

## Прогрессивные строительные технологии в стесненных условиях городских территорий

*А.В. Тухарели, Т.Ф. Чередниченко, Д.П. Снегирев*

*Волгоградский государственный технический университет*

**Аннотация:** Современная градостроительная политика уделяет особое внимание вопросам применения новых и хорошо известных технологий при освоении подземных пространств исторически сложившейся застройки городских районов. Рациональное использование городских территорий происходит ввысь и вглубь, без расширения границ городских территорий. Технология "стена в грунте" при освоении подземного пространства продолжает стремительно набирать популярность. Использование этого метода позволяет решить задачу строительства в стесненных условиях и является одним из наиболее востребованных в современной градостроительной практике.

**Ключевые слова:** рациональное использование подземного пространства городов, прогрессивные строительные технологии в стесненных условиях.

В современной градостроительной политике прослеживается тенденция более рационального использования пространства и уплотнения существующей застройки. Поэтому развитие многих крупных городов России, происходит ввысь и вглубь, без расширения границ, за счет более рационального использования городских территорий. Такой подход позволяет существенно снизить затраты на развитие инженерно-транспортной инфраструктуры, повысить престижность возводимых комплексов зданий. На фоне целесообразности застройки вверх и вглубь, возникла принципиально новая организационно-технологическая строительная проблема - необходимость разработки и внедрения в строительную практику эффективных методов возведения жилых зданий в стесненных условиях инфраструктуры городов.

Так как на дневной поверхности больших городов остается все меньше свободных площадок для строительства, новая градостроительная политика диктует застройщикам более рациональные методы возведения зданий или их часть - под землей. Но строительство может быть осложнено неоднородностью почвы, наличием в ней пустот разной величины,

подземных водных течений. Территория для застройки может иметь достаточно слабые породы. Да и освоение подземного пространства является трудозатратным процессом. Для ведения подземных работ строители должны иметь определенный опыт и соответствующее оборудование [1-5].

При ориентации застройки городской площади на возведение высотных зданий и строительства заглубленных сооружений - метод "стена в грунте" является наиболее актуальным. Применение данного метода позволяет не производить трудоемкие работы по водоотливу, водопонижению, замораживанию и цементации грунтов, что позволяет значительно снизить потребление дорогостоящих строительных материалов - металлического шпунта, энергетических ресурсов, себестоимость строительства [2, 6].

Инновация в строительстве это не только новшество или нововведение. Инновационные строительные технологии (материалы) должны: упрощать и ускорять строительные технологические циклы, снижать материалоемкость и массоемкость строительных конструкций, эксплуатационные расходы; повышать эффективность вводимых объектов - увеличивать их жизненный цикл. Инновации в строительстве должны обеспечивать качественный рост всех этапов возведения и эксплуатации зданий и сооружений, должны быть востребованы рынком, иметь практическое применение.

С помощью метода «стена в грунте» решаются сложные задачи строительства: возводятся подземные сооружения, подпорные стенки, противодиффузионные завесы, фундаменты глубокого заложения. В зависимости от гидрогеологических характеристик местности и глубины освоения подземного строительства самой распространенной и инновационной в последние десятилетия считается технология «стена в грунте». В современных реалиях такая технология освоения подземного пространства с каждым годом все более востребована, так как с помощью

---

данного метода успешно решаются градостроительные задачи возведения зданий в стесненных условиях [2, 7, 8].

В практике строительства в России и за рубежом известны достаточно яркие примеры успешного применения метода «стена в грунте» при возведении уникальных объектов с подземными сооружениями в непосредственной близости от существующих зданий. Одним из примеров мировой практики является 88-этажный небоскреб Башня Джин Мао, расположенный в Шанхае, Китай. Основание здания покоится на 1062 крепких стальных сваях, которые уходят вглубь на 83,5 метра, таким образом, компенсируется плохое качество почвы. Фундамент окружен «стеной в грунте» толщиной в 1 метр и высотой в 36 метров. Ее общая протяженность составила 558 метров. Широко известно, что траншея, заполненная глинистым раствором, сохраняет устойчивость даже в тех случаях, когда она разрабатывается возле фундаментов существующих зданий, при этом гарантируется безопасность работ, а приближение нового строительства к существующим зданиям лимитируется несколькими десятками сантиметров. Для того чтобы здание могло выдерживать ураганный ветер, в него заложена высокотехнологичная структурная система, позволяющая выдерживать порывы до 200 км/час, при этом максимальная амплитуда раскачивания здания составит 75 см. Небоскреб способен также выдержать землетрясения силой до 7 баллов, это достигается благодаря подвижным соединениям стальных колонн. Они поглощают силу толчком и смягчают действие землетрясений и ветра [9].

Таким образом, необходимо отметить, что важнейшим достоинством метода «стена в грунте» является возможность разработки глубоких котлованов вблизи эксплуатируемых объектов, что несомненно является большим преимуществом при строительстве и реконструкции сооружений в стесненных условиях. При использовании технологии «стена в грунте» чаще

---

всего отпадает необходимость в устройстве водопонижения или водоотлива, устройстве обратных засыпок, что исключает неравномерные осадки полов и отмосток в процессе их эксплуатации, уменьшаются объемы земляных работ. Использование данной технологии позволяет производить работы одновременно по возведению надземной и подземной частей зданий при значительном сокращении сроков строительства. При этом уровень шума при производстве работ по устройству «стены в грунте» значительно ниже шума, производимого автомобилями во время дорожного движения, что благотворно сказывается на общем экологическом фоне района застройки.

Общественно-деловой комплекс "Лахта центр" со штаб-квартирой группы Газпром откроется в Санкт-Петербурге в 2018 году (рис.1). Небоскреб имеет высоту 462 м и состоит из 86 надземных и 3-х подземных этажей. Подземные этажи в плане имеют форму равностороннего пятиугольника с длиной каждой стороны 57.5 м. В качестве несущей конструкции объекта используется уникальный фундамент типа «стена в грунте» коробчатой формы, способный выдерживать исключительно высокие нагрузки (рис.2). Типичные для Лахты рыхлые малосвязанные грунты, обладающие низкой несущей способностью, и повышенный уровень грунтовых вод (0,5 м.) стали одним из основных препятствий к реализации проекта «Лахта-центра». Центр комплекса в виде небоскреба высотой 462 метра потребовал от проектировщиков создания заглубленной несущей конструкции исключительной прочности, способной удержать вес здания даже в том случае, если часть фундамента будет разрушена [10].

Анализ особенностей почвы на участке обусловил решение о создании комбинированного фундамента. Основу небоскреба составили 264 глубинные сваи, введенные в почву на глубину 82 метра, над которыми возведен коробчатый фундамент по технологии «стена в грунте». Уникальная конструкция пятигранной формы позволила не только укрепить

---

фундамент постройки, но и полностью изолировать окружающие объект грунтовые воды (рис.2).



Рис.1 Проект «Лахта- центра»      Рис.2 Стена в грунте в основании «Лахта- центра»

Фундамент типа «стена в грунте» (Diaphragm Wall) относится к числу опорных конструкций последнего поколения и позволяет создать несущие основания с заглублением до 50 м. в любых геологических условиях. Применение данной технологии позволяет избежать затратных и длительных работ по созданию котлована и создать монолитную конструкцию с минимумом уязвимых точек.

Особо рекомендовано применение свайных «стен в грунте» при создании построек сложной конфигурации. Конструктивно фундамент «стена в грунте» представляет собой «частокол» из буронабивных свай, проходящий по контуру здания. Для создания протяженной траншеи под сваи используются буровые установки и гидравлический грейфер. После установки свай внутренняя зона фундамента изолируется от водоносных пластов, что позволяет быстро произвести выемку грунта и приступить к заливке основания и строительству цокольных этажей постройки [10].

Продуманная технология создания «стены в грунте» позволила создателям «Лахта-центра» минимизировать расходы на создание и транспортировку стройматериалов. Мобильные бетонозаводы и станок для

сварки каркасов функционируют в пределах стройплощадки, а бентонитовый раствор откачивается из шахт, очищается и используется повторно. Конечным этапом создания пятиугольного фундамента под башню «Лахта-центра» должно стать создание обвязочной балки, которая объединит пять свайных стен в единое сооружение. Благодаря своей уникальной конструкции, фундамент небоскреба станет не только опорой для надземной части здания, но и водонепроницаемым кожухом для нижних этажей, предохраняющим их от проникновения грунтовых вод.

Реализация проекта «Лахта-центра» открывает новые перспективы для высотного строительства, как в Петербурге, так и в России. Создание новых деловых пространств, торговых центров, образовательных комплексов дает возможность вдохнуть новую жизнь в городские окраины, способствует развитию транспортной инфраструктуры и позволяет привлечь в город новые инвестиции. По мнению экспертов, включение небоскребов в инфраструктуру европейских городов стало новой тенденцией, в рамках которой создаются предпосылки для развития туризма и деловой активности мегаполисов (Лондонский небоскреб «Осколок» (Shard), парижский деловой район Дефанс (La Defence), миланский высотный комплекс «Палаццо Ломбардия» (Palazzo Lombardia) и другие знаменитые высотные доминанты известных мегаполисов).

Прогрессивные строительные технологии, использующиеся при создании «Лахта-центра», стали новым золотым стандартом в возведении крупных коммерческих объектов и привлекли внимание российских строительных компаний к преимуществам использования инновационных технологий и современной спецтехники.

### **Литература**

1. Горячев О.М., Прыкина Л.В. Особенности возведения зданий в стесненных условиях. Москва: Academia, 2003. 272 с.

---



2. Чередниченко Т.Ф., Чеснокова О.Г., Тухарели В.Д. Освоение подземного пространства при проектировании и строительстве уникальных зданий и сооружений. Волгоград: ВолгГАСУ, 2015, 99 с.

3. Воронцов Е.А. Особенности методики инженерно-геологических изысканий в условиях плотной городской застройки (на примере города Москвы). Москва: МГСУ, 2002. 195 с.

4. Побегайлов О.А. Инновационно-ориентированный подход к использованию городской земли// Инженерный вестник Дона, 2013. № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1721](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1721).

5. Тухарели В.Д., Тухарели А.В., Габлия А.А. Современные тенденции развития технологий гидроизоляции зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2017. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4342](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4342)

6. Атопов В.И., Доценко А.Г., Доценко С.А. Возведение заглубленных зданий и сооружений методом "стена в грунте": учебное пособие. Волгоград: ВолгГАСА, 1995. 38 с.

7. Xiao M, Ledezma M., Wang J. Reduced-Scale Shake Table Testing of Seismic Behaviors of Slurry Cutoff Walls // Journal of Performance of Constructed Facilities, 2016. Volume 30. Issue: 3. Article Number: 04015057

8. Simpson B., Powrie W. Embedded retaining walls: theory, practice and understanding// Proceedings of 15th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2002. Volume 4. pp: 2505-2524.

9. Башня Джин Мао. URL: [omyworld.ru/4903](http://omyworld.ru/4903).

10. Лахта центр. URL: [lakhta.center/ru/about/project](http://lakhta.center/ru/about/project).

### References

1. Goryachev O.M., Prykina J.I.B. Osobennosti vozvedeniya zdaniy v stesnennykh usloviyakh [Features of construction of buildings in cramped conditions]. Moskva: Academia, 2003. 272 p.

---



2. Cherednichenko T.F., Chesnokova O.G., Tukhareli V.D. Osvoenie podzemnogo prostranstva pri proektirovanii i stroitel'stve unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy [Development of underground space at design and construction of unique buildings and constructions]. Volgograd: VolgGASU, 2015. 99 p.

3. Vorontsov E.A. Osobennosti metodiki inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy v usloviyakh plotnoy gorodskoy zastroyki (na primere goroda Moskvy) [Features of the method of engineering-geological surveys in dense urban areas (on the example of the city of Moscow)]. Moskva: MGSU, 2002. 195 p.

4. Pobegaylov O.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013. № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1721](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1721).

5. Tukhareli V.D., Tukhareli A.V., Gabliya A.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4342](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4342).

6. Atopov V.I., Dotsenko A.G., Dotsenko S.A. Vozvedenie zaglublennykh zdaniy i sooruzheniy metodom "stena v grunte": uchebnoe posobie [Construction of buried buildings and structures by the method of «slurry wall»: teaching aid]. Volgograd: VolgGASA, 1995. 38 p.

7. Xiao M, Ledezma M., Wang J. Journal of Performance of Constructed Facilities, 2016. Volume 30. Issue: 3. Article Number: 04015057

8. Simpson B., Powrie W. Proceedings of 15th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2002. Volume 4. pp: 2505-2524.

9. Bashnya Dzhin Mao [Tower of Jin Mao]. URL:<http://omyworld.ru/4903>.

10. Lakhta tsentr [Lakhta center]. URL: <http://lakhta.center/ru/about/project/>.