

На инновационные шумозащитные экраны могут устанавливаться фотоэлектрические панели, которые воспринимают солнечный свет с любой стороны, вырабатывают и накапливают электроэнергию от солнца. Фотоэлектрические панели частично прозрачны, благодаря переменной толщине ячеек, они не загораживают водителям обзор, что важно на поворотах и опасных участках. Толщина слоя зависит от плотности материала. Чем плотнее материал, тем тоньше слой. Некоторые системы экранов разработаны с отверстиями для сброса воды.



Рис.3. Инновационный шумозащитный экран с фотоэлектрическими панелями

Инновационные шумозащитные экраны влияют на уровень жизни людей, улучшая условия проживания, удовлетворяя потребности. Огромное преимущество заключается в том, что они не наносят вред окружающей среде, когда эта проблема наиболее актуальна.

Литература

1. Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах США [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/56/56231/index.htm> Дата доступа 01.11.22

624.21.01/09; 624.04

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ТОННЕЛЕЙ МЕТРО. ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ ЩИТОВЫМ МЕТОДОМ

студент М.Г. Цейко
(Научный руководитель В.А. Ходяков)
Белорусский национальный технический университет,
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь, atexsmc@gmail.com

Объектом исследований является строительство тоннелей щитовой способом. Предметом исследования является метод проходки полумеханизированным щитом, принцип работы и его основные преимущества. Статья является обзорной, в ней рассмотрены основные преимущества и особенности щитового способа строительства

тоннеля. Для обзора проходки полуавтоматическим способом взят щит под названием «Алеся». Также описаны заводские условия, в которых производят новые тубинги для данного щита. Строительство тоннеля щитовым способом включает в себя три основных этапа. Представлен принцип работы вращающегося режущего диска. Описана система установки новых тубинговых колец по мере продвижения проходческого щита в тоннеле. Также представлены фото первого начала работы щита «Алеся» и завершения этого же тоннеля.

Ключевые слова: проходческий щит; минский метрополитен; тоннель; строительство; тубинг.

Щитовой метод проходки тоннеля — это метод бурения, который используется при строительстве транспортных тоннелей, в том числе тоннелей метрополитена. По сравнению с традиционными методами строительства, он относительно безопасен и быстр, однако эффективность проходческого щита в значительной степени зависит от сложности геологических условий, окружающей среды и др.

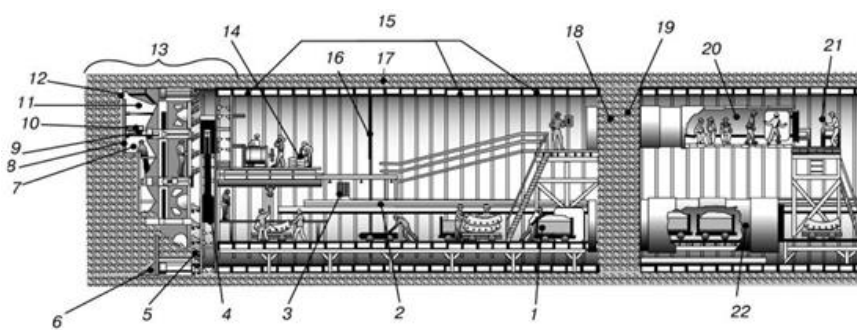
Различают два способа разработки грунта при применении щитового метода проходки: немеханизированный и полумеханизированный.

Полумеханизированный щит действует как временная несущая конструкция, которая предотвращает обвал грунта на стадии, когда тоннель уже вырыт, но обделка ещё не установлена. Это особенно важно в больших тоннелях, глубоко заложения в слабых грунтах, где экстремальное давление на грунт может привести к обвалам и другим чрезвычайным происшествиям.

Режущая головка продвигает бурильный станок через грунт на небольшое расстояние, в то время как в конце щитового комплекса ведётся сборка обделки. Как только постоянная опорная конструкция установлена, машина отталкивается от последнего кольца обделки с помощью специальных домкратов для дальнейшего бурения в почве.

Полумеханизированный щитовой метод проходки тоннелей позволяет быстро вести непрерывное бурение при сохранении безопасных условий труда.

Первый задокументированный случай применения технологии строительства с использованием проходческого щита был в 1825 году, когда британский инженер-строитель Марк Бринелль использовал прямоугольный тоннельный щит для раскопок и строительства тоннеля под рекой Темза. В 1840 году американский изобретатель и патентный поверенный Альфред Бич предположил, что круглый щит может быть более эффективным.



1 – вагонетки с материалами; 2 – водопроводные, воздушные и гидравлические коммуникации; 3 – пожарный рукав; 4 – монтажная стрела; 5 – гидравлические домкраты; 6 – нож щита; 7 – отвал; 8 – обрушение; 9 – домкрат; 10 – платформа; 11 – стойка; 12 – нож щита; 13 – щит; 14 – замешивание раствора; 15 – чугунные тубинги обделки тоннеля; 16 – защитное ограждение; 17 – раствор; 18 – бетонная перегородка; 19 – бетонная перегородка; 20 – воздушный шлюз для людей; 21 – контроль; 22 – шлюз для материалов

Рис. 1. Немеханизированный щит ручной проходки тоннеля

Строительство тоннеля щитовым способом включает три основных этапа:
Сооружение монтажной и демонтажной камеры;
Монтаж и демонтаж проходческого комплекса;
Проходку тоннеля с устройством обделки сразу за продвижением забоя.

На этапе проходки вращающийся режущий диск в передней части щита прижимается к поверхности забойки с помощью специализированных домкратов. Данный диск в процессе работы измельчает почву, разбивая ее на мелкие фрагменты для удаления. Далее на вагонетках грунт вывозится на поверхность.

Непосредственно за щитом и режущим кругом находится система шнековых конвейеров, которая транспортирует грунт к задней части щита. В то же время специализированные домкраты нажимают на внешние сегменты тоннеля, продвигая режущую головку вперед для продолжения дальнейшей работы по выработке грунта.

Когда щит и режущая головка продвинуты на расстояние, необходимое для установки тоннельного тубинга, начинается фаза создания нового кольца тоннеля. Механическая система транспортировки в тоннельном бурильном станке устанавливает сегмент тубинга непосредственно под щитом. Затем этот новый сегмент действует как опора, которая позволяет специализированным домкратам дополнительно вдавливать режущую головку в почву.

При прокладке тоннеля под высоким давлением грунтовых вод по ходу режущего диска наносится бентонит, для компенсации давления вод. Бентонит перемешивают с водой и оставляют на несколько часов для получения превосходной суспензии.

Использование проходческого щита «Алеся» при строительстве белорусского метрополитена

«Алеся» — щитовой проходческий комплекс, который с февраля 2016 года используется при строительстве Минского метрополитена.

Щит был приобретен у французской компании «CSM Bessac» в декабре 2015 года за 11 миллионов долларов и с февраля 2016 года используется в строительстве метрополитена. Он может проходить за месяц до 300 метров.

В следствие частого ремонта с каждой новой проходкой совершенствуется режущее оборудование, что позволяет "Алесе" ускоряться. В настоящее время удалось достигнуть максимальной скорости в 310 метров в месяц.

В целом за время строительства третьей ветки Минского метрополитена тоннельный щит преодолел расстояние в 1828 метров. Самой трудной частью был участок от железнодорожного вокзала до ул. Клары Цеткин, который должен был пройти под рядом инженерных сооружений. В среднем расстояние, которое проходила "Алеся" составляло около 200 метров в месяц. При проходке первого тоннеля приходилось останавливать работы три раза для замены режущих дисков щитового комплекса. На рис.2 представлен момент начала работы «Алеси» в первом своем тоннеле.

Для того, чтобы вывести щит на станции метро «Юбилейная площадь» подготовили монолитную площадку. Точно так же ее подготовили чтобы собрать щит на «Вокзальной». Монтаж и демонтаж «Алеси» производился в несколько этапов с помощью тяжелых кранов. Сначала использовался кран грузоподъемностью 350 тонн, а позже 500 тонн. Причем они использовались одновременно.

Станция «Юбилейная площадь» самая глубокая по залеганию. Глубина составляет от 27 до 32 метра. В этом районе очень сложные геологические условия, относящиеся 5, 6 и 7-й категориям. Например, 10-я категория — это скальные породы и валуны. Главная трудность на станции метро «Юбилейная» — укрепление ее котлована, для чего в его стенах бетонируются стальные анкера длиной более 20 метров.



Рис. 2. Тоннельный щит «Алеся». Начало проходки первого тоннеля

Для нового щиты была запущена новая конвейерная линия на заводе железобетонных изделий по производству обделки для тоннелей. К моменту старта механизированного комплекса на «Вокзальной» на заводе уже изготовили около 600 метров бетонных тубингов. Так же выпускается новый блок верхнего строения пути. Его применяют для уменьшения вибрации и шума при движении электропоездов в тоннелях. На рисунке 3 и 4 представлены элементы производственной линии с этого завода, с формами для изготовления новых тубингов. Фотографии форм и тубингов представлены на рис.3 и рис.4. Также на Рис.5 происходит момент окончания бурения тоннеля щитом «Алеся».



Рис. 3. Форма для изготовления новых тубингов



Рис. 4. Готовые тубинги для нового проходческого щита



Рис. 5. Тоннельный щит «Алеся». Окончание работ по проходке тоннеля — выход щита на поверхность

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/shield-tunneling.html>
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/v-minske-zapustili-tunneleprohodcheskiy-kompleks.html> Дата доступа [16.01.2016]
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://realt.onliner.by/2022/06/08/my-vse-videli-alesyu-snaruzhi> Дата доступа [08.06.2022]
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/liniy-gorodskikh-spletene.html> Дата доступа [13.01.2021]