Корпорация ТЕХНОНИКОЛЬ
129110, Россия, Москва, улица Гиляровского, дом 47, строение 5
тел.: +7 495 925 57 75, факс: +7 495 925 81 55, www.tn.ru, info@tn.ru

Исх. № 223807 - 15.03.2026/
Информационная статья от: 24.06.2025

Гидроизоляция тоннелей, возводимых закрытым способом

Мы уже писали о гидроизоляции тоннелей, возводимых открытым способом. В этой статье вместе с экспертами ТЕХНОНИКОЛЬ расскажем об особенностях гидроизоляции тоннелей, возводимых в толще пород. Приведем примеры систем ТЕХНОНИКОЛЬ с оптимальным сочетанием материалов, которые могут использоваться даже в сложнейших гидрогеологических условиях строительства.

Но сначала разберемся с тем, какие тоннели прокладывают закрытым способом и где сегодня их можно увидеть.

Какие тоннели возводят закрытым способом

Согласно СП 122.13330.2023 «Тоннели железнодорожные и автодорожные», закрытый способ работ — это сооружение тоннеля без вскрытия поверхности земли. Закрытый способ строительства применяется в случаях, когда открытая разработка (котлованный метод) невозможна или экономически нецелесообразна. Работы ведутся в подземных выработках, через шахтные стволы и штольни, что позволяет сохранить инфраструктуру над тоннелем (дороги, здания, коммуникации).

Часто конструкции такого типа, особенно метро, круглые в сечении — по форме проходческих щитов.

Такой способ применяется в условиях плотной городской застройки, сложных гидрогеологических условиях, в районах с горным рельефом или при необходимости минимизировать воздействие на окружающую среду.

Способы строительства

При закрытом способе для прокладки тоннелей используют буровзрывные работы, проходческие комбайны или щитовую технику. Выбор зависит от условий строительства — грунтов, глубины заложения, проектной длины. При этом разработку грунта и устройство постоянной конструкции могут вести по частям, по отдельным элементам поперечного профиля тоннеля.

Буровзрывные работы используют при строительстве тоннелей в устойчивых скальных породах в горах.

Рокский автодорожный тоннель, республика Северная Осетия-Алания. Возводился горным способом с применением буровзрывных работ. Гидроизоляция с помощью ПВХ-мембраны LOGICBASE V-SL 1,5 мм

К тоннелям, возведенным через скальные породы, относятся, например:

1. Готардский базисный (Швейцария). Длина: 57,1 км, железнодорожный. Проложен через Альпы.

2. Краснополянские тоннели (Россия, Краснодарский край). Длина 342 и 425 м, автомобильные. Расположены в горном массиве правого берега реки Мзымта.

3. Северомуйский железнодорожный тоннель (Бурятия, Россия). Один из участков БАМа, проходит сквозь Северо-Муйский хребет. Построен в сейсмически активном районе в сложнейших гидрогеологических условиях.

Щитовой способ применяется в слабых и водонасыщенных грунтах с использованием проходческого щита, который одновременно разрабатывает грунт и монтирует обделку (например, чугунные или железобетонные тюбинги). Часто применяют при прокладке

тоннелей длиной от 300 м и при строительстве метро.

Примеры тоннелей, возводимых щитовым способом:

1. Отдельные станции метро в Москве и Санкт-Петербурге.

2. Тоннель под Темзой. Один из старейших, возведенных щитовым способом (построен с 1825 по 1843 гг.). Изначально пешеходный, позднее переоборудован под нужды лондонской железной дороги.

Новоавстрийский метод (NATM) предполагает поэтапную проходку с немедленным укреплением (первичной обделкой) внутренних поверхностей с помощью набрызг-бетона или торкрет-бетона. Применяется для конструкций в сложных грунтах и в условиях городской застройки.

Примеры тоннелей, возводимых методом NATM:

1. Тоннель «Параисо» системы метро Сан-Паулу (Бразилия). Возводился в условиях плотной застройки в элювиальном пористом грунте.

2. Отдельные станции метро Москвы глубокого заложения (например, станция «Парк Победы»).

Закрытый способ применяется для тоннелей глубокого (более 20–25 м) или мелкого заложения (например, станция метро «Библиотека имени Ленина» в Москве), если этого требуют условия.

Основные типы тоннелей, строящихся закрытым способом

Закрытый способ применяется когда необходимо:

1. Минимизировать воздействие на окружающие объекты (города, водоемы).

2. Проложить тоннель в слабых грунтах.

3. Обеспечить глубокое заложение.

В таблице собрали основные типы тоннелей, которые могут возводиться закрытым способом:

Типы тоннелей	**Примеры**	**Почему выбирают закрытый способ**

Городские	1. Метрополитен (перегонные тоннели, станции, пешеходные переходы). 2. Автодорожные и железнодорожные тоннели под плотной застройкой. 3. Коммуникационные коллекторы (кабельные, водоводные, канализационные).	1. Минимум воздействия на городскую инфраструктуру. 2. Не необходимости перекрывать улицы. 3. Снижают шум и вибрации по сравнению с открытым способом.
Подводные	1. Под реками, морскими проливами (например, Евротоннель под Ла-Маншем, тоннель Евразия в Стамбуле). 2. Гидротехнические сооружения (водоводы, дренажные системы).	1. Невозможность осушения или отвода воды. 2. Минимизация риска затопления. 3. Сохранение экосистемы водоема.
Тоннели в горных районах	1. Автомобильные и железные дороги, проходящие в горах.	1. Позволяет сократить путь.
Технологические и спецтоннели	1. Кабельные, канализационные, нефте- и газопроводные. 2. Эвакуационные и служебные (например, в аэропортах).	1. Минимизация земляных работ. 2. Возможность прокладки на большой глубине.

Требования к гидроизоляции тоннелей

Гидроизоляция тоннелей, возводимых закрытым способом, – это критически важный этап строительства, от которого зависит долговечность конструкции и безопасность эксплуатации. Рассмотрим ключевые аспекты.

Гидроизоляция тоннелей, возводимых закрытым способом, должна:

1. Обеспечивать герметичность в условиях высокого гидростатического давления.

2. Быть гибкой, чтобы выдерживать деформации (осадки, сейсмические воздействия).

3. Сохранять свойства в агрессивных средах (химически активные грунтовые воды, блуждающие токи).

При строительстве тоннелей без вскрытия поверхности земли гидроизоляционные материалы укладываются изнутри, что необходимо учитывать при выборе материалов и проведении работ.

Риски, которые необходимо учитывать при проведении гидроизоляционных работ:

1. Протечки через стыки между тюбингами, в местах инъекционных отверстий.

2. Деформации обделки. Приводят к разгерметизации.

3. Химическая коррозия. Сульфаты, хлориды в воде разрушают бетон и металл.

4. Капиллярный подсос. Вода проникает через микротрещины в бетоне.

5. Возможные ошибки монтажа гидроизоляции.

Все эти риски должны учитываться в проекте. Они влияют на выбор материалов, количество слоев гидроизоляции, ее ремонтопригодность. За каждым этапом проведения работ необходим жесткий контроль.

Материалы ТЕХНОНИКОЛЬ для гидроизоляции тоннелей, возводимых закрытым способом

Гидроизоляция. Основной гидроизоляционный барьер между грунтом и обделкой:

1. Полимерные мембраны (ПВХ) – гибкие, устойчивые к давлению.

2. Гидрошпонки — гидроизоляционные шпонки из ПВХ для герметизации технологических швов.

Битумные рулонные материалы, как правило, не применяют для устройства гидроизоляции в тоннелях, возводимых без вскрытия грунтов.

Подготовка основания. Для подготовки основания под укладку гидроизоляционных материалов используется Геотекстиль ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500. Это нетканый материал из полиэфирных волокон, полученный иглопробивным способом с последующей термофиксацией.

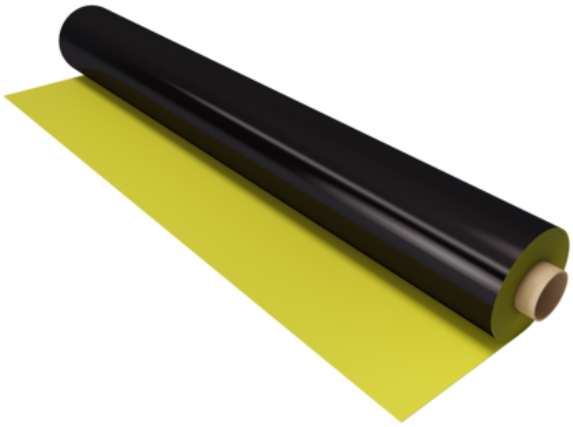
Геотекстиль ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500

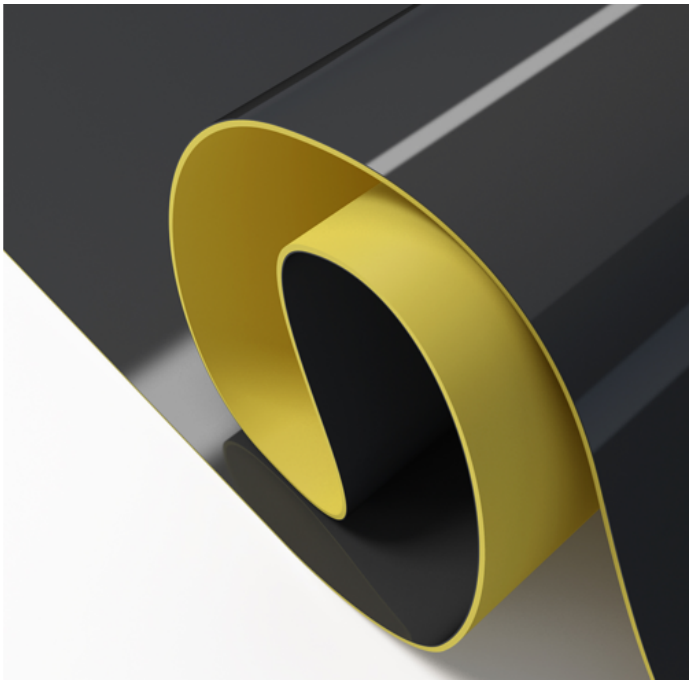
Какие ПВХ-мембраны выбирают для гидроизоляции тоннелей

Для изоляции тоннелей, в том числе глубокого залегания, используют специальные гидроизоляционные ПВХ-мембраны. Монтаж проводят свободной укладкой с автоматической сваркой швов.

ПВХ-мембрана, рекомендованная к использованию для гидроизоляции тоннелей, возводимых методом NATM и не только:

LOGICBASE V-SL (S). Неармированная мембрана с сигнальным слоем желтого цвета. Могут применяться в качестве однослойной гидроизоляции или в качестве основного слоя составе двухслойной системы для усиленной защиты конструкций от напорной воды.





Рулонный полимерный гидроизоляционный материал с сигнальным слоем LOGICBASE V-SL (S)

Произведена согласно СТО 72746455-3.4.3-2015.

Потенциальный срок службы мембраны **100 лет.**

Мембрана LOGICBASE V-SL толщиной 2,0 мм использовалась для гидроизоляции тоннеля федеральной дороги М27 Джубга–Сочи до границы с Грузией на участке Адлер–Веселое, Сочи.

Свойства и характеристики мембран позволяют использовать их в конструкциях, возводимых в сложных гидрогеологических условиях, в сейсмически активных районах, в зонах с повышенным влиянием агрессивных веществ.

Системы гидроизоляции ТЕХНОНИКОЛЬ для тоннелей и метрополитенов, возводимых закрытым способом

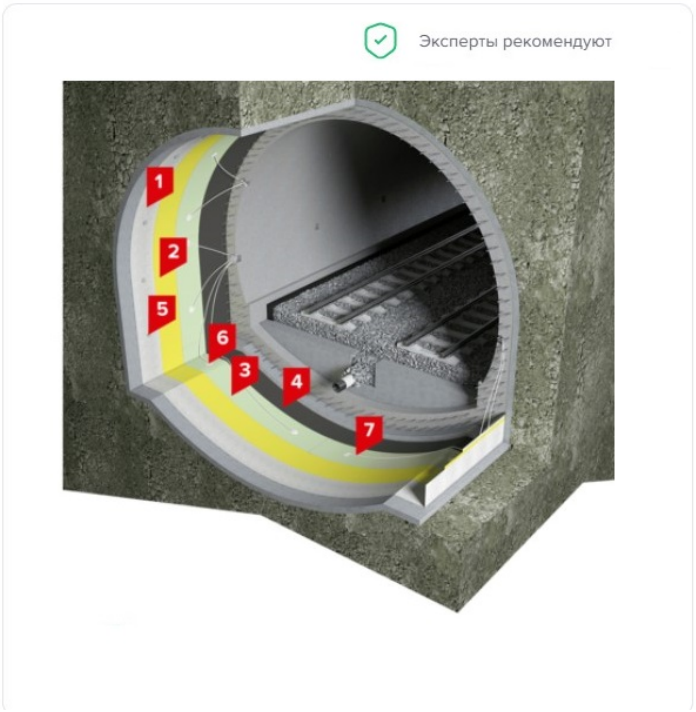
Конструкция гидроизоляционной системы и выбор материалов определяются проектными требованиями. Однако исходя из практики ТЕХНОНИКОЛЬ разработала несколько готовых решений. В них учтены базовые требования к материалам для изоляции тоннелей, возводимых методом NATM.

Название системы	**Количество слоев**	**Возможность ремонта**	**Защита от напорной воды**	**Где применяется**
ТН-ТОННЕЛЬ Проф НАТМ	однослойная	да	да	В породах с одним и более мощными водоносными горизонтами с высоким гидростатическим напором
ТН-ТОННЕЛЬ Эксперт НАТМ	двухслойная	да	да	В породах с одним и более мощными водоносными горизонтами с высоким гидростатическим напором
ТН-ТОННЕЛЬ Дренаж НАТМ	однослойная	нет	нет	Гидроизоляционная система типа «зонт» для защиты от поверхностных вод либо с горизонтом незначительной мощности

Рассмотрим устройство гидроизоляции тоннелей, возводимых закрытым способом, на примере двухслойной системы ТН-ТОННЕЛЬ Эксперт НАТМ.

ТН-ТОННЕЛЬ Эксперт НАТМ

Ремонтопригодная двухслойная система гидроизоляции тоннелей, сооружаемых методом НАТМ



Состав

1. Геотекстиль иглопробивной термофиксированный ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500
2. Гидроизоляционная ПВХ-мембрана LOGICBASE V-SL (S)
   - Гидроизоляционная ПВХ-мембрана LOGICBASE V-SL (W)
   - Гидроизоляционный полимерный материал LOGICBASE P-SL
   - Гидроизоляционная ПВХ-мембрана ECOBASE V-UV
   - Гидроизоляционная ПВХ-мембрана ECOBASE V
3. Гидроизоляционная ПВХ-мембрана LOGICBASE V-ST
   - Гидроизоляционные ТПО-мембраны LOGICBASE P-PT
4. Гидроизоляционная ПВХ-мембрана LOGICBASE V-PT
   - Гидроизоляционные ТПО-мембраны LOGICBASE P-PT
   - Геотекстиль иглопробивной термофиксированный ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500
5. ПВХ рондель
6. ПВХ контрольно-инъекционный прямой штуцер I ПВХ Штуцер инъекционный угловой
7. Трубка инъекционная LOGICBASE TUBE 10x6,5 мм

Этапы выполнения работ и рекомендуемые материалы:

1. Внешняя защита. К первичной обделке с помощью ПВХ ронделей крепится геотекстиль ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500.

2. Основной слой. Рекомендованный вариант — ПВХ-мембрана LOGICBASE V-SL, которая крепится к ПВХ ронделям.

3. Второй основной слой. Выполняется из LOGICBASE V-ST с фактурной поверхностью, которая усиливает основной слой.

4. Защитная гидроизоляция. Слой из защитной мембраны LOGICBASE V-PT.

5. Штуцеры и инъекционные трубки для подачи составов и вакуумной проверки герметичности.

Более подробно конструктивные решения описываются в СТО 72746455-4.6.2-2015. При этом конструкция гидроизоляционного покрытия отдельных узлов определяется проектом конкретно для каждого объекта.

Сварка полотен мембраны LOGICBASE V-SL в сводчатой части тоннеля.

Контроль качества гидроизоляционных работ

Приемочный контроль гидроизоляции из ПВХ-мембран производят до укладки защитного слоя. При этом комиссия проверяет:

- сплошность покрытия гидроизоляции – визуально, фиксируя подлежащие устранению дефекты: вздутия, складки, разрывы и т.п. Обнаруженные дефекты или отклонения от проекта должны быть устранены до устройства защитного слоя;

- герметичность соединения полотнищ в стыках – визуально и инструментально.

Помимо проверки швов вручную, используют и другие методы:

Проверка герметичности двойного шва избыточным давлением воздуха.

Проверка герметичности швов с помощью вакуумного колпака.

При необходимости все дефекты устраняют: незначительные дефекты шва убирают при помощи ручного сварочного аппарата, а небольшие повреждения закрывают заплатами из того же материала.

Гидроизоляция тоннелей закрытого типа требует комплексного подхода: от выбора материалов до контроля на каждом этапе. Современные технологии (полимерные мембраны, инъекционные методы) позволяют добиться высокой надёжности, но ключевое значение имеет качество монтажа и проектирования.

Авторы статьи:
Ярослав Хомяков
Технический специалист направления «Теплоизоляционные материалы XPS. Транспортно-дорожное строительство»
Александр Набатчиков