

Технические решения по предотвращению крена строящегося здания, вызванного незапланированным ухудшением свойств основания

Е.А. Егоров

*Национальный Исследовательский Московский Государственный Строительный
Университет НИУ МГСУ, Москва*

Аннотация: В процессе проектирования зданий и сооружений – объектов капитального строительства, на строительной площадке выполняются все необходимые изыскания, регламентируемые действующими нормативными документами. Большую роль при выборе типа фундаментов играют результаты выполненных инженерно-геологических изысканий. Неоднородность инженерно-геологических напластований, даже в пределах одного конкретного участка, может заставить проектировщиков отразить в проектных решениях различные способы устройства фундаментов для одинаковых по нагрузкам и этажности корпусов жилой застройки, в том числе и типовых серий. Выполнение расчётов в современных программных комплексах отлично решает задачи проектирования. По результатам расчётов можно оптимально подобрать материал и сечение основных несущих конструкций с учётом предъявляемых требований эксплуатационной надёжности и долговечности. Однако, в процессе строительства, могут возникнуть неучтённые при проектировании факторы, которые способны оказать негативное влияние на несущую способность и последующую эксплуатацию объекта. Одним из таких факторов может являться внезапное ухудшение физико-механических свойств грунтового основания, вызванное как объективными, так и субъективными причинами. При этом строительство объекта ведётся выше нулевого цикла, фундаменты и часть этажей уже выполнены. В статье приведены примеры технических решений по предотвращению крена строящегося многоэтажного здания, вызванного незапланированным ухудшением свойств грунтов основания, в районе д. Островцы Раменского городского округа Московской области. Даны и проанализированы результаты выполнения работ. Исследованы причины негативных процессов. Результаты исследования могут быть полезны при проектировании и последующим строительстве современных зданий в аналогичных условиях.

Ключевые слова: фундамент, грунт, основание, осадка, крен, мониторинг, строительство.

Современное строительство жилых районов характеризуется высокими темпами производства работ и возможностью одновременно возводить большое количество зданий. При этом, достаточно большие по площади участки, могут застраиваться как одной крупной организацией, так и несколькими. Концепция застройки жилых многоквартирных домов определяется, исходя из норм градостроительного проектирования и коммерческого спроса на новые квадратные метры [1]. При высоком спросе и стоимости застройщики стараются максимально увеличить количество продаваемых квадратных метров жилья и коммерческих площадей,

расположенных обычно на первых нежилых этажах [2]. При этом застройщики, в большинстве своём, стараются оставить минимально допустимые по ширине дороги и проезды, а также обеспечить минимально допустимое количество парковочных мест. Но, при этом, количества парковочных мест часто не хватает для обеспечения требований нормативных документов и тогда застройщики идут на увеличение общей стоимости проектных и строительных работ, устраивая подземный паркинг [3]. И если по количеству надземных этажей застройщик ограничен архитектурными требованиями и, например, требованиями строительства разрешённой максимальной этажности, в данном конкретном регионе, то количество подземных этажей легко может быть и 2 и 3 и даже 5, если у застройщика есть финансовые возможности для их устройства и если он уверен, что эти подземные площади будут в дальнейшем коммерчески реализованы. Поэтому в районах, где спрос на новое жильё высокий, существует спрос и на собственное парковочное место, которое гарантирует, что имея собственный автомобиль, человек сможет, вернувшись с работы или иной поездки, не тратить время на поиск парковки у придомовой территории [4]. В 2015 году одновременно различными застройщиками велась массовое строительство жилых 9-17-ти этажных жилых домов в районе д. Островцы Раменского городского округа Московской области. Автор статьи осуществлял геотехнический мониторинг за строящимся 17-ти этажным зданием.

Инженерно-геологические изыскания участка строительства были обычными для Московского региона. Вся территория застройки подходила для устройства фундаментов на естественном основании. На момент выполнения изысканий и проектирования несущая способность грунта основания была достаточной. Площадка строительства имела плавный уклон с севера на юг, который продолжался и за пределами площадки, на расстоянии 2-3 км до реки Москвы. Строящийся 17-ти этажный дом был

запроектирован на плитном фундаменте, на естественном основании. После устройства фундамента и цокольной части были установлены геодезические марки для выполнения геотехнического мониторинга. После возведения первых 3-х этажей были зафиксированы значительные неравномерные осадки строящегося здания, превышающие прогнозные в 2-3 раза, для этого периода строительства. Причём осадка южной части здания была выше, чем северной части, что свидетельствовало о возникновении крена. После возведения 4-го и 5-го этажей развитие осадок и крена продолжилось. Для установления причин автором статьи была ещё проанализирована проектная документация, расчёты, результаты инженерно-геодезических изысканий и акты выполненных строительных работ. По результатам анализа, таких осадок и крена не должно было возникнуть, но, тем не менее, они были зафиксированы. Тогда было принято решение выполнить дополнительные инженерно-геологические испытания, выполнив 8 скважин по контуру строящегося здания. Результат всех обескуражил, и проектировщиков, и строителей. Уровень надюрского водоносного горизонта был выше на 3-3,5 м. по сравнению с результатами изысканий, выполненными перед началом строительства, а модуль деформации некоторых суглинков, которые находились в сжимаемой толще под строящимся зданием, уменьшился более чем в 2 раза, причём это было наиболее выражено в южной части здания, то есть причина, по которой возникли осадка и крен, была определена. Но теперь возникла необходимость определить, почему снизилась несущая способность грунта основания, и произошёл такой серьёзный подъём уровня грунтовых вод. Строительные работы по откопке котлована и устройству фундамента теоретически могли бы вызвать небольшое разуплотнение грунта, например, если немного «перебрать» в глубину при откопке, но они не могли бы быть такими значительными. А уровень грунтовых вод был стабильным и также не мог просто так подняться.

К югу от строящегося здания, на расстоянии 50-80 м. располагался другой участок застройки, на котором одновременно возводилось несколько 9-17-ти этажных корпусов с общим подземным паркингом. Их проектирование и строительство осуществлялось другими организациями [5]. Обратившись к ним и запросив проектную документацию, мы увидели, что для устройства своего подземного паркинга они выполнили большую по протяжённости «стену в грунте» как раз с юга от нашего объекта. Известно, что «стена в грунте» является одновременно противофильтрационной завесой, а в данном конкретном случае её устройство вызвало значительный барражный эффект, так как общий уклон площадки строительства был как раз в южном направлении [6]. Если бы при проектировании был выполнен гидрогеологический прогноз, то он бы показал эффект «барража». И тогда, до начала устройства «стены в грунте» можно было выполнить ряд мероприятий по разгрузке водоносного горизонта, предусмотреть увеличения фильтрационной способности грунта, выполнив дренаж или иные мероприятия. Но такого прогноза не было выполнено, а Государственная экспертиза гидрогеологический прогноз не затребовала, так как соседние участки были свободными, без расположенных на них объектов капитального строительства [7]. Таким образом, все причины, повлекшие «незапланированные» осадки и возникший крен, были установлены. Но, осталось понять, можно ли продолжать строительство в данных условиях, или необходимо вносить корректировку в проектную документацию, усиливать фундамент, или увеличивать несущую способность грунта. Потом непредвиденные обстоятельства начали задерживать стройку, это повлекло дополнительные финансовые издержки. И встал вопрос, кто их сможет покрыть [8].

Для понимания возможности возобновления строительства был предпринят ряд мер. В первую очередь выполнен расчёт строящегося здания, с учётом фактических характеристик грунта и уровня грунтовых вод.

Результаты расчётов были крайне неудовлетворительны. Здание имело неравномерную осадку, превышающую предельно допустимые значения и соответственно недопустимый крен. Продолжать строительство в таких условиях было точно нельзя. Наименее затратными казались предложения по понижению уровня грунтовых вод, но основной причиной неравномерной осадки было изменение консистенции суглинков, уменьшение их модуля деформации. Соответственно, изменение гидрогеологического режима не привело бы к положительным результатам, и в текущих обстоятельствах наличие таких суглинков в сжимаемой толще, в любых условиях, не давало надёжности строящемуся объекту. Не представлялось возможности спрогнозировать их несущую способность, так как процесс замачивания мог продолжаться и модуль деформации стать ещё меньше, а текучесть - больше. Принимая во внимание вышеизложенные обстоятельства, было принято решение усиливать фундамент, а затем продолжать строительство оставшихся этажей. Для усиления существующего фундамента были рассмотрены следующие решения: 1. усиление грунтов основания методом цементации через направленный гидроразрыв. 2. Подведение горизонтальных армирующих элементов под существующую фундаментную плиту. 3. Усиление фундамента буроинъекционными сваями. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки и может быть реализован при различных обстоятельствах. При аналогичных условиях на первое место выходит экономическая эффективность и временная составляющая. В данном случае, вопрос скорейшего продолжения строительства был очень важным, так как часть квартир была продана покупателям на этапе откопки котлована и стоял конкретный срок ввода жилого дома в эксплуатацию. Проведя моделирование работы фундамента с учётом 3-х различных вариантов усиления, наиболее надёжным, по его результатам, оказался проверенный временем способ - усиление буроинъекционными сваями. С экономической точки зрения он оказался несколько дороже, чем другие, но

технические возможности строительной организации позволяли немедленно приступить к работам по усилению, тем самым максимально сокращая задержку сроков строительства.

В таблице 1 приведено краткое сравнение стоимости усиления фундамента различными способами.

Таблица № 1

Адрес объекта	Способ усиления фундамента и стоимость (в ценах 2015г.)		
	1. Усиление направленным гидроразрывом	2. Подведение горизонтальных армирующих элементов	3. Усиление буроинъекционными сваями
д.Островцы мкр. 1а корпус 5	5,5 млн. рублей	4,9 млн. рублей	6,6 млн. рублей

Таким образом, несмотря на более высокую стоимость варианта усиления буроинъекционными сваями, применили именно этот способ, так как он позволил значительно сократить отставание от графика строительства объекта [9].

После выполнения усиления фундамента строительство здания продолжилось, осадки стабилизировались, и после его окончания осадки не превысили предельно допустимые значения [10].

В настоящее время построенное здание отвечает всем критериям устойчивости и эксплуатационной надёжности.

Выводы. В процессе строительства здания могут возникнуть непредвиденные ситуации, которые влияют на эксплуатационную надёжность строящегося объекта. Ухудшение свойств основания фундамента

может привести к незапланированным затратам и задержке сроков выполнения строительных работ. В таких случаях важно оперативно обнаружить причину и как можно быстрее предотвратить дальнейшее развитие негативных последствий. Геотехнический мониторинг в процессе строительства всегда даёт полную информацию по объекту и способен обнаружить какие-либо непредвиденные отклонения на самых ранних стадиях развития такой ситуации, которая не соответствует проекту. Соответственно, это позволит максимально быстро принять меры и продолжить строительство. Статья основана на выполнении реальных проектных и строительных работ.

Литература

1. Сборщиков С.Б. Теоретические закономерности и особенности организации воздействий на инвестиционно-строительную деятельность // Вестник МГСУ. 2009. № 2. С. 183 – 187.
2. Москаленко А.И. Многоквартирные жилые дома конца 19-начала 20 веков // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1102.
3. Горгорова Ю.В. Проектирование гостиниц для природно-климатических условий гор и предгорий Юга России // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2087/.
4. Гиясов Б.И., Цева А.В. Влияние энергоэффективности зданий на экологический баланс окружающей среды // Научное обозрение №4, М., 2015. № 4, С.174-178.
5. Волков А.А., Гиясов Б.И., Чельшков П.Д., Седов А.В., Стригин Б.С. Оптимизация архитектуры и инженерного обеспечения современных зданий в целях повышения их энергоэффективности // Научно-технический вестник Поволжья №6, Казань, 2014. С.111-11

6. Савенок А.Ф., Е.И. Савенок. Основы экологии и рационального природопользования. Минск, 2004. С. 432.
7. Бродач М.М. Теплоэнергетическая оптимизация ориентации и размеров здания // Научные труды НИИ строительной физики. М., 1987. С. 97-101
8. Губернский Ю.Д., Лицкевич В.К. Жилище для человека. М., 1991. С. 35-43.
9. Gihan L. K. Garas, Hala G. El Kady, Ayman H. El Alfy. Developing a new combined structural roofing system of domes and vaults supported by cementitious straw bricks // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2010, №4 URL: arnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0410_324.pdf.
10. Mohammadjavad Mahdavinejad, Negar Badri, Maryam Fakhari, Mahya Haqshenas. The Role of Domed Shape Roofs in Energy Loss at Night in Hot and Dry Climate (Case Study: Isfahan Historical Mosques Domes in Iran) // American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2013, №6 URL: pubs.sciepub.com/ajcea/1/6/1/.

References

1. Sborschikov S.B. Vestnik MGSU, 2009, № 2. pp. 183 – 187.
2. Moskalenko A.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4 (part 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1102.
3. Gorgorova Yu.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2087/.
4. Giyasov B.I., Ceva A.V. Nauchnoe obozrenie, 2015, №4, pp.174-178.
5. Volkov A.A., Giyasov B.I., Chelyishkov P.D., Sedov A.V., Strigin B.S. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzhya №6, Kazan, 2014. pp.111-113.
6. Savenok A.F., E.I. Savenok. Osnovy ekologii i ratsionalnogo prirodopolzovaniya [Fundamentals of ecology and environmental management]. Minsk , 2004. p. 432.
7. Brodach M.M. Nauchnyie trudyi NII stroitelnoy fiziki, 1987, pp. 97-101



8. Gubernskiy Yu.D., Litskevich V.K. Zhilische dlya cheloveka [The dwelling for the person]. M., 1991. pp. 35-43.
9. Gihan L. K. Garas, Hala G. El Kady, Ayman H. El Alfy. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2010, №4. URL: arpnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0410_324.pdf.
10. Mohammadjavad Mahdavinejad, Negar Badri, Maryam Fakhari, Mahya Haqshenas. American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2013, №6. URL: pubs.sciepub.com/ajcea/1/6/1/.