

АНАЛИЗ ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ КРЕНОВ ЗДАНИЙ

Ю.Н. Москвина, В.С. Резниченко

© Москвина Ю.Н., Резниченко В.С., 2025

Аннотация. В статье изложены факторы, вызывающие крены зданий и сооружений. Приведены примеры влияния эксплуатации и строительства объектов на геологические и гидрогеологические условия и, как следствие, роста деформаций оснований и зданий, развития деформационных процессов и осадок оснований и фундаментов.

Ключевые слова: здания, крен, осадка основания, деформация, водонасыщение грунта, ослабленные зоны, тиксотропия, барражный эффект.

Уплотнение городской застройки, а также усложнение возводимых объектов, увеличение этажности, глубины подземной части зданий являются серьезными причинами усиления воздействия на геологические условия строительства и, как следствие, роста деформаций оснований и зданий. Одним из главных видов деформаций является крен [1], который возникает в результате несимметричной нагрузки на основание. Он характерен для жестких сооружений и представляет наибольшую опасность для высоких зданий и сооружений, труб, узких многоэтажных зданий и других объектов [1].

Ухудшение свойств основания фундамента может привести к незапланированным затратам и задержке сроков выполнения строительных работ. В таких случаях важно оперативно обнаружить причину и предотвратить дальнейшее развитие негативных последствий [2, 3].

Причины образования кренов

Одной из причин появления крена может являться высокая степень водонасыщенности грунта.

В источнике [4] был проведен анализ исследований, посвященных массовому обрушению домов в микрорайоне «Бесоба» г. Караганды (Республика Казахстан). Данные исследования были получены с помощью моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) на базе модели наклонно-слоистого горного массива. Метод такого моделирования позволяет определить, как степень проникновения воды в грунтах влияет на целостность здания.

В работе были рассмотрены четыре варианта деформированного состояния зданий и фундамента при различной степени проникновения воды в околофундаментные грунты. Анализ полученных деформационных

состояний фундамента и здания позволил выявить, что в исходном варианте величины вертикальной компоненты перемещений v у правой части основания здания на земной поверхности больше на 18 см по сравнению с левой частью. В результате фундамент и дом упруго деформируются вниз креном направо. При втором варианте при меньшей мощности объема грунта, но большей степени водонасыщенности (50 %) величина компонент перемещений увеличивается на 9 см в правой части здания. В третьем варианте при меньших объеме и степени водонасыщенности грунта по сравнению с предыдущими величина v незначительно уменьшается. В четвертом варианте при скрытой водонасыщенности незначительного объема грунта, но уже непосредственно под фундаментом деформации заметно возрастают даже при незначительном объеме водонасыщенности.

Можно сделать вывод, что большую роль в процессе деформации здания играет не столько численное значение степени водонасыщенности грунта, сколько месторасположение самого «очага» скопления воды относительно фундамента здания.

В ходе проведенного в г. Тюмени в 2015 г. обследования жилого дома переменной этажности (рисунок) были выявлены причины, которые привели к возникновению неравномерных осадков фундамента [5]:

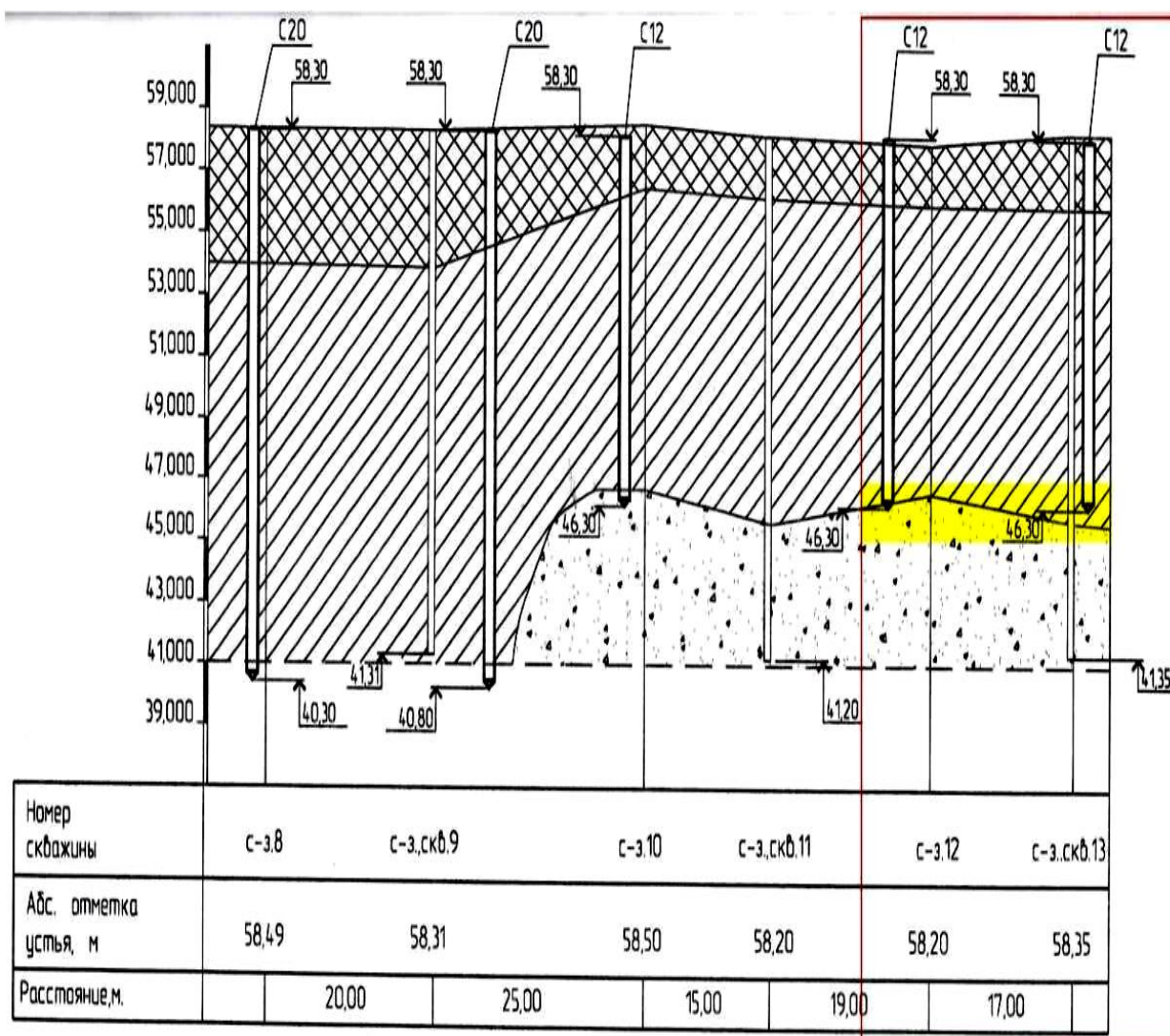
- смещение центра тяжести надземной части здания в сторону двора относительно фундаментной плиты;

- неравномерное напластование грунтов с выклиниванием слоев;

- ошибки на этапе инженерно-геологических испытаний и, как следствие, неправильный выбор типа фундамента;

- устройство части котлована на месте бывшего овощехранилища без проведения работ по рекультивации и отсыпке с последующим уплотнением грунта.

Сверхнормативная неравномерная осадка (более 500 мм) девятиэтажного блокированного двухсекционного панельного жилого здания с техническим подпольем и техническим этажом 83-й серии в Тюмени произошла из-за «отсутствия под частью здания опирания 12-метровых свай в прочный подстилающий слой песка, находящийся на глубине от 11 до 16 и более метров от низа ростверка ...; влияния проявления "отрицательных" сил трения на боковой поверхности свай, связанного с планировкой территории отсыпкой, не принятой во внимание при проектировании...; залегания в пределах 6 метров от низа ростверков пылеватых водонасыщенных рыхлых песков, склонных к разжижению (не обнаруженных при изначальных инженерно-геологических изысканиях), что приводит к общей неравномерной осадки части территории застройки» [3].



Инженерно-геологический разрез обследуемого блока жилого дома
с проектным расположением свайного фундамента
(составлено авторами статьи [3])

В ряде случаев причиной кренов здания выступает формирование ослабленных зон вследствие механических колебаний, происходящих в зонах погребенных вещественно-структурных неоднородностей (разломов, контактов, разделов).

С инженерно-геологической точки зрения ослабленные зоны, как правило, рассматриваются в качестве структур, «в которых плотностные и прочностные характеристики горных пород ниже, чем в окружающем их массиве, что создает условия для локализации и интенсивного развития многих экзогенных процессов: эрозионных, карстово-суффозионных, оползневых оседаний и провалов, которые в конечном счете могут привести к нарушению безопасной эксплуатации инженерных сооружений, построенных в пределах таких зон, их кренам и разрушению» [6]. Например, в пределах юго-восточной части Бушерского полуострова

выделено несколько транзитных тектонических зон, которые отчасти пересекают площадку Бушерской атомной электростанции. Согласно геодезическим наблюдениям, крены основных зданий и сооружений атомной электростанции «неуклонно разворачиваются в сторону расположения этих зон» [6]. По мнению авторов статьи [6], ослабленные зоны, не выявленные в ходе инженерно-геологических изысканий и не учтенные на этапе проектирования объекта, стали причиной развития неравномерных осадок грунтовых оснований зданий указанной электростанции. Постоянный принудительный и естественный дренаж изучаемой площадки, вероятно, спровоцировал активизацию суффозионных процессов, которые усугубили сложившуюся ситуацию. Следует также отметить, что на границах зон с резким различием плотностных и прочностных свойств грунтов возможно образование сдвиговых напряжений и деформаций, которые, превзойдя некое критическое значение, способны вызвать сверхнормативные крены инженерных сооружений [6].

Причины возникновения незапланированных изменений свойств основания

В ходе анализа перекосов подкрановых путей на объектах было выявлено, что такие перекосы возникают при невыгодных сочетаниях крановых нагрузок. С помощью геодезических наблюдений за осадками фундаментов железобетонных колонн была подтверждена неравномерная деформация. На основе оценки инженерно-геологических условий предположили, что основная причина деформаций фундаментов – тиксотропия (способность грунта разжижаться под влиянием механического воздействия и увеличивать вязкость в состоянии покоя) грунтов несущего слоя [7].

Неожиданной причиной появления крена семнадцатизэтажного здания стало возведение другого жилого дома. В ходе анализа строительной документации была установлена причина образования крена – барражный эффект от «стены в грунте», возникшей вследствие стройки по соседству (9–17-этажных корпусов с паркингом в 50–80 м к югу от строящегося здания). Указанная стена, возведенная другой организацией для устройства подземного паркинга, работала как противофильтрационная завеса. Из-за южного уклона стройплощадки возник значительный барражный эффект, ставший причиной крена объекта. Проектирование и строительство соседнего паркинга осуществлялись независимо [2].

Кроме того, на возникновение крена также воздействуют погодные условия. Здания высотой более 15 м могут деформироваться из-за действия ветра или неравномерности нагрева стен солнцем, как отмечается в источнике [8].

Еще одна причина – это неравномерная деформация. В работе [9] отмечено, что причиной крена здания является неравномерность деформаций основания, следовательно, выправление крена напрямую связано с изменением НДС грунтов в основании объекта. Подобного рода крен, например, наблюдался в корпусе здания, расположенного вдоль Алабяно-Балтийского тоннеля. Деформации корпуса этого здания стали проявляться в виде неравномерных осадок стен уличного и дворового фасадов. Деформации развивались со скоростью 5–7 мм/сут для стены по улице и 0–1 мм/сут для стены дворового фасада. Причиной осадок стало формирование зон разуплотнения грунта в основании этого участка здания на глубинах от 1 до 10 м от отметки подошвы фундамента [9].

Заключение

Анализ опубликованных научных работ [1–9] показал, что в настоящее время актуальными проблемами являются деформация оснований и возникновение кренов зданий. Важно оперативно обнаруживать крен, вовремя устанавливать его причины и разрабатывать мероприятия, направленные на предотвращение дальнейшего развития негативных последствий и устранение уже возникших.

Библиографический список

1. Короева Д.Д., Гудиева И.Н. Использование методов геодезии при определении кренов зданий и сооружений // Актуальные вопросы современной науки: теория, методология, практика, инноватика: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Уфа, 17 января 2020 года: в 2 ч. / отв. ред. А.Р. Халиков. Уфа: Научно-издательский центр «Вестник науки», 2020. Ч. 1. С. 29–34.
2. Егоров Е.А. Технические решения по предотвращению крена строящегося здания, вызванного незапланированным ухудшением свойств основания // Инженерный вестник Дона. 2021. № 3 (75). С. 439–447.
3. Устранение прогрессирующего развития неравномерности осадок многоэтажного жилого дома на ленточных свайных фундаментах / М.А. Степанов, Т.В. Мальцева, А.Н. Краев, Л.А. Бартоломей, А.М. Караулов // Интернет-журнал «Науковедение». 2017. Т. 9. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustranenie-progressiruyuschego-razvitiya-neravnornosti-osadok-mnogoetazhnogo-zhilogo-doma-na-lentochnyh-svaynyh-fundamentah/viewer> (дата обращения: 15.03.2025).
4. Баймахан А.Р. Информационная технология для моделирования крена и обрушения фундамента здания из-за влияния водонасыщенности грунта // Бюллетень науки и практики. 2017. № 3 (16). С. 50–56.
5. Кайгородов М.Д. Регулирование геометрического положения плитных фундаментов методом изменения свойств грунтового основания: автореф. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук: 2.1.2 – основания и фундаменты, подземные сооружения. Тюмень, 2021. 22 с.

6. Макеев В.М., Гусельцев А.С., Кравченко И.М. Проблема выявления ослабленных зон при изучении инженерно-геологических условий (на примере территории Бушерской АЭС) // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2020. № 5. С. 24–31. URL: <https://sciencejournals.ru/view-article/?j=geoekol&y=2020&v=0&n=5&a=GeoEkol2005005Makeev> (дата обращения: 16.03.2025).

7. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Использование буроинъекционных свай при усилении оснований зданий // Жилищное строительство. 2017. № 1-2. С. 47–51.

8. Бирюков М.М., Олехнович Я.А. Методы стабилизации и выравнивания сверхнормативных кренов зданий // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук: сборник докладов Национальной конференции с международным участием, Белгород, 18–20 мая 2022 года: в 2 ч. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. Ч. 2. С. 44–49.

9. Шапошников А.В., Семкин В.В., Ибрагимов М.Н. Выравнивание фундаментов зданий методом инъекции растворов на основе цемента // Применение гидроразрывной технологии в практике строительства: материалы конференции / под ред. О.А. Шулятьева. М.: Научно-исследовательский центр «Строительство», 2022. С. 75–86.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF BUILDING ROLLS

Yu.N. Moskvina, V.S. Reznichenko

Abstract. *In the article the authors have studied the factors that lead to the occurrence of roll of buildings and structures. Examples of development of the process of deviation of the building symmetry plane from the vertical. Methods of research were the method of analysis, logical reasoning. The definition to the concept of «rolls».*

Keywords: *roll, buildings, foundation settlement, deformation, structures.*

Об авторах:

МОСКВИНА Юлия Николаевна – кандидат философских наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: julim@yandex.ru

РЕЗНИЧЕНКО Виктория Сергеевна – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: reznichenko_vika7@mail.ru

About the authors:

MOSKVINA Yulia Nikolaevna – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Structures and Buildings, Tver State Technical University, Tver. E-mail: julim@yandex.ru

REZNICHENKO Victoria Sergeevna – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: reznichenko_vika7@mail.ru

УДК 332.3+349.41

**ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ
ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ,
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СОБСТВЕННОСТЬ
НА КОТОРЫЕ НЕ РАЗГРАНИЧЕНА, И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**А.Д. Никитина, А.А. Артемьев,
О.С. Лазарева, О.Е. Лазарев**

© Никитина А.Д., Артемьев А.А.,
Лазарева О.С., Лазарев О.Е., 2025

***Аннотация.** Указано, что формирование земельных участков, государственная собственность на которые не разграничена, в целях вовлечения в хозяйственный оборот является сложным процессом. Рассмотрены основные проблемы, возникающие при реализации этого процесса. Предложены возможные способы их решения на примере Тверской области.*

***Ключевые слова:** земельный участок, земельные ресурсы, государственная собственность, регулирование, мера, процедура, право, управление, комплексный подход, хозяйственный оборот, регулирование, консолидация, законодательные акты, суд, споры.*

Управление земельными ресурсами – это сложная задача для Правительства РФ из-за огромной территории страны и разнообразия климатических и природных условий. В связи с рядом обстоятельств использования земельных участков управление этими ресурсами требует гибкости, комплексного подхода и непрерывного обновления законодательства. Постоянные изменения в области земельных отношений необходимы для обеспечения эффективного регулирования земельных отношений, защиты прав собственности, соблюдения экологических стандартов.