

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФИБРЫ. ПВХ МЕМБРАНЫ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ТОННЕЛЕЙ

*Свистун Ольга Геннадьевна, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель- Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Тоннель был разработан в стране Великобритания, города Бротон-Стобо-Кирктон-Манор (Рис. 1), протяжённостью 13 км. Под архитектуру городов была создана модель будущего тоннеля (Рис. 2).

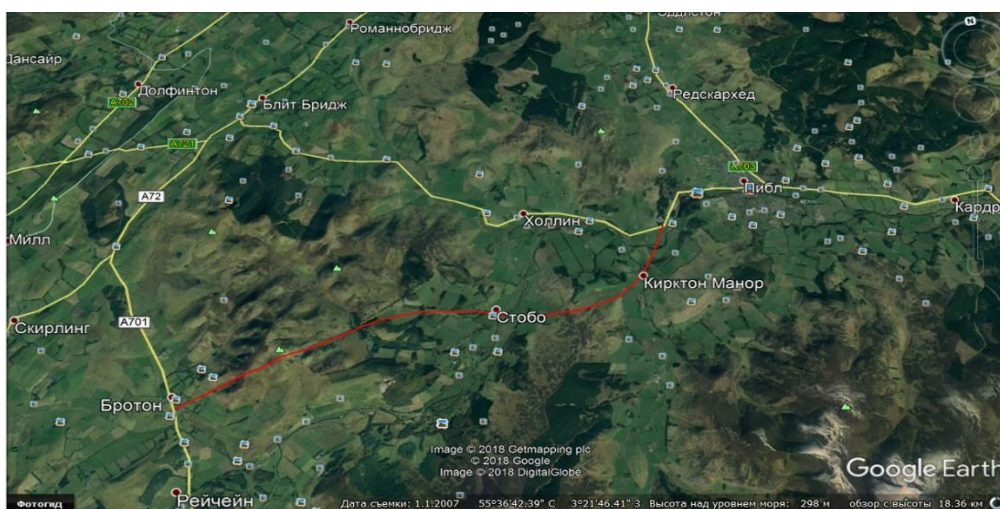


Рисунок 1 – Трасса тоннеля

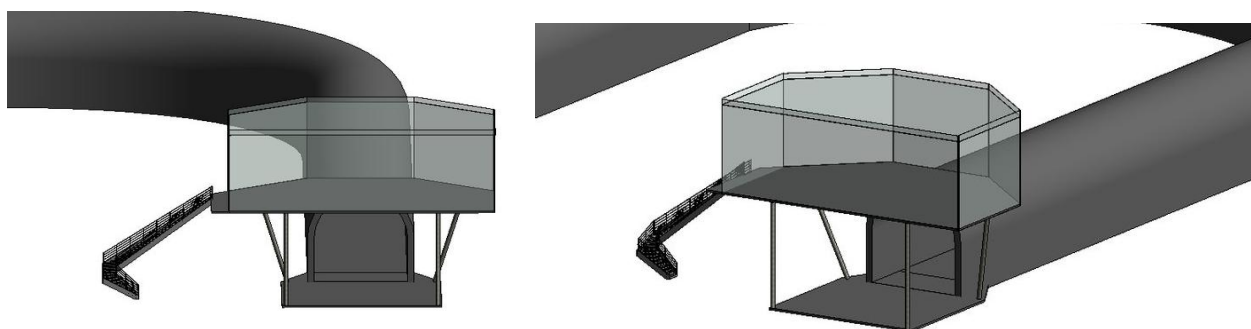


Рисунок 2 – Общий вид портала

В современной европейской практике строительства объектов транспортной инфраструктуры широко используется стальная фибра (Рис.3,4).



Рисунок 3 – Стальная анкерная фибра



Рисунок 4 – Фибра для бетона

Технология обеспечивает улучшение свойств бетона на растяжение и долговечность. Первый тоннель с применением фибры был построен для метрополитена в Неаполе в 1992 году, после чего успешный опыт получил распространение по всему миру.

Фибробетон (Рис. 5) является разновидностью дисперсно-армированного железобетона и изготавливается из тяжелого или мелкозернистого бетона, в котором в качестве арматуры используются стальные фибры, дисперсно и равномерно распределенные по его объему.



Рисунок 5 – Фибробетон

Эффект совмещения бетона и стальной фибры обеспечивается сцеплением по их поверхности, анкерровкой фибры в бетоне за счет ее периодического профиля, кривизны в продольном и поперечном направлении, а также наличием анкеров на концах фибры. Ее изготавливают из различных материалов: полипропилена, базальта, стали и т. д. Но наиболее широкое применение получила именно стальная анкерная фибра, в частности, востребованная при строительстве обделок/крепи подземных сооружений. Использование стальной фибры в набрызгбетоне имеет ряд преимуществ, в сравнении со стандартной арматурой:

- помогает увеличить эксплуатационный ресурс сооружения;
- снижает как трудозатраты в процессе строительства, так и общее количество металлоемкости конструкции;
- уменьшает вероятность образования трещин и их ширину;
- увеличивает ударную вязкость бетонной смеси;
- повышает степень механизации работ.

Основной характеристикой в оценке эффективности применения набрызг-бетона, помимо достижения проектной прочности на 28-е сутки, является динамика набора прочности бетонной смеси в первые часы после нанесения, поскольку именно от этого зависит скорость проходческого цикла. В европейском документе (EFNARC) данная динамика обозначается кривой J, показывающей, какие именно параметры необходимы для проектного решения, а современные химические добавки помогают получить любой требуемый вариант. Еще одно важное преимущество использования фибронабрызг-бетона — более плотное прилегание обделки к грунту и отсутствие пустот, которые могут образовываться при набрызге с использованием армосеток и стальных арок. Также возможно уменьшить общее количество бетона (из-за снижения толщины обделки и отсутствия необходимости создавать защитный слой для закрытия армосетки) и минимизировать просадку грунта на поверхности.

Во многих странах мира набрызг-бетонные обделки широко используются при строительстве транспортных тоннелей, метрополитенов.

Строителями и проектировщиками было отмечено, что существенно увеличивается скорость производства работ — армирование фиброй занимало 12 часов, а стальной сеткой — 36 часов. Также повышаются удобство и безопасность ведения работ, поскольку совмещаются два процесса — набрызгбетонирование и установка сеток. Полученный опыт говорит о большой перспективности технического решения при строительстве тоннелей в разных горногеологических условиях. Стальная фибра может уменьшить объем традиционного армирования или полностью заменить его, в зависимости от сферы применения. Только сталефибробетон может применяться:

- ✓ на площадях с низким изгибающим моментом;
- ✓ для элементов, подвергающихся сжатию в повышенной степени;
- ✓ как замена минимального армирования;
- ✓ как замена армирования, контролирующего поперечные силы и ударные нагрузки. Помимо использования вместо арматуры, фибра применяется для предотвращения трещинообразования и уменьшения отбраковки материала при транспортировке.

В некоторых проектах использование стальной анкерной фибры помогало снизить сметную стоимость на 15–20%, в зависимости от первоначального типа армирования.

ПВХ мембрана и комплектующие для гидроизоляции тоннелей

Современные мембранные методы используются при создании гидроизоляций любой сложности. Технологии допускают комбинирование методов и использование различных типов мембран, рулонных и напыляемых.

Для хозяйственных, коммунальных и гидротехнических тоннелей используется преимущественно наплавленная гидроизоляция, как наиболее устойчивая к высокой влажности помещений и резким перепадам температур. Наплавленная гидроизоляция не боится возможных прорывов труб и сравнительно легко ремонтируется при повреждениях.

Наиболее эффективным является комбинированный мембранный метод с использованием ПВХ рулонных профилированных материалов (Рис. 6). Эти технологии позволяют достигать оптимальных результатов.



Рисунок 6 – ПВХ рулонный профилированный материал для гидроизоляции

При наличии дополнительных разрушительных и амортизационных факторов, как техногенных (стройки, автострады, железнодорожные пути), так и природных (высокая сейсмоактивность, грунтовые воды, подземные реки и

пльвуны) гидроизоляцию необходимо усиливать, увеличивая количество мембранных слоев и гидроизолирующего материала.

На объектах особой важности используются контрольные мембранные слои, показывающие место протечки или возможных разрушений гидроизоляции.

В настоящее время для гидроизоляции тоннелей обычно применяют мембраны из пластифицированного ПВХ и высокоэластичного ТПО с модулем упругости менее 65 МПа.

Ниже даны сравнительные характеристики пластифицированного ПВХ-Х и термопластичного эластомера на основе полиолефинов/ТПО.

ПВХ-Х:

- + Простота и удобство соединения (сварка горячим воздухом, клей)
- + Длительный срок эксплуатации (более 50 лет)
- + Оптимальное сочетание жёсткости и эластичности материала
- + Самозатухающие мембраны (21 МДж/кг)
- + Высокая стойкость к механическим ударам
- Старение по мере потери пластификатора
- Ухудшение свойств при понижении температуры (зависит от природы пластификатора)

ТПО:

- + Термическая и химическая стойкость
- + Долговечность
- + При горении выделяет мало токсичный дым
- + Высокая стойкость к постоянному давлению
- Старение материала связано с процессами термического окисления
- Более низкая эластичность

Правильный выбор метода гидроизоляции и выбор материала, подбор ПВХ мембраны, определяет надежность гидроизоляции в будущем и срок эксплуатации гидроизоляции.

Неправильная изоляция может привести к размыванию и разрушению конструкции.

Литература:

1. Волков И.В. Фибробетон - Состояние и перспективы применения в строительных конструкциях // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI в.-2005.-№4.-С. 24-25

2. Войлоков И.А. Применение дисперсного армирования при строительстве гидротехнических сооружений // Инженерно-строительный журнал №1. - СанктПетербург.- 2009. - с. 28-32.
3. Эклер Н.А. К вопросу о применении фибробетона в гидротехническом строительстве / Н.А Эклер, А.В. Шугурова // «Наука в современном информационном обществе» - North Charleston, SC, USA, 2015 - с. 135-139.
4. Современные рулонные материалы для гидроизоляции // Промышленно-строительное обозрение, № 2 (68), 2003, с. 63.