



Исх. № 223807 - 14.12.2025/

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 тубинги). 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                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метрополитен (перегонные тоннели, станции, пешеходные переходы).</li> <li>2. Автодорожные и железнодорожные тоннели под плотной застройкой.</li> <li>3. Коммуникационные коллекторы (кабельные, водоводные, канализационные).</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минимум воздействия на городскую инфраструктуру.</li> <li>2. Не необходимости перекрывать улицы.</li> <li>3. Снижают шум и вибрации по сравнению с открытым способом.</li> </ol> |
| Подводные                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Под реками, морскими проливами (например, Евротоннель под Ла-Маншем, тоннель Евразия в Стамбуле).</li> <li>2. Гидротехнические сооружения (водоводы, дренажные системы).</li> </ol>                                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Невозможность осушения или отвода воды.</li> <li>2. Минимизация риска затопления.</li> <li>3. Сохранение экосистемы водоема.</li> </ol>                                          |
| Тоннели в горных районах      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автомобильные и железные дороги, проходящие в горах.</li> </ol>                                                                                                                                                                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Позволяет сократить путь.</li> </ol>                                                                                                                                             |
| Технологические и спецтоннели | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кабельные, канализационные, нефте- и газопроводные.</li> <li>2. Эвакуационные и служебные (например, в аэропортах).</li> </ol>                                                                                                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минимизация земляных работ.</li> <li>2. Возможность прокладки на большой глубине.</li> </ol>                                                                                     |

## 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 тубингами, 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 ремонтпригодность. 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.



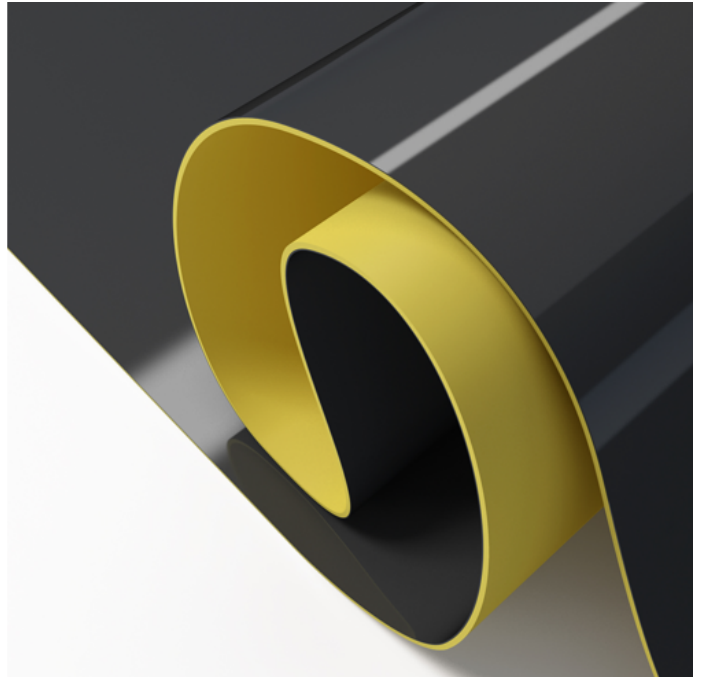
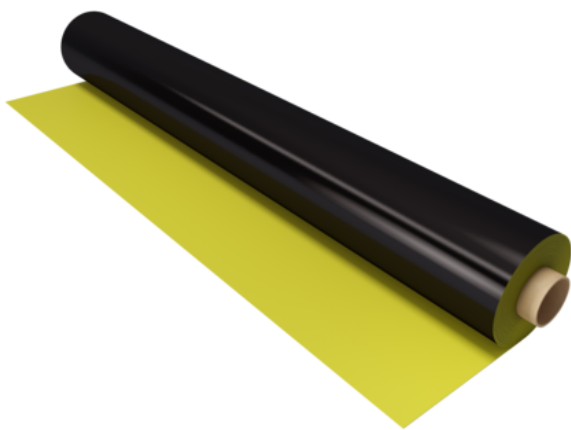
*Геотекстиль ТЕХНОНИКОЛЬ ПРОФ 500*

## **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**

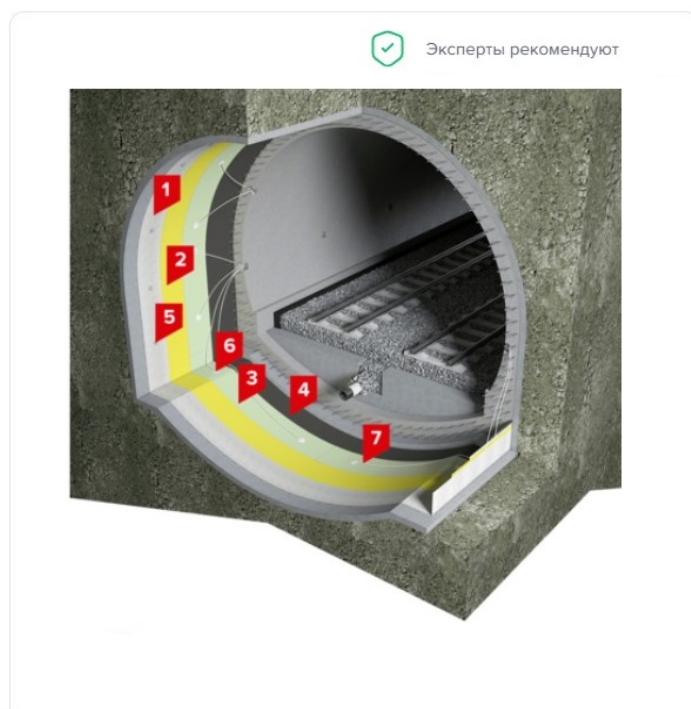
Конструкция гидроизоляционной системы и выбор материалов определяются проектными требованиями. Однако исходя из практики ТЕХНОНИКОЛЬ разработала несколько готовых решений. В них учтены базовые требования к материалам для изоляции тоннелей, возводимых методом NATM.

| <b>Название системы</b>        | <b>Количество слоев</b> | <b>Возможность ремонта</b> | <b>Защита от напорной воды</b> | <b>Где применяется</b>                                                                                          |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>ТН-ТОННЕЛЬ Проф НАТМ</u>    | однослойная             | да                         | да                             | В породах с одним и более мощными водоносными горизонтами с высоким гидростатическим напором                    |
| <u>ТН-ТОННЕЛЬ Эксперт НАТМ</u> | двухслойная             | да                         | да                             | В породах с одним и более мощными водоносными горизонтами с высоким гидростатическим напором                    |
| <u>ТН-ТОННЕЛЬ Дренаж НАТМ</u>  | 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 ТЕХНИКОЛЬ 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 ТЕХНИКОЛЬ ПРОФ 500
- 5 ПВХ рондель
- 6 ПВХ контрольно-инъекционный прямой штуцер | 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 ТЕХНИКОЛЬ 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



Ответ сформирован в  
базе знаний по ссылке