

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Рузина Д.М., Кузьмина Н.С.

научный руководитель канд. техн. наук Преснов О.М

Сибирский федеральный университет

Население многих городов давно превышает десятки миллионов человек, и эта цифра неуклонно растет. Соответственно, увеличивается и загруженность магистралей - сегодня в крупнейших городах мира зарегистрировано в среднем около пяти миллионов автомобилей. Чтобы попасть из одного конца мегаполиса в другой, в будни зачастую требуется большое количество времени. Наиболее эффективным видом транспорта для крупных городов является метрополитен — скоростная городская внеуличная железная дорога с курсирующими на ней маршрутными поездами для перевозки пассажиров. От других видов городского пассажирского транспорта метрополитен отличается высокой скоростью и регулярностью движения маршрутных поездов, а также большой провозной способностью.

Идея создания метрополитена - имеет давнюю историю и уходит своими корнями в XIX столетие. Первый метрополитен длиной 3,6 км был построен в Лондоне в тоннелях мелкого заложения в 1863 г. Строительство осуществляла компания Metropolitan Railways («Столичные железные дороги»). Изначально первая линия в Лондоне эксплуатировалась на паровой тяге. С 1890 г. началось строительство тоннелей глубокого заложения, а введение электрической тяги освободило тоннели от дыма и копоти, улучшило условия эксплуатации городской подземной линии.

В настоящее время действует около 200 метрополитенов с общей протяженностью более 3500 км.

Анализ основных показателей метрополитенов показал:

- Самое протяженное метро находится в г. Шанхай. Общая протяженность, которого примерно 434 километра;
- Наиболее многочисленным количеством станций обладает метрополитен г. Нью-Йорк, 468 станций;
- Самый интенсивный пассажиропоток в метро г. Токио, там насчитывается около 3174 миллиона человек перевезенных в год;
- В зависимости от географического положения - самый северный метрополитен (60° 12') находится в г. Хельсинки, Финляндия; южный (34°36') - Буэнос-Айрес, Аргентина.

Сооружение метро – сложный и многогранный процесс освоения подземного пространства, имеющий свои особенности и отличительные черты. Строительство метрополитенов в разных городах имеет свои особенности: наличие тектонических нарушений, многообразие геологических особенностей и изменений в пределах небольших пространств.

Существующие линии метрополитенов, подразделяются на подземные, наземные и надземные. Основные способы строительства можно объединить в две группы — закрытые (подземные) и открытые способы.

Закрытые способы применяют при сооружении метрополитенов глубокого (30-50 и более метров от поверхности земли) и мелкого (глубина 5-8 м) заложения. При этом все работы по строительству метрополитена ведут в подземных условиях, без нарушения уличного движения. Глубина заложения определяется существующей застройкой, планировкой города, расположением городских коммуникаций и геологическими, топографическими и гидрогеологическими условиями строительства.

Для ведения проходческих работ и возведения тоннельных конструкций в подземных условиях при закрытом способе в зависимости от инженерно-геологических условий и размеров тоннелей используют различные способы работ:

- щитовой способ, основанный на применении щита — передвижной металлической крепи, под защитой которой производится разработка грунта в забое на полное сечение (профиль) и осуществляется возведение тоннельной обделки;
- способ сплошного забоя, состоящий в разработке грунта в тоннеле сразу на полное сечение (профиль) с установкой временного деревометаллического крепления, служащего защитой на время устройства тоннельной обделки;
- горный способ, основанный на последовательной разработке грунта в тоннеле по частям с установкой временного деревометаллического крепления, под защитой которого также по частям возводят тоннельную обделку.

Линии глубокого заложения проектируются по кратчайшему пути между станциями и обычно без учета городских застроек.

Достоинства подземных метрополитенов глубокого заложения заключается в следующем:

- не нарушается планировка города;
- есть возможность трассирования тоннелей по кратчайшему направлению, что дает более простую и четкую схему метрополитена;
- обеспечивается возможность выбора при проходке тоннелей наиболее благоприятных грунтовых условий.

Недостатки линий глубокого заложения:

- большие капиталовложения;
- необходимость в механическом спуске и подъеме пассажиров;
- отсутствие широкого фронта работ при строительстве;
- усложнение системы вентиляции.

Линии мелкого заложения обеспечивают наибольшее удобство для пассажиров и имеют лучшие эксплуатационные и экономические показатели.

Достоинства метрополитена мелкого заложения:

- небольшие капитальные затраты;
- упрощение спуска и подъема пассажиров;
- отсутствие механических подъемных устройств;
- облегчается вентиляция тоннелей и станций.

Недостатки линий мелкого заложения:

- возможность строительства главным образом в районах новой застройки и сложность сооружения в густонаселенной и центральной части города;
- необходимость следовать при трассировке линий метро направлению улиц, бульваров и проспектов;
- необходимость перекладки подземных инженерно-санитарных коммуникаций и укрепления фундаментов зданий.

Открытые способы применяют при сооружении линий метрополитена мелкого заложения, при этом все работы по возведению тоннельных конструкций выполняют в открытых котлованах, которые после завершения строительства засыпают грунтом.

В число открытых способов входят:

- котлованный способ, состоящий в том, что на полную ширину тоннеля до уровня подошвы будущего тоннеля раскрывают котлован, стены которого оставляют без крепления (под углом естественного угла откоса грунта) или поддерживают временной крепью (если они вертикальны); обделку тоннеля сооружают в котловане, а затем засыпают грунтом;

- траншейный способ, при котором котлован разрабатывают по частям (в этом случае для устройства вертикальных стен тоннеля используют способ «стена в грунте»);
- использование передвижной металлической крепи прямоугольного сечения (щит открытого способа) для крепления стен котлована и устройства тоннельной обделки.

Так же существуют специальные способы. В сложных инженерно-геологических условиях строительства — в водоносных песчано-глинистых грунтах, пльвунах, в очень трещиноватых скальных грунтах с большим притоком подземных вод — применяют специальные способы, целью которых является укрепление неустойчивых грунтов, ликвидация поступления воды или временное осушение грунтов. К числу таких специальных способов относятся: водопонижение, замораживание грунтов, применение сжатого воздуха (кессонный способ), цементация грунтов, химическое закрепление.

При строительстве метрополитена этими способами необходимо учитывать все особенности строительства данными способами. Поэтому при строительстве городских метрополитенов только мелкого заложения в Минске, Горьком, Ташкенте, Новосибирске применяют комбинированный способ, при котором станции метрополитена возводят в котлованах открытым способом, а перегонные тоннели между станциями сооружают закрытым способом.

Наземные и надземные линии метрополитена, могут быть расположены на поверхности земли или на эстакадах (мостах), сооружают методами, применяемыми при строительстве железных дорог и мостов, позволяющими широко использовать высокопроизводительную землеройную технику для возведения земляного полотна, применять индустриальные сборные железобетонные конструкции для устройства эстакад, вести работы широким фронтом. Как правило, сооружаются в районах города с относительно невысокой плотностью застройки. Основным условием, определяющим возможность прокладки наземных линий, является наличие свободной от застройки полосы шириной не менее 120 м. Вдоль всего наземного участка с двух сторон сооружается сплошной забор из железобетонных плит, закладываемых в пазы железобетонных столбов.

Достоинства:

- меньшая стоимость по сравнению со стоимостью строительства линий обычного метрополитена;
- повышение уровня транспортного обслуживания крупных городов.

Недостатки:

- препятствует движению и снижает пропускную способность улиц;
- нарушает существующие архитектурные ансамбли районов города;
- нарушают видимость и загораживают собой городскую перспективу;
- непрерывный шум в течение суток, создаваемый проходящими поездами, не отвечает современным экологическим требованиям проживания в больших городах;
- поднимаемая поездами пыль.

При строительстве метрополитенов возникают свойственные лишь этому роду сооружений трудности, - это опасность работы под землей, под колоссальным грузом ненадежных пород, под многоэтажными домами, оживленными улицами, с проложенными под ними магистралями канализации, водопровода, газа, электрокабелями и так далее. Поэтому при проектировании метрополитенов используются комплексные подходы, комбинируемые из способов перечисленных ранее.