

Статья опубликована в специализированном научно-техническом квартальнике „GDMT Геоинженерия. Дороги. Мосты. Тоннели“

ГЕРМЕТИЗИРУЮЩЕ–ЗАПОЛНЯЮЩИЕ РАСТВОРЫ ПРИ ТУННЕЛЯХ ТВМ

Компания BDC International и её дочернее предприятие BDC Poland с самого начала своей деятельности поставляют высококачественные цементирующие средства для буровых работ. Благодаря свойствам, разработанным с учетом работы в экстремальных геологических и технических условиях, данные средства, применяемые в нефтегазовой промышленности, являются эталоном по качеству и соответствуют самым строгим нормам безопасности.

Многолетний опыт в области буровой химии, накопленный в ходе многочисленных инженерных проектов, привел к разработке специализированной линейки продуктов, предназначенных для инъекций при строительстве туннелей. В последнее время польский рынок в этой сфере приобрел особое значение за счет крупных туннельных проектов. Реализация этих инвестиций спо-

собствует устранению инфраструктурных отставаний, ликвидации транспортной изоляции и повышению пропускной способности дорог, объездных путей и транспортных узлов. Дороги, мосты и туннели можно сравнить с кровеносной системой экономики – их развитие напрямую влияет на экономический потенциал страны и региона.

В данной статье представлены задачи, стоящие перед инженерами, занимающимися строительством туннелей, с особым акцентом на значении инъекционных составов в качестве заполнителей кольцевого зазора, возникающего при бурении туннеля с использованием ТВМ (Tunnel Boring Machine). Мы сосредоточимся на роли химических средств в формировании соответствующих композиций и их применении, подчеркивая ключевую роль решений, предлагаемых компанией BDC.

Тоннель	Диаметр проходческих щитов
Метро в Варшаве	6,3 м – 4 проходческих щита ТВМ
Дорожный туннель под рекой Швина (Świnoujście)	13,5 м
Железнодорожный радиальный туннель в Лодзи	13 и 8 м – 2 проходческих щита ТВМ
Железнодорожный туннель на участке линии Кленчаны–Лиманова	10 м
S19 Ряшув Юг–Бабица	15,2 м

Таблица 1. Перечень примеров туннельных проектов по технологии ТВМ, реализованных в Польше в последнее время

ТЕХНОЛОГИЯ ТВМ – ОСНОВА СОВРЕМЕННОГО ТУННЕЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Технология бурения туннелей с исполь-

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СРЕД ВДС В ИНЪЕКЦИЯХ ДЛЯ ТУННЕЛЕЙ ТВМ – ПРИМЕР МЕ-ТРОТУННЕЛЯ В БЕМОВО

Туннель варшавского метро в Бемово является отличным примером проекта, в котором бентонитовые материалы, поставляемые BDC, являются неотъемлемой частью состава, заполняющего кольцевой зазор туннеля. Отобранный продукт прошёл детальные испытания на совместимость с цементом и добавками, что обеспечивает его эффективность и долговечность в столь требовательном применении.

КЛЮЧЕВЫЕ ДОБАВКИ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ВДС

BDC поставляет передовые химические добавки, существенно поддерживающие процесс инъекции и улучшающие свойства инъекционного состава. В частности, это:

1. **Modiretard 05** – добавка-ретардант
Основная задача данной добавки – замедление процесса гидратации цемента, что критически важно для глубоких туннелей, где время транспортировки смеси от места приготовления до точки применения может достигать нескольких десятков часов. Типичный диапазон задержки гидратации составляет от 24 до 72 часов.
2. **Modiquick 02** – добавка-активатор
Дэта добавка обеспечивает практически мгновенное схватывание смеси после её инъекции в облицовку туннеля. Время формирования геля обычно составляет 10–15 секунд и может регулироваться посредством точного дозирования. Быстрая реакция гарантирует плотное и долговечное заполнение всего кольцевого зазора (tubing).
Дозировка Modiquick 02 зависит от ряда параметров, таких как:
 - класс и состав цемента,
 - содержание цемента в смеси,
 - температура окружающей среды,
 - требуемое время схватывания,
 - необходимая начальная прочность.

Начальная прочность смеси обычно определяется через 24 часа (около 1–1,5 МПа), а конечные показатели, достигаемые

через 28 дней, составляют, как правило, 2–3 МПа или выше в зависимости от проектных требований.

ПРИМЕР РЕЦЕПТУРЫ BACKFILLING GROUT

- **Цемент:** CEM I 42.5 R – 270–370 кг/м³
- **Бентонит в порошке:** Swellgel PF – 20–50 кг/м³
- **Вода:** 750–850 дм³/м³
- **Modiretard 05:** 3–6 кг (в зависимости от требуемого времени задержки)
- **Modiquick 02:** 90–140 кг/м³ (добавляется в смесь цемента, бентонита, воды и Modiretard 05)

РОЛЬ ДОБАВОК В СТАБИЛИЗАЦИИ И ТЕКУЧЕСТИ СМЕСИ

Добавка Swellgel PF стабилизирует смесь, минимизируя расслаивание материалов и одновременно поддерживая оптимальную текучесть. Ключевым параметром является выделение воды, которое обычно составляет:

- через 3 часа: 1–3%,
- через 24 часа: 6–10%.

Время выделения воды измеряется с помощью воронки Marsh и должно находиться в диапазоне 35–45 секунд. Текучесть смеси должна сохраняться в течение требуемого времени, которое определяется спецификой проекта (обычно 24, 48 или 72 часа).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высококачественные химические добавки, поставляемые BDC, такие как Modiretard 05 и Modiquick 02, в сочетании с бентонитом Swellgel PF, обеспечивают не только оптимальные параметры инъекционного состава, но и эффективность и безопасность реализации туннельных проектов. Благодаря их применению инвестиции, такие как туннель метро в Бемово, могут выполняться с соблюдением самых высоких технических и технологических стандартов. |

■ **СЛАВОМИР ВЛОДЕК**
BDC Poland sp. z o.o.



зованием машин ТВМ позволяет достигать рабочего темпа, адаптированного к типу подстилающего грунта. Например, в песке и в скале темп бурения может различаться, но в среднем составляет от 10 до 20 м в сутки. Для сравнения, при строительстве второй линии метро в Варшаве дневной темп составил 24 м, а лучший зафиксированный показатель достигал 43 м в сутки. Однако ТВМ – это не просто бурильная машина, а высокотехнологичный комплекс. Помимо бурения, ТВМ укладывает бетонные предварительно изготовленные сегменты, формирующие стабильное ограждение туннеля. В процессе между сегментами облицовки и окружающим грунтом образуется зазор, который необходимо заполнить и герметизировать. Для этого используется специальный состав – backfilling grout, основанный на смеси цемента и бентонита.



СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ
tel. +48 12 650 66 42
email: info@bdc.com.pl
www.bdc.com.pl

