37

Окончание табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Тиосульфатоокисляющие, аэробные	Тиосульфаты, сера	Тиосульфат до серы; сера до сульфата	Воды (морская, речная и сточная), шлам, почва	7	7–9	30	–
Железобактерии, аэробные	Карбонат и бикарбонат железа, бикарбонат марганца	Гидроокись железа	Стоячая и проточная вода с органическими веществами и солями железа	4–10	–	24	5–40
Нитратовосстанавливающие, отчасти анаэробные или микроаэрофильные (при наличии нитратов без кислорода)	Сера, сероводород	Тиосульфат до серы	Почва, торф, шлам, вода каналов и речная	7–9	5–10	30	–

Таблица 4.5 – Трещиностойкость изолируемых конструкций

Группа трещиностойкости	Раскрытие трещин в изолируемой конструкции по расчету	Степень трещиностойкости
I	Не предполагается	Трещиностойкие. Возможно возникновение трещин в монолитных конструкциях случайно
II	< 0,3 мм	Ограниченно трещиностойкие
III	> 0,3 мм	Нетрещиностойкие

Таблица 4.6 – Виды нагрузок, воздействующих на гидроизоляцию

Место расположения гидроизоляции	Нагрузка, воздействующая на гидроизоляцию
На горизонтальных поверхностях	Сжатие от массы вышележащих конструкций и грунта обсыпки
На вертикальных поверхностях	Растяжение от сдвигающих нагрузок при осадке грунта засыпки (обсыпки) при равномерной осадке основания сооружения
На полах подземных помещений и подвалов	Сжатие от вышележащих конструкций и напора грунтовых вод
В местах пересечения горизонтальных и вертикальных поверхностей, над стыками и швами	Растяжение от относительных перемещений смежных конструктивных элементов, неравномерности осадки фундаментов, оснований и т. д.

Таблица 4.7 – Требования к гидроизоляционным материалам

Требования	Виды конструкций			
	гидротехнические	наземные	подземные	кровли
1	2	3	4	5
Водонепроницаемость – напор, м	300	10	40	1
Водоустойчивость – действие воды:	Постоянно	Переменно	Постоянно	Переменно
– k_B через 3 мес., не менее;	0,9	0,75	0,8	0,7
– k_B по адгезии через 6 мес., не менее	0,9	0,8	0,9	0,8
Водопоглощение, % массы, не более	5,0	5,0	3,0	7,0
Набухание, % объема, не более	0,5	1,0	0,8	1,5
Теплоустойчивость, °С, не ниже	+40	+60	+40	+70
Температура хрупкости, °С, не выше	–15	–40	–5	–50
Трещиноустойчивость покрытия конструкций, мм:				
– монолитных;	0,1	0,3	0,1	0,5
– сборных железобетонных	2,0	2,0	0,5	4,0

Окончание табл. 4.7

1	2	3	4	5
Предел прочности, МПа, не менее: – при растяжении; – сжатии	1,0 5,0	0,8 1,0	0,5 1,0	0,3 0,5
Химическая стойкость: – кислотостойкость, рН, не ниже; – щелочестойкость, рН, не более; – сульфатостойкость, мг/л, не более	5,5 10,0 300	2,0 12,0 5000	5,0 12,0 50000	6,0 8,0 100,0
Атмосфероустойчивость через 500 циклов, k_d	0,75–0,5	0,9–0,8	0,7–0,6	0,95–0,9
Минимальная долговечность, лет	50–100	10–40	40–100	10–25

Таблица 4.8 – Ориентировочные сроки службы основных гидроизоляционных покрытий

Гидроизоляция	Толщина, мм	Срок службы, год		
		в атмосфере	в грунте	под водой
1	2	3	4	5
Битумная	4	3–4	6–7	3–4
Битумно-эмульсионная	6	3–4	6–8	–
Битумно-латексно-кукер-сольная	5–6	4–6	7–10	–
Битумно-наиритная	3	8–10	14–16	8–10
Битумно-бутилкаучуковая, эластим	5–6	7–10	15	7–9
Битумно-этинолевая	4–5	–	7–9	6–7
Асфальтобетонная (литая)	15–20	5–6	20–25	5–7
Эпоксидная	0,8–1	10–13	13–15	8–10
Эпоксидно-дегтевая	2–3	12–14	16–20	10–12
Эпоксидно-фурановая	2–2,5	10–12	13–15	8–12
Полимерцементная	2–3	8–13	14–15	10–14
Гидроизоляционная	8–10	9–12	16–20	8–12
Бризовая	8–10	8–10	10–12	10–12

Окончание табл. 4.8

1	2	3	4	5
Полиэтиленовая	1–1,2	–	18–26	17–20
Полиизобутиленовая	2,5–3	–	18–20	16–18
Металлическая:				
– из кровельного окрашенного листа;	0,8–1	7–8	–	–
– кровельного оцинкованного листа;	0,8–1	9–10	–	–
– алюминия;	0,8–1	10–12	–	–
– фольгоизола	0,2	6–7	–	–
Асбестоцементная	4–10	8–10	–	–
Бетонная с окрасочной изоляцией	4	3–4	–	–
Плотный бетон	65–80	18–20	–	–
Бетонополимер	30–40	20–40	–	–
Полимербетон	30–40	18–25	–	–

Таблица 4.9 – Виды гидроизоляции основных сооружений и конструкций

Назначение	Виды гидроизоляции							
	окрасочная	штукатурная	оклеечная	литая	пропиточная	инъекционная	засыпная	монтируемая
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Конструкции, погружаемые в грунт (сваи, опускные колодцы, кессоны и т. п.)	+	+	–	–	+	+	–	+
Фундаменты и подвалы, сооружаемые открытым способом при трещиностойкости I и II группы	+	+	+	+	+	–	+	+
Мокрые помещения (санузлы, ванны, кухни, прачечные, бани и т. п.)	+	+	+	–	–	–	–	+

Окончание табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Междуэтажные перекрытия зданий, сборные железобетонные конструкции	+	+	+	+	+	-	+	+
Конструкции с повышенной эксплуатационной температурой (бесканальные теплотрассы, вентиляционные тоннели и т. п.)	+	+	+	-	+	-	+	-
Гибкие элементы сооружений (сопряжения, деформационные швы и т. п.)	-	-	+	-	-	-	-	+
Водопроводящие и водонаполненные сооружения (водоводы, тоннели, лотки, резервуары и т. п.) при трещиностойкости I и II группы	+	+	+	+	+	-	-	-
Ограничение утечек воды при ремонте подземных конструкций	-	-	-	+	-	+	-	-

Примечание: (+) – рекомендуемая, (-) – не рекомендуемая.

5. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Качество гидроизоляционных материалов выражено в четырех основных группах.

Первая группа свойств характеризует гидроизолирующую способность материала: водонепроницаемость, -поглощаемость и -насыщаемость, гигроскопичность, гидрофильность и гидрофобность. Свойства этой группы отражают качество материала для целей гидроизоляции, и они в наибольшей степени зависят от пористости.

Гидроизоляционные материалы стремятся изготавливать максимально плотными. Исключением служат насыпные материалы и некоторые разновидности герметиков. Пористость оказывает негативное влияние на многие свойства материала, особенно при открытых порах.

Водонепроницаемость – это способность материала не пропускать воду при постоянном гидростатическом давлении. Характеристикой водонепроницаемости служит количество воды, прошедшее в течение 1 ч через 1 см² поверхности материала при заданном давлении воды. Определение водонепроницаемости производится на специальных аппаратах. Соответствующее давление воды указывается в нормативной документации для испытания данного гидроизоляционного материала. Эту характеристику нередко называют и *водоупорностью*.

Водопоглощаемость – это способность материала впитывать и удерживать воду; процесс впитывания воды в поры называется *водопоглощением*. *Показатель водопоглощаемости (водопоглощения)* – это количество воды, которую впитывает и удерживает сухой образец после погружения на 24 ч в воду, температура которой 20 °С.

В некоторых случаях определяют водопоглощаемость путем соотнесения количества поглощенной воды к объему образца. Объемная водопоглощаемость отражает степень заполнения пор материала водой. Она, как правило, меньше пористости, так как вода не проникает в замкнутые поры и не удерживается в крупных порах.

Водонасыщаемость – свойство материала впитывать воду в поры, в которых предварительно искусственным путем, с помощью вакуум-насоса, был создан вакуум. Водонасыщаемость больше водопоглощаемости, так как при принудительном способе пропитки

вода проникает в более тонкие поры и капилляры, недоступные при обычном процессе водопоглощения.

Гигроскопичность называется способность материала поглощать влагу из паровоздушной среды и, в частности, из влажного воздуха. Степень поглощения паров зависит от относительной влажности и температуры воздуха. Характеристикой гигроскопичности служит величина, определяемая отношением массы влаги, поглощенной при относительной влажности воздуха, равной 100 %, и температуре +20 °С, к массе сухого материала. В материале пары конденсируются и влага находится в свободном, капиллярном и связанном (адсорбционно-сольватном) состояниях. При благоприятных условиях, например, при прекращении контакта с водной средой, при повышении температуры внешней среды свободная влага из гидроизоляционного материала может полностью или частично испариться.

Влагоотдача – способность материала отдавать влагу в окружающую среду. Она характеризуется количеством воды, теряемой материалом в сутки при относительной влажности воздуха, равной 60 %, и при температуре +20 °С. Влага, находящаяся в тонких порах и капиллярах, удерживается прочно в материале и способствует передвижению свободной воды по сообщающимся порам в направлении от защищаемой поверхности. Необходимо стремиться к уменьшению гигроскопичности и повышению влагоотдачи гидроизоляционных материалов путем гидрофобизации пор и поверхности покрытий.

Гидрофильность и гидрофобность означают соответственно способность и неспособность материала смачиваться водой. Для гидроизоляционных материалов гидрофобность является средством повышения водостойкости, водонепроницаемости и снижения гигроскопичности. Количественная оценка гидрофобности производится по величине краевого угла смачивания φ и $\cos \varphi$. Этот угол измеряют методом проекций или микроскопическим методом.

Влажность материала определяется содержанием влаги, отнесенным к массе материала в сухом состоянии. Влажность обусловлена пористостью, гигроскопичностью материала, но также зависит и от характера окружающей среды (влажности воздуха, температуры, наличия контакта с водой).

Вторая группа определяет механические свойства: прочность, пластичность, упругость, вязкость. От показателей этих свойств зависит способность гидроизоляционных материалов сопротивляться

механическим силам, оказывать сопротивление внутренним напряжениям в материале без нарушения сплошности структуры, изменения формы или размеров. Механические свойства характеризуют также податливость материала к технологическим видам обработки: формируемости, удобообрабатываемости при нанесении на изолируемую поверхность конструкции, гвоздимости и др. Между механическими свойствами и структурой материала существует непосредственная взаимосвязь. По характеру изменений в структуре можно предвидеть изменения в механических и некоторых других свойствах, а по изменению показателей механических свойств можно судить о характере отклонений от установившейся структуры.

Механические или структурно-механические свойства разделяются на деформационные и прочностные.

Деформационные свойства могут быть обратимыми, разделяющимися на упругие и эластические, которые характеризуются полным спадом деформаций соответственно мгновенным или в течение длительного времени после удаления факторов, под влиянием которых они образовались. Величина обратимой деформации является важным показателем качества гидроизоляционных материалов, содержащих каучук, полиизобутилен и другие каучукоподобные компоненты.

Необратимые деформации (пластические, ползучести) не только не спадают после снятия нагрузки, но могут даже возрасти, например, под влиянием собственного веса (ползучесть). В более сложных явлениях, возникающих под действием силовых факторов, наблюдаются как обратимые, так и необратимые деформации. Под влиянием разных нагрузок на материал или при одинаковой нагрузке, но приложенной к разным материалам, возникают упругие, эластические, пластические, упругопластические деформации. Характер деформаций наиболее четко проявляется после снятия нагрузки по величине и продолжительности их спада (упругому последствию).

Пластическая деформация, медленно нарастающая без увеличения напряжений в материале, называется *текучестью*. С повышением температуры, уменьшением скорости деформирования пластическая деформация возрастает.

Ползучесть (увеличение деформации после снятия нагрузки) у многих гидроизоляционных материалов достигает значительных размеров. Она увеличивается с повышением температуры. В связи с этим определение деформаций ползучести производится при

наивысшей температуре, при которой материал работает в сооружении. Имеются способы, которые могут снизить размер и затормозить скорость увеличения деформаций ползучести, например: повышение концентрации активных порошкообразных наполнителей в гидроизоляционном материале, понижение температуры, уменьшение нагрузки на материал.

Материал, который подвергается действию внешних сил, способен постепенно и самопроизвольно снимать часть внутренних напряжений за счет молекулярных перемещений и перестройки структуры со снижением упругой энергии и переходом ее в теплоту до состояния устойчивого равновесия в новых условиях. Снижение напряжений в материале при постоянной деформации, фиксированной жесткости связями, называется *релаксацией*. Время, в течение которого напряжение в материале понижается в 2,72 раза, называется *временем* или *периодом релаксации* (θ). Величина θ колеблется в широком диапазоне и может служить качественной характеристикой исследуемых материалов. Они в конструкции, особенно на вертикальных поверхностях, продолжительное время испытывают постоянное (например, от собственного веса) или переменное напряжение. Это вызывает вязкое течение материалов. Поэтому удлинение материала без разрывов будет зависеть при прочих одинаковых условиях от жесткости и времени релаксации.

Прочность – способность материала в определенных условиях и пределах, не разрушаясь, сопротивляться внутренним напряжениям, возникающим под действием механических, тепловых и других факторов. Она выражается с помощью показателей предела прочности при разрыве, сжатии, сдвиге, величиной предела упругости, величиной разрывной нагрузки и другими характеристиками.

Твердость – это способность материалов сопротивляться проникновению в них других, более твердых тел. Определение твердости заключается во вдавливании в испытуемый образец стального шарика или другого индентора.

Твердость материалов может определяться также истиранием на абразивных кругах, резанием, царапанием.

Гибкость рулонных гидроизоляционных материалов определяют путем изгибания вокруг стержня или шаблона образцов-полосок стандартной ширины при определенной температуре.

Технологические свойства (удобообрабатываемость) выделяют в особую группу свойств. Однако они отражают механические свойства. Необходимо назвать следующие технологические свойства гидроизоляционных материалов: подвижность смесей, их жесткость, уплотняемость, укрывистость и др.

Третья группа свойств оценивает долговечность гидроизоляционных материалов.

Долговечность – способность материала сохранять неизменной или упрочнять со временем свою структуру. Основными факторами, разупрочняющими материал и необратимо нарушающими его структуру, являются вода, колебание температуры, климатические и биологические факторы и др.

Набухаемость называют способность материала увеличиваться в объеме при насыщении водой. Процесс набухания непосредственно связан с поглощением гигроскопической, в частности, пленочной воды в материале. Скопление воды приводит к раздвижке отдельных структурных частиц (разуплотнению) и сопровождается увеличением внешних линейных и объемных размеров. Просыхание (влагоотдача) гидроизоляционных материалов сопровождается усадочными явлениями и восстановлением структуры. Однако остаточные явления в разуплотнении и в ухудшении свойств всегда неизбежны при многократном набухании материала.

Наибольшей набухаемостью при контакте с водой обладают гидроизоляционные материалы, содержащие гидрофильные твердые компоненты: наполнители, пигменты и др.

Водостойкость – это способность материала сохранять в водонасыщенном состоянии механические свойства. *Показатель водостойкости* – отношение предела прочности материала в насыщенном водой состоянии к пределу прочности в сухом состоянии.

Морозостойкость – способность материала в водонасыщенном состоянии выдерживать многократное, циклическое замораживание и оттаивание без признаков разрушения и значительного понижения прочности. От гидроизоляционных материалов требуется, чтобы снижение прочности после пяти циклов и более испытания было в определенных допустимых пределах, например, не более чем на 10–25 %, а потеря в массе – не более 5 % от первоначальных показателей.

Химическая стойкость – способность материала сопротивляться агрессивному действию среды, сохранять постоянными состав и

структуру материала в условиях окружающей среды. Влияние среды проявляется в старении материала с изменением его первоначального состава и исходной структуры. Этому процессу благоприятствуют окисление под влиянием кислорода воздуха и света, нагревание, радиация, механические факторы, испарение пластификаторов и других компонентов, кристаллизация и рекристаллизация, переход механической энергии при деформациях в энергию химических превращений. Старение проверяется испытанием на погодоустойчивость в специальных аппаратах, воспроизводящих действие погодных факторов, а также тепловой обработкой.

Биохимическая стойкость – это способность материала сопротивляться биологическим процессам, которые возникают в эксплуатационный период и связаны с заражением грибами, порчей насекомыми, прорастанием растений, воздействием органогенных агрессивных сред, продуцируемых организмами. Биохимическая стойкость оценивается путем предварительных исследований материала в условиях, близких к натурным.

Теплостойкость – способность материала сохранять в определенных допустимых пределах механические и другие технические свойства при нагревании. Чаще всего она выражается температурой, при которой начинается деформирование испытуемого образца. Определяется не только свойствами материала, но и скоростью, и величиной температуры.

Температуроустойчивость – способность образцов выдерживать в сушильном шкафу без видимых деформаций в течение определенного времени заданную температуру в подвешенном состоянии. Затем образцы осматривают и устанавливают наличие или отсутствие смещения покровного слоя или вздутий (для рулонных гидроизоляционных материалов).

Четвертая группа свойств определяет сцепление поверхностей двух разнородных материалов – *адгезию*. От нее зависят прочность и стабильность гидроизоляционного слоя на защищаемой поверхности. Адгезия отражает способность гидроизоляционного материала приклеиваться к изолируемой поверхности и устойчиво удерживаться на ней в течение длительного времени. Различные гидроизоляционные материалы прилипают к одной и той же поверхности с разной степенью надежности. Прочность прилипания, например, мастики зависит от ее поверхностного натяжения, вязкости, темпе-

ратурных условий, концентрации поверхностно-активных веществ и др. Но адгезионные свойства зависят не только от качества гидроизоляционного материала, но и от характера подкладки, с которой сцепляется гидроизоляция. Основным регулятором адгезии является поверхностное натяжение, которое находится в прямой зависимости от вязкости и в обратной – от квадрата толщины склеиваемой пленки. Повышение вязкости имеет для каждого материала некоторую предельную границу, поскольку оно сопровождается быстрым ростом периода релаксации, т. е. развитием упругохрупких свойств, что может оказаться весьма нежелательным в области отрицательных температур. Материал может снизить смачивающую способность, без которой уменьшается и адгезия. Смачиваемость повышается со снижением вязкости, поверхностного натяжения, увеличением температуры, при вибрационном воздействии. Увеличение прочности адгезии достигается снижением толщины слоя склеиваемой пленки.

Оценка адгезионной способности гидроизоляционного материала производится на приборах методом сдвига, отрыва и др. Обычно эти методы условные, учитывают разновидность материала и подкладки, но не всегда учитывают релаксацию напряжений, что приводит к завышению показателей адгезии.

При комплексной оценке качества твердых и вязкопластичных гидроизоляционных материалов учитывают еще величину *когезии*, т. е. прочность сцепления (притяжения) молекул (атомов, ионов), что обусловлено межмолекулярным электростатическим взаимодействием и химической связью. Энергия дипольного взаимодействия зависит от величин дипольных моментов соседствующих молекул и обратно пропорциональна третьей степени расстояния между ними; она уменьшается с повышением температуры. Более слабые энергии сцепления частиц при индуцированных диполях и дисперсионном взаимодействии молекул, в том числе и в веществах неполярных.

При соприкосновении и контакте поверхностей возможно явление *аутогезии*, когда сцепление достигается в результате молекулярной диффузии однородных (чаще) и неоднородных веществ, например каучуков и др.

Качество гидроизоляционных материалов характеризуется и другими свойствами: звукопоглощением, теплопроводностью, газопроницаемостью, огнестойкостью, диссипативностью, горючестью и др.

Для большинства гидроизоляционных материалов разработаны методы испытаний, которые внесены в нормативные документы (ГОСТ, ТУ и др.). Стандартные методы оценки свойств и приборы, используемые для этих целей, обусловлены разновидностью материалов и их спецификой. Поэтому кроме свойств, указанных в четырех группах, стандартом предусмотрены еще и специфические, например, цветостойкость посыпки, прочность сцепления ее с покровным слоем, его массу.

При испытаниях рулонных гидроизоляционных материалов определяют полноту пропитки основы вяжущим; разрывную нагрузку при растяжении в продольном и поперечном направлениях, гибкость; массу покровного слоя, прочность сцепления крупнозернистой посыпки и др.

6. УСТРОЙСТВО НА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЯХ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ С ГИДРОИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ МАТЕРИАЛОВ ТИПА «ИЗОПЛАСТ»

Устройство гидроизоляции выполняют на железобетонных и сталежелезобетонных пролетных строениях любых статических схем в районах строительства с минимальной средней температурой воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92 до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. В районах строительства с температурой до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ включительно гидроизоляцию выполняют из материалов типа «ИЗОПЛАСТ». В районах с температурой ниже $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ гидроизоляцию выполняют из битумно-бутил-каучуковой мастики Вента-У.

Конструкция дорожной одежды

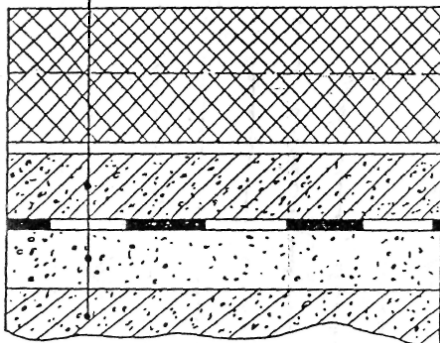
Конструкцию дорожной одежды на проезжей части выполняют по одному из двух вариантов (рисунок 6.1):

– состоящей из выравнивающего слоя минимальной толщиной 30 мм, гидроизоляции из материалов типа «ИЗОПЛАСТ», армированного бетонного защитного слоя толщиной не менее 40 мм, двухслойного асфальтобетонного покрытия толщиной не менее 70 мм;

– из выравнивающего слоя минимальной толщиной 30 мм, гидроизоляции из материалов типа «ИЗОПЛАСТ» (рисунок 6.1, *а*) и двухслойного асфальтобетонного покрытия толщиной не менее 110 мм (рисунок 6.1, *б*) (в этой толщине 40 мм асфальтобетона выполняют функцию защитного слоя).

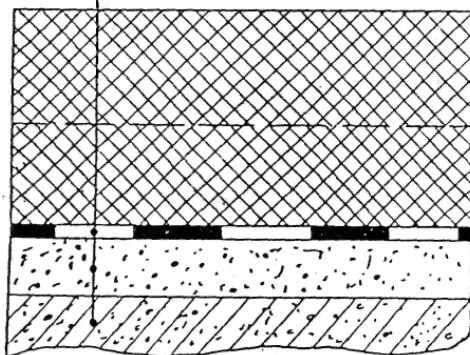
На пролетных строениях из блоков ПРК, коробчатых блоков или на железобетонных плитах сталежелезобетонных пролетных строений при состоянии верхней поверхности плит, удовлетворяющем требованиям, представленным в РД 0219.1.06–97, выравнивающий слой можно не устраивать. Для выравнивающего слоя применяют мелкозернистый (песчаный) бетон класса по прочности на сжатие не ниже В20 с маркой по водонепроницаемости W 6 по ГОСТ 12730.5–84 и маркой по морозостойкости.

Асфальтобетон 2 слоя _____ ≥ 70 мм _____
 Защитный слой _____ ≥ 40 мм _____
 Гидроизоляция типа «ИЗОПЛАСТ» _____ 5,5 (4,5 мм)
 Выравнивающий слой _____ 30 мм _____
 Пролетное строение _____



a

Асфальтобетон 2 слоя _____ ≥ 110 мм _____
 Гидроизоляция типа «ИЗОПЛАСТ» _____ 5,5 (4,5 мм)
 Выравнивающий слой _____ 30 мм _____
 Пролетное строение _____



б

Рисунок 6.1 – Конструкция дорожной одежды:
a – вариант 1; *б* – вариант 2

Таблица 6.1 – Выбор водоцементного отношения бетонной смеси и марок по морозостойкости в зависимости от климатических условий места строительства

Климатические условия, характеризующие среднемесячную температурой наиболее холодного месяца, °С (по СНиП 2.01.01–82)	Водоцементное отношение бетонной смеси, не более	Марка по морозостойкости F по ГОСТ 10060–87
Умеренные – ≥ -10	0,45	200
Суровые – < -10	0,45	300
Особо суровые – < -20	0,42	300

При необходимости выравнивающий слой может быть выполнен из мелкозернистого или песчаного асфальтобетона по ГОСТ 9128–84.

Изопласт марки ЭМП-5,5М по ТУ 5770-002-00516235–94, укладываемый в один слой (Э – армирование полиэфирной тканью; М – мелкозернистая посыпка верхней поверхности; П – полиэтиленовая пленка на нижней поверхности, служащая для предотвращения слипания материала в рулоне и неудаляемая при устройстве гидроизоляции; 5,5 – толщина материала в мм).

Для защитного слоя гидроизоляции применяют мелкозернистый (песчаный) бетон, имеющий класс по прочности не ниже В22,5 по ГОСТ 12730.5–84, марку по водонепроницаемости W6 и марку по морозостойкости в соответствии с таблицей 6.1.

При устройстве гидроизоляции из материала типа «ИЗОПЛАСТ», в случае устройства защитного слоя из асфальтобетона, его выполняют из мелкозернистого (песчаного) асфальтобетона по ГОСТ 9128–84.

Для армирования бетона защитного слоя гидроизоляции применяют плоские сварные сетки из арматурной стали класса ВрI (A1) диаметром 5 мм с ячейкой 100×100 мм по ГОСТ 23279–85. Применение сеток Рабитца не допускается. В бетонную смесь для выравнивающего и защитного слоев необходимо вводить воздухововлекающие и пластифицирующие добавки. Введение химических добавок-ускорителей твердения и противоморозных не допускается. Асфальтобетонное покрытие выполняют двухслойным из мелкозернистой смеси типа Б не ниже П марки по ГОСТ 9128–84.

Требования к гидроизолируемой поверхности

Гидроизолируемая поверхность должна иметь продольные и поперечные уклоны, предусмотренные проектом. Гидроизолируемая поверхность не должна иметь выступающей арматуры, раковин, трещин, неровностей с острогранными кромками.

При наличии на изолируемой поверхности валиков клея (в конструкциях с клееными стыками в случае, если не устраивают выравнивающий слой) их высота допускается не более 3 мм. Закладные детали должны быть омоноличены. Гидроизолируемая поверхность должна быть ровной. При проверке контрольной трехметровой рейкой просвет под ней не должен превышать 5 мм вдоль уклона и 10 мм на вертикальной поверхности и в направлении поперек уклона. Просветы допускаются только плавного очертания и не более одного на 1 м. Все места, где гидроизоляция с горизонтальной поверхности переходит на вертикальную, должны быть сглажены выкружками из мелкозернистого (песчаного) бетона с радиусом 100–150 мм. Изолируемая поверхность должна быть очищена от мусора, пыли, продута сжатым воздухом, промыта струей воды под напором и высушена. К началу выполнения гидроизоляционных работ прочность бетона выравнивающего слоя должна быть не менее 5 МПа, шпаклевочные массы должны быть сухими.

Технология выполнения гидроизоляции

Работы по устройству гидроизоляции выполняют в сухую погоду при температуре до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. На изолируемой поверхности в зимних условиях не должно быть льда и снега. Перед наклейкой гидроизоляционного материала подготовленную поверхность следует покрыть грунтовкой. Она должна впитываться в бетон изолируемой конструкции. Если грунтовка не впитывается в бетон, а стоит на нем тонким слоем, от ее применения следует отказаться. Грунтовку наносят распылением или путем окрашивания поверхности бетона мягкой кистью или валиком. Ее наносят на площадь, которая может быть укрыта гидроизоляцией в течение 8 часов. Минимальный срок до устройства гидроизоляции после нанесения грунтовки 40 мин, максимальный – 8 часов. В качестве грунтовки применяют раствор битума БН 70/30 (БН-1У) или БН 90/10 (БН-У) в керосине или бен-

зине в соотношении 1 : 3–1 : 4. Битум расплавляют в битумоварочном котле, нагревая его до температуры не выше 160 °С, обезвоживают путем выпаривания при этой температуре. Признаком обезвоживания является отсутствие пены на поверхности. Жидкий битум вливают тонкой струей в емкость с керосином или бензином в указанном выше соотношении. Расход грунтовки 200 г/м².

Устройство гидроизоляции начинают с мест пересечения плиты проезжей части столбиками ограждений, мачтами освещения, примыкания конструкций деформационных швов и т. п. При применении накладных тротуарных и парапетных блоков в первую очередь выполняют гидроизоляцию плиты проезжей части в местах их установки. Прерывание гидроизоляционного ковра под парапетным ограждением не допускается.

После устройства гидроизоляции в этих зонах производят монтаж указанных конструкций, устанавливая их на слой несхватившегося мелкозернистого бетона, а затем осуществляют укладку гидроизоляции на остальной части сооружения, примыкая к ранее уложенной гидроизоляции.

Укладку гидроизоляции производят, раскатывая рулоны в продольном направлении, начиная с пониженных мест (рисунок 6.2).



Рисунок 6.2 – Схема укладки гидроизоляции на проезжей части моста

Допускается поперечная раскатка рулонов. Раскатку предпочтительно производить в том направлении, в котором будет укладываться асфальтобетонное покрытие, чтобы уменьшить возможность повреждения гидроизоляции. Перед укладкой гидроизоляции рекомендуется развернуть на подготовленное основание 5–6 рулонов, примерить каждый рулон по отношению к другому, обеспечив необходимый нахлест. Затем приклеить концы всех рулонов с одной стороны и скатать материал снова в рулоны. Рулон материала для удобства работы с ним и обеспечения необходимого качества гидроизоляции должен быть круглым.

Наклеиваемые полотнища приглаживают мягкими щетками для их приклейки по всей поверхности. На поверхности материала не допускаются складки, морщины, волнистость. Но если это случится, допускаемая высота складки не должна превышать 10 мм. Укладку рулонных материалов производят подогревая нижнюю сторону пламенем горелки с одновременным подогревом поверхности основания, медленно разворачивая рулон и прижимая его к основанию. Капли покровной массы или небольшой валик мастики в месте соприкосновения рулона с основанием свидетельствует о правильном температурном режиме укладки. Наличие большого количества вытекающей массы, а также появление дыма указывают на перегрев материала. При оплавлении материала полиэтиленовая пленка расплавляется вместе с битумной массой. Наличие пламени на материале не допускается.

В зимний период при раскатке рулонов их необходимо слегка подогревать пламенем горелки с наружной стороны. Полотна материала наклеивают внахлестку на 6 см по продольным сторонам и не менее 15 см в поперечных стыках. При выполнении стыков в случае наличия посыпки на кромке нижнего полотнища ее очищают металлическими щетками.

Для наклейки гидроизоляционных материалов применяют газ пропан с расходом 0,3–0,6 л/м², в зависимости от температуры воздуха при работе. Наклейку предпочтительно производить однофакельными горелками.

Концевые участки наклеенных материалов, оставляемые при перерывах работы, особенно тщательно приклеивают с прикаткой во избежание затекания под них воды в случае дождя.

При выполнении гидроизоляционных работ следует принять меры предосторожности против попадания на гидроизоляцию масла, бензина, дизельного топлива и других растворителей. В случае обнаружения дефектов и повреждений в выполненной гидроизоляции их следует устранить. Если в гидроизоляции возникли пузыри, их следует проткнуть, произвести разрез крест-накрест, неприклеенный материал отогнуть, разогреть горелкой и приклеить. Поверх поврежденного места наклеить заплату с перекрытием со всех сторон поврежденного места на 100 мм.

Требования к оборудованию и гидроизолирующим при выполнении гидроизоляционных работ

По гидроизоляции не допускается движение транспортных средств, кроме подвозящих бетонную смесь для защитного слоя или асфальтобетонную смесь для покрытия при применении материала типа «ИЗОПЛАСТ».

На выполненной гидроизоляции не допускается торможение и разворот автомобилей, движение гладковальцовых катков. Протекторы на всем оборудовании, перемещающемся по гидроизоляции, регулярно проверяются и застрявшие в них каменные материалы удаляются.

Устройство защитного слоя

Защитный слой гидроизоляции выполняют после ее приемки, устранения обнаруженных дефектов и составления акта на скрытые работы установленного образца. Выполняют его из материалов в соответствии с требованиями. Устраивать защитный слой гидроизоляции следует не позже, чем через 6–7 дней после ее завершения (особенно в жаркую погоду) во избежание отслоения гидроизоляции за счет давления водяных паров, защемленных в порах материала выравнивающего слоя или плиты проезжей части при его отсутствии. До устройства защитного слоя принимаются меры, исключая возможность механических повреждений гидроизоляции и попадания на нее керосина, бензина, масел и других растворителей битума. При выполнении защитного слоя из асфальтобетона при применении материала типа «ИЗОПЛАСТ» он может быть выполнен одновременно с устройством покрытия либо до устройства покрытия – толщиной 40 мм, поверх которого впоследствии укладывают асфальтобетонное покрытие.

Контроль качества гидроизоляции и приемка гидроизоляционных работ

Устройству гидроизоляции должна предшествовать приемка гидроизолируемого основания с составлением акта на скрытые работы.

Перед выполнением гидроизоляционных работ выполняют приемку гидроизоляционных материалов с выбраковкой дефектных: слип-

шихся рулонов, порванных, не соответствующих по толщине. Качество гидроизоляции контролируют ответственные за это сотрудники строительной организации. При приемке выполненных работ должны присутствовать представители заказчика. По результатам составляют акт на скрытые работы. В процессе производства работ по устройству гидроизоляции проверяют адгезию материала к основанию. Для этого в выполненном гидроизоляционном слое делают надрезы, образующие П-образную надрезанную полосу размером 50×200 мм, свободный край захватывают зажимом динамометра и производят отрыв. Величина усилия при отрыве указанной полосы должна быть не менее 0,2 кгс. Проколы и надрезы в изоляции, служащие для контроля, допускаются не более одного на каждые 10 м. После проверки места проколов и надрезов следует тщательно заделать. Состояние поверхности гидроизоляции проверяют визуально, фиксируя подлежащие устранению дефекты: вздутия, складки, разрывы и т. п. Обнаруженные дефекты или отклонения от проекта устраняются до устройства защитного слоя. Акты на выполненные работы составляют по формам, представленным в ВСН 104–93.

Устройство асфальтобетонного покрытия

Асфальтобетонное покрытие устраивают двухслойным суммарной толщиной не менее 70–110 мм, из мелкозернистой горячей асфальтобетонной смеси типа Б не ниже П марки по ГОСТ 9128–84. Асфальтобетон должен обладать повышенной плотностью и водонепроницаемостью, что обеспечивается тщательным подбором и соблюдением гранулометрического состава, оптимальной величиной остаточной пористости, применением активированных минеральных порошков, битумов с поверхностно-активными добавками и рациональным режимом уплотнения асфальтобетонной смеси. Пористость минеральной части асфальтобетона составляет 15–19 %, остаточная пористость минерального остова асфальтобетона – 2–4 % по объему, водонасыщение – не более 1–3 %.

Коэффициент заполнения межзерновых пор битумом находится в пределах 75–82 %. При проектировании состава асфальтобетона для обеспечения водонепроницаемости и одновременно шероховатости покрытия количество щебня в смеси (частиц крупнее 5 мм) следует принимать в пределах 45–50 %. Во всех случаях шерохова-

тость поверхности покрытия следует создавать путем втапливания в верхний слой одномерного черного щебня или устройства слоя поверхностной обработки. Температура асфальтобетонной смеси при устройстве защитного слоя поверх гидроизоляции из материала типа «ИЗОПЛАСТ» не превышает 145 °С. Перед укладкой асфальтобетонной смеси выполняют разбивочные работы, которые позволяют соблюсти проектную ширину покрытия, поперечные уклоны и линейность кромок.

При выполнении асфальтобетонного защитного слоя поверх гидроизоляции из материала типа «ИЗОПЛАСТ» грунтование ее поверхности не производят. Поверхность бетонного защитного слоя перед укладкой асфальтобетонного покрытия грунтуют битумной эмульсией или разжиженным битумом, укрывая защитный слой по всей поверхности с расходом 0,4–0,6 л/м².

Укладку смеси предпочтительно производить широкозахватными асфальтоукладчиками. При укладке смеси, содержащей более 40 % щебня, скорость укладки должна быть в пределах 2–3 м/мин; при содержании щебня менее 40 % скорость может быть увеличена до 4–5 м/мин. Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиками на гусеничном ходу при выполнении защитного слоя из асфальтобетона поверх гидроизоляции из материала типа «ИЗОПЛАСТ» не допускается. При устройстве асфальтобетонного покрытия двумя полосами и более особое внимание следует уделять устройству продольных и поперечных полос сопряжения. Во избежание раскатывания смеси при уплотнении в конце полосы укладки и по ее боковым сторонам устанавливают упорные доски или рейки.

При сопряжении смежных полос укладки край ранее уложенной полосы разогревают валиком из горячей смеси и лишь после этого производят укладку и уплотнение этой полосы. Места сопряжения следует уплотнять особенно тщательно, добиваясь полного исчезновения следов сопряжения. При укладке асфальтобетонной смеси толщину слоя следует назначать на 10–15 % больше проектной толщины слоя. Режим и порядок уплотнения асфальтобетонной смеси следует принимать в соответствии со СНиП 3.06.03–85 и «Руководством по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий». В состав звена катков следует обязательно включать катки на пневматических шинах. Движение гладковальцовых катков по слою гидроизоляции не допускается.

В процессе уплотнения асфальтобетонной смеси необходимо проверять поперечный уклон и ровность покрытия шаблонами трехметровой или двухопорной рейкой с приспособлением для фиксации неровностей. Шероховатость и ровность готового покрытия должны удовлетворять требованиям главы СНиП 3.06.03–85.

Для контроля качества асфальтобетона из покрытия отбирают вырубку (одну вырубку на 7000 м², но не менее трех на мосту) и испытывают их в переформованном и не переформованном состояниях для установления степени уплотнения покрытия, а также соответствия свойств асфальтобетона требованиям. После извлечения вырубki покрытие восстанавливается.

7. УСТРОЙСТВО ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ТОННЕЛЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНОВ, СООРУЖАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Гидроизоляция обделок тоннелей метрополитенов, сооружаемых открытым способом из сборного или монолитного железобетона, выполняется в соответствии с ВСН 104–93.

Гидроизоляция обделок тоннелей предотвращает проникание грунтовых вод и электрохимическую коррозию, обеспечивая нормальные условия эксплуатации метрополитенов. Тип и конструкцию гидроизоляции разрабатывают с учетом специфики конструкции обделки, гидрогеологических условий заложения тоннеля, условий его сооружения, технико-экономических показателей. Гидроизоляция тоннелей открытого способа работ выполняется в виде сплошного, замкнутого, послойно склеенного водонепроницаемого покрытия, приклеенного по всей наружной поверхности конструкции.

Материалы для гидроизоляции используются водо-, био- и химически стойкие.

По гидроизоляции устраивают защитный слой или защитное ограждение (рисунок 7.1).

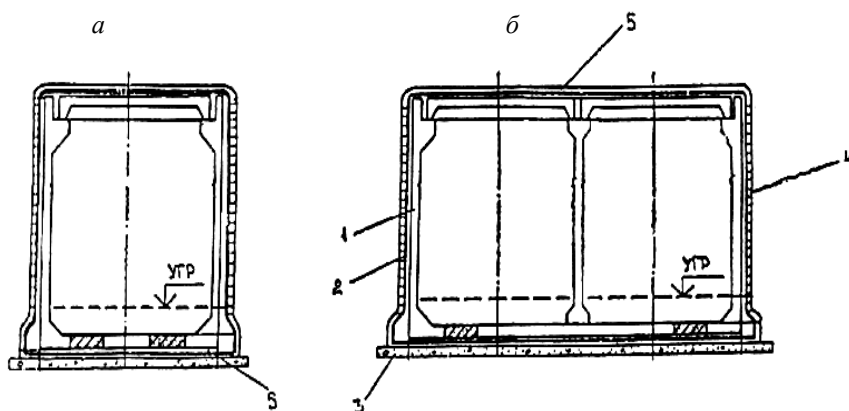


Рисунок 7.1 – Общий вид тоннеля с гидроизоляцией:

а – однопутного тоннеля; *б* – двухпутного тоннеля:

1 – сборная железобетонная обделка; 2 – гидроизоляция; 3 – бетонная подготовка или распределительная железобетонная плита; 4 – защитная стенка; 5 – защитный слой

Работы по гидроизоляции во всех климатических зонах производят на сухих и чистых поверхностях при благоприятных погодных условиях (температура воздуха выше +5 °С, отсутствие атмосферных осадков) или под защитой передвижных покрытых брезентом навесов, а в зимнее время – в тепляках из негорючих материалов.

Для оклеечной гидроизоляции из рулонных материалов с послойной их наклейкой на горячих битумных мастиках применяются как биостойкие беспокровные (гидроизол), так и покровные (гидростеклоизол) рулонные материалы.

Оплавленную гидроизоляцию сборной и монолитной железобетонных обделок в стадии сооружения тоннелей, а также предварительную гидроизоляцию цельносекционных элементов в заводских условиях или на полигоне, выполняют из утяжеленных битумных рулонных материалов на стекловолокнутой основе (гидростеклоизола), послойно наклеиваемых без приклеивающих мастик, путем оплавления поверхности покровного слоя пламенем газовоздушных пропановых горелок и прижатием к гидроизолируемой конструкции.

При сооружении цельносекционной обделки проходческим комплексом КМО 2×5 выполняют предварительную гидроизоляцию секции в заводских условиях или на полигоне с последующей гидроизоляцией стыков между секциями после монтажа обделки. При гидроизоляции элементов сборной обделки в заводских условиях или на полигоне предусматривают надежные способы соединения гидроизоляции отдельных элементов. Гидроизоляция указанных элементов надежно защищается от повреждения в процессе транспортировки, складирования, монтажа, обратной засыпки котлована и в период эксплуатации.

При заделке стыков сборной тоннельной обделки (в том числе и ЦСО) быстросхватывающимися или безусадочными смесями чеканкой или торкретированием выполняются требования ВСН 130–92, а при нанесении выравнивающего и защитного слоев методом набрызга выполняются требования ВСН 126–90. На участках строительства тоннелей в сложных инженерно-геологических условиях и агрессивной среде (в зонах расположения свалок, отстойников, территорий с нарушенной экологией подземной среды) гидроизоляцию обделок и защиту гидроизоляции выполняют по специальному проекту, обеспечивающему надежность и долговечность гидроизоляционного покрытия и защитных конструкций.

В зонах пересечения тоннелей трубопроводами теплоснабжения (горячей воды и пара) предусматривают дополнительные мероприятия по защите гидроизоляции (например, созданием экранов из мягкой глины вокруг тоннеля). Работы по гидроизоляции выполняет персонал, обученный и сдавший технический минимум по правилам выполнения соответствующего вида гидроизоляции.

Материалы и оборудование

Материалы, используемые для гидроизоляции обделок тоннелей метрополитенов, отвечают требованиям государственных стандартов и технических условий (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Материалы, используемые для гидроизоляции обделок тоннелей метрополитенов

Материал	Марка, обозначение условное сокращенное	Номер стандарта или технических условий	Примечание
1	2	3	4
<i>Для грунтовки изолируемой поверхности</i>			
Битумный лак	БТ-577	ГОСТ 5631–79	Порядок приготовления битумного лака указан в обязательном Приложении 1
Битум	БН 70/30	ГОСТ 6617–76 ТУ 38-101580–75	
Пластбит		ГОСТ 8505–80	
Бензин для технических целей	Нефрас с 50/170		
<i>Для устройства оплавленной гидроизоляции</i>			
Гидростеклоизол гидроизоляционный		ТУ 400-1-51–83	
<i>Для устройства оклеечной гидроизоляции на горячих битумных мастиках</i>			
Гидроизол	ГИ-Г	ГОСТ 7415–86	
Гидростеклоизол гидроизоляционный		ТУ 400-1-51–83	Допускается применять

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4
Битумы нефтяные строительные	БН 50/50 БН 70/30 БН 90/10	ГОСТ 6617-76	Битумы нефтяные используются для приготовления битумной мастики
Битумы нефтяные кровельные	БНК-90/40 БНК-90/30	ГОСТ 9548-74	
Битум нефтяной	Пластбит	ТУ 38-101580-75 ГОСТ 22245-90	
Битум нефтяной дорожный	БНД-40/60 БНД-60/90	ГОСТ 9812-74	
Битум нефтяной изоляционный	БНИ-IV-3 БНИ-IV БНИ-V		
Индустриальное масло	И-50А	ГОСТ 20799-75	Для пластификации битумов БН 70/30, БН 90/10, БНИ-IV, БНИ-V
Мастика битумная кровельная горячая		ГОСТ 2889-80	
Мастика битумно-резиновая изоляционная		ГОСТ 15836-79	
Мастика Битэп		ТУ 401-08-515-73	
<i>Для чеканки стыков между элементами цельносекционной обделки полной заводской готовности и между сборными железобетонными элементами</i>			
Быстрохватывающаяся уплотняющая смесь	БУС	ТУ 35-869-89	
Быстрохватывающийся расширяющийся цемент	БРЦ	ТУ 21-20-37-79	
Цемент безусадочный	ЦБ	ТУ 21 БССР 213.85	
<i>Для устройства подготовительного основания выравнивающего и подготовительного слоев</i>			
Бетон	В15		
Цементно-песчаный раствор	Класс не ниже В7,5		

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4
Компоненты, входящие в состав бетона и цементно-песчаного раствора			
Портландцемент		ГОСТ 10178–85	
Шлакопортландцемент		ГОСТ 10178–85	
Глиноземистый цемент		ГОСТ 969–77	
Щебень		ГОСТ 8267–82	
Песок		ГОСТ 8736–85	
Вода		ГОСТ 23732–79	
Поташ Нитрат натрия		ГОСТ 10690–73* ГОСТ 19906–74Е	Компоненты, понижающие температуру замерзания
Суперпластификатор	С-3	ТУ 6-14-625–80	Для улучшения удобоукладываемости
То же	10-03	ТУ 44-3-505–81	То же
Алюминат натрия Жидкое натриевое стекло		ТУ 48-5-52–76 ГОСТ 13079–81	Для ускорения сроков схватывания и твердения
Для армирования защитного слоя			
Сетка стальная плетеная одинарная	№ 50-2,5	ГОСТ 5336–80	
Сетка из проволоки А	1 Ø 4 мм, 150 × 150 мм	ГОСТ 8478–81	
Для устройства защитных стен			
Кирпич красный		ГОСТ 530–80	
Бетонные плиты	ПНГ	По чертежу МГТ № ПП-1/616	
Блоки известняковые		По проекту	
Плиты железобетонные		По проекту	
Кирпич пустотелый		По проекту	
Для защитных ограждений на цельносекционных элементах			
Листы асбестоцементные плоские		ГОСТ 18124–75	Заменять волнистыми листами запрещается
Листы для защиты гидроизоляции из полиэтилена		ТУ 6-49-301-025–89	Может использоваться не только на ЦСО
Цемент Битумы нефтяные строительные	БН 50/50 БН 70/30 БН 90/10	ГОСТ 10178–85 ГОСТ 6617–76	Для приготовления КЦК и приклейки листов асбестоцементных к ЦСО

Окончание табл. 7.1

1	2	3	4			
Топливо для газозводушных газовых горелок						
Углеводородные сжиженные топливные газы	Технический пропан	ГОСТ 20448–80	Для устройства оплавляемой гидроизоляции			
Для устройства сопряжений, примыканий и покрытий						
<i>Мастика гидроизомаст</i>						
			Состав по массе, %			
			№ 1	№ 2		
Быстрохватывающаяся уплотняющая смесь	БУС	ТУ 35-869–89	60	–		
Быстрохватывающийся расширяющийся цемент	БРЦ	ТУ 21-20-37–97	–	55		
Нефтяные кислоты	Типа асидола-мылонафта	ГОСТ 13302–77	40	45		
<i>Эпоксидно-каменноугольная мастика</i>						
			Состав по массе, %			
			№ 1	№ 2		
Эпоксидная смола	ЭД-10, ЭД-16	ГОСТ 10587–84	100	100		
Каменноугольный деготь		ГОСТ 4641–80	100	185		
Полиэтиленполиамин		ТУ 6-02-594–75	5	20		
Толуол каменноугольный		ГОСТ 9880–76Е	60	120		
<i>Битумно-каолиновая мастика</i>						
			Состав по массе, % для поверхности			
			влажной		сухой	
			Температура воздуха у места работы, °С			
			от +5 до +15	от +16 до +25	от +5 до +15	от +16 до +25
Битум нефтяной	БН 40/60	ГОСТ 22245–90	75	–	80	–
Битум нефтяной	БН 70/30	ГОСТ 6617–76	–	75	–	80
Петролатум или его заменитель	ПС	ГОСТ 4096–62	5	5	–	–
Каолин		ГОСТ 20080–74	20	20	20	20
Гидростеклоизол гидроизоляционный		ТУ 400-1-51–83	Армирующая прослойка в диафрагме			
Прокат тонколистовой		ГОСТ 16523–89	Для изготовления накладок			
Лак	БТ 99	ГОСТ 8017–74	Для окраски накладок			

При устройстве оклеечной гидроизоляции применяют горячие битумные мастики с температурой размягчения (по методу «кольца и шара») от 54 до 74 °С и температурой хрупкости по Фраасу не выше –10 °С.

В холодное время года применяют мастики с низкими температурами размягчения и температурой хрупкости по Фраасу, а в летнее время – мастики с повышенной температурой размягчения.

При устройстве гидроизоляции обделок тоннелей метрополитенов, сооружаемых открытым способом, применяют оборудование, приведенное в таблице 7.2.

Таблица 7.2. – Оборудование, используемое для гидроизоляции обделок тоннелей метрополитенов

Наименование	Модель, тип, марка, ГОСТ, ОСТ, ТУ, рабочие чертежи	Назначение	Основные параметры
1	2	3	4
Оборудование для подготовки изолируемой поверхности и защиты гидроизоляции			
Растворонасос диафрагменный	СО-69	Устройство выравнивающего и защитного слоев	Производительность – 1 м ³ /ч; габаритные размеры – 875×460×650 мм; масса – 20 кг
Машина штукатурно-затирочная	СО-66А	Устройство подготовительных слоев	Производительность – 50 м ² /ч; масса – 2,7 кг
Пистолет-краскораспылитель	СО-72	Огрунтовка изолируемой поверхности	Производительность – 600 м ² /ч; масса – 1,3 кг
Рейка трехметровая и линейка	ГОСТ 427-75	Для проверки ровности поверхности	
Бак красконагнетательный	СО-12А	Огрунтовка изолируемой поверхности	Емкость – 20 л; масса – 20 кг
Компрессор	СО-7А	Продувка изолируемой поверхности, нанесение грунтовки	Производительность – 28–30 м ³ /ч; мощность – 4 кВт; масса – 140 кг
Оборудование для устройства оплавленной гидроизоляции			
Установка для наклейки гидроизоляции методом оплавления на горизонтальные поверхности	ГУ	Наклейка гидроизоляции способом оплавления на горизонтальные поверхности	Габариты – 1220×815×650 мм; скорость наклейки – 5 м/мин; масса – 50 кг

Продолжение табл. 7.2

1	2	3	4
Установка для наклейки гидроизоляции методом оплавления на цельносекционную обделку	КГО-1 или Ташметростроя	Безмастичная наклейка гидроизоляции на цельносекционную обделку	
Устройство для гидроизоляции вертикальных поверхностей	УГВ-1	Наклейка гидро-стеклоизола способом оплавления на стены тоннелей	Производительность – 87 м ² /ч; габариты, мм: длина – 4400; ширина – 2900; высота – 5500; масса – 2600 кг
Горелка воздушно-пропановая	ГВ-1		Производительность – 60–90 м ² /ч; масса – 1,5 кг
Горелка газозвдушная пропановая нагревательная	ГВПН ТУ СД-0569		Производительность – 60 м ² /ч; масса – 1,5 кг
Горелка воздушно-пропановая линейная ГВПЛ	Рабочие чертежи ВНИИ-автогенмаш		Производительность – 220–240 м ² /ч; масса – 11 кг
Баллоны стальные емкостью 50 л для сжиженных газов	ГОСТ 15860–70	Правила ТБ при пользовании сжиженным газом	
Регулятор давления	ДПП-1-65 (ПВО-5 ГОСТ 6268–78)	Снижение давления пропана с 1,6 МПа до рабочего 0,1–0,15 МПа	Рабочее давление – 0,01–0,3 МПа; масса – 2 кг
Контейнер-тележка с баллонами пропана		Перевозка баллонов с пропаном	
Контейнер для подачи рулонных материалов		Подача рулонных материалов	
Лебедка ручная с траверсой	ТК2-01	Наклейка гидроизоляции на стены	Грузоподъемность – 200 кг; масса – 50 кг
Машина для очистки и перемотки рулонных материалов	СО-98	Очистка рулонных материалов от пыли, удаление разделительной прослойки, перемотка	Производительность – 600 м ² /ч; масса – 250 кг
Рукав Б	ГОСТ 18698–79	Подача пропана от баллона к горелке	Ø 9 мм (3/8)
Нож для резки рулонных материалов	КМ-2,5 ТУ 22-686–73	Раскрой рулонных материалов	Длина – 190 мм; масса – 0,12 кг

Продолжение табл. 7.2

1	2	3	4
Шпатель-скребок	ИР-750 ТУ 22-4810-80	Разделка стыков гидроизоляции	Длина – 188 мм; масса – 0,1 кг
Оборудование для устройства оклеечной гидроизоляции			
Автогудронатор на шасси автомобиля ЗИЛ-130 с цистерной вместимостью 4000 дм ³	ДС-39Б ГОСТ 16285-83	Перевозка горячего битума и его распределение по поверхности	Ширина распределения – 4 м; габаритные размеры – 6650×2375×2650 мм; масса с грузом – 9,94 т
Машина для подогрева, перемешивания и транспортирования мастик	СО-100А ТУ 22-4751-80	Подогрев, перемешивание, транспортирование горячих битумных мастик	Рабочая емкость – 1,5 м ³ ; наибольшая высота подачи – 50 м, установленная мощность – 60 кВт, масса – 3,5 т
Битумоплавильная установка с передвижным варочным котлом	БК-4	Плавление, обезвоживание битума	Объем – 4 м ³
Агрегат для перекачивания битумных мастик	СО-119А	Перекачивание битумных мастик с наполнителем	Производительность – 1,5 м ³ /ч; мощность электродвигателя – 2,2 кВт; масса – 90 кг
Термос	ТБ-2	Транспортировка горячих битумных мастик	Емкость – 2 м ³ ; масса с битумом – 3450 кг
Бачки		То же	
Машина для нанесения битумных мастик	СО-122А ТУ 22-4750-80	Транспортировка, поддержание температуры, нанесение мастик	Производительность – 300 м ² /ч; мощность электродвигателя – 3,4 кВт; масса – 174 кг
Установка для дробления битума	УД-1 ЦНИИОМТП Госстрой СССР	Дробление твердого, резко размягченного битума	Производительность – 5 т/ч
Бачок для битумной мастики	ТУ 550, 1-138-81	Переноска горячего битума	Вместимость бачка – 28 л; масса бачка – 8,6 кг
Сетка-ковш	Р. ч. 4687.27 Оргтехстрой Минстрой Лит. ССР	Удаление посторонних примесей при варке битумной мастики	Длина с ручкой – 1800 мм; масса – 1,3 кг
Ковш для разлижки мастики	КМ-2.5 ТУ 22-686-73	Разлижка мастики	Вместимость – 2,5 л; масса – 1,9 кг
Гребок для разравнивания мастики	ИР-757 ТУ 22-4946-81	Разравнивание мастики	Длина – 1940 мм; ширина резиновой вставки – 300 мм; масса – 1 кг

Окончание табл. 7.2

1	2	3	4
Щетка волосяная полотерная		Нанесение битумных мастик и грунтовок	Длина с ручкой – 1800 мм; ширина корпуса – 80 мм; масса – 0,6 кг
Устройство для раскатки и прикатки рулонных материалов	СО-108А ТУ 22-3760–76	Раскатка и прикатка рулонных материалов при устройстве оклеенной гидроизоляции	Производительность – 400 м ² /ч; масса – 40 кг
Установка для заделки стыков торкретированием	«Гидротон»	Приготовление из полуфабрикатов, подача и нанесение в стыки сборных обделок, в том числе и ЦСО, цементно-песчаных составов	Производительность насоса при давлении до 2 МПа – 5 л/мин; масса смесителя – 102 кг, насосного агрегата – 42 кг
Агрегат гидроизоляционный	СМБ 020	То же	Производительность при подвижности раствора 7–9 см – 1,5 м ³ /ч; рабочее давление – 0,5 МПа; масса – 100 кг
Набрызг-бетон машина камерная	БМ-60 или СБ 67-2Б	Нанесение на поверхность бетона или раствора (набрызг или торкретирование), укладка бетона или раствора, пескоструйная очистка сильно загрязненных поверхностей, очистка поверхностей водовоздушной смесью	Производительность по сухой смеси – 4 м ³ /ч; давление сжатого воздуха – 0,15–0,5 МПа; масса – 1000 кг
Набрызг-бетон машина роторная	БМ-68У		Производительность по сухой смеси – 6 м ³ /ч; давление сжатого воздуха – 0,4–0,5 МПа; масса – 850 кг

Конструкция гидроизоляции

Конструкцию гидроизоляции принимают в зависимости от назначения тоннелей (перегонный, стационарный), ожидаемого напора грунтовых вод, степени устойчивости грунта в основании

тоннеля, применяемых гидроизоляционных материалов и технологии устройства гидроизоляции (оплавляемая, оклеечная) (таблица 7.3).

При выборе конструкции гидроизоляции учитывается максимальный уровень грунтовых вод, зафиксированный в результате длительных наблюдений, а при сооружении тоннелей в глинистых грунтах – возможность образования застойных зон после обратной засыпки котлована, в которых уровень грунтовых вод может доходить до дневной поверхности. В этих случаях устраивают защитный экран из мятой глины.

Таблица 7.3 – Конструкция гидроизоляции для станционных и перегонных тоннелей

№ п/п	Используемые гидроизоляционные материалы	Ожидаемый напор грунтовых вод, м	Конструкция гидроизоляции			
			для станционных тоннелей с прилегающими грунтами		для перегонных тоннелей с прилегающими грунтами	
			устойчивыми	неустойчивыми	устойчивыми	неустойчивыми
При устройстве оплавляемой гидроизоляции						
1	Гидростеклоизол гидроизоляционный, число слоев	5	2	3	2	2
2	Гидростеклоизол гидроизоляционный, число слоев	15	3	4	2	3
При устройстве оклеечной гидроизоляции с применением горячих мастик						
3	Гидроизол, число слоев Битумная мастика: – число слоев; – общая толщина, мм	5	3 4 8	4 5 10	3 4 8	3 4 8
4	Гидроизол, число слоев Битумная мастика: – число слоев; – общая толщина, мм	15	4 5 10	5 6 12	3 4 8	4 5 10
5	Гидростеклоизол гидроизоляционный, число слоев Битумная мастика: – число слоев; – общая толщина, мм	5	2 3 6–7	3 4 8–9	1 2 4–5	2 3 6–7
6	Гидростеклоизол гидроизоляционный, число слоев Битумная мастика: – число слоев; – общая толщина, мм	15	3 4 8–9	4 5 10–11	2 3 6–7	3 4 8–9

Для гидроизоляции при ожидаемом напоре грунтовых вод от 5 до 15 м применяют гидростеклоизол гидроизоляционный на стеклотканых и вязально-прошивочных материалах, обладающих повышенной плотностью (по числу нитей на 1 см).

Гидроизоляция включает большее число слоев гидростеклоизола гидроизоляционного на один или два слоя, в зависимости от величины напора грунтовых вод: до 5 м – на 1 слой, до 15 м – на 2 слоя.

При наличии на перекрытии и стенах сооружения слоев паро- и теплоизоляции гидроизоляция выполняется поверх этих слоев. Конструктивные решения гидроизоляции тоннелей для этих случаев приведены на рисунках 7.2–7.5.

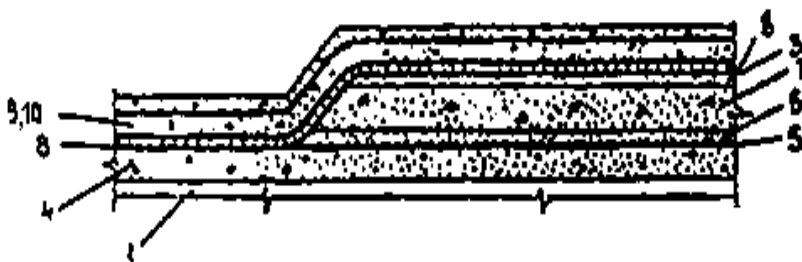


Рисунок 7.2 – Конструкция гидроизоляции перекрытия тоннелей:

a – в обычных условиях; *b* – зонах промерзания;

1 – железобетонная конструкция; 2 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной (*t*) до 20 мм; 3 – то же, 20 < *t* > 60 мм; 4 – разуклонка – слой цементно-песчаного раствора класса В7,5 20 мм *t* > 60 мм; 5 – пароизоляция; 6 – защитный слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5, *t* = 30 мм; 7 – пенобетон, *t* = 100 мм; 8 – гидроизоляция; 9 – защитный слой цементно-песчаного раствора класса В7,5, армированный двумя сетками из проволоки А-1 Ø 4 мм с ячейками 150×150 мм, *t* = 100 мм; 10 – то же, одной сеткой *t* = 40 мм

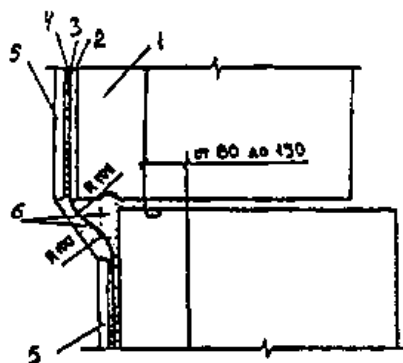


Рисунок 7.3 – Конструкция сопряжения гидроизоляции стен в местах изменения ширины тоннеля:

1 – железобетонная конструкция; 2 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной до 20 мм; 3 – гидроизоляция; 4 – защитный слой цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной до 20 мм; 5 – защитная стенка из железобетонных плит, толщиной до $t = 30$ мм; 6 – цементно-песчаный раствор класса В7,5

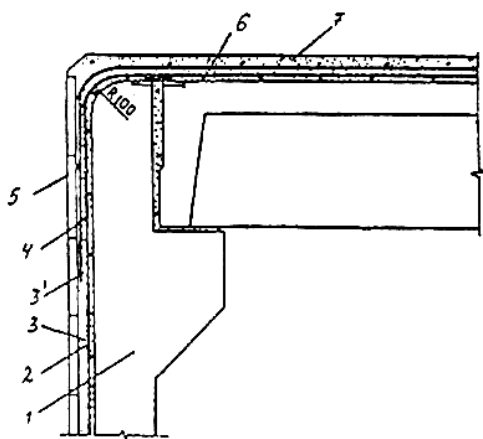


Рисунок 7.4 – Конструкция гидроизоляции стен и перекрытия тоннеля:

1 – сборная железобетонная конструкция; 2 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной до 20 мм; 3 – гидроизоляция с дополнительным слоем в месте сопряжения стен и перекрытия; 3' – арматура из проволоки А1 $\varnothing 4$ мм, выпущенная из защитного слоя перекрытия и заведенная на стену на длину не менее чем на 0,7 м; 4 – выравнивающий цементно-песчаный раствор класса В7,5, толщиной до 10 мм; 5 – защитная стенка из железобетонных плит толщиной 30 мм; 6 – разуклонка из цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной от 20 до 60 мм; 7 – защитный слой цементно-песчаного раствора класса не ниже В7,5, армированный одной сеткой, толщиной 40 мм

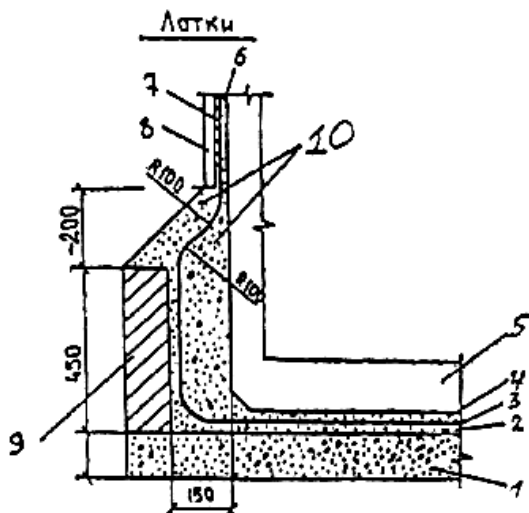


Рисунок 7.5 – Конструкция гидроизоляции лотка и нижней части стен:

1 – подготовка из бетона класса В15; 2 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной 20–60 мм, покрываемый перед гидроизоляцией битумным лаком; 3 – гидроизоляция с дополнительным слоем в месте сопряжения лотка и стен; 4 – защитный слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной 30 мм; 5 – сборная железобетонная конструкция тоннеля; 6 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной до 20 мм; 7 – защитный слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5, толщиной до 10 мм; 8 – защитная стенка из железобетонных плит, толщиной 30 мм; 9 – защитная стенка из красного кирпича М100; 10 – цементно-песчаный раствор класса В7,5

Конструкцию защиты гидроизоляции предусматривают с учетом вида сооружения, условий его эксплуатации и технологии возведения.

Гидроизоляция равномерно зажимается между тоннельной обделкой и защитным слоем (или ограждением). Зажатие гидроизоляции обеспечивается:

в лотке – собственным весом сооружения;

на вертикальных стенах – боковым давлением грунта обратной засыпки;

на перекрытии – давлением грунта засыпки.

Для обеспечения стока воды с перекрытия тоннеля, подверженного воздействию фильтрующихся поверхностных вод, защитный слой по гидроизоляции перекрытия устраивают с разуклонкой от 2 до 5 % к одной или обеим стенам тоннеля.

Производство работ по гидроизоляции тоннелей в стадии их возведения

Работы по гидроизоляции тоннелей со сборной и монолитной железобетонными обделками в стадии их возведения выполняются в три этапа:

- I – гидроизоляция лотка;
- II – гидроизоляция стен;
- III – гидроизоляция перекрытия.

Каждый этап гидроизоляционных работ, состоящий из трех процессов, выполняется в следующей последовательности:

- подготовка поверхности под изоляцию;
- изоляция поверхности;
- устройство защитного слоя (или ограждения).

При сооружении тоннелей со сборной железобетонной обделкой гидроизоляцию до монтажа обделки выполняют по подготовленной поверхности бетонного основания в лотке и защитным стенкам высотой около 0,5 м, а после монтажа обделки – на ее стенах и перекрытии.

При сооружении тоннелей с обделкой из монолитного железобетона гидроизоляцию до возведения обделки устраивают по подготовленной поверхности бетонного основания в лотке и защитным стенкам, выведенным на всю высоту тоннеля и используемым в качестве наружной опалубки стен, а после бетонирования обделки – на перекрытии.

Подготовку основания под гидроизоляцию выполняют в следующем порядке:

- устройство бетонной подготовки;
- укладка в полкирпича защитной стенки высотой около 0,5 м;
- выравнивание бетонной подготовки цементно-песчаным раствором;
- оштукатуривание внутренней поверхности кирпичных защитных стен цементно-песчаным раствором с устройством в местах сопряжения стен с бетонной подготовкой плавного сопряжения (выкружки) радиусом не менее 10 см;

заделка швов между сборными железобетонными элементами стен и перекрытия цементно-песчаным раствором или бетоном (при отсутствии в проекте класса не ниже В15), либо быстросхватывающимися или безусадочными смесями (БУС, ВРЦ, ЦБ – способами чеканки или торкретированием);

– срезка монтажных петель и срубка наплывов и неровностей на поверхности бетона;

– выравнивание поверхности бетона, имеющей раковины и неровности, затиркой цементно-песчаным раствором (при отсутствии указаний в проекте – класса не ниже В7,5 слоем толщиной до 5 мм); при устройстве в них стяжек предусматриваются температурно-усадочные швы;

– устройство на перекрытии разуклонки от 2 до 5 % из цементно-песчаного раствора;

– устройство выкружки в местах сопряжения стен с перекрытием.

В насыпных грунтах перед устройством бетонной подготовки проверяют степень уплотнения грунта в соответствии с требованиями в проекте. Изолируемое основание выполняется ровным, без раковин, выступающих щебенков и т. п. Основание считается ровным, если при проверке трехметровой контрольной рейкой просвет под ней не превышает 5 мм на горизонтальной поверхности и в направлении вдоль уклона и 10 мм на вертикальной поверхности и направлении поперек уклона. Просветы допускаются только плавного очертания и не более одного на протяжении 1 м. Основание до устройства гидроизоляции должно набрать прочность не менее 5 МПа.

Подготовленная изолируемая поверхность перед началом работ по устройству гидроизоляции высушивается, очищается и продувается сжатым воздухом, а при работе в зимнее время – очищается от инея, снега, наледей, высушивается до влажности 5 % и прогревается до температуры не ниже +5 °С. Работы предпочтительно вести в тепляках. При работе с цементными вяжущими при температуре воздуха ниже 0 °С применяются противоморозные добавки, обеспечивающие твердение бетона и раствора при температуре до –25 °С.

Фильтрация грунтовых вод через бетонную подготовку в лотковой части тоннеля устраняется на весь период производства гидроизоляционных работ – от подготовки изолируемой поверхности до зажатия гидроизоляции между защитным слоем и тоннельной обделкой. В тех случаях, когда с помощью водоотвода, откачки воды из приемков или водопонижения не удастся предотвратить фильтрацию грунтовых вод через изолируемое бетонное основание, его оштукатуривают цементно-песчаным раствором состава 1: 2 без добавок, приготовленном на водонепроницаемом безусадочном це-

менте или цементно-песчаным раствором состава 1: 2, содержащим одну из следующих добавок:

жидкое стекло в количестве 10–12 % от массы цемента;
глиноземистый цемент 10–15 % от общей массы смеси;
алюминат натрия 2–3 % от массы воды затворения.

В местах пропуски через тоннельную обделку водопроводных, канализационных труб, кабелей и других коммуникаций устанавливаются специальные закладные детали с фланцами для герметизации мест примыкания гидроизоляции. Затвердевшие и высушенные изолируемые поверхности из бетона или цементно-песчаного раствора огрунтовываются битумным лаком, приготовленным на быстроиспаряющихся летучих растворителях и наносимых в количестве, примерно 0,8 л/м² при оплаваемой и 0,3 л/м² при оклеечной гидроизоляции (см. приложение 1). Грунтовку или битумный лак наносят на поверхность непрерывным слоем пистолетом-распылителем или пневмофорсункой, а при малых объемах – кистью. В случае необходимости лак разбавляют до необходимой вязкости нефрасом.

Грунтовка высушивается до полного испарения летучего растворителя. Интервал времени между грунтовкой поверхности и нанесением основных слоев гидроизоляции должен составлять в зависимости от температуры воздуха не менее 4 ч, что необходимо для полного испарения растворителя, и не более 16 ч во избежание запыления поверхности.

Все применяемые для устройства гидроизоляции рулонные материалы непосредственно перед употреблением предварительно раскатывают, переворачивают и складывают один на другой в перевернутом виде. При раскатке утяжеленных рулонных материалов удаляется разделительная прослойка. Для удаления посыпки поверхность полотна протирается ветошью. После этого полотна вновь наматываются на трубчатый сердечник.

Охлажденные рулонные материалы, изготовленные на органических вяжущих, предварительно отогреваются до температуры не ниже +15 °С в течение не менее 20 ч и перематываются.

Устройство оплаваемой гидроизоляции

Баллоны с пропаном устанавливают у места работ и прикрепляют к стойкам.

На присоединительный штуцер баллона при закрытом вентиле должен быть навинчен редуктор ДПП-1-65 или РД1-БМ и к нему присоединен шланг с горелкой ГВПН, ГВ-1 или ГВПЛ.

Перед началом работ проверяют исправность вентиля баллона, герметичность присоединения к баллону редуктора, правильность присоединения шланга к горелке.

Открытием вентиля баллона и ввинчиванием регулировочного винта редуктора устанавливают рабочее давление по манометру и проверяют мыльной эмульсией герметичность соединений. Горелку зажигают только при подтверждении герметичности соединений. Необходимо строго соблюдать правила эксплуатации горелок.

При нормальной работе горелок ГВПН и ГВ-1 их факел должен быть некоптящим, без отрывов по контуру колпака при рабочем давлении на выходе из редуктора около 0,15 МПа.

При нормальной работе горелки ГВПЛ в интервале рабочего давления пропана 0,01–0,05 МПа все без исключения ее форсунки должны иметь мощный некоптящий факел, равномерный по всей ширине зоны нагрева.

Во избежание воспламенения битумного покровного слоя и его термической деструкции воздействие пламени на оплавляемую поверхность рулонного материала должно быть кратковременным с непрерывным перемещением факела горелки по мере оплавления рулонного материала.

Местный сосредоточенный нагрев пламенем горелки оплавляемой поверхности рулонного материала, вызывающий его воспламенение или оплывание, запрещается.

При наклейке гидроизоляции горелка должна быть удалена от поверхности рулонного материала не менее чем на 7 см и не более чем на 15 см. Одновременно должен оплавляться участок в зоне контакта раскатываемого рулона с изолируемой поверхностью по всей ширине полотна на высоту не менее 10 см и прогреваться изолируемая поверхность непосредственно перед раскатываемым рулоном. На капельно-жидкий слой мастики, образующийся при оплавлении битумного покрова в зоне склейки, необходимо немедленно накатывать рулон с прижатием приклеиваемого полотна прижимным катком и приглаживанием полотна и стыка шпателем. При раскатке рулона мастика выдавливается перед ним и в местах кромок.

Рулоны наклеиваются поперек тоннеля с нахлесткой по ширине 10 см, перекрывающей шов по стоку воды. По длине полотна стыки устраиваются вразбежку с нахлесткой 20 см. После наклейки полотна дополнительно оплавляются места кромок смежных рулонов с тщательным прижатием их шпателем для обеспечения полной герметичности. Последующие слои гидроизоляции наклеиваются со смещением стыков на $\frac{1}{2}$ ширины рулона при двухслойной гидроизоляции и на $\frac{1}{3}$ ширины рулона при трехслойной гидроизоляции по отношению к стыкам первого слоя. При этом стыки между полотнами не должны совпадать со стыками между блоками обделки.

Если при наклейке гидростеклоизола образуются воздушные пузыри, их тщательно удаляют в следующем порядке:

- в дефектном месте делают крестообразный надрез;

- отгибают концы гидростеклоизола;

- пламенем горелки прогревают изолируемую поверхность и поверхность отогнутых полотен;

- тщательно прижимают шпателем полотна оплавленной стороной к основанию;

- наклеивают дополнительное полотно гидростеклоизола способом оплавления с перекрытием надрезов не менее чем на 10 см.

Рулонный материал в лотке и на перекрытии оплавляют одной или двумя однофакельными горелками ГВПН (ГУ-1) или многофакельной линейной ГВПЛ с обязательным перемещением работающих сбоку от наклеиваемого полотна.

После монтажа обделки зазор между стеновыми элементами и гидроизоляцией, наклеенной на стенку, должен быть заполнен цементно-песчаным раствором с устройством в верхней части плавного сопряжения. После отверждения раствора выведенные на стенку концы гидроизоляции освобождаются от защитных коробов и фартуков, наклеены послойно вразбежку на стены тоннеля.

Полотна на стенах оплавляют одной или двумя горелками ГВПН (ГВ-1) или многофакельной линейной ГВПЛ с перемещением и наклейкой рулона снизу вверх установленной на перекрытии лебедкой с траверсной подвеской, стержень которой вставляется в трубчатый сердечник рулона. Работу выполняют с подмостей.

Наклейку гидроизоляции на перекрытие производят аналогично лотку, соединяя ее с гидроизоляцией стен. В местах сопряжения гид-

роизоляции лотка и стен (рисунок 7.6), стен и перекрытия ее усиливают дополнительным слоем гидростеклоизола гидроизоляционного.

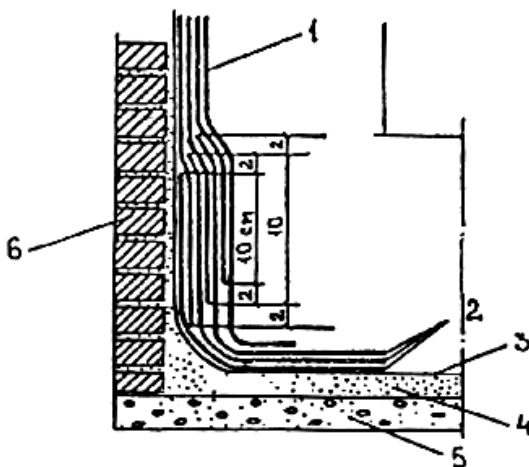


Рисунок 7.6 – Узел сопряжения гидроизоляции лотка и стены в момент наклейки: 1 – дополнительный слой гидростеклоизола; 2 – три слоя гидроизоляции; 3 – битумная грунтовка; 4 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора; 5 – бетонная подготовка; 6 – кладка из красного кирпича

При наличии продольного уклона свыше 5 % наклейку гидроизоляции на перекрытие производят снизу вверх (против уклона).

При сооружении тоннелей с обделкой из монолитного железобетона гидроизоляцию наклеивают сначала в лотковой части тоннеля и на всю высоту защитных стен с оставлением для последующего стыкования концов гидроизоляции в верхней их части. После полного возведения тоннельной обделки оставленные концы изоляции наклеивают на верхнюю часть стены тоннеля и перекрывают гидроизоляцией перекрытия.

При перерывах в работе концы гидроизоляции, оставленные для стыкования, надежно защищаются фартуками из гидростеклоизола, наклеенными одним концом на гидроизоляцию, а другим – на изолируемую поверхность.

Растворяющие битумы, бензин, масла и другие нефтепродукты необходимо располагать на достаточном удалении от гидроизоляции. Особую осторожность следует соблюдать при работе с бензином, поскольку он может просачиваться через защитный слой бетона.

Для удаления влаги, появляющейся на изолируемой поверхности из-за дождя или по каким-либо иным причинам, необходимо иметь древесные опилки.

При устройстве гидроизоляции разрешается ходить по ней только в мягкой обуви.

Устройство оклеечной гидроизоляции

Мастика для приклеивания слоев гидроизоляционного покрытия готовится централизованно и доставляется в автогудронаторах. При небольших объемах гидроизоляционных работ допускается приготовление мастики непосредственно на строительной площадке.

Приготавливать (варить) мастику и транспортировать ее к месту работ необходимо в соответствии с инструкцией, приведенной в обязательном приложении 2, и с соблюдением действующих правил безопасности.

Для оценки качества мастики и рулонных гидроизоляционных материалов отбираются пробы и выполняются испытания в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями.

Полотна гидроизоляционного материала наклеиваются на битумной мастике при ее температуре 120–160 °С.

Изолируемая поверхность должна быть загрунтована в соответствии с п. 5.12 ВСН 104–93.

Дальнейшие работы по загрунтованной поверхности должны производиться после интервала времени, предусмотренного в п. 5.12.

На участке гидроизоляционных работ выделяется место для раскроя и покрытия мастикой рулонных материалов.

Раскраивают и покрывают мастикой рулонные материалы на дощатом настиле. Для удобства приклеивания их раскраивают (разрезают) на полотнища по месту приклейки, кромки полотнищ должны быть ровными, без разрывов. Полотнища рулонных материалов в слоях покрытия должны приклеиваться на горизонтальные поверхности – поперек оси тоннеля, а на вертикальные или наклонные – снизу вверх. Оклеечная рулонная гидроизоляция наносится на изолируемую поверхность путем послойного наклеивания полотнищ горячими мастиками при толщине каждого слоя мастики 1–2 мм. Наклеивают рулонные материалы на изолируемые поверхности с соблюдением следующих правил:

рулонные материалы (полотнища) во всех слоях раскатывать в одном направлении, без перекрестного их расположения в смежных слоях; каждое последующее полотнище соединять с предыдущим в продольных и поперечных стыках внахлестку на 10 см;

продольные и поперечные стыки полотнищ в смежных слоях располагать вразбежку на расстоянии один от другого не менее 30 см.

Кромки в местах стыков и вся поверхность гидроизоляционного полотна тщательно уплотняются шпателем. Соединение слоев гидроизоляционного покрытия отдельных частей сооружения (лотка, стен, перекрытия и т. д.) может производиться в вилку или вразбежку. При соединении слоев гидроизоляции в вилку места нахлестки склеиваемых полотен в каждом слое располагаются одно под другим. При соединении слоев гидроизоляции вразбежку оставляемые для стыкования концы полотен имеют разную длину, убывающую на 10 см от нижнего слоя к верхнему, а места нахлестки полотен в каждом слое располагаются со смещением на 10 см. При перерывах в работе оставляются для стыкования концы полотнищ каждого слоя покрытия длиной не менее 30 см, защищенные от механических повреждений, загрязнения и увлажнения фартуками-отрезками рулонного материала на прочной основе, а в местах прохода – деревянными коробами и настилами. При длительных перерывах в работе допускается проводить и другие защитные мероприятия, обеспечивающие сохранность концов полотнищ гидроизоляционного материала. Фартуки наклеиваются одним концом на покрытие, а другим – на изолируемую поверхность. При устройстве фартуков из гидроизола их поверхность покрывается горячей битумной мастикой.

Запрещается бросать на гидроизоляционное покрытие и наклеенные слои инструменты, доски с гвоздями, сваливать на него бетон, проливать керосин и т. д.

Последний слой рулонной гидроизоляции при отсутствии специальных указаний в проекте должен покрываться сплошным слоем горячей битумной мастики толщиной 2 мм. На уложенную гидроизоляцию должен быть нанесен защитный слой из цементно-песчаного раствора класса В7,5 (М100), который должен укладываться лишь на очищенное гидроизоляционное покрытие.

Защитный слой в лотке и на перекрытии (разуклонке) должен иметь толщину 2–6 см, а на стенах, своде и лотке – выравнивающий слой толщиной 1–3 см. Устройство защитного слоя производится

только после отверждения выравнивающего. При устройстве гидроизоляционного покрытия и обделки участка выравнивающего слоя, арматуры и бетона не должны закрывать концы слоев гидроизоляционного покрытия, оставляемые для стыкования.

Гидроизоляция элементов цельносекционной обделки в заводских условиях или на полигоне

Для предварительной гидроизоляции элементов цельносекционной обделки в условиях завода или полигона применяют железобетонные секции со срезанным верхним углом для обеспечения сопряжения гидроизоляции стен и перекрытия. При изготовлении цельносекционных элементов в днищах форм устанавливают специальные вкладыши для создания на нижнем торце секции специального паза, используемого для стыкования гидроизоляции, а верхний торец секции должен иметь плоскую поверхность. Конструкция чеканочных канавок дана на рисунке 7.7, а пример конструкции гидроизоляции цельносекционной обделки из предварительно изготовленных секций приведен на рисунке 7.8.

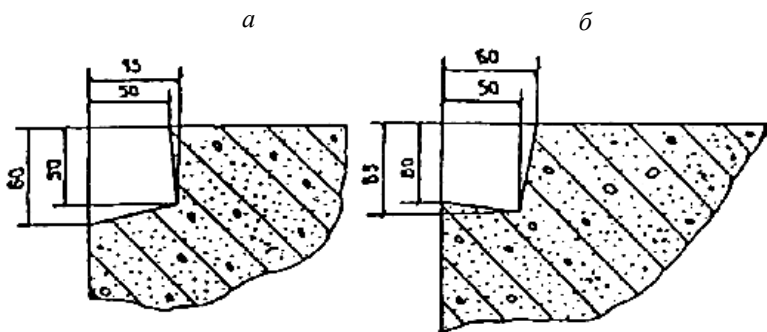


Рисунок 7.7 – Конструкция чеканочных канавок:
а – на верхнем торце секции; *б* – нижнем торце секции и стенках

Конструкция и устройство гидроизоляции цельносекционной обделки принимаются в соответствии с ВСН 104–93. При этом на наружной поверхности горизонтально размещенных секций оплавляемая гидроизоляция из гидростеклоизола может выполняться ме-

ханизированным способом. Концы полотен гидростеклоизола наклеивают на нижний и верхний торцы секции, оставляя неприклеенными полосы у кромок шириной примерно 6 см для последующей склейки с гидроизоляцией смежной секции в зоне чеканочной канавки после монтажа обделки. Оставляемые для стыкования концы полотен защищаются от повреждения при транспортировке и монтаже секций.

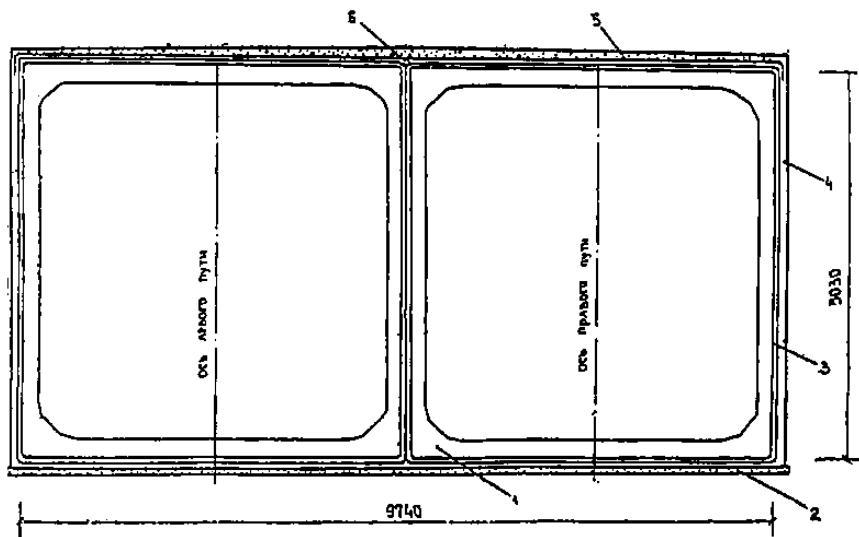


Рисунок 7.8 – Общий вид целносекционной обделки с гидроизоляцией, выполненной в заводских условиях или на полигоне:

1 – блок ЦСО; 2 – бетонная подготовка или распределительная железобетонная плита; 3 – гидроизоляция; 4 – защитное ограждение: асбоцементные листы, наклеенные на коллоидном цементном клее (КЦК); 5 – бетонный защитный слой, армированный сварной металлической сеткой; 6 – трубка из гидростеклоизола, заполненная битумной мастикой

Защиту гидроизоляции на стенах секций выполняют из асбестоцементных плоских листов толщиной 8–10 мм, наклеиваемых на коллоидном цементном клее, приготовляемом в малогабаритном растворосмесителе при водоцементном отношении 0,3–0,4, исключая оплывание слоя клея на вертикальной поверхности. Коллоидный цементный клей наносят на горизонтально размещенный асбестоцементный лист слоем толщиной около 3 мм набрызгом или мастерком

с последующим разравниванием штукатурным правилом. Допускается наклеивание плоских листов расплавленным битумом.

Асбестоцементные плоские листы с нанесенным слоем клея или битума накладывают на изолированную наружную поверхность секции и фиксируют на ней прижимными устройствами, обеспечивающими монолитность контакта листов с гидроизоляцией, швы между смежными листами заделывают коллоидным цементным клеем или расплавленным битумом. Секции с нанесенным защитным ограждением выдерживают примерно одни сутки при температуре выше +10 °С, после чего прижимные устройства нужно снять. При температуре ниже +10 °С коллоидный цементный клей приготавливают с противоморозной добавкой фосфатированного хлористого кальция, вводимой в количестве 1–3 % от веса цемента в воду затворения.

Гидроизолированные секции транспортируют на специальных трейлерах в горизонтальном положении на опорных резиновых подкладках. При зачаливании гидроизолированных секций и последующих монтажных операциях применяются строповочные устройства и приемы, исключающие повреждение гидроизоляции.

Монтаж обделки из гидроизолированных секций производится в соответствии с проектом производства работ. После монтажа цельно-секционной обделки заделывают бетоном монтажные отверстия, устраивают в местах отверстий гидроизоляцию и защищают ее цементно-песчаным раствором. Гидроизоляцию стыков между секциями в смонтированной обделке выполняют на нижнем ригеле и стенах – из тоннеля, а на верхнем ригеле – сверху тоннеля. Гидроизоляция стыков стен и перекрытия должна быть герметично сопряжена. При этом она должна между секциями в лотке и на стенах выполняться в следующем порядке: концы гидростеклоизола, оставленные для стыкования, поочередно отгибают на дно чеканочной канавки и послойно склеивают между собой способом оплавления с помощью горелки ГВ-1 или ГВПН. Остальную часть канавки зачеканивают быстросхватывающейся уплотняющей смесью (БУСом), увлажненной 12–18 % воды.

На верхнем ригеле секций гидроизоляцию с торцов секции выводят наверх. Швы между секциями заполняют цементно-песчаным раствором. Стыки на перекрытии перекрывают полосами гидростеклоизола, перекрывающими гидроизоляцию с нахлесткой 10 см. По гидроизоляции перекрытия наносят защитный слой из мелкозернистого бетона, армированного сварной металлической сеткой.

Устройство гидроизоляции сопряжений тоннельных обделок

В местах сопряжений разнотипных конструкций тоннельных обделок, сопряжений тоннелей и притоннельных сооружений, камер различного назначения, коллекторов, проемов и т. п. гидроизоляцию устраивают по соответствующим схемам, представленным на рисунках 7.9–7.12:

– сопряжение наружной или внутренней гидроизоляции монолитной бетонной обделки с обделкой из чугунных тубингов (см. рисунок 7.9), со сборной обделкой из железобетонных элементов (см. рисунок 7.10) с обязательной заделкой в бетон блоков анкерных болтов, обеспечивающих возможность зажатия изоляции между торцами обделок;

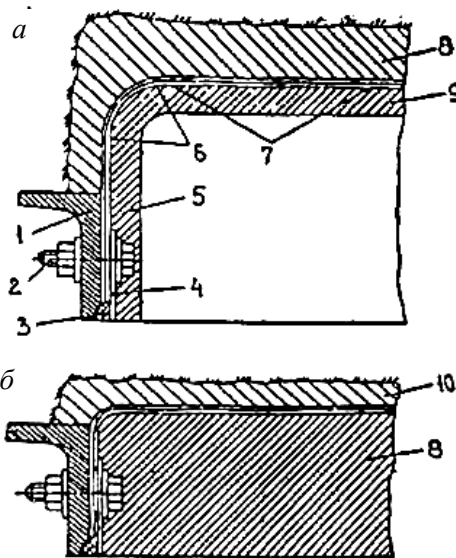


Рисунок 7.9 – Схема сопряжения монолитной бетонной и тубинговой обделок:

а – при устройстве внутренней гидроизоляции с железобетонной рубашкой;

б – устройстве наружной гидроизоляции;

1 – борт тубинга; 2 – болт со сферическими шайбами; 3 – зачеканка БУС; 4 – прижимная накладка; 5 – мастика «ГИДРОИЗОМАСТ»; 6 – трехслойная гидроизоляция из гидростеклоизола на битумной мастике; 7 – трехслойная гидроизоляция из гидроизола на битумной мастике; 8 – бетон несущей конструкции; 9 – железобетонная рубашка; 10 – бетон подготовительного слоя

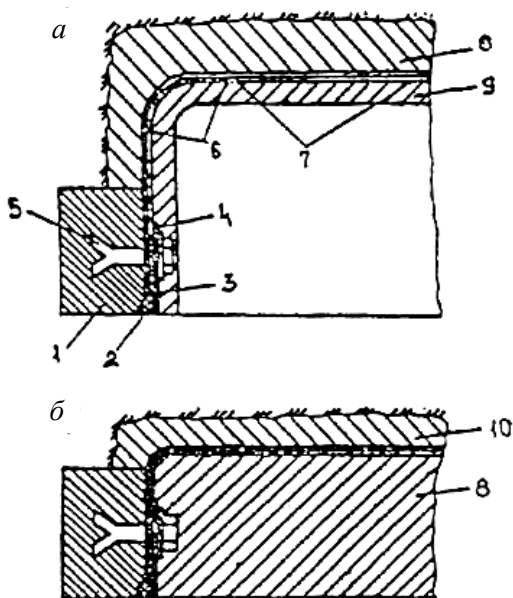


Рисунок 7.10 – Схема сопряжения монолитной бетонной и блочной обделок:
а – при устройстве внутренней гидроизоляции с железобетонной рубашкой;

б – устройстве наружной гидроизоляции:

1 – блок; 2 – зачеканка БУС; 3 – прижимная накладка; 4 – мастика «ГИДРОИЗОМАСТ»;
 5 – анкерный болт; 6 – трехслойная гидроизоляция из гидростеклоизола на битумно-каолиновой мастике; 7 – трехслойная гидроизоляция из гидроизола на битумной мастике; 8 – бетон несущей конструкции; 9 – железобетонная рубашка; 10 – бетон подготовительного слоя

– сопряжение сборной обделки из чугунных тубингов со сборной обделкой из железобетонных водонепроницаемых блоков (см. рисунок 7.11) с обязательной заделкой в бетон блоков анкерных болтов, применением в плоскости сопрягаемых поверхностей мастики «ГИДРОИЗОМАСТ» и заполнением канавки расширяющимся самоуплотняющим вяжущим (БУС, БРЦ и др.) оформление проема в тубинговой обделке тоннеля при наличии перевязки швов в ней (см. рисунок 7.12).

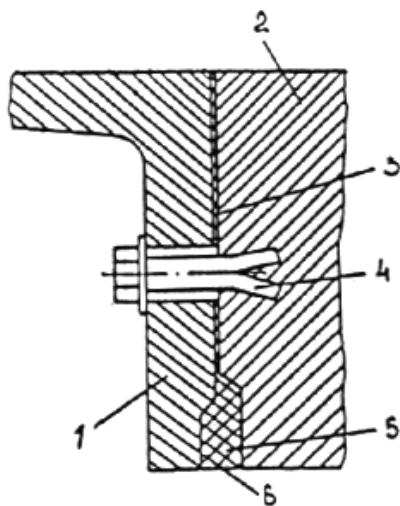


Рисунок 7.11 – Схема сопряжения сборной тубинговой обделки со сборной обделкой из железобетонных блоков для закрытого способа строительства тоннелей:

1 – борт тубинга; 2 – торец блока; 3 – мастика «ГИДРОИЗОМАСТ»;
4 – болтовое отверстие; 5 – канавка; 6 – БУС

Гидроизоляция указанных сопряжений устраивается путем создания диафрагмы, включающей битумно-каолиновую мастику, армирующие прослойки гидростеклоизола. Диафрагма к обделке прижимается металлическими накладками, покрытыми мастикой «ГИДРОИЗОМАСТ», а между накладками и чугунными тубингами зачеканивается водонепроницаемым расширяющимся вяжущим. Полотна гидростеклоизола на подготовленные поверхности наклеивают битумно-каолиновой мастикой с соблюдением нахлеста кромок и разбежки в слоях. При этом температура мастики должна быть не ниже +120 °С, а толщина наносимого слоя составляет 2–3 мм. Гидростеклоизол в местах сопряжения гидроизоляции необходимо наклеивать вначале только до горизонтального диаметра тоннеля, а после завершения состава работ, включая устройство железобетонной рубашки, – выше горизонтального диаметра с охватом свода тоннеля. Наклейку гидростеклоизола сразу по всему сопряжению производят только в примыкающих к тубинговой обделке конструкциях малых габаритов (коллекторы, проемы и т. п.).

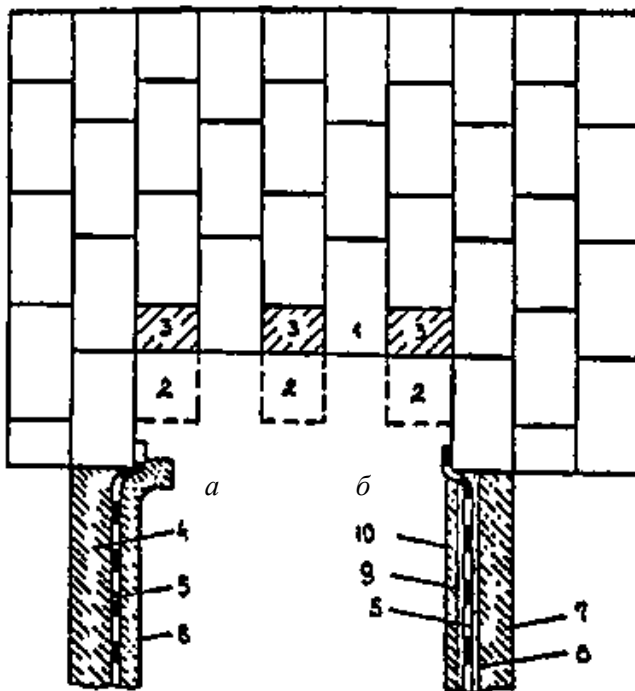


Рисунок 7.12 – Схема оформления проема в тубинговой обделке тоннеля при наличии перевязки швов в ней:

a – для закрытого способа работ; *б* – открытого способа работ:

1 – остающиеся тубинги; 2 – удаляемые тубинги; 3 – укладываемые укороченные элементы; 4 – бетон; 5 – гидроизоляционная оболочка; 6 – железобетонная рубашка; 7 – кладка из красного кирпича; 8 – выравнивающий слой (торкрет наносится набрызгом); 9 – защитный слой из цементно-песчаного раствора; 10 – монолитный или сборный железобетон (зажатие накладками концов гидроизоляции не показано)

При выполнении работ в местах сопряжений следят за тем, чтобы наклеенные слои гидростеклоизола не оползали, при этом избегают образования в них вздутий и складок. Гидроизоляция в местах сопряжений зажимается накладками, которые устанавливают не позже чем через 20–30 мин после выполнения гидроизоляции на бортах тубингов (рисунок 7.13).

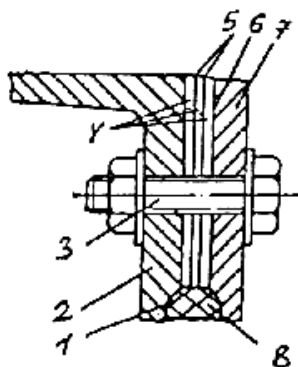


Рисунок 7.13 – Схема зажатия гидроизоляционной диафрагмы в промежутках между накладками:

- 1 – канавки; 2 – борт тубинга; 3 – болтовое соединение; 4 – гидростеклоизол;
 5 – битумно-каолиновая мастика; 6 – мастика «ГИДРОИЗОМАСТ»;
 7 – накладки; 8 – зачеканенное уплотнение

Обращенная к гидроизоляции поверхность накладок за 1,5–2 ч до их установки покрывается мастикой «ГИДРОИЗОМАСТ», наносимой слоем 5 мм. При этом поверхность накладок в зоне чеканочной канавки мастикой «ГИДРОИЗОМАСТ» покрывать не следует. Покрываемые поверхности накладок мастикой «ГИДРОИЗОМАСТ» должны быть чистыми, сухими, имеющими температуру не менее +5 °С. В связи с этим зимой накладки доставляются к месту работ за 2–3 ч до нанесения на них мастики. Накладки с нанесенным на их поверхность слоем мастики хранятся в горизонтальном положении. При этом нанесенный слой мастики не должен повреждаться и загрязняться.

Мастикой «ГИДРОИЗОМАСТ» приготавливают путем смешивания компонентов в соотношениях, представленных в таблице 7.1. Мастика считается готовой, когда в результате перемешивания указанных компонентов образуется однородная масса пластичной консистенции без сгустков и комков слежавшихся БУС или БРЦ. Указанную мастику готовят в небольших количествах, которые могут быть использованы не позже чем через 15 мин после окончания процесса ее изготовления.

Установке накладок предшествует:

удаление концов изоляции, перекрывающих чеканочную канавку; удаляют ее острым зубилом с односторонней заточкой;

просечка гидроизоляционного слоя, наклеенного на борты в местах болтовых отверстий.

Просечку отверстий производят со стороны наклеенного слоя гидроизоляции острыми трубчатыми пробойниками с наружным диаметром, равным или меньшим диаметра болтового отверстия.

Устанавливаемые накладки берутся на две оправки, заведенные в болтовые отверстия. К бортам тубингов накладки прижимаются болтовыми комплектами, снабженными гидроизоляционными шайбами. Болтовые отверстия при этом предварительно очищаются и протираются ветошью. Головки установленных болтов должны быть обращены к накладкам. Болты затягиваются сбалчивателями или гайковертами. При этом устраняются просветы между накладками и гидроизоляционным слоем и выдавливается по всему контуру накладок избыток мастики «ГИДРОИЗОМАСТ». В процессе крепления накладок, расположенных у горизонтального диаметра тоннеля с каждой его стороны, устанавливаются болты со штуцерами для гидравлического испытания гидроизоляции, выполненной в сопряжениях. Устройству железобетонной рубашки в местах сопряжений предшествует нанесение поверх гидроизоляции стяжки 5 мм толщины из цементно-песчаного раствора в соотношении 1:3. Стяжку наносят вслед за наклейкой гидроизоляции вначале в нижней, а затем в верхней половине тоннеля.

Арматуру железобетонной рубашки в местах сопряжений устанавливают по слою отвердевшей стяжки, но не ранее чем через 24 ч после ее укладки. При бетонировании железобетонной рубашки в оvoidовой ее части в бетон закладывают металлические трубки или деревянные пробки диаметром 2", образующие затем отверстия для нагнетания за обделку. Бетонируют железобетонную рубашку в соответствии с требованиями СНиП 2.03.01–87. После снятия опалубки с железобетонной рубашки через оставленные в ней отверстия выполняется нагнетание за обделку густого с В/Ц = 0,6 цементного раствора в отношении 1:0 для ликвидации возможных пустот и зажатия выполненной гидроизоляции. Работы по нагнетанию указанного раствора выполняют с учетом требований ВСН 132–92.

Канавки в местах сопряжений зачеканивают не ранее чем через сутки после установки накладок. Зачеканке канавок предшествует контрольная подтяжка болтов при крутящем моменте, составляющем 350 Н·м, и очистка поверхности канавок. Канавки зачеканивают с учетом требований ВСН 130–92.

Устройство гидроизоляции деформационных швов и ее сопряжения с трубопроводами

При сооружении тоннелей открытым способом работ гидроизоляция деформационных швов устраивается с применением гидростеклоизола гидроизоляционного на высокопрочной (стеклотканой и вязально-прошивной) основе с наклейкой без приклеивающих мастик – путем оплавления поверхности покровного слоя горелкой или на горячей битумной мастике.

Гидроизоляция деформационных швов в сборном лотке (рисунок 7.14) устраивается в следующем порядке:

в бетонной подготовке в месте шва устанавливают деревянную рейку или доску и устраивают канавку глубиной 100 мм, наклеивают два слоя гидростеклоизола с устройством компенсатора в месте канавки;

в компенсаторе укладывают трубку диаметром 50 мм из гидростеклоизола, заполненную битумной мастикой;

трубку защищают сверху фартуком шириной 450 мм из двух слоев гидростеклоизола;

шов между блоками сборной обделки заполняют битумной мастикой, а в верхней части затирают цементно-песчаным раствором.

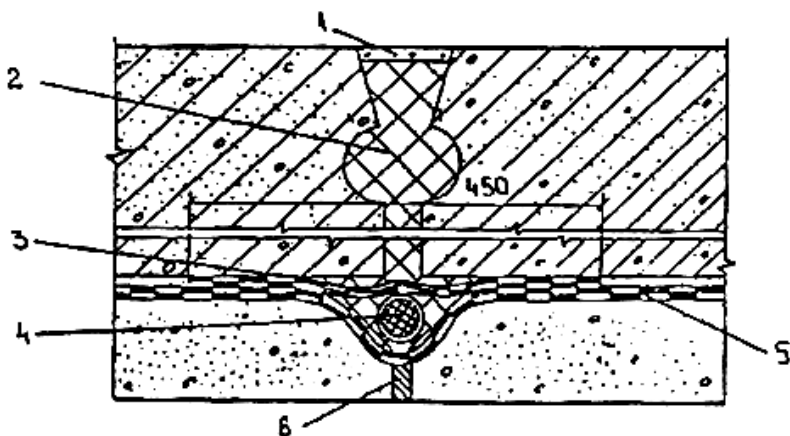


Рисунок 7.14 – Конструкция гидроизоляции деформационного шва между плитами сборной лотка:

1 – цементно-песчаный раствор класса В7,5; 2 – битумная мастика; 3 – фартук (два слоя гидростеклоизола); 4 – трубка из гидростеклоизола диаметром 50 мм, заполненная битумной мастикой; 5 – два слоя гидростеклоизола; 6 – деревянная рейка или доска

В обделке из монолитного железобетона (рисунок 7.15) над компенсаторами по оси шва делают разрезку шириной 30 мм, которую заполняют так же, как шов между блоками сборной обделки.

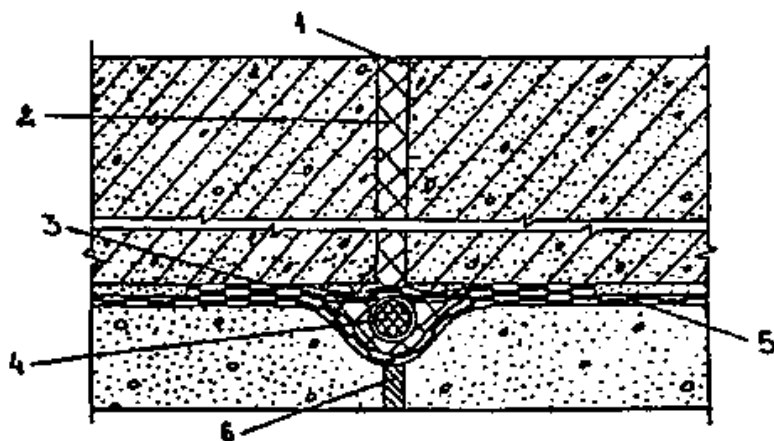


Рисунок 7.15 – Конструкция гидроизоляции деформационного шва в монолитном лотке:

1 – цементно-песчаный раствор класса В7,5; 2 – битумная мастика; 3 – фартук (два слоя гидростеклоизола); 4 – трубка из гидростеклоизола диаметром 50 мм, заполненная битумной мастикой; 5 – два слоя гидростеклоизола; 6 – деревянная рейка или доска

Гидроизоляция деформационных швов в стенах (рисунок 7.16) устанавливается в следующей последовательности:

зазор между стеновыми блоками заполняют битумной мастикой и сверху наклеивают один слой гидростеклоизола;

по оси шва приклеивают валик из гидростеклоизола, заполненный битумной мастикой;

поверх валика наклеивают два слоя гидростеклоизола, которые на месте шва на ширине 450 мм защищают фартуком из двух слоев гидростеклоизола;

поверх фартука защищают цементно-песчаным раствором класса В7,5.

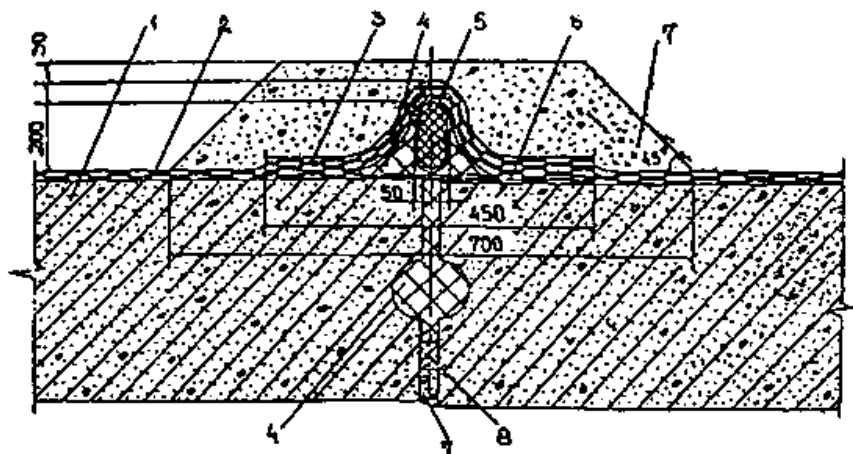


Рисунок 7.16 – Конструкция гидроизоляции деформационного шва между стеновыми блоками:

1 – стеновой блок; 2 – гидроизоляция (два слоя гидростеклоизола); 3 – фартук (два слоя гидростеклоизола); 4 – битумная мастика; 5 – валик из гидростеклоизола, заполненный битумной мастикой; 6 – гидроизоляция–слой гидростеклоизола; 7 – цементно-песчаный раствор класса В7,5; 8 – деревянная рейка

Гидроизоляция деформационных швов на перекрытии устраивается в следующем порядке (рисунок 7.17):

на месте шва в разуклонке выравнивающего слоя выделывают канавку глубиной до блоков и наклеивают два слоя гидростеклоизола с устройством компенсатора в место канавки;

поверх компенсатора укладывают трубку из гидростеклоизола, заполненную битумной мастикой;

трубку защищают фартуком из двух слоев гидростеклоизола, наклеиваемых на ширине 450 мм.

В месте шва металлическую сетку, армирующую защитный слой из цементно-песчаного раствора, прерывают.

Последовательность работы по устройству гидроизоляции деформационного шва между прогонами (рисунок 7.18) та же, что и на перекрытии.

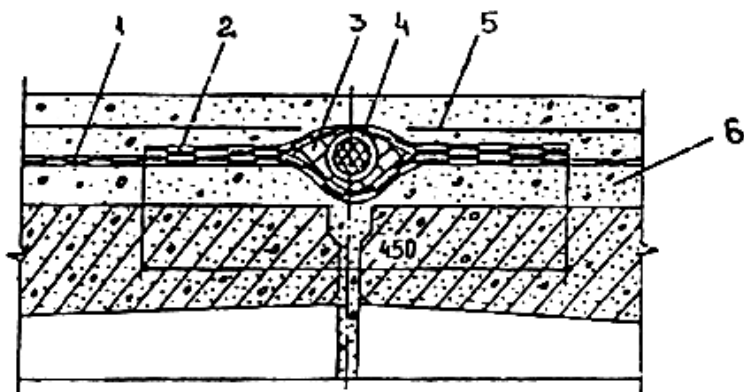


Рисунок 7.17 – Конструкция гидроизоляции деформационного шва между плитами перекрытия:

1 – два слоя гидростеклоизола; 2 – фартук (два слоя гидростеклоизола); 3 – битумная мастика; 4 – трубка из гидростеклоизола диаметром 50 мм, заполненная битумной мастикой; 5 – сетка из проволоки диаметром 4 мм с ячейками размером 150×150 мм; 6 – цементно-песчаный раствор класса В7,5

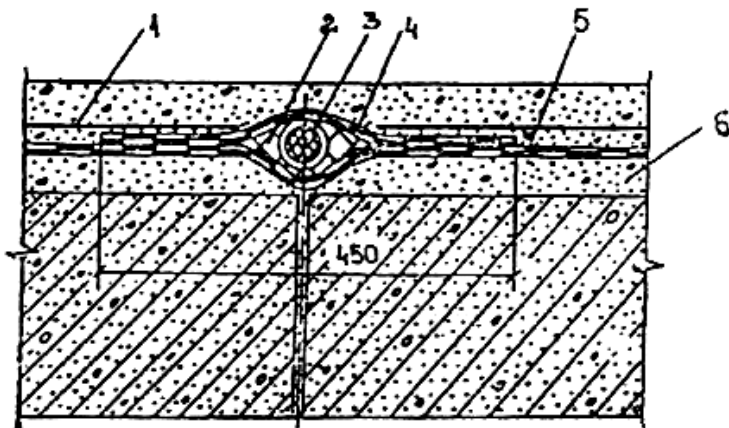


Рисунок 7.18 – Конструкция гидроизоляции деформационного шва между прогонами:

1 – сетка из проволоки диаметром 4 мм с ячейками размером 150×150 мм; 2 – битумная мастика; 3 – трубка из гидростеклоизола диаметром 50 мм, заполненная битумной мастикой; 4 – фартук (два слоя гидростеклоизола); 5 – гидроизоляция (два слоя гидростеклоизола); 6 – цементно-песчаный раствор класса В7,5

Гидроизоляция деформационных швов в лотке, на стенах и перекрытии должна быть герметично сопряжена с гидроизоляцией, покрывающей наружную поверхность обделки.

При устройстве гидроизоляции деформационных швов вместо гидростеклоизола допускается применение гидроизола с послойной наклейкой на горячих битумных мастиках, технология наклейки которого приведена в разделе 5 – подраздел «Оклеечная гидроизоляция».

Необходимо принимать меры против прорыва водой гидроизоляции в местах прохода труб, колодцев, различных трубопроводов, кабелей и т. п. В местах сопряжения с трубопроводами или футлярами в виде отрезка трубы для пропуска коммуникаций гидроизоляцию устраивают из рулонных материалов, наклеиваемых оплавлением покровного слоя пламенем газоздушных пропановых горелок или на горячей битумной мастике. До устройства гидроизоляционного покрытия к проходящим через него металлическим трубам в плоскости бетонного основания должен быть приварен водонепроницаемым швом фланец шириной не менее 120 мм с приваренными к нему заранее таким же швом болтами, обращенными резьбой в сторону покрытия (рисунок 7.19, а). Диаметр болтов (по соображениям коррозии) должен быть не менее 16 мм.

Перед наклейкой гидроизоляции сварные швы проверяются на водонепроницаемость, а металлические части, в том числе болты и гайки, покрываются битумным лаком.

В местах сопряжения конструкция гидроизоляции закрепляется двумя-тремя слоями рулонного материала. Гидроизоляция должна быть водонепроницаемой и плотно запрессованной кольцевой накладкой, прибалчиваемой к фланцу. Запрессовывающие фланец и накладка должны иметь толщину не менее 10 мм и быть хорошо пригнанными и ровными. Кольцевая накладка должна быть таких же размеров, как и фланец, с отверстиями, расположенными против болтов фланца.

Сопряжение гидроизоляционного покрытия с чугунными трубопроводами осуществляется так же, как и со стальными, но вместо приваренного к трубе фланца на нее надевается хомут с фланцем (рисунок 7.19, б). Под хомутом с фланцем прокладывается замкнутый слой гидростеклоизола для герметизации зазора. При пропуске

через гидроизоляцию горячих труб они размещаются в кожухе из металлических труб.

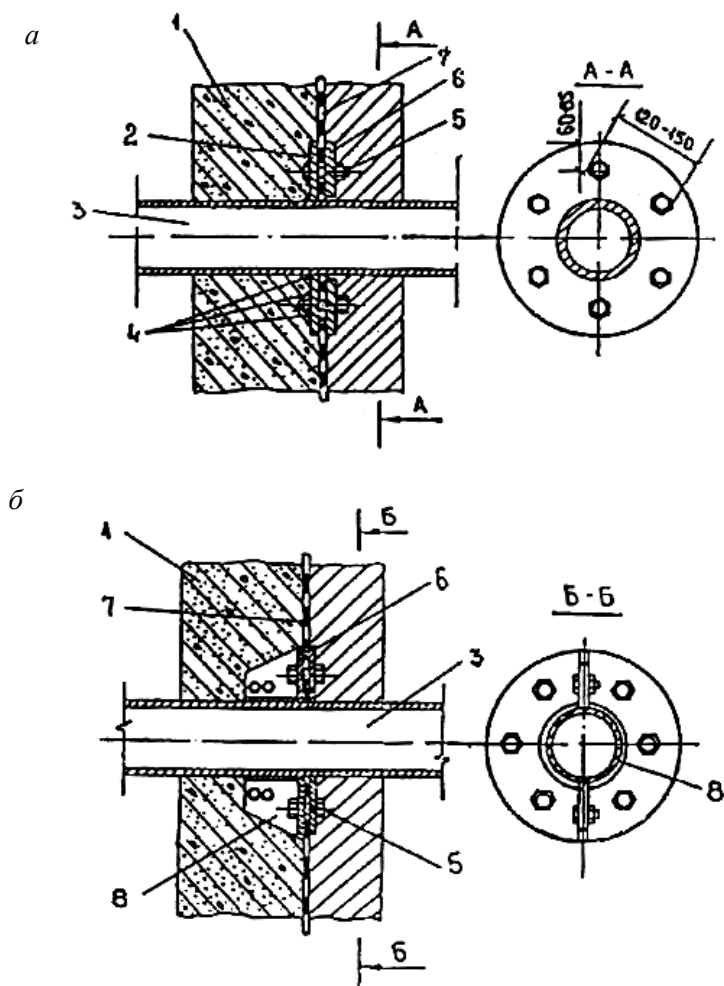


Рисунок 7.19 – Сопряжение гидроизоляции с трубопроводом:
 а – стальным; б – чугунным:

1 – бетон; 2 – фланец приварной; 3 – труба; 4 – водонепроницаемый сварной шов;
 5 – болт; 6 – фланец накладной; 7 – гидроизоляция; 8 – хомут

Защита гидроизоляции

Защитные устройства (защита) и зажатие гидроизоляции выполняются после приемки гидроизоляции, подтвердившей качественное ее выполнение с составлением акта на скрытые работы. Для устройства защитных ограждений применяются прочные и долговечные материалы, стойкие к механическому повреждению и химическому воздействию грунтовых вод и микроорганизмов.

Защитный слой из цементно-песчаного раствора марки В7,5 наносят на гидроизоляцию в лотковой части тоннеля (рисунок 7.20) с помощью растворонасоса с пневматической форсункой, после чего разравнивать рейкой-правилом. Толщина защитного слоя 4–5 см.

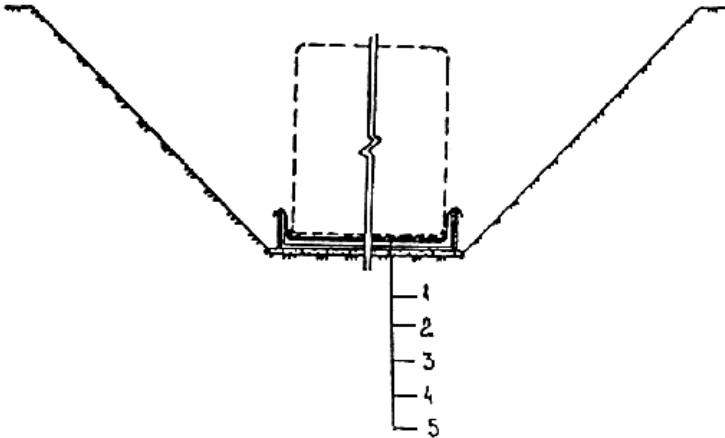


Рисунок 7.20 – Защита гидроизоляции лотка:

1 – защитный слой из цементно-песчаного раствора; 2 – гидроизоляция; 3 – грунтовка; 4 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора; 5 – бетонная подготовка

Передвигаться по защитному слою или выполнять работы разрешается после того, как защитный слой затвердел – не раньше чем через 24 ч.

Для защиты гидроизоляции на вертикальных поверхностях устраивают защитные стенки из красного кирпича толщиной $\frac{1}{2}$ кирпича (рисунок 7.21), бетонных плит или листов из полиэтилена (ЛЗГ) (см. таблицу 7.1).

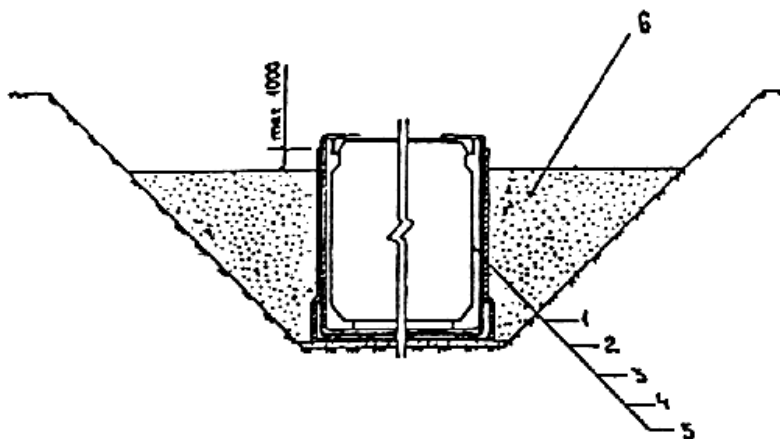


Рисунок 7.21 – Защита гидроизоляции стен:

1 – стеновой блок; 2 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора; 3 – грунтовка (битумный лак); 4 – гидроизоляция; 5 – кладка из кирпича марки 100 (1/2 кирпича) или другие материалы; 6 – засыпка несвязным грунтом слоями толщиной 1 м с уплотнением

Если защитная стенка имеет высоту более 0,5 м для обеспечения ее устойчивости на свободной от гидроизоляции стороне могут быть предусмотрены пилястры размером $1/2 \times 1$, кирпич или другие мероприятия, предотвращающие ее обрушение. При устройстве защитных слоев и стенок особое внимание обращается на предотвращение путем тщательного заполнения цементным раствором пустот между ними и гидроизоляцией. При устройстве гидроизоляции в сооружениях, возводимых в искусственно замороженных грунтах, ее защищают утеплителями: пенопластом или керамзитобетоном, которые применяют в сочетании с быстротвердеющими цементно-песчаными растворами. В этом же случае при возможности заполнения пространства между грунтом и защитной стенкой сухим шлаком или сухим песком допускается устройство защиты из обычных материалов.

На горизонтальных, криволинейных и наклонных поверхностях с углом наклона до 30° непосредственно после нанесения гидроизоляции устраивают защитный слой толщиной не менее 5 см из мелкозернистого бетона класса не ниже В7,5. Для приготовления бетона применяют крупнозернистый песок с крупностью зерен не менее 3 мм.

На поверхностях с углом наклона от 30° до 45° защитный слой

бетона наносят, начиная с самой низкой отметки. Защитный слой на перекрытии армируют: при толщине засыпки грунта более 60 см – стальной плетеной сеткой № 50-2. На тех же поверхностях при толщине засыпки менее 60 см и с возможным движением наземного транспорта защитный слой устраивают толщиной 10 см из мелкозернистого бетона, армированного сварной металлической сеткой размером 100×100×3×3 или 150×150×5×5 мм (рисунок 7.22). Края сетки заводят на стены не менее, чем на 0,7 м под защитную стенку.

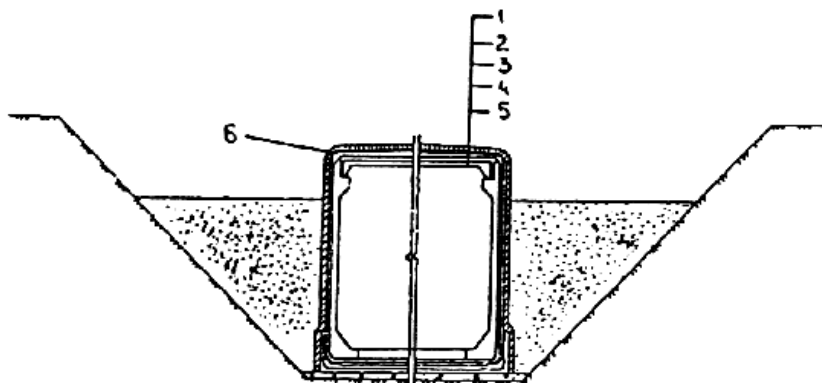


Рисунок 7.22 – Защита гидроизоляции перекрытия:

- 1 – защитный слой из цементно-песчаного раствора, армированный сварной сеткой с ячейками от 100×100 до 150×150 из арматуры \varnothing 3–5 мм; 2 – гидроизоляция; 3 – грунтовка (битумный лак); 4 – разуклонка от 20 до 50 мм; 5 – плита перекрытия; 6 – гидроизоляция усиления сопряжения (полоса шириной не менее 80 см)

В тех случаях, когда перекрытие тоннеля служит проезжей частью, толщина защитного слоя бетона должна быть не менее 10 см. При этом защитный слой армируют не арматурной сеткой, а более мощной арматурой, определяемой расчетом и рабочими чертежами. Пазухи между креплениями котлована и конструкцией тоннеля, а также нижняя часть котлована с откосами заполняется песчаным грунтом. Засыпка в последнем случае производится на высоту, необходимую для образования горизонтальной площадки для прохода бульдозеров и катков. В остальной части котлована засыпку производят местным грунтом одновременно с обеих сторон тоннеля слоями равной высоты (примерно 50 см), уплотняя их до проектной плотности.

На участках пересечения котлованов с дорогами, имеющими

усовершенствованные покрытия, должен быть обеспечен коэффициент уплотнения песка согласно указаниям по проектированию автомобильных дорог СНиП 2.05.02–85. В местах пересечения с коммуникациями обеспечивают коэффициент уплотнения грунта 0,98, а в остальных местах – 0,95. Засыпку конструкций тоннеля в котловане производят в срок не ранее одних суток после устройства защитного слоя по гидроизоляции стен и перекрытий. Запрещается применять для засыпки замерзший грунт, строительный мусор, куски бетона, связный грунт и т. п. По мере засыпки из котлована удаляются все деревянные детали. Движение машин, осуществляющих разравнивание и уплотнение грунта, допускается на расстоянии не менее 0,5 м от стен тоннеля. В стесненных местах уплотнение песчаных грунтов допускается осуществлять путем увлажнения их водой до насыщения. Уплотнение грунта над перекрытием тоннеля выполняют с помощью катков. Толщина первого слоя уплотняемого грунта должна быть не менее 0,5 м.

Контроль качества и приемка работ

Для обеспечения необходимого качества устройства опалубляемой или клеечной гидроизоляции сборных, цельносекционных и монолитных тоннельных обделок и их сопряжений, деформационных швов и сопряжения гидроизоляции с трубопроводами работы подвергаются контролю на всех стадиях их выполнения. Производственный контроль подразделяется на входной, операционный (технологический), инспекционный и приемочный.

Входной контроль

При входном контроле проверяют соответствие поступающих на объект гидроизоляционных материалов и изделий действующим стандартам, техническим условиям и другим документам и требованиям. При отсутствии сертификатов качество изделий и материалов должно быть подтверждено результатами лабораторных испытаний. Входной контроль должен возлагаться на инженерно-технический персонал строительного управления или участка работ, строительной лаборатории или специальной службы и выполняться на приобъектных базах или непосредственно на строительных участках. Входной контроль на участке возлагается, как правило, на начальника участка

(производителя работ). Количество изделий и материалов, подлежащих входному контролю, должно соответствовать нормам, приведенным в технических условиях и стандартах. Результаты входного контроля оформляют в журнале входного контроля.

Операционный и инспекционный контроль

При операционном (технологическом) контроле проверяют соответствие выполнения основных производственных операций по гидроизоляции требованиям, установленным Строительными Нормами и Правилами, проектом конструкции гидроизоляции и другими нормативными документами. При операционном контроле подготовленной под грунтовку поверхности подлежит проверке:

степень ее отверждения, отсутствие отслоений, раковин и трещин, сцепление выравнивающего слоя с бетоном – осмотром и простукиванием;

ровность – наложением на поверхность рейки в различных направлениях с замером линейкой просветов;

правильность устройства закруглений внутренних и внешних углов в местах сопряжения поверхностей – наложением шаблона;

чистоту и сухость поверхности – по отсутствию мусора, просачивания воды, мокрых пятен.

Сухость поверхности контролируют пробной наклейкой в разных местах кусков рулонного материала площадью около 1 м² с последующим их отрывом после остывания мастики. Поверхность считается сухой, если рулонный материал нельзя оторвать без его разрыва. При операционном контроле наклейки отдельных слоев гидроизоляции подлежат проверке:

непрерывность слоя и правильность соединений полотнищ в стыках;

отсутствие дефектов: воздушных и водяных пузырей, отслоений, складок, проколов, трещин, острых перегибов, переломов, оползаний, механических повреждений, а также просачивания воды – путем осмотра и простукивания изоляции легким деревянным молотком;

правильность защиты концов гидроизоляционного покрытия, оставленных для наращивания;

прочность приклейки рулонного материала в гидроизоляции.

Обнаруженные в гидроизоляции дефекты устраняют в соответ-

ствии с ВСН 104–93.

Все места взятия проб из подготовленного под гидроизоляцию элемента сооружения из готового покрытия тщательно заделывают и перекрывают дополнительно. Особого внимания требуют различные швы, стыки, сопряжения как на гидроизолируемой поверхности, так и в гидроизоляционном покрытии.

Прочность приклейки рулонного материала в гидроизоляции проверяют пробным отрывом у края. Приклейка считается прочной, если при отрыве произойдет разрыв материала или разрушение мастики.

После устранения всех дефектов составляют акт на скрытые работы по форме обязательного приложения 8, разрешающего выполнять последующие работы по закрытию гидроизоляции другими конструктивными элементами. Составление актов освидетельствования скрытых работ в случаях, когда последующие работы начинаются после длительного перерыва, осуществляют непосредственно перед производством последующих работ.

Результаты операционного контроля регистрируются в Журнале производства работ по устройству оплавленной или оклеечной гидроизоляции (см. приложение 7).

При инспекционном контроле проверяют качество гидроизоляционных работ выборочно по усмотрению заказчика или генерального подрядчика с целью проверки эффективности ранее проведенного производственного контроля. Этот вид контроля может быть проведен на любой стадии возведения сооружения.

Результаты контроля качества, осуществляемого техническим надзором заказчика, авторским надзором, инспекционным контролем и замечания лиц, контролирующих производство и качество работ, заносятся в Журнал производства работ по устройству оплавленной и оклеечной гидроизоляции (см. приложение 7).

Приемка работ

При приемочном контроле и приемке работ проверяют соответствие выполненных работ проекту, ВСН104-9 и нормативным документам постадийно – по мере их окончания на отдельных участках тоннеля – промежуточная приемка – либо при приемке законченного строительством объекта.

Приемка гидроизоляции производится до устройства на ней за-

щитного слоя.

Приемочный контроль при промежуточной приемке возлагается на представителя дирекции строящегося метрополитена (технического надзора заказчика). При разногласиях между заказчиком и генподрядчиком создается комиссия из представителей заказчика, проектировщика (авторский надзор), генерального подрядчика (руководство строительного-монтажного управления), служб геодезическо-маркшейдерской и управления качеством, специалистов строительной лаборатории и др.

Приемочный контроль работ по гидроизоляции при приемке законченного строительством объекта осуществляется двусторонним актом, которым подрядчик сдает и заказчик принимает объект согласно условиям договора (контракта) между ними.

Генеральный подрядчик должен предъявлять представителю заказчика журналы гидроизоляционных работ, акты освидетельствования на скрытые работы, протоколы, исполнительную документацию, сертификаты и паспорта на примененные материалы, образцы гидроизоляционных материалов и готового покрытия для сопоставления с требованиями проекта, технических условий, норм и стандартов.

До приемки законченного строительством объекта надлежит выявить все дефекты в гидроизоляции.

Предприняты меры по ликвидации дефектов, и обеспечена водонепроницаемость объекта.

Результаты приемочного контроля и приемку работ оформляют актами установленного образца с необходимыми подписями.

8. ИСПЫТАНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

8.1. Рулонные гидроизоляционные материалы

Рулонные гидроизоляционные материалы – это такие материалы, которые в период их применения находятся в упругом или упруго-вязком (эластичном) состоянии и выполняются в виде полотна определенной длины, ширины, толщины. Они удобны и технологичны при устройстве гидроизоляции; отличаются долговечностью, надежностью в эксплуатации благодаря высокой прочности, эластичности, пластичности при низких температурах, водонепроницаемости и др. физико-механическим свойствам.

Эти материалы особенно широко используются для гидроизоляции мостовых и тоннельных конструкций. Только при сложном профиле конструкции или при заделке щелевых, стыковых, трещиновидных и др. мест или дефектов конструкции эти материалы могут оказаться менее удобными и надежными. Тогда их заменяют пластично-вязкими или жидкими гидроизоляционными материалами.

Рулонные гидроизоляционные материалы изготавливают двух типов:

с основой: картонной, тканевой, в виде стеклосетки, металлической фольги и др.;

без основы (безосновные), но с порошкообразным или волокнистым наполнителем.

Оклеечная гидроизоляция с использованием рулонных материалов выполняется в следующей технологической последовательности: нанесение грунтовки, ее сушка, подготовка рулонных материалов и их послойное наклеивание.

Основные наиболее используемые рулонные гидроизоляционные материалы:

- гидростеклоизол гидроизоляционный (ТУ 400-1-51-83);
- гидростеклоизол подкладочный (ТУ 400-1155-16-76);
- стеклорубероид (ГОСТ 15 879-70);
- фольгоизол (ГОСТ 204425-75);
- мостоизол (ТУ 21-27-122-78);
- изол рулонный (ГОСТ 10296-79);
- гидробутил (ТУ 21-27-54-76);

- армогидробутил (ТУ 21-27-54–79);
- филизол (ТУ400-11-409-5–92);
- изопласт (ТУ5770-002-0051635–94).

Устройство гидроизоляции с использованием современных гидроизоляционных материалов типа «ИЗОПЛАСТ» ЭМП-5,5 выполняется в соответствии с РД 0219.1.06–97 на железобетонных и сталежелезобетонных пролетных строениях любых статических схем в районах строительства с минимальной средней температурой воздуха наиболее холодных суток до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Исследования рулонных гидроизоляционных, основных и безосновных битумных, дегтевых, битумно-полимерных и полимерных материалов осуществляется в соответствии с ГОСТ 2551–75. От каждого рулона, удовлетворяющего требованиям по внешнему виду и размерам, на расстоянии не менее 1 м от конца полотна отрезают на всю ширину полотна полосу длиной не менее 750 мм для испытания основных битумных, битумно-полимерных и дегтевых материалов и не менее 450 мм для испытания безосновных битумных, битумно-полимерных и полимерных материалов.

Для проверки полноты пропитки от каждого рулона отрезают поперечную полосу материала на всю ширину полотна длиной $(50 \pm 5\text{ мм})$. Из полосы материала по его ширине вырезают образцы для испытаний, при этом из каждых двух образцов два должны быть вырезаны на расстоянии не менее 25 мм от краев и один по середине полосы.

Образцы перед испытанием предварительно выдержаны не менее 2 ч при температуре $(293 \pm 2)\text{ К} / (20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Испытание образцов обычно проводят при температуре $(293 \pm 2)\text{ К} / (20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Практическое занятие 1

Определение линейных размеров, разрывной силы при растяжении, условной прочности, относительного удлинения и относительного остаточного удлинения

Общие положения. Упаковку и маркировку рулонов проверяют визуально на соответствие ГОСТ 2551–75. Ровность торцов рулонов определяют поверочным угольником 90° 2-го класса точности $H = 1000\text{ мм}$ по ГОСТ 3749–77 или другим металлическим изме-

рительным инструментом, обеспечивающим ту же погрешность измерения.

Равномерность распределения посыпки, наличие или отсутствие слипаемости, дыр, трещин и разрывов, а также количество полотен в рулоне устанавливают путем визуального осмотра развернутого на всю длину полотна рулона, а при длине рулона более 15 м – на длине не менее 10 м. Количество полотен в рулоне длиной более 15 м определяют при намотке. Длину надрывов на кромках (краях) полотна измеряют с погрешностью не более 2 мм металлической линейкой ГОСТ 427–75.

Линейные размеры (ширину и длину) полотна материала в рулоне измеряют металлической линейкой по ГОСТ 427–75 и металлической рулеткой 2-го класса точности с пределом измерений до 30 м по ГОСТ 7502–80, а толщину – ручным толщиномером с пределом измерений до 10 мм и ценой деления 0,01 мм по ГОСТ 11358–74.

Длину полотна материала в рулоне измеряют по краю полотна, а ширину – на расстоянии не менее 1 м от края полотна с погрешностью не более 10 мм.

Толщину материала измеряют на двух образцах размерами $(100 \pm 1) \times (50 \pm 1)$ мм посередине каждого образца с погрешностью не более 0,02 мм. Площадь полотна рулона вычисляют по результатам измерений длины и ширины с точностью до $0,1 \text{ м}^2$.

Испытание основных битумных, битумно-полимерных и дегтевых материалов проводят на двух образцах-полосках размерами $(220 \pm 1) \times (50 \pm 1)$ мм, вырезанных в продольном направлении, посередине каждого образца с погрешностью не более 0,02 мм.

Испытание безосновных битумных, битумно-полимерных и полимерных материалов на двух образцах-лопатках, вырубленных в продольном направлении штанцевыми ножами, форма и угол заточки режущей кромки которых должны соответствовать указаным в приложениях 1 и 2.

Тип образца-лопатки указывают в стандартах или технических условиях на конкретные материалы (таблица 8.1, рисунки 8.1, 8.2).

Таблица 8.1 – Типы и размеры образцов-лопаток из гидроизоляционного материала

Наименование размера	Размер образца-лопатки, мм	
	тип 1	тип 2
Общая длина L_1	250 ± 1	115 ± 1
Ширина широкой части B	60 ± 1	25 ± 1
Ширина узкой (рабочей) части b	50 ± 1	$6 \pm 0,3$
Длина узкой (рабочей) части L_2	100 ± 1	33 ± 1
Радиус большой R	–	25 ± 1

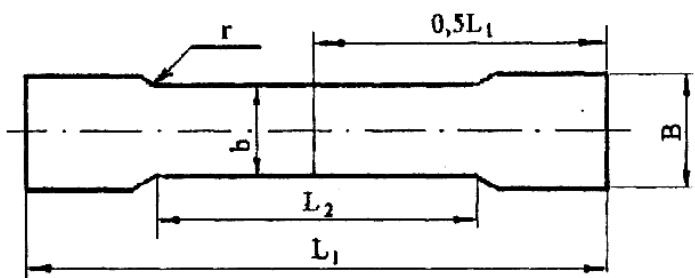


Рисунок 8.1 – Образец лопатка (тип 1)

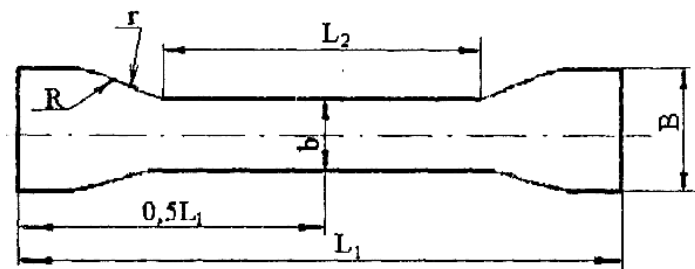


Рисунок 8.2 – Образец-лопатка (тип 2)

Отклонение от ширины ножа на длине рабочего участка не должно быть более 0,025 мм. Разность между максимальной и минимальной толщиной образца на рабочем участке не должна быть для образца-лопатки типа 1 более 0,2 мм, для типа 2 – более 0,05.

Длина рабочего участка (L_2) для образца-полоски (130 ± 1) мм, для образца-лопатки типа 1 – (100 ± 1) мм, для образца-лопатки типа 2 – (33 ± 1) мм.

Для обеспечения одинакового крепления образца в захватах разрывной машины допускается наносить установочные метки, расстояние (L) между которыми для образца-лопатки типа 2 – (50 ± 1) мм. Метки должны быть нанесены симметрично относительно центра образца.

Средства испытаний. Машина разрывная, имеющая рабочую часть шкалы силоизмерителя в пределах измерений 0-1000 Н (0-100 кгс), с ценой деления не более 2 Н (0,2 кгс) и допустимой погрешностью показаний измеряемой нагрузки не более $\pm 1\%$, по ГОСТ 7762–74 (для испытания основных материалов и изола). Машина должна обеспечивать постоянную скорость перемещения подвижного захвата (50 ± 5) мм/мин.

Машина разрывная, имеющая рабочую часть шкалы силоизмерителя в пределах измерений 0-100 Н (0,005 кгс) и допустимой погрешностью показаний измеряемой нагрузки не более $\pm 1\%$, по ГОСТ 77662–74 (для испытания безосновных материалов, кроме изола). Машина должна обеспечить постоянную скорость перемещения подвижного захвата (500 ± 50) мм/мин.

Толщиномер индикаторный ручной с пределом измерений до 10 мм и ценой деления 0,01 мм по ГОСТ 11358–74. Линейка металлическая по ГОСТ 427–75.

Толщину образца лопатки измеряют с погрешностью не более 0,02 мм в двух точках на рабочем участке. За результат измерения принимают среднее арифметическое значение всех измерений. За ширину рабочего участка образца-лопатки принимают расстояние между режущими кромками ножа на его узкой части.

Проведение испытаний. Образец помещают в захваты разрывной машины по установочным меткам так, чтобы продольные оси захватов и продольная ось образца совпали между собой и с направлением движения подвижного захвата. Устанавливают скорость перемещения подвижного захвата, указанную в стандартах или технических условиях на испытуемый материал.

Для определения разрывной силы, условной прочности, условного напряжения и относительного удлинения фиксируют силу и длину рабочего участка в момент разрыва или максимального значения

силы. В случае разрыва образца вне рабочего участка или на его границе результаты испытаний не учитывают и проводят повторные испытания.

Для определения относительного остаточного удлинения части разорванного образца, освобожденные из захватов машины, помещают на горизонтальную поверхность и через (120 ± 2) с после разрыва измеряют расстояние, ограничивающее рабочий участок двух сложенных вместе (без зазора) по месту разрыва частей образца.

Обработка результатов. Условную прочность (σ_p) в мегапаскалях (килограммах на квадратный сантиметр) образца-лопатки вычисляют с точностью до 0,1 МПа (1,0 кгс/см²) по формуле

$$\sigma_p = \frac{P_p}{bh_0},$$

где P_p – разрывная сила, Н (кгс);

b – ширина образца-лопатки, см;

h_0 – значение толщины образца-лопатки на рабочем участке, см.

Условное напряжение (σ_e) в мегапаскалях образца-лопатки вычисляют с точностью до 0,1 МПа (1,0 кгс/см²) по формуле

$$\sigma_e = \frac{P_e}{bh_0},$$

где P_e – максимальная сила при испытании на растяжение Н (кгс);

b – ширина образца-лопатки, см;

h_0 – значение толщины образца-лопатки на рабочем участке, см.

Относительное удлинение (ε) в процентах вычисляют с точностью до 1 % по формуле

$$\varepsilon = \frac{L'_1 - L_2}{L_1} \cdot 100\%,$$

где L_2 – длина рабочего участка образца до испытания, мм;

L'_1 – длина рабочего участка в момент разрыва или максимального значения силы, мм.

Относительное остаточное удлинение ($\varepsilon_{\text{ост}}$) в процентах вычисляют с точностью до 1 % по формуле

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \frac{L_2^2 - L_2}{L_2} \cdot 100\%,$$

где L_2 – длина рабочего участка образца до испытания, мм;

L_2^2 – длина рабочего участка образца после испытания (двух сложенных вместе частей разорванного образца), мм.

За разрывную силу, условную прочность, условное напряжение, относительное удлинение материала принимают среднее арифметическое значение результатов испытаний двух образцов рулона.

Полученные данные заносят в таблицу 8.2.

Таблица 8.2 – Результаты испытаний образцов гидроизоляционного материала

Наименование показателей	Опыты		Среднее значение показателя	Требования на гидроизоляционный материал		
	1	2		Гидростеклоизол гидроизоляционный ТУ 400-1-51-83	Изопласт ТУ 5770-002-0051635-94	Филизол ТУ 400-1-409-5-92
1	2	3	4	5	6	7
Ширина рулона, мм				850–(1150 ± 2)	1000	900–1050
Толщина материала, мм				–	5,5	4,5
Масса материала, кг/м ²				–	5,5	4,5
Разрывная сила при растяжении, Н				≥ 500	≥ (600–750)	≥ 500
Условная прочность σ_p , МПа: ширина образца-лопатки, см; среднее значение толщины образца-лопатки на рабочем участке, см						

1	2	3	4	5	6	7
Относительное удлинение ε , %: L_2 – длина рабочего участка образца до испытания, мм; L_1 – длина рабочего участка в момент разрыва или максимального значения силы, мм						
Остаточное удлинение, $\varepsilon_{ост}$, %: L_2' – длина рабочего участка после испытания образца (двух сложенных частей разорванного образца), мм						

Сделать заключение о соответствии изучаемых показателей гидроизоляционного материала требованиям стандарта.

Практическое занятие 2

Определение гибкости

Средства испытаний. Испытание проводят на двух образцах размерами $(150 \pm 1) \times (20 \pm 1)$ мм, вырезанных в продольном направлении с использованием следующих средств испытаний:

– камера морозильная, обеспечивающая создание заданной температуры;

– брус испытательный (рисунок 8.3), изготовленный из твердой древесины, пластмассы или другого материала низкой теплопроводности, имеющий с одной стороны закругление радиусом. Радиус должен быть указан в стандартах или технических условиях на конкретный материал. Толщина бруса равна $2R$;

- термометр с ценой деления 1 или 2 °С по ГОСТ 222823–73;
- секундомер с ценой деления 0,2 с по ГОСТ 5072–79;
- линейка металлическая по ГОСТ 427–75;
- охлаждающая смесь;
- сосуд для воды;
- ткань хлопчатобумажная или бумага фильтровальная.

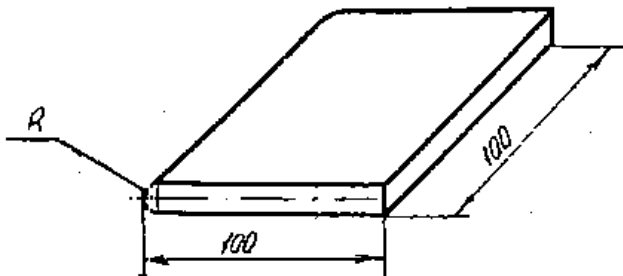


Рисунок 8.3 – Испытательный брус

Перед испытанием при положительной температуре образцы помещают в сосуд с водой, температура которой должна соответствовать установленной в стандартах или технических условиях на испытуемый материал, и выдерживают в нем ($10 \pm 0,5$) мин. При проведении испытания при 273 К (0 °С) образцы помещают в воду со льдом, а при отрицательных температурах – в морозильную камеру или охлаждающую смесь, и выдерживают ($20 \pm 0,5$) мин. Состав охлаждающей смеси указывают в стандартах или технических условиях на конкретный материал.

Проведение испытания. По истечении заданного времени образец извлекают из испытательной среды и прикладывают к ровной поверхности бруса нижней стороной таким образом, чтобы к нему прилегало около 0,25 длины образца. Свободный конец образца изгибают в течении (5 ± 1) с вокруг закругленной части бруса до достижения другой ровной поверхности (образец принимает V-образную форму).

Поверхность изогнутого образца осушают хлопчатобумажной тканью или фильтровальной бумагой и производят контроль внешнего вида. Время с момента извлечения образца из испытательной среды и до конца испытания не должно превышать 15 с.

Обработка результатов. Материал считают выдержавшим испытание, если на лицевой стороне образца (для фольгоизола – на слое вяжущего) не появляются трещины (разрывы слоя вяжущего) и отслоения вяжущего или посыпки. Данные заносят в таблицу 8.3.

Таблица 8.3 – Результаты испытаний образцов гидроизоляционного материала

Наименование показателей	Опыты		Среднее значение показателя	Требования на гидроизоляционный материал		
	1	2		Гидростеклоизол гидроизоляционный ТУ 400-1-51-83	Изопласт ТУ 5770-002-0051635-94	Филизол ТУ 400-1-409-5-92
Гибкость, радиус закругления бруса 20 мм при температуре, °С				-5*	-20	-15

*Не должно появляться трещин при изгибании образца в течение 5 с по шаблону с радиусом закругления $R = 250$ мм.

Сделать заключение о соответствии изучаемых показателей гидроизоляционного материала требованиям стандарта.

Практическое занятие 3

Определение водопоглощения

Средства испытаний. Испытание проводят на двух образцах размерами $(100 \pm 1) \times (100 \pm 1)$ мм с использованием следующих средств испытаний:

- весы лабораторные, обеспечивающие погрешность взвешивания не более 0,0002 г по ГОСТ 24104-80;
- шкаф электрический сушильный, обеспечивающий поддержание температуры в диапазоне 273–473 К (0–200 °С), по ГОСТ 13474-79;
- термометр с ценой деления 1 или 2 °С по ГОСТ 2823-73;
- секундомер с ценой деления 0,2 с по ГОСТ 5072-79;
- линейка металлическая по ГОСТ 427-75;
- битум по ГОСТ 9548-74;

- сосуд для воды;
- емкость металлическая размерами не менее 120×120 мм;
- ткань хлопчатобумажная или бумага фильтровальная.

Пылевидную посыпку с образца материала счищают хлопчатобумажной тканью или щеткой, прокладочный материал (пленку, бумагу и т. п.) перед испытанием удаляют с образца.

Для устранения влияния капиллярного подсоса торца образца битумного и дегтевого материала на картонной и асбестовой основах погружают на 3–5 мм в битум, разогретый до температуры 433–458 К / (160–180) °С, а затем охлаждают до температуры (293 ± 2) К / (20 ± 2) °С.

Проведение испытания. Подготовленный образец взвешивают (m), затем погружают на 1 мин в сосуд с водой при температуре (293 ± 2) К / (20 ± 2) °С. После чего его извлекают из воды, вытирают хлопчатобумажной тканью или фильтровальной бумагой в течение 30–60 с и взвешивают (m). Затем образец снова помещают в воду, температура которой (293 ± 2) К / (20 ± 2) °С, таким образом, чтобы слой воды над ним был не менее 50 мм, и выдерживают в течение времени, указанного в стандартах или технических условиях на конкретный материал. После этого образец извлекают из воды, осушают и снова взвешивают (m).

Время с момента извлечения образца из воды до взвешивания не должно превышать 60 с.

Обработка результатов. Водопоглощение (W) в процентах по массе вычисляют с точностью до 0,1 % по формуле

$$W = \frac{m_3 - m_2}{m_1} \cdot 100\%,$$

где m_3 – масса образца после заданной выдержки в воде;

m_2 – масса образца после одноминутной выдержки в воде;

m_1 – масса сухого образца.

За величину водопоглощения материала принимают среднее арифметическое значение результатов испытаний двух образцов рулона. Данные заносят в таблицу 8.4.

Таблица 8.4 – Результаты испытаний образцов гидроизоляционного материала

Наименование показателей	Опыты		Среднее значение показателя	Требования на гидроизоляционный материал		
	1	2		Гидростекло-изол гидроизоляционный ТУ 400-1-51-83	Изопласт ТУ 5770-002-0051635-94	Филизол ТУ 400-1-409-5-92
Водопоглощение (W), % масс:				≤ 1	≤ 1	≤ 1
m_1 – масса сухого образца, г				–	–	–
m_2 – масса образца после одной минутной выдержки в воде, г				–	–	–
m_3 – масса образца после заданной выдержки в воде, г				–	–	–

Сделать заключение о соответствии изучаемых показателей гидроизоляционного материала требованиям стандарта.

Практическое занятие 4

Определение водонепроницаемости

Средства испытаний. Испытание проводят на двух образцах размерами $(150 \pm 1) \times (150 \pm 1)$ мм с использованием устройства, схема которого приведена на рисунке 8.4, или устройство аналогичного типа, снабженное манометром по ГОСТ 8625–77 и обеспечивающее создание избыточного гидростатического давления до 0,3 МПа.

Для проведения испытания использовались также:

– труба из стали по ГОСТ 9941–81 или по ГОСТ 10704–76 диаметром 100–110 мм, толщиной 1,5–2,5 мм, длиной не более 120 мм с одним отшлифованным торцом и риской на внутренней поверхности трубы на высоте 100 мм для установления уровня водяного столба, обеспечивающего создание избыточного гидростатического давления 0,001 МПа (0,01 кгс/см²);

- линейка металлическая по ГОСТ 427–75;
- секундомер с ценой деления 0,2 с по ГОСТ 5072–79;
- термометр с ценой деления 1 или 2 °С по ГОСТ 2823–73;
- пластинка стеклянная размерами $(150 \pm 1) \times (150 \pm 1)$ мм;
- сосуд стеклянный емкостью не менее 2 л;
- емкость металлическая размерами в плане не менее $150 \times 150 \times$ мм;
- пластинка, позволяющая производить визуальный осмотр образца в процессе испытания;
- бумага индикаторная, изменяющая окраску в кислой среды;
- кислота соляная по ГОСТ 857–78 или серная по ГОСТ 2184–77;
- битум нефтяной по ГОСТ 9548–74.

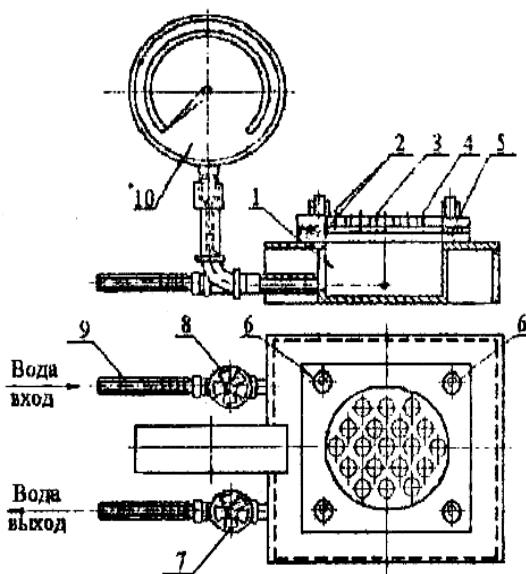


Рисунок 8.4 – Схема устройства для определения водонепроницаемости:
 1 – рабочая камера; 2 – резиновые прокладки; 3 – образец; 4 – контактная сетка;
 5 – прижимная плита; 6 – зажимные винты; 7, 8 – краны; 9 – резиновая трубка,
 соединяющая с водопроводом; 10 – манометр

Подготовка к испытанию. В стеклянный сосуд наливают воду, добавляют по каплям кислоту до слабого окрашивания индикаторной бумаги, опущенной в подкисленную воду. Температура воды (203 ± 2) К / (20 ± 2) °С. На подставку помещают стеклянную пла-

стинку, сверху индикаторную бумагу на всю поверхность пластинок, затем укладывают образец лицевой стороной вверх.

В середине образца устанавливают трубу и по ее окружности с образца при необходимости удаляют посыпку на ширину не менее 2 мм. Затем трубу снимают, погружают отшлифованный конец трубы на 10–15 мм в битум, нагретый до температуры 393–413 К / (120–140) °С, и выдерживают в нем 40–60 с, дают стечь избытку битума в течение 5–6 с и устанавливают трубу на образец. Подготовленный к испытанию образец охлаждают. Если для испытания используют трубу по ГОСТ 10704–76, то ее предварительно смазывают антикоррозийной смазкой типа солидол.

Проведение испытания. В трубу до риски наливают подкисленную воду, количество которой поддерживают на постоянном уровне в течение времени, установленного в стандартах или технических условиях на испытуемый материал. Через каждые 24 ч проверяют изменение окраски индикаторной бумаги. При появлении признаков – испытание прекращают.

Обработка результата. Материал считают выдержавшим испытание, если в течение установленного времени при заданном давлении на поверхности образца не появится вода, а на индикаторной бумаге – признаки изменения окраски. Данные заносят в таблицу 8.5.

Таблица 8.5 – Результаты испытаний образцов гидроизоляционного материала

Наименование показателей	Опыты		Среднее значение показателя	Требования на гидроизоляционный материал		
	1	2		Гидростеклоизол гидроизоляционный ТУ 400-1-51-83	Изопласт ТУ 5770-002-0051635-94	Филизол ТУ 400-1-409-5-92
Водонепроницаемость при давлении $(0,1 \pm 0,01)$ МПа в течение $(2 \pm 0,1)$ ч				При испытании избыточным гидростатическим давлением 5 кгс/см^2 не должно появляться признаков просачивания воды	Вода на поверхности отсутствует	Вода на поверхности отсутствует

Сделать заключение о соответствии изучаемых показателей гидроизоляционного материала требованиям стандарта.

Практическое занятие 5

Определение теплостойкости и потери массы при нагревании

Средства испытаний. Испытание проводят на двух образцах размерами $(100 \pm 1) \times (50 \pm 1)$ мм, вырезанных в продольном направлении с использованием средств испытаний:

- шкаф электрический сушильный, обеспечивающий поддержание температуры в диапазоне $(273-473)$ К / $(0-200)$ °С, по ГОСТ 13474-79;
- весы лабораторные, обеспечивающие погрешность взвешивания не более 0,0002 г по ГОСТ 24104-80;
- термометр с ценой деления 1 или 2 °С по ГОСТ 2823-73;
- эксикатор по ГОСТ 25336-82;
- линейка металлическая по ГОСТ 427-75.

Подготовка к испытанию. Образец материала взвешивают (m_4), измеряют первоначальную длину (L_1) с погрешностью не более 2 мм и подвешивают в вертикальном положении (образец безосновного материала должен быть закреплен по всей ширине в деревянном зажиме) так, чтобы он находился на расстоянии не менее 50 мм от стенок шкафа. Сушильный шкаф нагревают до температуры, указанной в стандартах или технических условиях на испытуемый материал.

Проведение испытания. Образцы выдерживают в сушильном шкафу при заданной температуре в течение времени, установленного в стандартах или технических условиях на испытуемый материал. Затем образцы извлекают из шкафа, охлаждают в эксикаторе до температуры (293 ± 2) К / (20 ± 2) °С, замеряют длину (L_1) и взвешивают (m_3).

Обработка результатов. Материал считают выдержавшим испытание на теплостойкость, если на поверхности образца не появится вздутий, следов перемещения покровного слоя, увеличения длины сверх нормы.

Увеличение длины (ΔL) в процентах вычисляют с точностью до 0,1 % по формуле

$$\Delta L = \frac{L_1 - L_3}{L_3} \cdot 100\%,$$

где L_1 – длина образца после испытания, мм;

L_3 – длина образца до испытания, мм.

Потерю массы (Q) в процентах вычисляют с точностью до 0,1 % по формуле

$$Q = \frac{m_4 - m_5}{m_4} \cdot 100\%,$$

где m_4 – масса образца до испытания, г;

m_5 – масса образца после испытания, г.

За увеличения длины и потерю массы при нагревании материала принимают среднее арифметическое значение результатов испытаний двух образцов рулона. Данные заносят в таблицу 8.6.

Таблица 8.6 – Результаты испытаний образцов гидроизоляционного материала

Наименование показателей	Опыты		Среднее значение показателя	Требования на гидроизоляционный материал		
				Гидростеклоизол гидроизоляционный ТУ 400-1-51-83	Изопласт ТУ 5770-002-0051635-94	Филизол ТУ 400-1-409-5-92
	1	2				
Увеличение длины при нагревании материала (ΔL), %: L_1 – длина образца после испытания, мм L_3 – длина образца до испытания, мм						
Потеря массы при нагревании материала (Q), %: m_4 – масса образца до испытания, г m_5 – масса образца после испытания, г						

Сделать заключение о соответствии изучаемых показателей гидроизоляционного материала требованиям стандарта.

Практическое занятие 6

Определение массы покровного состава и содержания наполнителя

Средства испытаний. Испытание проводят на двух образцах размерами $(100 \pm 1) \times (50 \pm 1)$ мм, вырезанных в продольном направлении с использованием средств испытаний:

– весы лабораторные, обеспечивающие погрешность взвешивания не более 0,02 г;

– насадка стеклянная лабораторная для экстрагирования типа НЭТ с колбой вместимостью 500 или 1000 мл и холодильником по ГОСТ 25336–82 или аналогичный прибор, обеспечивающий полное экстрагирование образцов и аттестованный в установленном порядке;

– электропечь камерная по ГОСТ 13474–79;

– электроплитка с закрытой спиралью по ГОСТ 14919–83;

– шкаф электрический сушильный, обеспечивающий поддержание температуры в диапазоне $(273–473)$ К / $(0–200)$ °С, по ГОСТ 13474–79;

– термометр с ценой деления 1 или 2 °С по ГОСТ 2823–73;

– линейка металлическая по ГОСТ 427–75;

– эксикатор по ГОСТ 25336–82;

– набор сит с металлическими сетками по ГОСТ 6613–86;

– щипцы тигельные типа ЩТ или пинцет медицинский по ГОСТ 21241–77;

– тигель по ГОСТ 19908 или 9147–80;

– баня водяная;

– нож;

– бумага фильтровальная;

– щетка волосяная;

– бензол по ГОСТ 9572–87, ГОСТ 5789–78 и ГОСТ 9880–76;

– углерод четыреххлористый технический по ГОСТ 4–84.

Подготовка к испытанию. Пылевидную посыпку с образца материала счищают хлопчатобумажной тканью или щеткой, а затем образец взвешивают (m_6).

Проведение испытания. Материалы с пылевидной посыпкой. Образец материала берут щипцами или пинцетом лицевой стороной вверх и подогревают над электроплиткой таким образом, чтобы на поверхности образца, обращенной к плитке, не появились пузыри.

Затем горячим ножом снимают подогретый слой покровного состава материала до основы, не нарушая при этом ее целостности. Образец, очищенный с нижней стороны от покровного состава, взвешивают (m_7). Затем таким же способом снимают покровный состав с лицевой стороны образца. Образец, очищенный с обеих сторон от покровного состава, взвешивают (m_8).

Покровный слой, снятый с двух образцов (не менее 1 г), помещают в предварительно прокаленный и взвешенный тигель (m_9) и взвешивают (m_{10}). Тигель с навеской помещают в электропечь, нагревают до температуры (873 ± 10) К / $((600 \pm 10)^\circ\text{C}$ и сжигают навеску до полного озоления остатка. После сжигания тигель с навеской охлаждают в эксикаторе 30 мин и взвешивают (m_{11}). Охлаждение и взвешивание повторяют до получения расхождений между последовательными взвешиваниями не более 0,04 г.

Обработка результатов испытаний. Массу покровного состава с нижней стороны материала (M_1) в граммах на квадратный метр вычисляют с точностью до 1 г по формуле

$$M_1 = (m_6 - m_7) \times 200,$$

где m_6 – масса образца с покровным составом, г;

m_7 – масса образца после снятия покровного состава с нижней стороны, г;

200 – коэффициент приведения площади образца к 1 м^2 .

Массу покровного состава с лицевой стороны материала (M_2) в граммах на квадратный метр вычисляют с точностью до 1 г по формулам:

1) для материалов с пылевидной посыпкой

$$M_2 = (m_7 - m_8) \times 200,$$

где m_8 – масса образца после снятия покровного состава с нижней и лицевой сторон, г;

2) для материалов с крупнозернистой и чешуйчатой посыпкой

$$M_2 = (m_{12} - m_{14}) \times 200,$$

где m_{12} – масса покровного состава и посыпки до экстрагирования, г;

m_{14} – масса материала, оставшегося на сите после отсева, г.

Массу покровного состава материала (M_3) в граммах на квадратный метр вычисляют по формуле

$$M_3 = M_1 + M_2.$$

За массу покровного состава материала принимают среднее арифметическое значение результатов испытаний трех образцов рулона.

Содержание наполнителя (N) в процентах от массы покровного состава для материалов с пылевидной посыпкой вычисляют с точностью до 1 % по формуле

$$N = \frac{(m_{11} - m_9) \cdot 100}{(100 - A) \cdot (m_{10} - m_9)} \cdot 100\%,$$

где m_{11} – масса тигля с навеской после прокаливания, г;

m_9 – масса пустого прокаленного тигля, г;

A – содержание сгораемых веществ в наполнителе, %;

m_{10} – масса тигля с навеской до прокаливания, г.

При определении содержания наполнителя в покровном составе параллельно следует определять содержание сгораемых веществ в наполнителе по ГОСТ 19728.17–74.

Сделать заключение о массе покровного состава и содержании наполнителя в рулонном гидроизоляционном материале.

Практическое занятие 7

Определение снижения разрывной силы водонасыщенного материала

Средства испытаний. Испытание проводят на двух образцах-полосках размерами $(300 \pm 1) \times (200 \pm 1)$ мм, вырезанных в продольном направлении с использованием следующих средств испытаний:

– машина разрывная, имеющая рабочую часть шкалы силоизмерителя в пределах измерений 0–1000 Н (1–100 кгс), с ценой деления не более 2 Н (0,2 кгс) и допустимой погрешностью показаний измеряемой нагрузки не более ± 1 %, по ГОСТ 7762–74. Машина должна обеспечивать постоянную скорость перемещения подвижного захвата (50 ± 5) мм/мин;

- линейка металлическая по ГОСТ 427–75;
- термометр с ценой деления 1 или 2 °С по ГОСТ 2823–73;
- секундометр с ценой деления 0,2 с по ГОСТ 5072–79;
- битум по ГОСТ 9548–74;
- емкость для битума;
- сосуд для воды;
- ткань хлопчатобумажная или бумага фильтровальная.

Перед испытанием проводят обработку торцов одного образца-полосы, для чего торцы образца погружают на 3–5 мм в битум, разогретый до температуры (433–453) К / (160–180) °С, а затем охлаждают.

Проведение испытания. Образец-полоску с обработанными торцами после охлаждения помещают в сосуд с водой при температуре (293 ± 2) К / $((20 \pm 2)$ °С таким образом, чтобы слой воды над ним был не менее 50 мм, и выдерживают 24 ч. По истечении указанного времени образец вынимают из воды, осушают хлопчатобумажной тканью или фильтрованной бумагой. Из сухой и водонасыщенной полоски вырезают в продольном направлении по три образца размерами $(220 \pm 1) \times (50 \pm 1)$ мм и проводят испытания как в практическом занятии 1. Испытание проводят не позднее чем через 20 мин после извлечения полосы из воды.

Обработка результатов. Снижение разрывной силы водонасыщенного материала (P) в процентах вычисляют с точностью до 1 % по формуле

$$P = \frac{P_{\text{сух}} - P_{\text{нас}}}{P_{\text{сух}}} \cdot 100\%,$$

где $P_{\text{сух}}$ – разрывная сила сухого образца, Н (кгс);

$P_{\text{нас}}$ – разрывная сила водонасыщенного образца, Н (кгс).

За снижение разрывной силы водонасыщенного материала принимают среднее арифметическое значение результатов испытаний двух образцов рулона.

Результаты испытания рулонного гидроизоляционного материала занести в сводную таблицу 8.7. Выдать заключение на качество исследуемого рулонного гидроизоляционного материала, используя данные таблицы 8.7.

Таблица 8.7 – Результаты испытаний образцов гидроизоляционного материала

Наименование показателей	Опыты		Среднее значение показателя	Требования на гидроизоляционный материал		
	1	2		Гидростеклоизол гидроизоляционный ТУ 400-1-51-83	Изопласт ТУ 5770-002-0051635-94	Филизол ТУ 400-1-409-5-92
Ширина рулона, мм				850–(1150 ± 2)	1000	900–1050
Толщина материала, мм				5	5,5	4,5
Масса материала, кг/м ²					5,5	4,5
Разрывная сила при растяжении, Н				≥ 500	≥ 600–750	≥ 500
Условная прочность σ_r , МПа						
Относительное удлинение ϵ , %						
Остаточное удлинение $\epsilon_{ост}$, %						
Гибкость, радиус закругления бруса 20 мм при температуре, °С				–5	–20	–15
Водопоглощение (W), % масс.					≤ 1	≤ 1
Водонепроницаемость при давлении 0,1 ± 0,01 МПа в течение 2 ± 0,1 ч				При испытании **	Вода на поверхности отсутствует	Вода на поверхности отсутствует
Увеличение длины при нагревании материала (ΔL), %						
Потеря массы при нагревании материала (Q), %						

*Не должно появляться трещин при изгибании образца в течение 5 с.

**Избыточным гидростатическим давлением 5 кгс/см² не должно появляться признаков просачивания воды.

***Избыточным гидростатическим давлением в течение 10 мин не должно появляться признаков просачивания воды, кгс/см² не менее 1,5.

8.2. Мастичные гидроизоляционные материалы

Мастики – пластичные материалы, получаемые смешением вяжущих веществ с минеральными наполнителями и добавками: пластифицирующими, упрочняющими, стабилизирующими и др. По используемому органическому вяжущему мастики подразделяют на битумные, битумно-полимерные, битумно-резиновые, дегтевые, дегте-полимерные, гудрокамовые и гудрокам-полимерные, а на основе полимеров – этилен-пропиленовые, фурановые, эпоксидные и др. Разновидностью обмазочной гидроизоляции является битумная мастика, содержащая битум, наполнитель и добавки, способная неоднократно плавиться и затвердевать.

Она обеспечивает прочную адгезию к изолируемой поверхности, а после отверждения приобретает необходимые свойства. Мастики употребляют в горячем, теплом и холодном состояниях. Они создают на поверхности конструкции гидроизоляционный слой, а также служат для заполнения щелей, трещин, мелких отверстий в сооружении и др., для обмазочной пароизоляции и изоляции фундамента. Наносится мастика на поверхности конструкций с помощью специальных приспособлений: кистей, щеток, шпателей и др. при температуре ее до 160–180 °С в летнее время и до 180–200 °С в зимнее время. Наиболее известные мастики и краски:

1. Битэп (ТУ 401-08-515–73): битумно-полимерная мастика, изготовленная на основе строительного битума и этилен-пропиленового каучука (СКЭПТ). Используется для гидроизоляции фундаментов, вертикальной гидроизоляции подземных сооружений, безрулонной горизонтальной гидроизоляции для герметизации швов и др.

2. Бипэ: холодная битумно-полимерная краска, получаемая путем смешения равных количеств строительного битума БН 70/30, низкомолекулярного полиэтилена и каменноугольного сольвента. Рекомендуются для гидроизоляции долговременных сооружений, отличается водостойчивостью и надежностью.

3. Гиссар-1 (ТУ 21-27-89–80): битумно-полимерная холодная мастика, представляет собой многокомпонентную однородную массу, состоящую из резиновой крошки, битума, мягчителей, модифицирующей полимерной добавки, наполнителя и растворителя. «Гиссар-1» предназначена для гидроизоляции железобетонных, бетонных и металлических конструкций, эксплуатируемых в различных

климатических зонах; «Гиссар-2» – для гидроизоляции бетонных фундаментов при низких отрицательных температурах.

4. Мастика битумно-бутилкаучуковая горячая гидроизоляционная (ТУ 21-27-40–83) представляет собой многокомпонентную однородную массу, состоящую из битума, бутилкаучука, пластификатора и наполнителя. Изготавливается марок МББГ-70; МББП-65, МББП-80, используется для ремонта мастичной и рулонной гидроизоляции строительных конструкций (МББГ-70); герметизации швов дорожных покрытий (МББП-65), приклейки рулонных материалов при изоляции мест примыканий, швов и стыков (МББП-80).

Отбор проб мастики производят по ГОСТ 2517–85 из каждой партии. Объем пробы должен быть не менее 1 л. Перед проверкой внешнего вида и подготовкой образцов для испытаний мастика должна быть предварительно выдержана не менее 10 ч при температуре (23 ± 2) °С.

Практическое занятие 8

Определение теплостойкости мастики

Применяемые принадлежности и материалы: полоска пергамента по ГОСТ 2697–83 размером 50×100 мм – 2 шт., шкаф сушильный лабораторный с перфорированными полками, вентилируемый с автоматическим регулированием температуры, шпатель, груз массой 2 кг, шаблон-стальная пластинка размером 50×100×5 мм. На очищенные полоски пергамента равномерным слоем толщиной 0,6 мм (из расчета 2,4 г на полоску) шпателем наносят мастику по всей поверхности полосок. Затем обе полоски склеивают вместе. Подготовленные к испытанию образцы прижимают грузом массой 2 кг на 1 ч через шаблон для равномерного распределения нагрузки. Затем образцы освобождают от груза и выдерживают при температуре (23 ± 2) °С не менее суток. Сушильный шкаф нагревают до 70 °С.

Проведение испытаний. Образцы помещают в сушильный шкаф вертикально и выдерживают при температуре 70 °С в течение 2 ч. Образец считается выдержавшим испытание, если после визуального осмотра на нем не обнаружено смещения полосок и вытекания мастики из швов.

Сделать заключение о качестве мастики по показателю теплостойкости.

Практическое занятие 9

Определение гибкости

Применяемые принадлежности и материалы: полоска из пергаменты по ГОСТ 2597–83 размером 20×150 мм; шпатель; лупа с 2-4-кратным увеличением по ГОСТ 25708–83; стержни металлические диаметром 10 мм, длиной 100 мм; термометр по ГОСТ 27544–87; штангенциркуль по ГОСТ 166–80. На полоску пергаменты в два приема с интервалом в 2 ч равномерно слоем толщиной 0,9–1,0 мм наносят мастику так, чтобы оба конца на расстоянии 10–15 мм оставались непокрытыми мастикой. Полоску выдерживают в горизонтальном положении при температуре (28 ± 2) °С в течение 24 ч.

Проведение испытания. После выдерживания образец медленно в течение 2 с изгибают по полуокружности стержня. Образец считают выдержавшим испытание, если на нем не появилось трещин.

Сделать заключение о качестве мастики по показателю гибкости.

Практическое занятие 10

Определение водопоглощения

Применяемые принадлежности и материалы: весы лабораторные технические по ГОСТ 24104–88; стеклянная пластинка размером 50×50×5 мм; термометр стеклянный ртутный по ГОСТ 25544–87; сосуд для воды; кисть или шпатель; фильтровальная бумага.

Мастикy наносят кистью или шпателем на предварительно взвешенную стеклянную пластинку в один слой и высушивают в течение суток. Водопроводную воду кипятят в течение 30 мин и охлаждают до (23 ± 2) °С.

Проведение испытания. Подготовленный образец взвешивают с погрешностью не более 0,01 г, погружают в воду на 1 мин, промокают фильтровальной бумагой в течение 30–60 с и взвешивают основу. Затем образец помещают в воду так, чтобы высота водяного столба над ним была не менее 50 мм и выдерживают в течение 24 ч. После этого образец извлекают из воды, промокают фильтровальной бумагой и взвешивают. Время с момента извлечения образца до взвешивания не должно превышать 60 с.

Обработка результатов испытания. Водопоглощение характеризуется качеством воды, которую впитывает мастика, нанесенная на стеклянную пластинку после погружения на 24 ч в воду с температурой (23 ± 2) °С.

Водопоглощение в процентах вычисляют по формуле

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100\%,$$

где m_2 – масса пластинки с мастикой после суточной выдержки в воде, г;

m_1 – масса пластинки с мастикой после минутной выдержки в воде, г;

m – масса нанесенной мастики, г.

Сделать заключение о качестве мастики по показателю водопоглощения.

Практическое занятие 11

Определение адгезии

Применяемые принадлежности и материалы: разрывная машина, пластинки из стали по ГОСТ 16523–70 с размером 50×30×5 мм; полоски из рубероида марки РКП-350А, РКП-350Б по ГОСТ 10923–82 размером 50×30 мм; кисть малярная или шпатель; грузы массой 1 кг; сушильный шкаф лабораторный; бензин-растворитель по ГОСТ 443–76 или сольвент каменноугольный по ГОСТ 1928–79; клей эпоксидный; шаблоны; стеклянные пластинки размером 60×60×5 мм; скальпель или нож; наждачная бумага.

Пластинки из стали обезжириваются бензином-растворителем или сольвентом. Полоски рубероида сухой хлопчатобумажной тканью очищают от пылевидной посыпки, приклеивают пластинки из стали при помощи эпоксидного клея и прижимают грузом массой 1 кг на 24 ч через шаблон. Затем на середину приклеенных рубероидных полосок кистью или шпателем наносят мастику МСР и накладывают их друг на друга крестообразно, чтобы длинные стороны были взаимно перпендикулярны, а центры находились на одной вертикали. При этом мастика должна покрывать всю площадь соприкосно-

вения полосок. Подготовленные таким образом образцы выдерживают в течение одного часа при комнатной температуре, а затем помещают в сушильный шкаф с температурой $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ на 24 ч.

После выдержки в сушильном шкафу образцы охлаждают до температуры $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$. Перед испытанием с приготовленного таким способом образца излишки мастики удаляют ножом или скальпелем.

Проведение испытания. Образец вставляют в губки верхнего и нижнего зажимов разрывной машины, посредством которой производят разрыв мастичного шва при скорости движения подвижного зажима 10 мм в минуту. Величину показателя определяют как среднее арифметическое значение результатов испытаний двух образцов.

Обработка результатов испытаний. Адгезия при отрыве определяется величиной растягивающего усилия, действующего на мастичный шов между двумя пластинками из рубероида, отнесенного к единице площади.

Адгезию мастики при отрыве (P_a) в МПа вычисляют по формуле

$$P_a = P/S,$$

где P – величина усилия, при котором происходит отрыв, Н;

S – площадь приклейки между пластинами, см^2 .

9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

При производстве гидроизоляционных работ запрещается:

- а) допускать к работе лиц моложе 18 лет;
- б) допускать к работе лиц, не прошедших медицинское освидетельствование, обучение по специальности и инструктаж по технике безопасности;
- в) приступать к работе с неисправными приспособлениями;
- г) допускать соприкосновение электрических проводов с газовыми баллонами;
- д) допускать нагрев газовых баллонов, в том числе солнечными лучами;
- е) допускать попадание масел в кислородные баллоны.

Место ведения гидроизоляционных работ необходимо обезопасить огнетушителями, ящиком с песком, лопатами, водой, очистить от горючих материалов в радиусе не менее 5 м.

Работающие на гидроизоляционных работах должны обеспечиваться спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты.

Рабочие, выполняющие гидроизоляционные работы, обязаны знать: опасные и вредные для организма производственные факторы выполняемых работ;

вредные вещества и компоненты используемых материалов и характер их воздействия на организм человека;

правила личной гигиены;

инструкции по технологии производства гидроизоляционных работ;

содержанию рабочего места, по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной безопасности;

правила оказания первой медицинской помощи.

Для изоляционных работ применяют переносное освещение напряжением не выше 36 В. Не разрешается применять стационарные светильники в качестве переносных ламп. Переносной светильник должен быть снабжен металлической сеткой для защиты лампы и шланговым проводом с вилкой, исключающей возможность ее включения в розетку, где напряжение выше 36 В, а в особо опасных местах – не выше 12 В. Включающие устройства: рубильники, кнопочные пускатели – закрывают защитными кожухами, которые за-

земляют. Изолировщик не должен включать и отключать токопроводящие устройства, для этой цели вызывают электрика.

При разогревании битумной мастики необходимо применять respirаторы. Особую осторожность надо соблюдать при изготовлении и нанесении горячих мастик. Битумоварочные котлы заполняют не более чем 3/4 объема и закрывают крышками. При нанесении мастики рабочий должен находиться с наветренной стороны. Переносить горячие мастики в бачках по стремянкам и лестницам не допускается. Хранение легковоспламеняющихся и горючих жидкостей должно отвечать требованиям СНиП II-106-79 «Склады нефти и нефтепродуктов. Нормы проектирования», СНиП III-4-80* и «Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ». Легковоспламеняющиеся и горючие жидкости необходимо хранить в отдельно стоящих негоряемых зданиях, оборудованных вентиляцией, в герметично закрытой таре.

Нефтяные битумы, мастики допускается хранить в кусках или барабанах на отдельных площадках, оборудованных негоряемыми навесами, на бетонном основании, если хранение недолговременное. Порожнюю тару из-под легковоспламеняющихся жидкостей, мастик следует хранить отдельно от других материалов на специально отведенной площадке, удаленной от места работы не менее, чем на 30 м.

Такие вещества, как керосин и бензин, нельзя тушить водой. В этих случаях применяют сухой песок или пенные огнетушители. До прибытия пожарной команды работники обязаны принять меры к ликвидации пожара.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Попченко, С.Н. Гидроизоляция сооружений и зданий / С.Н. Попченко. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1981. – 304 с.
2. Потапов, Ю.Б. Полимерные покрытия для железобетонных конструкций / Ю.Б. Потапов, В.И. Соломатов, В.П. Селяев. – М.: Стройиздат, 1973. – 128 с.
3. Покровский, В.М. Гидроизоляционные работы: справочник строителя / В.М. Покровский. – М.: Стройиздат, 1985. – 320 с.
4. Матюхин, А.Н. Теплоизоляционные и гидроизоляционные работы / А.Н. Матюхин, Г.Т. Щепкина, В.А. Неелов. – М.: Высшая школа, 1986. – 256 с.
5. Производство гидроизоляционных работ: справочник / под общ. ред. В.Я. Бабиченко. – Киев: Будивельник, 1987. – 263 с.
6. Технология гидроизоляционных материалов / под общ. ред. И.А. Рыбьева. – М.: Высшая школа, 1991. – 283 с.
7. Ляхевич, Г.Д. Теоретический анализ структуры и надежности битумно-полимерных материалов, применяемых для гидроизоляции мостовых и тоннельных конструкций / Г.Д. Ляхевич // Диагностика эксплуатационного состояния автомобильных дорог, новые технологии их ремонта содержания: доклады Междунар. науч.-техн. конф. – Минск, 1998. – С. 73–78.
8. Гидроизоляция ограждающих конструкций промышленных и гражданских сооружений: справ. пособие / Л.Н. Беляев [и др.]; под ред. В.С. Искрина. – М.: Стройиздат, 1975. – 318 с.
9. Новиков, В.У. Полимерные материалы для строительства / В.У. Новиков. – М.: Высшая школа, 1995. – 448 с.
10. Проблемы долговечности мостовых конструкций и пути ее повышения / Г.Д. Ляхевич [и др.] // Вестник БНТУ. – 2004. – № 4. – С. 5–8.
11. Наназашвили, И.Х. Строительные материалы, изделия и конструкции: справочник / И.Х. Наназашвили. – М.: Высшая школа, 1990. – 495 с.
12. Ляхевич, Г.Д. Технология и экономика вяжущих материалов с использованием кислых гудронов: монография / Г.Д. Ляхевич, А.Г. Ляхевич. – Минск: БНТУ, 2006. – 257 с.
13. Применение эпоксидных смол для инъекции трещин в сооружениях / П.П. Цулукидзе [и др.] // Бетон и железобетон. – 1968. – № 2. – С. 9–11.

14. Сахарова, И.Д. Применение КРОМЭЛа для гидроизоляции мостовых сооружений / И.Д. Сахарова, В.В. Полозюк // Строительные материалы. – 1998. – № 11. – С. 28–29.

15. Ляхевич, Г.Д. К теории создания оптимальной структуры гидроизоляционных материалов / Г.Д. Ляхевич, В.Г. Пастушков // НИИРС-2003: VIII Респ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: в 4 ч. – Минск, 2003. – Ч. 4. – С. 135–136.

16. Пашенко, А.А. Кремнийорганические защитные покрытия / А.А. Пашенко, М.Г. Воронков. – Киев: Техника, 1969. – 252 с.

17. Ляхевич, Г.Д. Гидроизоляционные материалы в мостовом строительстве / Г.Д. Ляхевич // Наука – образованию, производству, экономике: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 т., Минск, 4–7 февраля 2003 г. / БНТУ. – Минск: БНТУ, 2002. – Т. 2. – С. 19.

18. Мчедлов-Петросян, О.П. Повышение долговечности бетонных и железобетонных конструкций путем их поверхностной пропитки / О.П. Мчедлов-Петросян, В.В. Савенков, В.Л. Чернявский. – Гидротехника: Труды Ин-та ВОДГЕО. – Вып. 55. – [Б. м.], 1975. – С. 77–84.

19. Цыпкина, О.Я. Гидроизоляция и антикоррозийная защита железобетонных конструкций и сооружений / О.Я. Цыпкина. – Киев: Будивельник, 1977. – 80 с.

20. Ляхевич, Г.Д. Теоретические аспекты долговечности гидроизоляционных материалов / Г.Д. Ляхевич, А.Л. Максименко // НИИРС-2003: VIII Респ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: в 4 ч. – Минск, 2003. – Ч. 4. – С. 137–138.

21. Ляхевич, Г.Д. Создание гидроизоляционного материала с повышенной адгезией к цементобетонной поверхности мостовых и тоннельных конструкций / Г.Д. Ляхевич, А.Л. Максименко // Потенциал науки – развитие промышленности, экономики, культуры, личности: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 т. – Минск: Технопринт, 2002. – Т. 2. – С. 45.

22. Ляхевич, Г.Д. О некоторых современных гидроизоляционных материалах мастичного типа / Г.Д. Ляхевич, А.Л. Максименко // НИИРС-2003: VIII Респ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: в 4 ч. – Минск, 2003. – Ч. 4. – С. 136–137.

23. Справочник по клеям и клеящим мастикам в строительстве / О.Л. Фиговский [и др.]; под ред. В.Г. Микульского, О.Л. Фиговского. – М.: Стройиздат, 1984. – 240 с.

24. Ярмоленко, Н.Г. Справочник по гидроизоляционным материалам для строительства / Н.Г. Ярмоленко, Л.И. Искра. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будивельник, 1979. – 160 с.

25. Ляхевич, Г.Д. Создание битумно-полимерного вяжущего и безусновного гидроизоляционного материала для защиты железобетонных конструкций проезжей части мостов / Г.Д. Ляхевич, А.Л. Максименко, В.Г. Пастушков // Потенциал науки – развитие промышленности, экономики, культуры, личности: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 т. – Минск: Технопринт, 2002. – Т. 2. – С. 20–24.

26. Кисина, А.М. Полимерные кровельные и гидроизоляционные материалы / А.М. Кисина, В.И. Куценко. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1983. – 134 с.

27. Ляхевич, Г.Д. Теоретические аспекты и экспериментальные исследования адгезионного взаимодействия полидисперсной системы «битумно-полимерное вяжущее – цементобетонная поверхность» / Г.Д. Ляхевич, А.Л. Максименко, В.Г. Пастушков // Вестник БНТУ. – 2003. – № 2. – С. 13–17.

28. Ярмоленко, Н.Г. Справочник по гидроизоляционным материалам для строительства / Н.Г. Ярмоленко, Л.И. Искра. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будивельник, 1984. – 64 с.

29. Рябов, К.Д. Справочник молодого теплоизолировщика и гидроизолировщика / К.Д. Рябов. – М.: Высшая школа, 1988. – 176 с.

30. Карякина, М.И. Лакокрасочные материалы: технические требования и контроль качества: справочное пособие / М.И. Карякина, Н.В. Майорова, Н.В. Луговкина. – М.: Химия, 1983. – 336 с.

31. Ляхевич, Г.Д. Повышение долговечности железобетонных мостов путем модификации гидроизоляции нефтяными фракциями / Г.Д. Ляхевич, А.Л. Максименко, В.Г. Пастушков // Потенциал науки – развитие промышленности, экономики, культуры, личности: материалы Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 т. – Минск: Технопринт, 2002. – Т. 2. – С. 25–29.

32. Рябов, К.Д. Справочник молодого теплоизолировщика и гидроизолировщика / К.Д. Рябов. – М.: Высшая школа, 1988. – 176 с.

33. Руководство по устройству на мостовых сооружениях конструкции дорожной одежды с гидроизоляцией из материалов «Изопласт» и «Филизол»: РД 0219.1.06–97.

34. Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний: ГОСТ 2678–94.

35. Битумы нефтяные изоляционные. Технические условия: ГОСТ 9812–74.
36. Гидростеклоизол гидроизоляционный: ТУ 400-1-51–83.
37. Инструкция по устройству гидроизоляции конструкций мостов и труб на железных, автомобильных и городских дорогах: ВСН 32–81.
38. Организация строительного производства: СНиП 3.01.01–85.
39. Сборник карт операционного контроля качества работ в тоннеле и метростроении. – М.: ВПТИтрансстрой, 1980, 1984.
40. Пособие по оценке качества строительно-монтажных работ при сооружении линий метрополитенов. – М.: ЦНИИС, 1988.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Гидроизоляция – защита конструкции здания или сооружения от вредного воздействия воды.

Гидроизоляционные материалы – строительные материалы, обладающие водонепроницаемостью и удовлетворяющие по прочности, деформативности, теплостойкости и другим техническим требованиям.

Коэффициент фильтрации – скорость движения воды в грунте, материале строительной конструкции или в защитном покрытии.

Коэффициент диффузии – скорость проникания воды в материал или защитное покрытие.

Коэффициент влагопроводности – скорость проникания воды через строительные конструкции.

Коэффициент паропроницаемости – масса водяного пара, проходящего в течение 1 ч через слой материала площадью 1 м^2 , толщиной 1 м при разности парциальных давлений водяного пара на поверхностях 1 Па.

Сопrotивление паропроницанию – характеризуется разностью парциальных давлений (упругостей) водяного пара на поверхностях материала, при которой через 1 м^3 материала диффундирует в течение 1 ч 1 г пара.

Удельная пароемкость – масса водяного пара, необходимого для повышения на 1 Па парциального давления в порах на 1 кг материала.

Относительная пароемкость – масса влаги, необходимой для повышения парциального давления водяного пара в 1 г материала от 0 до 100 %.

Коэффициент гидрофильности – смачиваемость строительных материалов (порошков) водой. Характеризуется отношением объема осадка навески, выдержанной в воде, к объему осадка аналогичной навески, выдержанной в неполярной жидкости – обезвоженном керосине.

Коэффициент влажности – отношение природной влажности грунта или строительного материала к его полной влагоемкости.

Коэффициент водопроницаемости – масса воды, прошедшей через образец материала в течение 1 ч при постоянном давлении; кг/(м·ч).

Коэффициент трещиностойкости – отношение ширины перекрываваемой трещины в бетоне к толщине покрытия без нарушения сплошности покрытия.

Плотность – отношение массы вещества к его объему в плотном теле, исключая пустоты и поры (г/см^3).

Предел прочности – предельное напряжение, при котором наступает разрушение образца материала (при сжатии, растяжении, изгибе и т. п.).

Относительное удлинение – отношение остаточного удлинения образца к его первоначальной длине.

Ударная вязкость – работа, затраченная на ударный излом образца, отнесенная к площади его поперечного сечения.

Адгезия – сопротивление отрыву или сдвигу материала, нанесенного на изолируемую поверхность.

Усадка – линейное сокращение материала под воздействием внешних факторов (температура и др.) или в результате процессов, протекающих в материале (старение, вулканизация, полимеризация и др.).

Морозостойкость – способность материала в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное замораживание и оттаивание без существенных признаков разрушения или снижения прочности; число циклов замораживания и оттаивания.

Температура стеклования (хрупкости) – температура, при которой материал становится хрупким.

Теплостойкость – температура, при которой покрытие или вещество может нести механическую нагрузку без изменения формы.

Коэффициент теплоустойчивости – отношение прочности при сжатии (или другой нагрузке) образца при температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$ к прочности при температуре эксплуатации.

Атмосферостойкость (погодостойчивость) – способность материала сохранять свои первоначальные свойства и структуру после воздействия погодных факторов.

Биологическая стойкость – способность материала сопротивляться агрессивным биологическим факторам (бактерии, грибы, грызуны, растительность).

Химическая стойкость – способность материала сопротивляться агрессивному воздействию среды или химическому взаимодействию с контактируемым материалом.

Укрывистость – способность материала давать на окрашиваемой поверхности сплошную пленку при минимальном расходе.

Срок службы – способность материала длительное время сопротивляться комплексному воздействию атмосферных и других факторов в условиях эксплуатации.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГИДРОСТЕКЛОИЗОЛУ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОМУ

Настоящие технические условия распространяются на утяжеленный рулонный материал гидростеклоизол гидроизоляционный на стеклотканной основе марок 33-200, СС-1, СС-5, ТСТ-200 или близких по свойствам марок, а также на дублированных стеклоосновах. Стеклотканная основа с обеих сторон должна быть покрыта слоем битумного вяжущего повышенной пластичности, смешанного с наполнителем. Гидростеклоизол гидроизоляционный предназначен для гидроизоляции железобетонных обделок тоннелей, а также для других инженерных сооружений. Он наносится способом оплавления его поверхности без применения приклеивающих мастик, выпускается в рулонах шириной полотна от 850 до 1150 мм, длиной $10\ 000 \pm 250$ мм, намотанного на бумажную втулку.

Гидростеклоизол марки Т выпускается для гидроизоляции железобетонных обделок тоннелей метрополитена.

Гидростеклоизол гидроизоляционный указанной марки по физико-механическим показателям должен соответствовать нижепредставленным требованиям.

Характеристика	Значение
Глубина проникания иглы в битумное вяжущее при +25°	≥ 20
Температура размягчения битумного вяжущего по КиШ, °С	≥ 75
Температура хрупкости битумного вяжущего по Фраасу, °С	≤ -10
Масса битумного вяжущего, г/м ²	3000 ± 300
Разрывной груз при растяжении полоски гидростеклоизола шириной 50 мм, кг	≥ 50
Гибкость полоски гидростеклоизола гидроизоляционного размерами 200×50 мм: при изгибании в течение 5 с по шаблону радиусом кривизны 250 мм на поверхности образца не должно появляться трещин при температуре, °С	≤ -5

Окончание таблицы

Характеристика	Значение
Температууроустойчивость гидростеклоизола при нагревании в вертикальном положении: в течение 2 ч не должно быть признаков смещения и вздутия битумного вяжущего при температуре, °С	$\geq +65$
Водонепроницаемость гидростеклоизола при испытании избыточным гидростатическим давлением 0,5МПа	Не должно появляться признаков просачивания воды

Примечание. Выдержка из ТУ 400-1-51-75.

Гидростеклоизол в рулоне не должен быть слипшимся, поверхность полотна его должна быть равномерно покрыта каолиновой эмульсией. Между витками рулона должна быть уложена прокладка из полиэтиленовой пленки или парафинированной бумаги, которые должны отделяться от поверхности рулона и предотвращать слипание полотна.

**ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ
К ГИДРОИЗОЛУ МАРКИ ГИ-Г**

Гидроизол марки ГИ-Г – беспокровный биостойкий гидроизоляционный рулонный материал, получаемый путем пропитки асбестовой бумаги нефтяными битумами. Гидроизол марки ГИ-Г предназначен для гидроизоляции подземных сооружений. Он выпускается в рулонах шириной полотна 950 ± 5 мм и толщиной $0,7 \text{ мм} \pm 10\%$. Площадь одного рулона $20 \pm 0,4 \text{ м}^2$.

Гидроизол по физико-химическим свойствам должен удовлетворять нижепредставленным требованиям:

Характеристика	Значение
Температура размягчения пропиточной массы по методу «Кольцо и шар», °С	48–55
Температура хрупкости пропиточной массы по Фраасу, °С	≤ -15
Отношение массы пропиточного состава к массе абсолютно сухой бумаги	$\geq 0,56$
Водопоглощение через 24 часа, %	≤ 6
Разрывной груз при растяжении полоски гидроизола шириной 50 мм в продольном направлении, кгс	≥ 35
Разрывной груз при растяжении водонасыщенной полоски гидроизола шириной 50 мм в продольном направлении через 24 ч, кгс	≥ 27
Расслаиваемость водонасыщенного гидроизола на площади надрыва, см ²	≤ 5
Водонепроницаемость под давлением столба воды высотой 5 см в сутки	≥ 30
Гибкость при температуре 18 ± 2 °С по числу двойных перегибов на 180° до появления сквозных трещин	≥ 15

Поверхность гидроизола должна быть матовой и гладкой, без бугров. Допускаются на поверхности отдельные блестящие, посыпанные мелким песком пятна, не вызывающие склеивания полотна в рулоне. В надрыве гидроизол должен быть черным или с коричневым оттенком, без светлых прослоек непропитанной бумаги и посторонних включений. Он должен быть плотно намотан в рулоне, который должен иметь ровные торцы. В рулоне полотно не должно быть сплюснута, иметь дыр, разрывов и складок. Рулоны гидроизола должны легко раскатываться без появления трещин при температуре до -5°C . В одном рулоне гидроизола допускается соединение не более двух полотен, из которых меньшее должно быть не короче 3 м. Составных рулонов в партии допускается не более 5 %. Края полотен в стыке должны быть ровно обрезаны. Рулоны гидроизола, включающие стык склеенной асбестовой бумаги, составными в партии не считают.

В качестве основы гидроизола марки ГИ-Г должна применяться асбестовая бумага марки БГ-М.

Маркировка, упаковка, транспортировка и хранение гидроизола должны производиться в соответствии с ГОСТ 2551–64 со следующими дополнениями: на этикетке, наклеенной из рулон, должно быть указано: «Хранить в вертикальном положении»; рулон раскатывать при температуре не ниже -5°C ; цвет этикетки или полосы на ней для гидроизола марки ГИ-Г должен быть черным.

Примечание. Выдержки из ГОСТ 7415–74.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
«ИЗОПЛАСТ» И «ФИЛИЗОЛ»**

Показатели	Филизол	Изопласт
Технические условия	ТУ 400-1-409-5-92	ТУ 5770-002-0051635-94
Завод производитель	Филикровля, г. Москва	Изофлекс, г. Кириши Ленинградской обл.
Вид материала	Рулонный	Рулонный
Марка материала	Н; В; супер	ЭМП-5,5
Длина рулона, м	10	8
Ширина рулона, мм	900-1050	1000
Толщина материала, мм	Н-2,0 В-2,5 супер-4,5	5,5
Количество слоев	Два (В + Н), один (супер)	Один
Способ наклейки	Оплавление пламенем горелки	Оплавление пламенем горелки
Масса материала, кг/м ²	Н-2,2; В-3,25; супер-4,5	5,5
Разрывная сила при растяжении, кгс	Н-30; В-50 супер-50	60-75
Относительное удлинение, %	–	30
Теплостойкость, С	Н-70; В-80; супер-80	135
Гибкость на холоде на стержне диаметром 20 мм при температуре, °С	Н-минус 10, В-минус 15, супер-минус 15	-20
Допускаемая температура производства работ, °С	-15	-15

УКАЗАНИЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ БИТУМНОГО ЛАКА ДЛЯ ГРУНТОВКИ ИЗОЛИРУЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

1. Битумный лак на месте работ изготавливают растворением горячего битума марки БН 70/30, БНД 40/60 или пластбита в растворителе-нефрасе С 50/170.

2. Необходимо принять следующее соотношение компонентов в битумном лаке: битум – 1 часть, растворитель – 2–3. Вязкость битумного лака должна быть от 40 до 16 с (при сточном капилляре диаметром 5 мм и температуре плюс 20 °С).

3. Дозированное количество расплавленного обезвоженного и охлажденного до +90 °С битума вливают тонкой струей при непрерывном перемешивании в емкость с дозированным количеством растворителя.

4. Битумный лак перемешивают либо в лопастных мешалках с плотно закрывающимися крышками, либо в емкостях с крышками, снабженными легкой пневмодрелью ИП-1007, имеющей частоту вращения 450 об/мин.

8. При необходимости хранения битумный лак затаривают в герметично закрытые сосуды (бочки, флаги, бидоны).

6. Битумный лак в таре хранят в огнестойком помещении вдали от огня.

7. Загустевший при хранении битумный лак разжижают растворителем, который добавляют в количестве, необходимом для получения требуемой вязкости.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ БИТУМНОЙ МАСТИКИ

Готовить (варить) битумную мастику следует в битумоварочных установках оборудованных форсунками на жидком топливе или электрообогревом.

Каждый котел должен быть снабжен плотно закрывающейся крышкой с откидной на шарнирах половиной для загрузки битума.

При битумоварочной установке должно быть не менее 1 м³ песка; при отсутствии последнего варка мастики запрещается.

При каждой битумоварочной установке должна быть вывешена инструкция с указанием температур подогрева мастики и способа борьбы с воспламенением битума.

Он должен раскалываться на небольшие куски и загружаться в котел на $\frac{3}{4}$ его объема через загрузочную воронку располагаемую со стороны противоположной топке. Битум в котле во время обогрева должен постоянно перемешиваться до полного расплавления.

Мастика считается готовой через час после исчезновения пены на ее поверхности и при нагреве до температуры +175 °С, но не выше +180 °С. В этот момент огонь в топке котла следует уменьшить и поддерживать температуру мастики на уровне +175 °С. Длительный свыше 8 ч подогрев одной и той же порции готовой мастики при температуре +175 °С не допускается.

Котлы должны очищаться не реже одного раза в три дня, а при засоренности битума – чаще. Чистить следует неостывший (теплый) котел.

Готовая мастика должна сливаться из котла в металлические бочки или термосы через кран, вмонтированный в нижнюю часть котла, и доставляться в них к месту работы. При сливе мастики бочок или термос должен устанавливаться так, чтобы горло его было ниже крана не более чем на 10 см. Они должны заполняться мастикой не более чем на $\frac{3}{4}$ своего объема.

Металлические бочки или термосы рекомендуется делать диаметром 350 мм, высотой 650 мм, с герметически закрывающейся откидной крышкой. К верхним краям термоса или бочка должны быть прикреплены проушины, в которые вставляется стержень при переноске его двумя рабочими.

Пути транспортировки мастики от варочного помещения до места спуска в котлован и в котловане до места работ должны быть освобождены от посторонних предметов, выровнены или покрыты дощатым настилом.

При большом объеме работ допускается подавать мастику к рабочему месту по вертикальному или наклонному металлическому битумопроводу, располагаемому на расстоянии не менее 1,5 м от стенки котлована. В этом случае в верхней части битумопровода у приемной воронки должна быть устроена площадка со сплошным без щелей дощатым настилом и ограждающими ее сплошными бортами высотой не менее 0,25 м и барьером. Приемная воронка должна быть снабжена откидной крышкой, которую необходимо немедленно закрывать после слива мастики в воронку.

В нижней части битумопровод должен быть снабжен запорным краном (или задвижкой) и защитным конусом. Нижняя кромка защитного конуса должна быть выше горла подставляемого бочка или термоса не более чем на 10 см. При сливе мастики в битумопровод запорный кран или задвижка должны быть обязательно закрыты, поэтому устройство сигнализации, предупреждающее работающих о начале слива мастики в битумопровод, является обязательным.

При большом объеме работ или большом числе объектов рекомендуется изготавливать мастику централизованно и доставлять к месту работ в утепленной таре. Для подогрева мастики на месте работ могут использоваться электротермосы или электробитумоварки.

При изготовлении мастики с добавкой пластификатора его дозированное количество добавляют в емкость с расплавленным битумом при непрерывном перемешивании.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПОЛЬЗОВАНИИ СЖИЖЕННЫМ ГАЗОМ

При устройстве наплавляемой гидроизоляции с применением газовоздушных пропановых горелок ГВПН, ГВ-1 и ГВПЛ административно-технический персонал, связанный с транспортировкой и применением сжиженного газа, должен соблюдать действующие «Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Выдержки из правил, с учетом специфики объекта, должны быть вывешены на рабочих местах.

К производству работ по газопламенной наклейке гидроизоляционных материалов допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, прослушавшие техминимум и выдержавшие соответствующие испытания.

Выполнение гидроизоляционных работ с использованием сжиженных газов в закрытых тоннелях и других подземных сооружениях запрещается.

1. Хранение и транспортировка сжиженных газов

Баллоны со сжиженным газом должны храниться в специальном помещении из несгораемых или трудносгораемых материалов.

Полы в складах для баллонов должны быть ровными с нескользкой поверхностью из материалов, исключающих искрообразование при ударе о них каким-либо предметом.

Электроосвещение складов для баллонов со сжиженным газом должно отвечать требованиям, предъявляемым к помещениям класса В-1; электрические выключатели должны быть вынесены за пределы складов. В этих помещениях должны быть предусмотрены меры противопожарной безопасности: внутри помещения должны находиться огнетушители из расчета один огнетушитель на десять баллонов сжиженного газа; снаружи помещения, у входа в него, должны находиться ящик с песком и доска с противопожарным инвентарем.

Баллоны на складе должны быть установлены вертикально; их следует предохранять от нагрева.

Совместное хранение в одном помещении баллонов для сжиженного газа и кислорода как наполненных, так и порожних воспрещается.

Наполненные или порожние баллоны для сжиженного газа должны быть предохранены от соприкосновения с токоведущими проводами. Расстояние между баллонами и токоведущими проводами должно быть не менее 1 м (по горизонтали).

Получать, перевозить баллоны и следить за их хранением разрешается лицам, сдавшим экзамены по техническому минимуму и обращению с баллонами для газов.

При транспортировке баллонов необходимо следить, чтобы они не ударялись друг о друга.

В процессе работы баллоны должны быть установлены вертикально и закреплены.

При перевозке в бортовых автомобилях между баллонами должны быть прокладки. В качестве прокладок могут использоваться деревянные бруски с гнездами, резиновые или веревочные кольца толщиной не менее 25 мм (по два кольца на баллон) или другие средства, предохраняющие баллоны от удара друг о друга. Автомобили, на которых перевозят баллоны со сжиженным газом, должны быть снабжены огнетушителями.

На небольшие расстояния баллоны должны перевозиться на специальных тележках или переноситься на носилках двумя рабочими. При переноске баллонов по лестницам необходимо прикреплять их к носилкам ремнями. Внутри помещения, имеющего неметаллический ровный пол, разрешается кантовать баллоны в наклонном положении.

Запрещается переносить баллоны на плечах, перекатывать или тащить волоком по земле или полу за вентиль.

Баллоны, конструкция которых предусматривает съемные колпаки на горловинах, должны транспортироваться только с навернутыми колпаками. Отвинчивание туго навернутых колпаков с помощью ударов запрещается.

2. Подготовка к работе и ее выполнение

Баллоны должны иметь дату очередной проверки и исправный вентиль и размещаться не ближе 5 м от места устройства гидроизоляции.

Они должны устанавливаться на постах в вертикальном положении у специальных стоек и прочно прикрепляться к ним хомутами или цепями.

Баллоны должны находиться на расстоянии не менее 5 м от сильных источников тепла.

Установка стоек с баллонами в границах проездов или проходов запрещается.

При эксплуатации баллонов необходимо: следить за плотностью закрытия вентиля: продуть вентиль каждого баллона, приоткрывая его на короткое время перед присоединением редуктора.

При обнаружении утечки газа из баллона работы с открытым огнем должны быть немедленно прекращены. Они могут быть возобновлены только после устранения утечки.

По окончании работы баллоны с пропаном на рабочих местах хранить запрещается.

Неисправные редукторы должны немедленно заменяться исправными, предварительно испытанными на газонепроницаемость; они должны осматриваться не реже одного раза в течение смены.

Шланги, предназначенные для пропана, отвечающие требованиям ГОСТ 9356–75* или ГОСТ 8818–73* должны иметь концы, окрашенные в красный цвет на длине 0,5 м. Запрещается:

- применять их для подачи кислорода;
- допускать их соприкосновение с токоведущими проводами;
- соединять шланги с помощью отрезков гладких трубок.

Соединяться куски шланга должны специальными двусторонними шланговыми ниппелями. Закрепление шлангов на присоединительных ниппелях должно быть надежным и выполняться специальными хомутами. Закреплять шланги допускается мягкой отожженной проволокой не менее, чем в двух местах по длине ниппеля.

Правильность присоединения шлангов к горелке обязательно проверяется перед началом работ или при появлении запаха сжиженного газа. Проверяется герметичность соединений с помощью мыльной эмульсии. Проверять герметичность соединений пламенем запрещается. Перед началом работ с горелкой необходимо осмотреть рабочее место и убрать лишние мешающие работе предметы и легковоспламеняющиеся материалы.

На рабочих местах должна быть стойка с крючком для подвески потушенных горелок во время перерывов в работе. При перерывах в

работе горелка должна быть потушена и охлаждена. Для охлаждения горелки должен быть сосуд с чистой холодной водой. Во время открывания вентиля баллона и регулировки давления газа редукторами курить запрещается.

Так как сжиженные газы тяжелее воздуха, запрещается зажигать пламя горелок над сосудами и в местах с малыми емкостями (например, над бочкой).

При прекращении работы должны быть закрыты вентили на баллонах, выпущен газ из всех коммуникаций и освобождены зажимные пружины редукторов; шланги необходимо сдавать вместе с ручными горелками и редукторами в кладовую. По окончании работы баллоны со сжиженным газом должны быть убраны с места работы. Они должны храниться в металлических шкафах с естественной вентиляцией через отверстия, расположенные в верхних и нижних их частях.

Приложение 7

Строительство _____
 Участок _____

Журнал производства работ по устройству оплаваемой и оклеечной гидроизоляции

Дата	Наименование сооружения, место оклейки (лоток, стены, свод)	Номер паспорта рулонного материала	Число слоев рулонного материала	Номер паспорта битума	Температура битума или оклейки	Количество оклеечной гидроизоляции, м ³ за смену	Смена, бригада, выполнявшая работу	Подписи начальника смены и начальника участка	Примечание

Примечание. Журнал заполняется начальником смены и хранится у начальника участка.

**АКТ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ СКРЫТЫХ РАБОТ
ПО УСТРОЙСТВУ ОПЛАВЛЯЕМОЙ ИЛИ ОКЛЕЕЧНОЙ
ГИДРОИЗОЛЯЦИИ**

выполненных в _____
(наименование сооружения)
_____ « _____ » _____ 201__ г.

Комиссия в составе:
представителей строительно-монтажной организации:
главного инженера строительства _____
начальника участка _____
маркшейдера _____
(фамилия, имя, отчество)
представителя технического надзора заказчика:

_____ (фамилия, имя, отчество, должность)
произвела осмотр работ, выполненных _____
_____ (наименование строительно-монтажной организации)

и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию и приемке работ предъявлены работы по оплавленной или оклеечной гидроизоляции _____

Место наклейки	От пикета до пикета	Пог. м	На высоту или ширину, м	м ²	Примечание
Свод					
Стена правая					
Стена левая					
Лоток					
Торец					
Всего:					

Число слоев _____

Наклейку производила бригада _____

(фамилия, имя, отчество бригадира)

под наблюдением _____

(фамилия, имя, отчество, должность)

2. Работы выполнены по проекту _____

(наименование проектной организации, № чертежей и даты их составления)

3. При выполнении работ применены:

Название рулонного материала _____
из партии, имеющей лабораторное испытание № _____
от « ____ » _____ 201__ г.

Битум марки _____ из партии, имеющей лабораторное
испытание № _____ от « ____ » _____ 201__ г.

Температура приклеивающей мастики по результатам замеров на
рабочем месте:

самая высокая _____

самая низкая _____

Решение комиссии

Работы выполнены в соответствии с проектно-сметной докумен-
тацией, строительными нормами и правилами и отвечают требова-
ниям их приемки.

На основании изложенного разрешается производство последу-
ющих работ по устройству (монтажу) _____

Главный инженер _____

Начальник участка _____

Маркшейдер _____

Председатель ПРО _____

Представитель заказчика _____

Учебное издание

ЛЯХЕВИЧ Генрих Деонисьевич

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ

Методическое пособие
для студентов специальности 1-70 03 02
«Мосты, транспортные тоннели и метрополитены»

Редактор Т.В. Кипель

Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

Подписано в печать 09.02.2012.

Формат 60×84^{1/16}. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 8,14. Уч.-изд. л. 6,36. Тираж 100. Заказ 1066.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.