

Гидроизоляция фундаментов методом устройства двухслойной мембраны с применением контрольно-инъекционных штуцеров

А.В. Баулин, Д.Д. Лупой

Московский государственный строительный университет

Аннотация: в статье описаны особенности применения двухслойной мембраны с применением контрольно-инъекционных штуцеров при устройстве подземной гидроизоляции. Выявлены обстоятельства, препятствующие массовому применению данной технологии, основная часть которых связана с удорожанием работ на первоначальном этапе. Однако применение технологии оправдывает себя, поскольку позволяет локализовать место и период возникновения протечки, обладает повышенной ремонтпригодностью и долговечностью.

Ключевые слова: гидроизоляция, современные гидроизоляционные технологии, двухслойная мембрана, контрольно-инъекционные штуцеры.

В настоящее время большинство массово применяемых способов устройства подземной гидроизоляции обладают рядом существенных недостатков, а именно - низкой ремонтпригодностью и отсутствием технологических методов точной локализации возникших дефектов.

На сегодняшний день не существует универсальной технологии выявления дефектов гидроизоляционного слоя. Однако, одна из представленных на рынке технологий устройства систем подземной гидроизоляции – двухслойная мембрана с применением контрольно-инъекционных штуцеров – позволяет применять методы контроля качества гидроизоляции на всех этапах строительства и эксплуатации сооружения [1]. Помимо этого, данная технология обладает одним из самых высоких показателей по ремонтпригодности среди всех существующих способов.

В рамках исследования была поставлена цель определить целесообразность и соразмерность выгоды от использования систем подземной гидроизоляции из двухслойной мембраны с применением контрольно-инъекционных штуцеров на момент монтажа и в долгосрочной перспективе.

Ввиду того, что система подземной гидроизоляции из двухслойной

мембраны была разработана и оптимизирована сравнительно недавно, существует ограниченный ряд производителей, выполняющих работы по реализации данной технологии на основании собственных стандартов и технических условий организаций. Технология активно применяется на пилотных объектах, тестируется, формируется общая статистика практического применения и надежности. Однако, подавляющее большинство застройщиков в настоящий момент отдают предпочтения более традиционным способам гидроизоляции фундаментов, ввиду их большей изученности, обширной практики применения и меньшей начальной стоимости реализации.

Система подземной гидроизоляции, двухслойная мембрана с применением контрольно-инъекционных штуцеров, является непосредственным развитием технологии применения однослойных мембран.

В настоящее время применение однослойной монтируемой мембранной гидроизоляции уже стало массовым явлением ввиду наличия ряда значительных преимуществ перед оклеечной и обмазочной гидроизоляцией. Однако, вследствие быстрых темпов развития строительного рынка и возникновения потребности в высокоскоростных и эффективных способах защиты сооружений от грунтовых вод, производители начали поиск технических решений, позволяющих повысить эффективность и ремонтпригодность монтируемой гидроизоляции, что и привело к появлению двухслойных систем, к которым впоследствии была применена ранее разработанная технология инъектирования полостей в гидроизоляции через специальный штуцер.

Так, в отличие от двухслойной, например, оклеечной гидроизоляции, в данной технологии слои мембран не связаны склеиванием, более того, в большинстве случаев разделены слоем геотекстиля. Гидроизоляция в данном случае представляет собой защиту конструкции от воды

герметичной картой из двух сваренных по периметру мембран, с образованием герметичного пространства между ними. Таким образом, при повреждении внешнего слоя мембраны, грунтовые воды попадут внутрь гидроизоляционной карты, где их легко можно будет локализовать и протечку можно будет устранить. Размеры карт легко можно варьировать в зависимости от условий, однако они редко могут превышать 150 кв. м. Чем больше размеры применяемых карт, тем меньше вероятность технологических ошибок, ввиду уменьшения количества сварных швов, уменьшается объем ручного труда, однако увеличивается сложность локализации мест протечки. Возрастает также стоимость ремонта гидроизоляции ввиду того, что ремонт выполняется полным заполнением гидроизоляционной карты инъекционным составом. Так как объем карты строго ограниченный, а сложность локализации протечки низкая, то и вероятность успешного устранения дефекта локальным инъектированием наиболее высокая среди всех других методов. Закачка ремонтного состава происходит через специальные контрольно-инъекционные штуцеры, что является еще одной особенностью данного метода. Штуцер представляет собой гибкую трубку, закрепляемую одним концом к внутренней части конструкции мембраны, другой же конец штуцера выходит внутрь помещения. Таким образом, после устройства данного штуцера и завершения строительно-монтажных работ, остается доступ в каждую из смонтированных карт через заранее предусмотренные закладные элементы [2].

Основное преимущество устройства систем подземной гидроизоляции из двухслойной мембраны с применением контрольно-инъекционных штуцеров заключается в том, что помимо ремонтно-восстановительной функции, они заключают в себе самый надежный способ операционного и технологического контроля за состоянием гидроизоляции на всех этапах строительства и эксплуатации объекта.

Подтверждением преимуществ данной технологии перед аналогами является активное его внедрение в последнее время, как основного способа гидроизоляции фундамента на знаковых объектах капитального строительства [3], среди которых аэропорт Шереметьево, терминал С (г. Москва, 2017 г.), музейно-выставочный комплекс Государственного Кремлевского Дворца Съездов (г. Москва, 2017—2020 г.), ЖК «Дыхание» (г. Москва, 2014-2015 г.), ЖК «Сердце столицы» (г. Москва, 2015-2017 г.), павильоны ВДНХ (г. Москва, 2018-2019 г.), гостиница «Mariya Resort & Spa» (г. Ялта, 2017-2018 г.) и др.

Несравненным преимуществом данной технологии перед ее аналогами является широкий спектр применимых к ней методов контроля качества [4]. Так помимо стандартного для данных работ сплошного визуального контроля целостности гидроизоляционного слоя в рамках выполнения работ по гидроизоляции необходимо проводить следующие виды приемочного контроля: инструментальную проверку целостности сварного шва, испытание показателя сцепления элементов к гидроизолируемой поверхности и вакуумный контроль гидроизоляционных карт.

Контроль качества сварных швов проводится на предмет непрерывности, герметичности, а также на предмет наличия сварного валика вдоль шва. Этот первичный способ контроля является обязательным для всех швов, выполненных ручным способом сварки. В дальнейшем рекомендуется провести дополнительный контроль герметичности сварного шва вакуумным способом.

Последним этапом определения прочности сварного шва является выборочный контроль показателя усилия на разрыв. Данный контроль проводится с отбором образца сварного шва из конструкции либо путем изготовления специальных контрольных образцов. Методика проведения данного испытания описана в п. 3.4 ГОСТ 2698-94. Процесс испытания и отбора образца сварного шва идентичен описанной методике испытания

образца полимерного материала на разрыв и удлинения с тем отличием, что отбираемый образец должен в обязательном порядке включать в себя отрезок шва ровно посередине испытываемой ленты. При проведении данного испытания основной задачей является не фиксация показателей относительного удлинения и условной прочности на разрыв, а подтверждение факта того, что разрыв материала произойдет по поверхности мембраны, а не в зоне шва, на основании чего можно сделать вывод, что шов выполнен с увеличенным показателем прочности относительно основной поверхности гидроизоляционной карты. Для фиксации результатов испытаний материала на относительное удлинение и на разрыв следует использовать представленные ниже формулы:

Формула условной прочности:

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

где P_p – разрывная сила Н (кгс);

b – ширина образца лопатки Н (кгс);

h_0 – среднее значение толщины образца-лопатки на рабочем участке, м (см);

Формула условного напряжения:

$$\sigma_c = \frac{P_c}{bh_0}$$

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

h_0 – среднее значение толщины образца-лопатки на рабочем участке м (см);

Формула относительного удлинения:

$$\varepsilon = \frac{l_2 - l}{l} * 100$$

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

l_2 – длина рабочего участка образца в момент разрыва или максимального значения силы, мм.

При контроле качества сцепления приклеенных элементов гидроизоляции к бетонному основанию методом контрольного отрыва получают значение отрывающего усилия, которое при делении на площадь поперечного сечения отрываемого образца позволяет узнать прочность сцепления материала с поверхностью.

Формула расчета адгезии материала при испытаниях такого типа представлена ниже:

$$\frac{F}{S} = R,$$

где F – величина силы отрыва, Н;

S – площадь испытуемого образца мм²;

R – адгезия оклеечного материала, Н/мм.

Результат испытания оформляют протоколом или фиксируют в специальном журнале. Повреждённое при проверке на адгезию покрытие подлежит восстановлению.

В случае применения данной технологии становится возможной уникальная для нее вакуумная проверка качества выполненной гидроизоляции, при которой в полость герметичной карты, через заранее предусмотренный штуцер нагнетается воздух под давлением 1,5-2,0 атмосферы [4]. Падение давления на приборе означает, что карта имеет прорыв. В этом случае решающую роль имеет использование слоя геотекстиля между листами гидроизоляции, предотвращая их схлопывание. Этот способ контроля качества гидроизоляции возможно проводить на всех этапах жизненного цикла сооружения.

Устройство подземной гидроизоляции из двухслойной мембраны с применением контрольно-инъекционных штуцеров при условии соблюдения технологии монтажа, последовательности и методики проведения контроля качества выполненных работ гарантирует отсутствие зон нарушения герметичности, снижения прочности сварного шва,

уменьшения прочности и плотности крепления гидроизоляционных карт к основанию, а результаты вакуумного контроля позволят своевременно устранить выявленный дефект любым из доступных способов, до того, как он приведет к каким-либо повреждениям основной конструкции.

Кроме того, использование вакуумного контроля может стать неоспоримым преимуществом гидроизоляции из двухслойной мембраны, поскольку позволяет своевременно выявить этап строительства, на котором возникли повреждения гидроизоляционного слоя, а также исполнителя, по вине которого данный дефект возник.

При применении любой другой технологии гидроизоляции кроме рассматриваемой, методы контроля будут применяться вплоть до этапа сокрытия гидроизоляции от визуального обследования. Таким образом, исполнитель, выполнив условия договора, проверив результаты своих работ, уходит с объекта, вступая в гарантийные обязательства. В последующем иными участниками строительного производства проводится засыпка пазух котлована, устройство каких-либо дополнительных коммуникаций или же иные работы, которые могут привести к повреждению гидроизоляции [5]. На каждом этапе строительства дефект может быть своевременно не выявлен, однако после ввода объекта в эксплуатацию скрытые дефекты гидроизоляции становятся явными, происходит намокание конструкций фундамента [6]. В этом случае исполнитель, выполнивший работы по гидроизоляции, незамедлительно вступает в свои гарантийные обязательства, не имея возможности обосновать, что работы им были выполнены с надлежащим качеством на основании того, что на момент засыпки пазух гидроизоляция была исправна. Однако, если в рассматриваемой ситуации была бы применена технология с использованием контрольно-инъекционных штуцеров, существовала бы возможность поэтапного освидетельствования качества выполненных работ вакуумным методом:

- На этапе окончания работ по сварке мембран;
- На этапе окончания бетонных работ;
- На этапе окончания работ по обратной засыпке пазух котлована;
- На этапе окончания работ по устройству инженерных коммуникаций;
- На этапе достижения сооружением проектного показателя допустимой осадки и т.д.

Соответственно, после завершения работ по устройству непосредственно самой гидроизоляции на основании данного метода, в случае возникновения протечки будет существовать возможность выявления конкретного вида работ, а соответственно и лица, в виду действий которого данное нарушение возникло. Таким образом, протечка не только будет выявлена заблаговременно до возникновения каких-либо повреждений конструкции и существенного удорожания ремонтно-восстановительных работ, но будет и устранена.

В настоящее время наиболее распространенным способом гидроизоляции подземной части сооружений является традиционный способ с использованием оклеечной рулонной гидроизоляции, в силу изученности технологии, простоты монтажа и относительно невысокой стоимости [7].

К недостаткам же данной технологии можно отнести:

- Непродолжительный нормативный срок службы 10-15 лет;
 - Крайне низкую ремонтпригодность;
 - Необходимость использования при монтаже открытого огня;
 - Повышенные требования к качеству подготовки основания под гидроизоляцию;
 - Невозможность ее применения в условиях низких температур,
-

ввиду потери материалом эластичности.

На момент монтажа применение полимерно-битумной гидроизоляции по общей стоимости материалов и работ примерно в три раза выгоднее мембраны

Мембрана является несомненно намного более молодым и перспективным материалом и имеет ряд существенных преимуществ, таких как повышенная долговечность, стойкость к агрессивным средам и сохранение эластичности в условиях пониженных температур [8].

Однако, если принять во внимание основное преимущество системы гидроизоляции из мембраны, ее ремонтпригодность, а также то, что стоимость и трудоемкость восстановительного ремонта данной системы несравненно дешевле по сравнению с традиционной за счет отсутствия необходимости в земляных и демонтажных работах, то с учетом гарантии на используемые материалы (технические характеристики материалов дают гарантию 30 лет для двухслойной полимерно-битумной и 50 лет для полимерной мембраны) можно прийти к заключению, что применение гидроизоляции из двухслойной мембраны с использованием контрольно-инъекционных штуцеров, не смотря на изначальное удорожание проекта, является наиболее предпочтительным вариантом[9, 10].

Литература

1. Абелев М.Ю., Аверин И.В., Чунюк Д.Ю. Гидроизоляция фундаментов и подземных частей сооружений. Москва: АСВ, 2023. 104 с.
2. Туголуков А.М., Фролов Ю.В. Рекомендации по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений. Конструктивные детали гидроизоляции. Москва: ОАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», 2009. 118 с.
3. Система гидроизоляции с вакуумным контролем качества ООО «ТехноНИКОЛЬ». Москва, 2024. 29 с.

4. Руководство по проектированию и устройству гидроизоляции фундаментов ООО «ТехноНИКОЛЬ». - 2012. 117 с. // URL: nav.tn.ru/cloud/iblock/f9f/Rukovodstvo-po-proektirovaniyu-i-ustroystvu-gidroizolyatsii-fundamentov-s-primeneniem-bitumno_polimernykh-membran.pdf.
5. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений. Москва: Высшая школа, 2004. 446 с.
6. Баулин А.В., Ермаков В.А. Оценка возможности дальнейшего использования железобетонных изделий с выявленными дефектами // Строительное производство, 2022, №2. URL: psv4.userapi.com/s/v1/d/QFBQKUrPxRkMe8-r2Piju07EyjORb0EjL8sLmbUSYvEWKFUBNuay1ntK1HQ-WFZ61nEsGkaB1N2s3r8TdOYTMEVn6tg5m2rHD8RmROQCTcVy_RQY93ZHmw/Stroitelnoe_proizvodstvo_2022-02.pdf.
7. Макаров А.В., Шатлаев С.В., Гулуев Г.Г., Гидроизоляция железобетонных мостов – основная защита конструкций от коррозии // Инженерный вестник Дона, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4179.
8. Тухарели В. Д., Тухарели А. В., Габлия А. А. Современные тенденции развития технологий гидроизоляции зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4342.
9. Gu J., Quan ZH., Wang L., Zhang H., Wang NI., Qin X., Wang R., Yu J. Fiber-microfibere binary structured composite fibrous membranes for waterproof and breathable applications // Composites Communications, 2017, №6 URL: researchgate.net/publication/321434281_Multilevel_porous_structured_poly_vinylidene_fluoridepolyurethane_fibrous_membranes_for_ultrahigh_waterproof_and_breathable_application.
10. Korolev V.M., Ashikhmen V.A., Argal E.S. From experience with waterproofing of basement rooms of buildins and structures in Moscow // Soil mechanics and foundations endineering, 2001, № 38 (4). URL:

researchgate.net/publication/226372355_From_Experience_with_Waterproofing_of_Basement_Rooms_of_Buildings_and_Structures_in_Moscow.

References

1. Abelev M.Yu., Averin I.V., Chunyuk D.Yu. Gidroizolyaciya fundamentov i podzemnyh chastej sooruzhenij [Waterproofing of foundations and underground parts of structures]. Moskva: ASV, 2023. 104 p.
2. Tugolukov A.M., Frolov Yu.V. Rekomendacii po proektirovaniyu gidroizolyacii podzemnyh chastej zdaniy i sooruzhenij. Konstruktivnye detali gidroizolyacii [Recommendations for the design of waterproofing of underground parts of buildings and structures. Structural details of waterproofing]. Moskva, 2009. 118 p.
3. Cistema gidroizolyacii s vakuumnym kontrolem kachestva [Waterproofing system with vacuum quality control]. ООО «TekhnoNIKOL'». Moskva, 2024. 29 p.
4. Rukovodstvo po proektirovaniyu i ustrojstvu gidroizolyacii fundamentov ООО «TekhnoNIKOL'» [Guidelines for the design and installation of waterproofing foundations of TechnoNICOL LLC]. 2012. 117 p. URL: nav.tn.ru/cloud/iblock/f9f/Rukovodstvo-po-proektirovaniyu-i-ustrojstvu-gidroizolyatsii-fundamentov-s-primeneniem-bitumno_polimernykh-membran.pdf.
5. Telichenko V.I., Terent'ev O.M., Lapidus A.A. Tekhnologiya vozvedeniya zdaniy i sooruzhenij [Technology of construction of buildings and structures]. Moskva: Vysshaya shkola, 2004. 446 p.
6. Baulin A.V., Ermakov V.A. Stroitel'noe proizvodstvo. 2022. №2. URL: psv4.userapi.com/s/v1/d/QMZBImMuiPRff7FzViA1j7gOVj8DZPvtaJ8_tQo6CXNsfHJzwxN10k5jf6m2W_85YhdYTbDexhr7gxlb03boFBSH61KOjz6egpc_lz_inLYgC41mZZwg/Stroitelnoe_proizvodstvo_2022-02.pdf
7. Makarov A.V., Shatlaev S.V., Guluev G.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4179.



8. Tuhareli V. D., Tuhareli A. V., Gabliya A. A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4342.
9. Gu J., Quan ZH., Wang L., Zhang H., Wang NI., Qin X, Wang R., Yu J. Composites Communications, 2017, №6. URL: researchgate.net/publication/321434281_Multilevel_porous_structured_polyvinylidene_fluoridepolyurethane_fibrous_membranes_for_ultrahigh_waterproof_and_breathable_application.
10. Korolev V.M., Ashikhmen V.A., Argal E.S. Soil mechanics and foundations engineering, 2001, № 38 (4). URL: researchgate.net/publication/226372355_From_Experience_with_Waterproofing_of_Basement_Rooms_of_Buildings_and_Structures_in_Moscow.

Дата поступления: 18.03.25

Дата публикации: 25.05.25