

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев Университеті

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

7М07306 Геопространственная цифровая инженерия

МАР7012 «Инновационные методы инженерно-
геодезических работ»

15 лекция. Геодезические работы по строительству подземных тоннелей

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: РНД, АССОЦ.ПРОФ. КОЖАЕВ Ж.Т.

АЛМАТЫ 2022

Общие сведения о тоннелях и подземных сооружениях

К подземным сооружениям относят расположенные ниже поверхности Земли в толще горных пород тоннели, ангары, гаражи, галереи и камеры различного назначения. Их строят на путях сообщений, в составе крупных гражданских, промышленных, энергетических и оборонных комплексов. В ряде случаев возведение подземных сооружений является единственно возможным средством преодоления ситуационных и рельефных препятствий в трудных топографических и гидрологических условиях, более рационального использования территории городов и промышленных площадок, подземного пространства под ними, а также обеспечения безопасности жизнедеятельности. Особое место подземные сооружения и тоннели различного назначения занимают в городском строительстве, при решении задач благоустройства и улучшения условий транспортного и пешеходного движения.

Подземные камеры больших размеров возводят в энергетике и гидротехнике. Подземные машинные залы современных крупных гидростанций имеют длину более 1200м, высоту до 50м и ширину до 25м. В таких же камерах размещают оборудование для выработки электроэнергии и перекачки воды на гидроаккумулирующих станциях, реакторы и вспомогательное оборудование на атомных электростанциях. Подобные камеры используют при создании объектов гражданской обороны.



Любое подземное строительство связано с разработкой и выемкой горных пород (грунтов). Образованная в толще пород полость для размещения сооружения в целом называют подземной (горной) выработкой, а её торец, где разрабатывают грунт-забоем. Вертикальные выработки (шахты) между поверхностью и проектным уровнем под землёй называют стволами. В случае если раскрытие подземной выработки на полное сечение сооружения ведётся отдельными участками (калоттами), прокладывают вспомогательные выработки меньшего сечения: горизонтальные штольни и вертикальные фурнели. После выемки грунта возводят основной конструктивный элемент подземного сооружения - его внешнюю оболочку, называемую обделкой. Обделка призвана для защиты подземной выработки и самого сооружения от опасных деформаций под действием горного давления. Выбор её конструкции, формы и размеров зависят от назначения и способа возведения сооружения, а также от инженерногеологических условий и прогнозируемых величин горного давления.

Строительство тоннелей и подземных сооружений требует выполнения большого объема геодезических работ, отличающихся многообразием и специфическими особенностями. Эти работы ведутся как на поверхности земли, так и под землёй в горных выработках. По этой причине их часто называют геодезическо-маркшейдерскими работами, особенно в горнодобывающей промышленности. При этом имеется в виду, что геодезические работы в горном деле являются составной частью маркшейдерии, где их издавна принято называть маркшейдерскими.



Для решения задач проектирования и строительства тоннелей и подземных сооружений выполняют комплекс различных видов геодезических работ. По своему составу и разнообразию применяемых методов и технических средств эти работы наиболее полно представлены при строительстве тоннелей метрополитена.



Для тоннелей, сооружаемых встречными забоями с применением щитового способа проходки, весь комплекс работ можно представить следующими основными группами:

1. Построение планового и высотного геодезического обоснования на поверхности.
2. Обновление и составление топографических и специализированных планов на узкую полосу вдоль трассы проектируемого тоннеля.
3. Аналитические расчёты при проектировании тоннеля и геодезическая подготовка проекта для выноса его в натуру.
4. Построение подземного планового и высотного геодезического обоснования.
5. Передача координат, дирекционного угла и отметок с поверхности в подземные выработки.
6. Разбивочные работы по вынесению в натуру осей и конструктивных элементов тоннеля и его сооружений на поверхности и в подземных выработках.
7. Геодезическое обеспечение при ведении тоннельных щитов.
8. Наблюдения за осадками и деформациями обделок тоннелей, наземных зданий и сооружений.
9. Составление исполнительных чертежей тоннельных сооружений.
10. Геодезические работы по укладке рельсовых путей в тоннеле.

Каждая из названных групп, в свою очередь, включает большое количество отдельных видов геодезических работ различного назначения и характера. Создаваемое при строительстве тоннелей наземное и подземное геодезическое обоснование является исходной разбивочной основой для производства всех разбивочных работ и обеспечивающей с заданной точностью совпадение осей и стыковку конструктивных элементов обделок встречных тоннелей. Оно также служит основой для съемок готовых сооружений и их частей, для наблюдений за осадками и деформациями.



Наземное плановое геодезическое обоснование для тоннелей большой протяженности, особенно в условиях застроенной городской территории, строят, как правило, многоступенчатым, охватывающим все объекты строительства вдоль трассы тоннеля. Это позволяет вести строительные, горнопроходческие и сопутствующие им геодезические работы одновременно на отдельных участках. Часть пунктов обоснования, обычно последней степени развития, приходится располагать в непосредственной близости от объектов подземного строительства, где возможны деформации земной поверхности под воздействием горных разработок. Чтобы контролировать стабильность и уточнять положение этих пунктов, пункты высших ступеней обоснования закрепляют вне зоны деформаций и производят повторные измерения в сетях. Подземная плановая геодезическая основа создаётся одноступенчатой, как правило, проложением полигонометрических ходов по мере продвижения забоев и возведения обделки.

На различных стадиях проходки тоннелей ходы отличаются длинами сторон и точностью измерений, и могут быть висячими или с координатной привязкой в конце. Координаты начальной (исходной) точки хода и дирекционный угол первой стороны определяют от пунктов геодезического обоснования на поверхности. Процесс передачи через стволы или вертикальные скважины дирекционного угла и координат с поверхности в подземные выработки принято называть ориентированием подземной геодезической основы. Ориентирование связывает наземное и подземное обоснование в единую систему координат. Высотную разбивочную основу на поверхности и под землёй создают методами нивелирования II или III класса в зависимости от длины тоннеля. Передачу отметок, так же как и ориентирование, осуществляют через порталы или стволы вертикальных шахт

В составе геодезических работ при строительстве тоннелей большое место занимают разбивочные работы по выносу в натуру проектного положения оси тоннеля, его геометрических форм и размеров. Разбивке от пунктов геодезической основы подлежат все те характерные точки трассы тоннеля, которые обеспечивают фронт проведения строительно-монтажных работ. К ним относятся: точки пикетажа, начало и конец круговых и переходных кривых, промежуточные дополнительные точки на этих кривых при детальной разбивке, точки, закрепляющие направление проектной оси тоннеля при щитовой проходке и др. При строительстве тоннелей ведут наблюдения геодезическими методами за осадками и деформациями обделок в процессе восприятия ими горного давления окружающих пород, а также наземных зданий и сооружений, находящихся в зоне оседаний земной поверхности из-за подземных разработок горных пород. Основой для проектирования тоннелей и подземных сооружений служат топографические планы, которые вместе с данными инженерно-геологических съёмок позволяют рационально установить место трассы тоннеля в толще горных пород, наметить положение порталных сооружений или стволов шахт и всех объектов производственной базы подземного строительства.

На различных стадиях проектирования используют топографические карты разных масштабов. Для предварительных общих соображений на стадии техникоэкономического обоснования строительства достаточно иметь планы в масштабах 1:50000-1:10000, для детального проектирования на стадии разработки проекта или рабочего проекта-1:5000, 1:2000, на стадии разработки рабочей документации - 1:500, 1:200 и 1:100. Портальные сооружения, строительные площадки шахт, вестибюлей, эскалаторных тоннелей, участков открытого способа работ проектируют на планах масштаба 1:200 и 1:100. Площадь территории, охватываемой топографическими планами для проектирования тоннелей, обычно ограничивают узкой полосой вдоль намечаемого положения трассы шириной 0,3-1,0км. Для составления таких планов по возможности используют имеющиеся топографические планы, дополненные съёмками текущих изменений.