

НЕКОТОРЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ВО ВЬЕТНАМЕ

Ле Чунг Хиеу

Научный руководитель – д.г.-м.н., профессор Хоменко В.П.

Научный консультант–преподаватель Лавруsevич И.А.

(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26)

Аннотация. Во Вьетнаме движение в больших городах становится крайне актуальным и сложным. Ежегодно государство тратит тысячи миллиардов донгов на ремонт и улучшение дорожной системы, а также на принятие мер по уменьшению заторов на дорогах: меры по запрету транспортных средств, сокращению движения транспортных средств, ограничению въезда иностранных транспортных средств в город, ограничению движения мотоциклов, ограничению движения автомобилей в час пик, вводит временные ограничения, финансирует строительство эстакад на перекрестках и т. д.

Ключевые слова: экологические, геотехнические проблемы, Вьетнам, метро.

SOME GEO-ECOLOGICAL AND GEOTECHNICAL ASPECTS IN CONSTRUCTION OF THE UNDERGROUND METRO IN VIETNAM

Le Trung Hieu

Scientific adviser - Doctor of Geology and Mineralogy sciences, Professor **Khomenko V.P.**,

Scientific supervisor - teacher Lavrusevich I.A.

(Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavskoye Sh., 129337, Moscow, Russia)

Abstract. In Vietnam, traffic in big cities is becoming extremely relevant and complex. Every year, the state spends thousands of billions of VND on repairing and improving the road system, as well as on taking measures to reduce traffic congestion: measures to ban vehicles, reduce vehicle traffic, restrict the entry of foreign vehicles into the city, restrict motorcycle traffic, ban cars an hour peak, temporary deviation, construction of flyovers at intersections, etc.

Key words: environmental, geotechnical problems, Vietnam, metro.

ВВЕДЕНИЕ

Метрополитен — это вид городского железнодорожного высокоскоростного пассажирского транспорта, использующий подземное пространство. Во всех крупных городах мира метрополитен способствует перевозке большого количества пассажиров. В Париже (Франция) система метро состоит из 16 линий (рис. 3), протяженностью 211 км и состоит из 365 станций. В 1863 году в Лондоне (Англия) была введена в эксплуатацию первая линия метро, протяженность метрополитена - 417,5 км и состоит из 247 станций. В Нью-Йорке (США) протяженность метро составляет 384,9 км с 484 станциями. В Москве (Россия) строительство метрополитена началось в 1931 году, а первая линия была открыта в 1935 году и состояла из 13 станций. Московский метрополитен в настоящее время состоит из 12 линий, протяженностью 293,1 км, 177 станций (в том числе 14 наземных, остальные - подземные). Самая глубокая станция расположена ниже 84 м от поверхности земли, а расстояние между станциями составляет в среднем 1,8–2,5 км. В 2008 году метрополитеном было перевезено 2,573 миллиарда пассажиров. Идея строительства метро во Вьетнаме (Ханой) появилась еще в 80-х годах прошлого века, когда с помощью Советского Союза был спроектирован Ханойский метрополитен, однако до настоящего времени проект не был реализован. Строительство метрополитена всегда связано с решением большого количества экономических, технических и геоэкологических задач.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В статье представлены некоторые характеристики природных и социально-экономических условий, а также возникающие технические и технологические проблемы, которые необходимо учитывать при подземном строительстве во Вьетнаме для устойчивого и безаварийного развития городской среды.

Особенности строительства метро во Вьетнаме

1. Все крупные города во Вьетнаме расположены в дельтах рек и морей и имеют неблагоприятные инженерно-геологические условия для подземного строительства, в первую очередь для метрополитена. Подземная линия метро может располагаться в массиве горных пород, состоящем из слоев, обладающих различными физико-механическими свойствами и требующих применение различных строительных технологий. Линия метро Nam Thang Long-Thuong Dinh пересекает как минимум 3 различных по свойствам, составу и строению типа грунта, таких как однородный слой глин (от станции C1 до C4), многослойное основание из слабых грунтов, (от станций C5 - C14) и основание, сложенное мелкими водонасыщенными песками (от станций C15, C16). На участке железнодорожного вокзала Нхон - Ханой видно, что подземный участок этой линии

полностью расположен в слое ила, мощностью до 30 м. В Хошимине аналогичные типы неблагоприятных грунтов создают значительные трудности при строительстве метрополитена. Верхний слой, состоящий из ила, имеет мощность до 30–40 м, а также нижележащий слой, представленный слабыми, водонасыщенными грунтами.

Например, обрушение тоннеля во время строительства системы водопонижения канала Нхиеу Лок-Тхи Нге произошло при аналогичных типах грунтов, являющихся основанием. Грунтовый массив был представлен илом, мощностью около 10 м и расположенным под ним слоем твердой глины, на расстоянии 15–20 м от водоносного горизонта.

2. Крупные города Вьетнама густонаселены, имеют многочисленные узкие улицы, неустойчивые строительные конструкции, ветхие здания и сооружения, что не позволяет использовать недорогие методы строительства. Комплексные меры, направленные на уменьшение негативного воздействия строительства на здания, сооружения и окружающую среду, только усложняют реализацию строительных проектов, так как зачастую связано с необходимостью применения современного и дорогостоящего строительного оборудования.

3. Геологическая среда больших городов Вьетнама по своей природе нестабильна и чувствительна не только к природным и опасным геологическим процессам, но и к техногенным воздействиям, которые все более усиливаются в связи с процессами урбанизации. Данные геоэкологические аспекты необходимо учитывать при строительстве метрополитена для обеспечения устойчивого развития городов Вьетнама. Например, при проектировании метрополитена в Бангкоке требовалось учитывать изменения состояния и свойств грунтов из-за интенсивных откачек подземных вод в течение 120 лет, в результате чего в местах примыкания стен станции к стенам зданий использовались специальные упругие сопряжения, адаптирующиеся к прогибу железнодорожных тоннелей до 100 мм.

4. Строительство метрополитена требует не только высокого уровня технологических решений во многих строительных сферах, которые во Вьетнаме не могут осуществиться в ближайшем будущем, но и большого инвестиционного капитала. Поэтому Вьетнаму необходим как инвестиционный капитал, так и техническая помощь из-за рубежа, в виде новых технологий из соответствующих областей строительства и производства.

Основные инженерные задачи при строительстве метрополитена.

1. Строительство метрополитена способно привести к деформациям и разрушениям вмещающих грунтовых массивов, а также повреждению существующих инженерных конструкций, зданий и сооружений на поверхности земли. Таким образом, производство работ по строительству тоннеля метрополитена требует, чтобы вызванные изменения

геологической среды находились в допустимых пределах. При производстве работ по строительству тоннелей и станций метро, железнодорожных и вспомогательных тоннелей, необходимо также проводить комплекс гидроизоляционных работ при укладке цементного раствора на различные типы неоднородных грунтов (глина, мелкозернистый песок и т. д.).

2. Изменение отметок земной поверхности и деформации грунтового массива. При строительстве тоннелей метрополитена геологическая среда подвергается разнообразным негативным воздействиям, которые проявляются в виде оседаний земной поверхности и провалах. Необходимо целесообразно определять строительные параметры тоннеля (диаметр, глубину, технология строительства и т. д.), чтобы минимизировать неблагоприятные воздействия на окружающую среду, а также существующие инженерные конструкции.

3. Взаимосвязь между существующими сооружениями, окружающей средой и строительством тоннелей. Изменение природно-технических систем «грунт-сооружение» при строительстве метрополитена можно анализировать с помощью моделирования. В результате моделирования определяется степень деформации существующих объектов строительства. Теоретические и практические данные, полученные при строительстве тоннелей показывают, что повреждения в зданиях и сооружениях не обнаруживаются при неравномерной осадке в пределах 0,1-0,15%, а разрушения существующих конструкции начинают появляться при осадке более 2%. В принципе, нет необходимости оценивать воздействие на окружающую среду (включая здания и сооружения), когда ожидаемое оседание земной поверхности не превышает 10 мм.

4. Геотехнический мониторинг. Оборудование для мониторинга выбирается в зависимости от измеряемых параметров, включая обследование изменения отметок земной поверхности, измерение осадки по глубине, деформации конструктивных элементов зданий и сооружений. С целью своевременной корректировки информации, в программе мониторинга устанавливается график наблюдений для каждого измеряемого параметра, чтобы данные оперативно собирались и обрабатывались. Геотехнический мониторинг при строительстве метрополитена и используется для установления допустимых параметров при строительстве тоннелей и прилегающих зданий, и сооружений, а также оценки воздействия строительства на существующие природно-технические геосистемы.

5. Технология строительства метро. В двадцатом веке большинство подземных сооружений строилось открытым способом. В настоящее время широко распространены современные технологии подземного производства строительных работ. Основным

преимуществом этих технологий является непрерывный процесс реализации основных этапов подземных выработок, таких как выемка грунта, его транспортировка и последующее возведение опорных и несущих конструкций, что в свою очередь предотвращает ущерб в результате разрушения строящегося тоннеля.

6. Геотехнические изыскания. Следует отметить, что геотехнические изыскания не просто предоставляют исходные данные о грунте при проектировании линии метрополитена, но, что более важно, являются основой для оценки воздействия производства строительных работ на существующие здания, сооружения и окружающую среду.

ВЫВОДЫ

Строительство метрополитена связано с целым комплексом технических, экономических и геоэкологических сложностей. Вьетнам находится на ранних стадиях освоения подземного строительства, а метрополитен является одним из наиболее сложных подземных сооружений. На основании строительного опыта соседних стран и характеристиках природных условий, необходимо разрабатывать комплексную программу исследований для оценки и прогноза геоэкологического воздействия в результате строительства метрополитена. Это позволит контролировать качество реализации проектов по освоению городского подземного строительства в целом и метрополитена в частности. В результате рационального использования подземного пространства крупных городов при строительстве и эксплуатации метрополитена, будут предотвращены аварии и значительный экономический ущерб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Phienewej N., Photayanuvat C., Geotechnical aspects in design and construction of Chaloevrachamongkhon underground MRT, Bangkok. Int. sym. on underground excavation and tunnelling. Bangkok, Feb. 2006.
2. Alain Guilloux Tunnelling in soft ground and urban environment. Geotechnics for sustainable development. Hanoi, Oct.2011.
3. Doan The Tuong Một số vấn đề địa kỹ thuật môi trường trong xây dựng tàu điện ngầm ở Việt Nam, Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng số 2/2012.
5. Tran Tuan Minh Xây dựng hệ thống tàu điện ngầm đô thị, NXB Xây dựng, January 2015.
6. РЖД подписали соглашение о строительстве метро во Вьетнаме. <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5b92319a9a79473165a9f499>
7. В 2020 году в столице Вьетнама будут строить тоннели метро. <https://undergroundexpert.info/opyt-podzemnogo-stroitelstva/poslednie-sobytiya/metro-vietnam/>