

ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА МЕГАПОЛИСОВ

Розглянуто проблему прогнозу тенденцій урбанізації, основних факторів, що впливають на сучасні способи організації освоєння підземного будівництва мегаполісів, при обґрунтуванні області комплексного використання і складу організаційно-технологічних схем освоєння підземного простору.

Рассмотрена проблема прогноза тенденций урбанизации, основных факторов, влияющих на современные способы организации освоения подземного строительства мегаполисов, при обосновании области комплексного использования и состава организационно-технологических схем освоения подземного пространства.

The problem of forecasting the trends of urbanization, the main factors influencing the modern methods of organization of development of the underground construction of mega-cities, during the substantiation of field of integrated use and composition of organizational-and-technological schemes of development of underground space, is considered.

Актуальность проблемы

Освоение подземного пространства мегаполисов стало важнейшей частью нашей цивилизации и культуры. Глубина освоения устойчиво перешагнула отметку 100 м. Крайне усложнились методы организации освоения подземного пространства и способы подземного строительства. Успех строительства подземных сооружений нового поколения зависит уже не только от нетрадиционных проектных решений, но и в значительной степени от технических и организационных возможностей строителей и заказчиков, а также от схем инвестирования строительства и наличия средств.

В данном аспекте большое значение имеет повышение инвестиционной привлекательности подземных объектов. Одним из путей решения этой задачи является комплексное, заранее спланированное освоение подземного пространства, то есть последовательное, рациональное объединение в единую инфраструктуру подземных сооружений различного назначения. Комплексное использование подземного пространства в больших городах позволяет связать сооружения метрополитена с многофункциональными подземными и наземными объектами в единую систему жизнеобеспечения.

В этих условиях важное значение приобретает организация освоения подземного пространства, стремящаяся обобщить огромное количество накопленных фактов и внести вклад в создание общей теории проектирования освоения недр. Научные основы органи-

зации освоения подземного пространства позволяют конструировать современные системы подземных сооружений на основе сочетания новых строительных технологий, планировочных, архитектурных и конструктивных решений и использования свойств массива горных пород, достижений строительной геотехнологии и менеджмента.

Постановка задачи

В связи с поставленной научной проблемой необходимо решить следующие задания:

- систематизировать понятия, подходы и опыт освоения подземного пространства мегаполисов;
- исследовать закономерности и определить порядок освоения недр.

Изложения материала и результаты.

Главная цель подземной урбанистики состоит в обеспечении оптимальных условий труда, быта, отдыха и передвижения городского населения, увеличения площади открытых озелененных пространств на поверхности, формирования здоровой, удобной и эстетически привлекательной городской среды.

Объектами изучения строительной геотехнологии являются подземные сооружения горнодобывающих предприятий и энергетических комплексов, транспортные, гидротехнические, коммунальные тоннели, метрополитены, инженерные сооружения в подземном пространстве городов и другие подземные сооружения различного назначения.

По функциональному назначению подземные объекты (рис. 1) можно разделить на четыре группы:

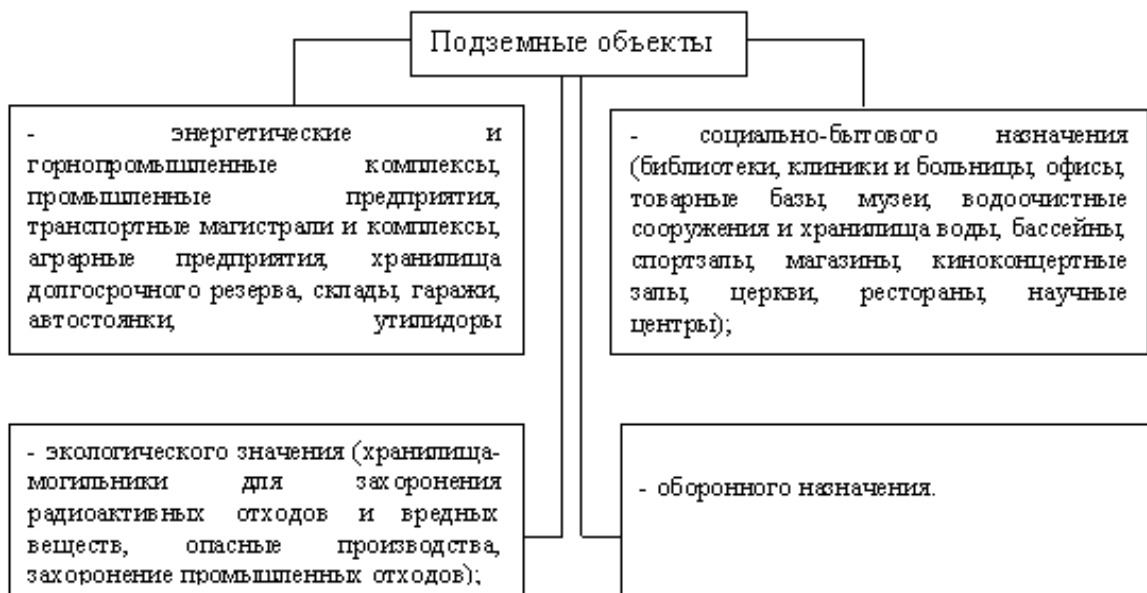


Рис. 1. Подземные объекты по функциональному назначению

Растущий интерес к освоению подземного пространства в значительной мере обусловлен положительными качествами подземных сооружений. Использование подземного пространства для размещения объектов различного назначения, помимо повышения эффективности использования недр и экономии территории, позволяет существенно уменьшить затраты энергии на отопление и охлаждение помещений, сократить эксплуатационные расходы по сравнению с альтернативными объектами на поверхности, резко снизить влияние внешних климатических условий на внутреннюю среду помещений и др. Подземные объекты надежно защищены от прямого воздействия климатических факторов (температурных условий наружного воздуха, солнечной радиации, осадков, ветров, тайфунов, смерчей, экстремальных нагрузок и т.д.). Благодаря теплофизическим свойствам породного массива, в нем с глубиной резко уменьшается амплитуда температурных колебаний наружного воздуха, что обуславливает существенное уменьшение теплопотерь подземных сооружений, а также теплопоступления из окружающей среды. Создаваемые при этом внутренние условия весьма благоприятны для размещения в подземных горных выработках складов продовольствия, винохранилищ, сейфов, кладовых кинофотоматериалов и документов, а также производств, требующих термостатных условий внутренней среды (радиоэлектроника, прецизионное машиностроение и др.). В связи с изоляцией от прямого воздействия климатических факторов умень-

шаются затраты на текущий ремонт и отопление.[1].

Объекты, размещаемые в подземных горных выработках, характеризуются повышенной виброустойчивостью и акустической изоляцией по сравнению с наземными сооружениями. Уникальные акустические характеристики подземных объектов обеспечиваются за счет резкого затухания амплитуды звуковых волн, проходящих через породную толщу. Эти свойства особенно благоприятны для размещения в подземном пространстве объектов, требующих полной акустической изоляции от внешней среды (станции геофизических наблюдений, студии звукозаписи, радио и телевидение, лаборатории и др.). Виброустойчивость подземных сооружений позволяет организовывать в подземных горных выработках производственные процессы, требующие полного отсутствия вибрации несущих и ограждающих конструкций. Высокая способность породного массива защищать от внешних воздействий позволяет широко использовать подземные сооружения для укрытия людей от средств массового поражения и защиты от катастроф и стихийных бедствий. В подземных горных выработках соляных шахт лечат хронический бронхит, астму и другие заболевания людей. В недрах и пещерах размещают театры, церкви и концертные залы, выращивают саженцы деревьев, размещают кафе и рестораны, кинотеатры, гостиницы и т.п.

Расширение практики использования подземного пространства для хозяйственных целей в значительной мере связано с процессом урба-

низации, защитой окружающей среды от отрицательных воздействий транспортных инженерных систем и потенциально опасных производств, а также с целью сохранения энергии и захоронения вредных отходов ряда отраслей промышленности.

Особого внимания заслуживают подземные объекты для целей водоснабжения, хранения нефти, нефтепродуктов и различных видов горючего газа.

В современных условиях перспективным является строительство подземных атомных электрических станций как одного из направлений развития энергетики и обеспечения безопасности ядерной энергии.

О перспективности размещения в подземном пространстве объектов энергетики (тепловых, атомных, гидро- и пневмоаккумулирующих электростанций) свидетельствует уже то, что такие их структурно-технологические элементы, как шлакоотстойники, системы очистки и переработки газопылевых и водных отходов, гидро- и пневмоаккумуляторы, можно разместить в подземном пространстве так же, как и аналогичные элементы вредных производств и объектов нефтехимической промышленности. Размещение под землей энергетических блоков АЭС и ТЭС (реакторов, котлов и т.д.) с позиций охраны окружающей среды вполне целесообразно, а по инженерно-геологическим и геомеханическим условиям возможно даже в массивах менее прочных, чем массивы гранитов или базальтов.

Во многих странах интенсивно развиваются прогрессивные направления подземного строительства. Так, например, подземные железные дороги, подземные скоростные трамваи и метрополитены позволяют уменьшить последствия перенаселенности больших городов, высвободить площади для жилой застройки на поверхности земли и пропустить большие грузопотоки людей. Глубокие подземные тоннели инженерных систем больших городов позволяют использовать их для многоцелевого использования (канализации, водопровода, ливневых вод, транспорта) и на этой основе обеспечить современную систему жизнеобеспечения при освоении подземного пространства городов.

Крупнейшие подземные станции по очистке сточных вод, расположенные в Стокгольме и Хельсинки, позволяют осуществить централизованно сбор, очистку и контроль вредных выбросов и сохранить исторические ландшафты. Дорожные тоннели на магистральных автодорогах и в городах позволяют сохранить жилые

массивы, ликвидировать транспортные заторы и могут служить убежищем для укрытия населения на военный период.

Построены подземные транспортные тоннели под акваториями, крупнейший из них – комплекс подземных тоннелей под проливом Ла-Манш; проектируются комплексы под Беринговым и Гибралтарским проливами.

Подземное хранение продуктов питания в подземных хранилищах и холодильниках широко применяется во многих странах. Подземные хранилища средней и малой емкости целесообразно размещать для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции во всех регионах Украины.

Заслуживают внимания также подземные сооружения для хранения питьевой воды и аккумуляции воды, нагреваемой в солнечных установках на поверхности Земли.

Эффективность использования подземного пространства с точки зрения экономии энергозатрат подтверждается данными, приводимыми западными учеными. Приводя цифры огромных затрат на отопление современных высотных зданий они, например, отмечают, что 25...30 % всей энергии, потребляемой в Канаде, расходуется на отопление и охлаждение зданий. В то же время на подземных объектах энергетические затраты на 80...90 % ниже, чем на наземных. Экономия за счет этого фактора составляет от 6 до 12 долл./м². На завод точного приборостроения в г. Канзас-Сити после перевода его в горные выработки потребность в энергии на отопление снизилась в 3 раза, а на охлаждение – в 10 раз. Весьма близкие расчеты сделаны и европейскими специалистами.

По данным норвежских специалистов, максимальные значения установленной мощности в подземном спортивном зале и подземном плавательном бассейне, сооруженных в скальном массиве, составили 61 и 44 % от наземного, а расход энергии за год – 70 и 44 %. Экономия теплоэнергии на существующих подземных объектах в Финляндии составляет 74 % в холодильниках, 20 % в спортивных бассейнах, 31 % в спортивных залах. Потребление теплоэнергии в подземных складах и хранилищах более чем на 32 % ниже, чем в соответствующих наземных сооружениях.

Основой освоения подземного пространства является принцип использования недр и их сохранения как видоизменяемого ресурса. Этот принцип предполагает, что извлечение того или иного ресурса недр необходимо планировать с учетом возможности создания условий возник-

новения иных ресурсов, использование которых позволит не только компенсировать первоначальные затраты, но и получить дополнительный хозяйственный, экономический или социальный эффект [2].

В связи с этим параметры проектируемых объектов, технологий их строительства и эксплуатации выбираются с учетом этого принци-

па при обеспечении экологического равновесия окружающей среды.

Для того чтобы рационально решать поставленную задачу необходимо использовать такой подход, который позволяет полнее и многограннее обосновать приоритеты в освоении подземного пространства (табл. 1).

Таблица 1

Структура последовательности комплексного освоения недр

№ п/п	Раздел	Пути решения
1	Тенденции урбанизации	исследования в области изучения тенденций изменения численности населения в городах, рост энергопотребления, усложнения инфраструктуры
2	Проектирование подземных сооружений	исследования и обоснование социально-экономической целесообразности, технической возможности и экологической безопасности строительства подземных сооружений, его формы и размеров, в зависимости от функционального назначения, горно-геологических условий строительства, технологии строительных работ и т.п.; горно-геологических условий строительства, технологии строительных работ и т.п.; стратегию и методы освоения природных и техногенных подземных пространств, стратегию и методы освоения природных и техногенных подземных пространств
3	Механика подземных сооружений	оценка устойчивости подземных сооружений, исследование процессов взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и установление качественных и количественных характеристик их напряженно-деформированного состояния, изучение закономерностей формирования нагрузок с учетом влияния горного и гидростатического давления, сейсмического и геодинамического воздействия, температуры окружающей среды, влияния технологии ведения горно-строительных работ и т.п., обоснование новых материалов, рациональных типов и конструкций крепей и обделок, разработка новых методов расчета инженерных конструкций (крепи, обделки, породные конструкции, армирование), оценка их прочности, устойчивости и долговечности
4	Обоснование технологии строительства, реконструкции и восстановления подземных горных выработок	исследования взаимосвязей элементов технологии горно-строительных работ, установление качественных и количественных параметров, определяющих выбор способов, техники и технологии строительства с учетом влияния природных и техногенных факторов на ее технико-экономические показатели, методов организации и управления работами по строительству одиночных горных выработок, комплексов подземных сооружений обычными и специальными способами, а также горнотехнических зданий и сооружений на поверхности; исследования и обоснование схем и способов технологии ремонта, реконструкции и восстановления подземных сооружений с целью увеличения срока их службы или повторного использования с новым функциональным назначением
5	Управление состоянием породного массива	исследования и обоснование способов и технологических параметров процессов замораживания, химического укрепления, тампонажа, водопонижения, осушения, разупрочнения пород и др., при строительстве, реконструкции и восстановлении подземных сооружений в сложных горно-геологических и горнотехнических условиях

Из таблицы становится понятным, что успешное освоение подземного пространства предполагает использование системных представлений о взаимосвязанности природных и техногенных процессов, динамических харак-

теристик геологических структур земли, закономерностях проявлений различных физических полей, достижениях в технологиях подземного строительства и т. п.

Выводы

Освоение подземного пространства стало условием жизни и развития городов. Наивысшие достижения архитектуры в освоении подземного пространства воплощены в подземных сооружениях нового поколения, в том числе в многоуровневых и многофункциональных комплексах.

Комплексное освоение подземного пространства крупных городов осуществляется на основе применения различных архитектурных, объемно-планировочных и конструктивных решений и позволяет рационально использовать наземную территорию, содействует упорядочению транспортного обслуживания населения и повышению безопасности дорожного движения, снижает уличный шум и загрязнение воз-

духа, способствует повышению уровня жизни людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пустовойтенко, В. П. Геотехнічне забезпечення підземного будівництва в Україні [Текст] / В. П. Пустовойтенко. – К., 1999. – 257 с.
2. Шашенко, А. Н. Расчет несущих элементов подземных сооружений [Текст] / А. Н. Шашенко, В. П. Пустовойтенко. – К.: Наук. думка, 2001. – 167 с.
3. Организация освоения подземного пространства. Свершения и надежды [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Левченко и др.; под ред. акад. АГН Е. В. Петренко. – М.: Высш. шк., 2002. – 403 с.

Поступила в редколлегию 16.03.2010.

Принята к печати 22.03.2010.