

Уникальное подземное строительство

Unique Underground Construction

Бойтемирова И.Н.

Канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, доцент кафедры строительства Государственного университета по землеустройству, г. Москва
e-mail: irboyte@mail.ru

Boytemirova I.N.

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Associate Professor, Department of Construction, State University of Land Management, Moscow
e-mail: irboyte@mail.ru

Курзова Д.В.

Студентка 5-го курса Архитектурного факультета Государственного университета по землеустройству, г. Москва

Kurzova D.V.

Student, Faculty of Architecture, State University of Land Management, Moscow

Сакало И.В.

студентка 5-го курса Архитектурного факультета Государственного университета по землеустройству, г. Москва

Sakalo I.V.

Student, Faculty of Architecture, State University of Land Management, Moscow

Аннотация

В условиях постоянного уплотнения застройки «погружение» городской инфраструктуры под землю является неизбежным. Эта возможность появилась с внедрением в строительство новых строительных технологий, материалов и конструкций: специальных марок бетонов, обладающих высокой стойкостью к воздействию влаги и способных выдерживать большие нагрузки, а также многослойных панелей с высокими теплозащитными свойствами из стальных листов с полимерным покрытием и внутренним слоем из теплоизоляционных материалов, что облегчает монтаж и повышает надежность сооружений. Приведены оригинальные примеры подземных объектов, таких как музеи, отели, жилые дома, представляющие собой симбиоз архитектуры и дизайна, которые гармонично вписываются в окружающий ландшафт современной застройки.

Ключевые слова: подземное сооружение, конструкции, гидроизоляция, эксплуатация, теплоизоляция, устойчивость, экологические свойства, железобетон, сэндвич-панель, агрессивная среда, санитарные нормы.

Abstract

In conditions of constant compaction of building "immersion" of urban infrastructure underground is inevitable. This opportunity has appeared with the introduction of new construction technologies, materials and structures into construction: special grades of concrete with high resistance to moisture and able to withstand heavy loads, as well as multi-layer panels with high thermal protection properties of steel sheets with a polymer coating and an inner layer of thermal insulation materials, which facilitates installation and increases the reliability of structures. There are original

examples of underground objects, such as museums, hotels, houses, representing a symbiosis of architecture and design, which harmoniously fit into the surrounding landscape of modern buildings.

Keywords: underground construction, structures, waterproofing, operation, thermal insulation, stability, environmental properties, reinforced concrete, sandwich panel, aggressive environment, sanitary standards.

Эксплуатация подземных пространств началась с давних времен. Первые искусственные подземные сооружения возникли при разработке полезных ископаемых подземным способом. Впечатляющим по масштабам и уникальным по техническим решениям стало строительство подземных городов в Каппадокии (рис. 1). Развитие горной технологии и машиностроения позволило в конце 19 в. приступить к строительству первых линий метрополитена в Лондоне, Будапеште и Париже.



Рис. 1.

Подземное строительство обладает рядом особенностей:

- подземные сооружения должны выдерживать эксплуатацию в жёстких условиях (огромное давление грунта, постоянное агрессивное воздействие плотной и влажной почвы);
- особое внимание к гидроизоляции (плохая гидроизоляция становится причиной повышенной влажности и ведёт к появлению плесени, из-за чего длительное нахождение человека становится невозможным);
- на глубине от нескольких десятков метров начинаются области с постоянной температурой, что может оказаться как плюсом, так и минусом, в зависимости от назначения проектируемого объекта.

Железобетон – в настоящее время самый подходящий материал для подземных объектов. Если применить специальные марки бетона, то можно добиться высокой стойкости к воздействию влаги при достаточной способности выдерживать большие нагрузки. Тепло- и гидроизоляцию в подземных сооружениях выполняет изолирующий контур. Его возведение является важным шагом строительства, который требует применения современных решений не только ради обеспечения надежной тепловой защиты и гидроизоляции внутреннего пространства, но и для максимально эффективного его использования. На данный момент существует выбор материалов, прекрасно отвечающих требованиям подземного строительства.

Одним из самых распространенных является трехслойная сэндвич-панель (ТСП) – это конструкция, образованная двумя гладкими или профилированными листами стали с полимерным покрытием и сердечником из теплоизоляционного материала. ТСП, толщиной 100 мм, сопоставима по качеству теплоизоляции с кирпичной кладкой или бетонной стеной, толщиной в 1м. Для подземного строительства стоит обратить внимание на ТСП с повышенными защитными свойствами (сэндвич-панели Ihdustrium с облицовкой из стали). Панели Airpanel с сердечником из пенополиуретана (ППУ) или

пенополиизоцианурата (ППИ) также являются отличным выбором для изолирующего контура: их вес легче, чем у аналогов, что облегчает монтаж, а высокая герметичность стыков повышает комфорт и безопасность. Устойчивость поверхностей панелей к химическим агрессивным веществам, газообразным загрязнителям делает их рациональными для применения на подземных стоянках, в производственных и складских помещениях.

В условиях постоянного уплотнения застройки неизбежно массовое «погружение» городской инфраструктуры под землю. Если в прошлом это было затруднительно, то сейчас, с появлением новых строительных технологий и материалов – вполне выполнимо, хотя вопрос о дороговизне остается открытым.

Среди подземных объектов, помимо станций метрополитена, существуют примеры потрясающего симбиоза архитектуры и дизайна.

Таким примером является новое крыло Штеделевского музея. Оно помещено под газон сада, поэтому носит название «Садовые залы». Новый корпус не нарушает сложившийся образ постройки. Попадая внутрь, посетитель оказывается в белом пространстве, площадь которого составляет 3 000 м², с 12-ю колоннами, поддерживающими перекрытия. Благодаря свободному плану, помещение подходит для проведения различных типов выставок, экспозиций произведений новейшего искусства.



Рис. 2.



Рис. 3.

Оригинальное решение освещения в виде иллюминаторов, расположенных на полукруглом куполе газона, создает запоминающийся и узнаваемый образ музея. Поэтому крыша нового корпуса кажется еще одним экспонатом музея, инсталляцией в духе оп-арта (рис. 2, 3).

Невероятным результатом архитектурной мысли является Inter Continental Shanghai Wonderland. Этот отель построен на заброшенной территории карьера Шанхая (рис. 4), и имеет только два этажа над землей, а остальные 16 расположены под землей, в том числе 2 под водой (рис. 5).



Рис. 4.



Рис. 5.

В Дубае (рис. 6, 7) расположился уникальный отель Hydropolis Undersea Resort, который имеет «10 звезд» благодаря своей оригинальности, сервису и безупречной репутации.



Рис. 6.



Рис. 7.

Среди частных домов также достаточно примеров гармонично вписанных в окружающий ландшафт объектов. Дом эллиптической формы является результатом сотрудничества архитекторов Нидерландов из SeARCH и архитекторов «Кристиан Мюллер», и расположен в швейцарской деревне Vals (рис. 8).



Рис. 8.



Рис. 9.

Фильм «Властелин колец» представил нам подземные дома на склоне холма. Они стали вдохновением для новых интересных проектов. Их можно найти в Matamata в Новой Зеландии (рис. 9).

Экологически чистый дом – в настоящее время является одним из главных требований к жилым объектам. Отель Bella Vista Hotel является одним из них (рис. 10).



Рис. 10.



Рис. 11.

Расположенные в Dietikon, Швейцария, органические формы Земли подземных жилых домов Петра Vetsch вносят новую и оригинальную концепцию, связанную с экологически чистой, прогрессивной архитектурой (рис. 11).

Если частично для строительства использовать местные материалы, то можно добиться максимальной приближенности к пейзажу, как, например, подземный дом Aloni на Кикладских островах (рис. 12, 13).

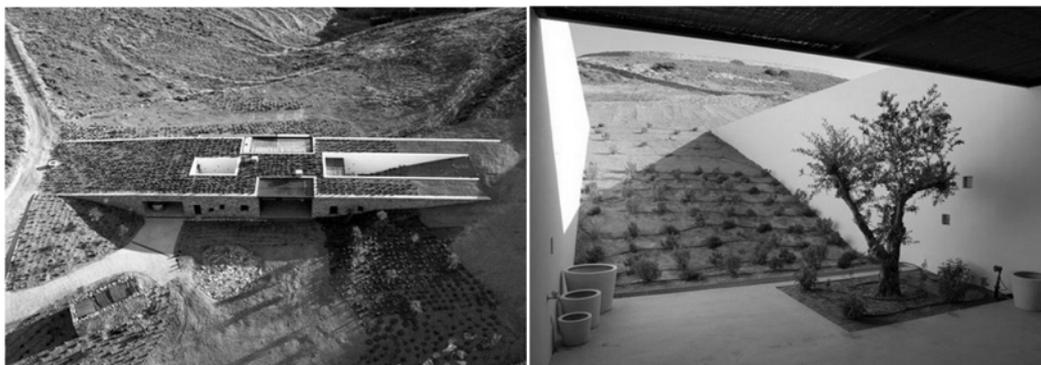


Рис. 12.

Рис. 13.

Помимо уникальных архитектурных решений и высоких экологических свойств, вышеперечисленные здания отличаются еще и повышенной теплоизоляцией. Почва является плохим теплопроводником, и в результате температура может долго проходить сквозь толщу почвы, что выгодно не только летом, но и зимой. Самым холодным временем года для таких домов считается весна.

Главным минусом подземных домов является дороговизна строительства. Она выше на 20% по сравнению с обычными домами. Также особо важен профессионализм архитектора для предотвращения проблем с влагой во время проектирования и строительства.

Но все же, достоинства подземного строительства неоспоримы. Высокая стоимость изолирующего контура является существенным недостатком, однако такие преимущества как теплоизоляция, повышение уровня комфортности и безопасности проживания, повышение энергоэффективности, сохранение уникального природного ландшафта и улучшение экологии, делают подземные дома лучшей альтернативой для нынешних жилищ. При этом затраты на строительство окупаются экономией при эксплуатации.

Главным препятствием развития подземного строительства в России является законодательство. К подземному строительству применяются нормы и правила обычных объектов, так, например, санитарные нормы не учитывают тот факт, что под землей нет естественного освещения. На строительство объектов глубже пяти метров необходимо разрешение на недропользование.

Воодушевляет тот факт, что уже рассматривается вопрос о пересмотре подобных положений в нормативной и законодательной базе Москвы. Общемировые тенденции и нарастающий недостаток свободной площади ведет к стремительному развитию в подземном строительстве, а новые материалы и технологии способствуют освоению городских недр опережающими темпами.

Литература

1. <https://metallprofil.ru/about/articles/v-tolshche-zemli/>.
2. Подземные сооружения // Горная энциклопедия / Гл. редактор Е.А. Козловский. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – Т. 4. – С. 164–168.
3. *Бэла Ляув*. Кирпич против панели. "Коммерсантъ Дом" (1 апреля 2004).