



Исх. № 223801 - 29.01.2026/
Информационная статья от: 18.06.2025

Гидроизоляция тоннелей, возводимых открытым способом

В одной из статей мы описывали устройство гидроизоляции тоннелей, возводимых закрытым способом. Такие конструкции возводят с помощью буровзрывных работ, тоннелепроходческих щитов, комбайнов или методом NATM (Новоавстрийским методом строительства).

Сегодня расскажем про открытый способ строительства и перечислим материалы, которые применяются в этом случае.

Какие тоннели возводят открытым способом

Открытый способ строительства — это метод, при котором тоннель сооружают в предварительно разработанном котловане. При этом ограждающие конструкции могут специально обустраивать или использовать естественные откосы, если это предусмотрено ПОС (проектом организации строительства).

После завершения работ проводят обратную засыпку котлована и восстанавливают поверхность.



Строительство открытым способом станционного комплекса «Академическая» Троицкой линии метро Москвы

Способ применяется при небольшой глубине заложения (обычно до 20–25 м), подходит для городских условий, где нет плотной застройки или сложных геологических условий. Используется для различных типов тоннельных конструкций:

Городские транспортные. К этой группе относят три вида конструкций:

1. Автодорожные – например, одна из линий Лефортовского тоннеля (по внутренней стороне ТТК).
2. Метрополитеновские перегонные – участки линий метро мелкого заложения, построенные в котлованах (например, многие станции Московского метро на неглубоких линиях).
3. Пешеходные – подземные переходы под улицами и шоссе.

Коммунальные и гидротехнические. Канализационные коллекторы – тоннельные конструкции для водоотведения в крупных городах. К этой группе еще относят водоводы и ирригационные системы (например, деривационные водоводы ГЭС).

Железнодорожные. Например, двухпутные перегонные конструкции метро, сооружаемые в котлованах.

Специальные. Это экологические (звериные переходы под трассами) или инфраструктурные (для прокладки кабелей, трубопроводов, других коммуникаций).

Для более глубоких или сложных условий (например, под застройкой или водными преградами) применяют закрытые способы (щитовую проходку, буровзрывные работы, метод NATM).

Особенности открытого способа

Преимущества: высокая скорость строительства, возможность использования стандартной строительной техники, меньшая стоимость по сравнению с закрытыми методами.

Недостатки: необходимость перекладки коммуникаций, временное нарушение городской инфраструктуры, ограничение по глубине заложения.

Все тоннели, построенные открытым способом, зачастую прямоугольные в сечении.

Почему выбирают открытый способ строительства

Факторы, влияющие на выбор способа возведения:

Глубина заложения. При глубине заложения до 10–15 м открытый способ экономичнее.

Грунтовые условия. Устойчивые грунты (глина, суглинок, скальные породы) позволяют вести работы без сложного крепления.

Плотность застройки. В условиях неплотной городской застройки можно строить подземные конструкции открытым способом.

Сроки строительства. Вырыть котлован часто быстрее, особенно для небольших тоннельных конструкций.

Минимизация рисков. Работать в котловане безопаснее, чем под землей.

Доступность строительной техники. Рытье котлована не требует сложных тоннелепроходческих комплексов (ТПМК).

Однако если тоннель будет проходить под плотной застройкой или в неустойчивых грунтах на большой глубине, то чаще применяют закрытые способы возведения (щитовую проходку, горный метод, NATM).

Устройство конструкций метро регламентирует СП 120.13330.2022 «Метрополитены», автомобильных и железнодорожных — СП 122.13330.2023 «Тоннели железнодорожные и автодорожные».

Материалы ТЕХНОНИКОЛЬ для гидроизоляции тоннелей, возводимых открытым способом

Основные материалы. Для гидроизоляции тоннельных конструкций применяют материалы и технологии, которые защищают от воды, агрессивных сред, механических повреждений.

Тип материала	Какие марки применяются	Способ монтажа	Доп. материалы
Рулонные битумно-полимерные материалы	ТЕХНОЭЛАСТ МЕТРО ТЕХНОЭЛАСТ ЭМП 5.5 ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б	Наплавляются на поверхность с помощью газовых горелок, образуя многослойный водонепроницаемый ковер.	Праймер полимерный ТЕХНОНИКОЛЬ №08 для подготовки бетонной поверхности. Экструзионный пенополистирол для защиты гидроизоляции.
ПВХ-мембранны	LOGICBASE V-SL (S), LOGICBASE V-SL (W), LOGICBASE V-ST	Свариваются горячим воздухом, создавая покрытие в один или два слоя.	Геотекстиль ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500 для защиты от механических повреждений.

Для обеих групп материалов характерны повышенная прочность, устойчивость к деформациям, высокая химическая стойкость, долговечность.

Дополнительные материалы. Для гидроизоляции тоннелей, возводимых открытым способом, также используют:

- 1. Гидроизоляционные шпонки из ПВХ** для герметизации технологических и деформационных швов.



ПВХ Гидрошпонка ТЕХНОНИКОЛЬ
ЕС-220-3



ПВХ Гидрошпонка ТЕХНОНИКОЛЬ
ЕМ-260/50

2. Геотекстиль ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500 или альтернативные материалы со схожими характеристиками, указанные в технических листах к системам. Служат для подготовки основания к укладке мембран и защите покрытия при обратной засыпке котлована.

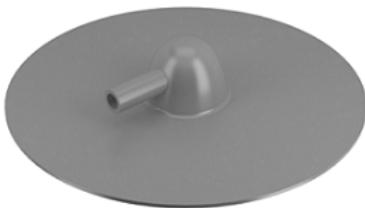


3. Экструзионный пенополистирол. Конструкции изолируются плитами XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF. Если над тоннелем планируются высокие транспортные нагрузки, то на перекрытие рекомендуют укладывать плиты повышенной прочности ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID 500 ТИП А.

4. Штуцеры и инъекционные трубы для подачи составов и вакуумной проверки герметичности. Только для ремонтопригодных систем.



ПВХ Штуцер инъекционный прямой



ПВХ Штуцер инъекционный угловой



ПЭ Трубка инъекционная LOGICBASE TUBE
10x6,5 мм

5. Лента ПВХ LOGICBASE V-Strip FB — гидроизоляционная неармированная эластичная лента. Гладкая лицевая поверхность ленты изготовлена из ПВХ, чтобы к ней можно было приварить мембранию LOGICBASE V-SL. К тыльной поверхности прикреплен слой геотекстиля, который позволяет приклеить ленту к основанию.

С помощью ленты можно делить на секции гидроизоляцию ремонтопригодной системы из ПВХ мембран LOGICBASE V-SL, герметизировать места окончания и соединения гидроизоляционных мембран.



6. Приклеивающая мастика или клей-пены для фиксации XPS. Плиты экструзионного пенополистирола в этом случае выполняют роль защиты изоляции от повреждений при обратной засыпке. Применяются в комплексе с наплавляемыми битумно-полимерными

материалами.

Для ремонта гидроизоляционного покрытия и трещин в действующих тоннелях используются полиуретановые или акрилатные составы. Применяются только для ремонтопригодных систем.

Критерии выбора материалов

1. Гидрогеологические условия. Напор грунтовых вод, агрессивность среды.
2. Конструкция. Глубина заложения, тип обделки (сборная или монолитная).
3. Экономическая эффективность.
4. Ремонтопригодность гидроизоляции.
5. Скорость монтажа и срок службы.

Выбор материалов определяется требованиями проекта или рекомендуемой комплектацией систем ТН-ТОННЕЛЬ.

Системы гидроизоляции ТЕХНОНИКОЛЬ для тоннелей и метрополитенов, возводимых открытым способом

Устройство гидроизоляционного покрытия зависит от проектных требований. Однако специалисты ТЕХНОНИКОЛЬ разработали несколько готовых решений, которые можно применять для гидроизоляции тоннельных конструкций. Решения учитывают нормативные требования к материалам и комплектации:

Название системы	Материалы, количество слоев	Возможность ремонта	Где применяется
ТН-ТОННЕЛЬ БП- CARBON	Наплавляемые битумно-полимерные рулонные материалы, многослойная	нет	Во всех климатических зонах РФ без ограничений по глубине заложения и расположению уровня грунтовых вод
ТН-ТОННЕЛЬ Барьер	ПВХ-мембранны, однослойная	нет	В грунтовых массивах без водоносных горизонтов или с горизонтом незначительной мощности
ТН-ТОННЕЛЬ Проф	ПВХ-мембранны, однослойная	да	В грунтовых массивах без водоносных горизонтов или с горизонтом незначительной мощности

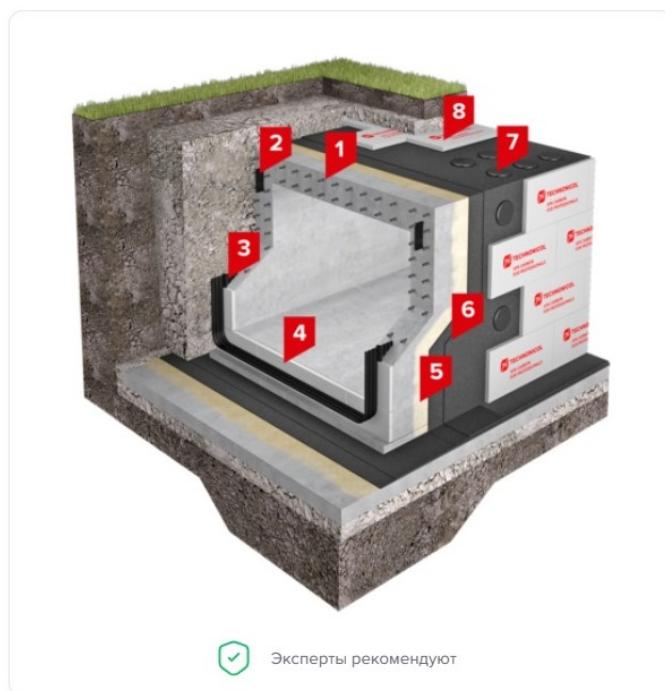
ТН-ТОННЕЛЬ Проф Эксперт	ПВХ-мембранные, двухслойная	да	В породах с одним и более мощными водоносными горизонтами с высоким гидростатическим напором
----------------------------	--------------------------------	----	---

Разбор систем с применением рулонных битумно-полимерных материалов

Использование наплавляемых битумно-полимерных материалов для изоляции тоннелей описывает система ТН-ТОННЕЛЬ БП-CARBON. Применяемые материалы позволяют использовать ее в разных климатических зонах России согласно СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

ТН-ТОННЕЛЬ БП-CARBON

Конструкция гидроизоляции тоннелей и станций метро, с устройством защитного слоя из экструзионного пенополистирола



Состав

- 1 Железобетонное монолитное основание
- 2 Гидрошпонка ТЕХНОНИКОЛЬ IC-125-2-SP
- 3 Гидрошпонка деформационная ТЕХНОНИКОЛЬ IM-240/20
 - Гидрошпонка деформационная ТЕХНОНИКОЛЬ EM-260/20
- 4 XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO
- 5 Праймер полимерный ТЕХНОНИКОЛЬ №08 Быстро сохнущий
- 6 Техноэласт МЕТРО
 - ТЕХНОЭЛАСТ ЭМП 5.5
 - ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б
- 7 Мастика приклеивающая ТЕХНОНИКОЛЬ №27
 - Крепеж ТЕХНОНИКОЛЬ № 01 и № 02 для фиксации плит XPS и мембранные PLANTER
 - Клей-пена ТЕХНОНИКОЛЬ 500 PROFESSIONAL универсальный
 - Клей-пена ТЕХНОНИКОЛЬ PROFESSIONAL для пенополистирола
- 8 XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF
 - XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID 500 ТИП А

Основные этапы выполнения работ по устройству системы:

1. **Подготовка основания.** Бетонное основание грунтуют с помощью Праймера полимерного ТЕХНОНИКОЛЬ №08. Праймер обеспечивает оптимальную адгезию наплавляемого покрытия к основанию.
2. **Наплавление битумно-полимерной гидроизоляции.** Выполняется с помощью материалов ТЕХНОЭЛАСТ МЕТРО, ТЕХНОЭЛАСТ ЭМП 5.5 или ТЕХНОЭЛАСТМОСТ Б. Количество слоев определяется проектом.
3. **Защита гидроизоляционного покрытия.** Плиты XPS ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON PROF или

ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON SOLID 500 ТИП А.

Экструзионный пенополистирол защищает гидроизоляционное покрытие от повреждений и промерзаний. Плиты XPS не впитывают воду, не набухают, не гниют.

Гидрошпонки герметизируют деформационные и технологические швы бетонирования.

Примеры применения системы: пешеходные переходы под улицами и шоссе.

Устройство системы с применением ПВХ-мембран ТЕХНОНИКОЛЬ

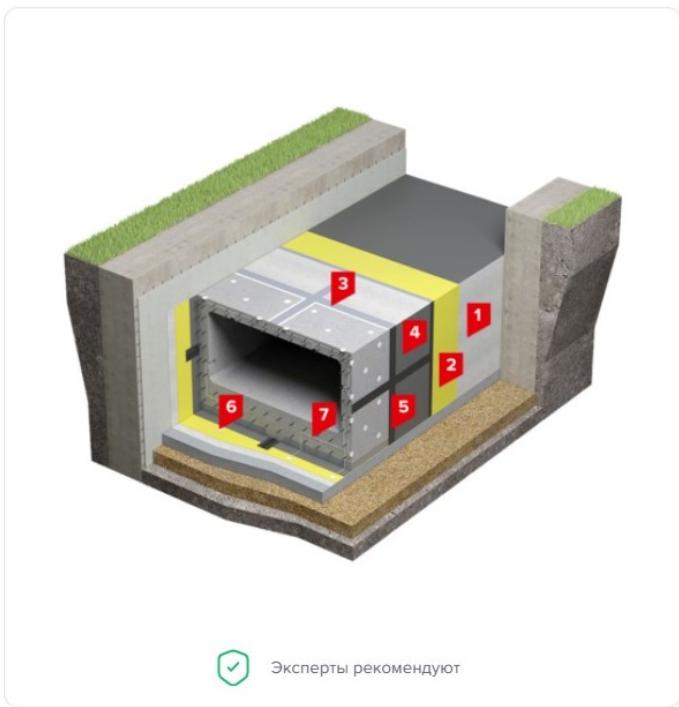
Разобраться в применении ПВХ-мембран для изоляции тоннелей поможет система ТН-ТОННЕЛЬ Проф. Это однослойная ремонтопригодная система с разбивкой на герметичные секции. Если случится протечка, то такие секции не позволят воде распространяться из поврежденного участка на соседние.

Гидроизоляционный материал в системе может применяться:

- при примыкании несущей конструкции тоннеля (обделки) непосредственно к ограждающей конструкции котлована без доступа к наружным поверхностям стеновых конструкций;
- в случае, если тоннель отстоит от ограждения котлована, со свободным доступом к наружным стенам.

ТН-ТОННЕЛЬ Проф

Ремонтопригодная гидроизоляционная система для тоннелей, сооружаемых открытым способом



Состав

- 1 Геотекстиль иглопробивной термофиксированный ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500
 - Материал нетканый геотекстильный 500 (ПП)
 - ТЕХНОНИКОЛЬ ГЕО Фундамент 500
 - Геотекстиль иглопробивной термофиксированный ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ ФУНДАМЕНТ 500
 - Материал нетканый геотекстильный 500 (ПЭТ)
- 2 Гидроизоляционная ПВХ-мембрана LOGICBASE V-SL (S)
 - Гидроизоляционный полимерный материал LOGICBASE P-SL
 - Гидроизоляционная ПВХ-мембрана ECOBASE V
 - Гидроизоляционная ПВХ-мембрана LOGICBASE V-SL (W)
 - Гидроизоляционная ПВХ-мембрана ECOBASE V-UV
- 3 Лента ПВХ LOGICBASE V-Strip FB
 - Гидроизоляционные ТПО-мембранны LOGICBASE P-PT
- 4 Гидроизоляционная ПВХ-мембрана LOGICBASE V-PT
- 5 Гидрошпонка ТЕХНОНИКОЛЬ ЕС-220-3
 - Гидрошпонка ТЕХНОНИКОЛЬ ЕС-320-4
- 6 ПВХ контрольно-инъекционный прямой штуцер |
ПВХ Штуцер инъекционный угловой
- 7 Трубка инъекционная LOGICBASE TUBE 10x6,5 мм

Этапы выполнения работ:

- 1. Подготовка основания.** Геотекстиль ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500 или аналогичные материалы укладываются на бетонную поверхность.
- 2. Основной гидроизоляционный слой.** Мембрана LOGICBASE V-SL в один слой.
- 3. Лента ПВХ LOGICBASE V-Strip FB.** Приклеивается к поверхности при помощи двухкомпонентного эпоксидного клея ТЕХНОНИКОЛЬ.
- 4. Защита гидроизоляции.** Для этого применяют специальную защитную ПВХ мембрану LOGICBASE V-PT. Ее укладывают в секции между гидрошпонками, точечно приваривают к мемbrane LOGICBASE V-SL по всей площади.
- 5. Гидрошпонки.**

- 6. Контрольно-инъекционная система** для восстановления водонепроницаемости конструкции. Штуцеры устанавливаются в каждой секции, размеры которой около 150 м².

Монтаж системы проводится согласно требованиям СТО 72746455-4.6.2-2015.

Примеры применения системы: станции Московского метрополитена Лухмановская Некрасовской линии, Некрасовка Кожуховской линии, Суворовская Кольцевой линии, перегон между станциями Саларьево и Филатов Луг Сокольнической линии.

Грамотно спроектированная гидроизоляция предотвращает протечки, снижает затраты на эксплуатацию, увеличивает срок службы подземной конструкции на десятилетия. При реализации проектов важно строго соблюдать нормативы (СП 122.13330.2023, СП 120.13330.2022) и учитывать опыт успешных реализаций: например, строительство БКЛ метро Москвы.

Авторы статьи:

Илья Быстров

Технический специалист направления Инженерная гидроизоляция

Ярослав Хомяков

Технический специалист направления «Теплоизоляционные материалы XPS.

Транспортно-дорожное строительство»



Ответ сформирован в
базе знаний по ссылке