

**Ключевые слова:** сталежелезобетонный диск перекрытия, предварительно-напряженные плиты безопалубочного формования, напряженно-деформированное состояние диска перекрытия

**Toporkova K.S. EFFECTIVE STEEL-CONCRETE OVERLAPPING**

The effective block of overlapping with application prestressed reinforced concrete multi-hollow floor slabs formed without timbering is developed. The principles

of formation and design features of the offered overlapping are considered. Results of modeling of the intense deformed state the steel concrete block of overlapping are defined. Examples of the built objects with application of the offered overlapping are given.

**Keywords:** steel-concrete block of overlapping, prestressed reinforced concrete multi-hollow floor slabs formed without timbering, the intense deformed condition of a block of overlapping.

УДК 69.059

**Чибаров Д.В.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: daniilchibarov@gmail.com)*

**ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ В ГОРОДЕ ХАРЬКОВЕ**

В статье описываются основные факторы, влияющие на долговечность строительных материалов и основных несущих и ограждающих конструкций зданий и причины их возникновения старой застройки города Харькова.

**Ключевые слова:** историческое здание, строительные материалы и конструкции, факторы, долговечность, дефекты, разрушение, коррозия, агрессивная среда.

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.** Обеспечение долговечности строительных конструкций и материалов является одной из основных проблем повышения эффективности реконструкции зданий имеющих историческую ценность. Знание причин и механизма разрушения различных материалов во время эксплуатации здания даёт возможность грамотно и эффективно осуществлять меры защиты и повышения долговечности строительных конструкций и изделий.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Отечественный и зарубежный опыт в диагностике дефектов и повреждений строительных конструкций зданий описан в работах Гроздова В.Т. [1], Добромыслова А.Н. [2], Гучкина И.С. [3]. Вопросы долговечности строительных конструкций и материалов посвящены работы Шишкановой В.Н. [4], Калинина В.М. [5]. Вопросы обследования зданий и сооружений рассмотрены в работах Куликова А.Н. [6], Порядко В.Н. [7], Козачка В.Г. [8].

**Определение цели и задачи исследования.** Целью исследования является

определение факторов, влияющих на долговечность и несущую способность исторических зданий, и изучение причин разрушения основных несущих и ограждающих строительных конструкций и материалов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Сбор и анализ технической документации.
2. Выполнение натурного обследования и инструментального исследования несущих и ограждающих конструкций здания.
3. Определение и исследование факторов, влияющих на долговечность и несущую способность конструкций здания.

**Основная часть исследования.** Предэксплуатационный период является важнейшим фактором, влияющим на долговечность исторических зданий. Большинство этих зданий строились в 19-20 веке, поэтому качественные показатели готовых строительных материалов и конструкций, приобретаемые в результате технологической переработки сырья, служили

исходными характеристиками, претерпевающими последующие изменения в эксплуатационный период до критического размера. И чем прогрессивнее была технология изготовления строительных материалов и конструкций, тем выше были исходные качественные показатели ко времени передачи объекта в эксплуатацию. С этого момента начинается отсчет периода, именуемого долговечностью.

Долговечность – способность материала в течение определенного времени сохранять на допустимом уровне структурные параметры, сложившиеся в технологический период.

Долговечность зданий и сооружений – предельный срок службы зданий и сооружений, в течение которого они сохраняют требуемые эксплуатационные качества.

Различают долговечность моральную и физическую.

Моральная долговечность (срок морального износа) характеризуется сроком службы зданий и сооружений до того момента, когда они перестают отвечать изменяющимся условиям эксплуатации или режимам технологических процессов.

Физическая долговечность определяется продолжительностью износа основных несущих конструкций и элементов (например, каркаса, стен, фундаментов и др.) под воздействием нагрузок и физико-химических факторов.

Некоторые конструктивные элементы и части зданий и сооружений (легкое стеновое ограждение, кровля, перекрытия, полы, оконные переплеты, двери и прочее) могут иметь меньшую долговечность и заменяться при капитальном ремонте.

Постепенный физический износ конструкций происходит неравномерно в течение общего срока службы здания; в первый период после постройки – быстрее (что связано с деформациями конструкций, неравномерными осадками грунта и т. п.), а в последующий, преобладающий по длительности, – медленнее (нормальный износ).

По окончании первого периода эксплуатации здания отдельные его конструкции могут нуждаться в специальном послеосадочном ремонте.

Долговечность сокращается при неправильной эксплуатации зданий и сооружений, перегрузках конструкций, а также при резко выраженных разрушающих влияниях окружающей среды (действие влаги, ветра, мороза и т. д.).

Большое значение для обеспечения долговечности имеет правильный выбор конструктивных решений с учётом особенностей климата и условий эксплуатации.

Время «жизни» здания или сооружения определяется долговечностью четырех его основных составляющих: фундамента, стен, оконных конструкций и крыши. Срок их службы, в свою очередь, во многом зависит от технологий и качества строительных материалов. Таким образом, время «жизни» здания или сооружения зависит от срока службы материалов, из которых они изготовлены. Для определения этого периода проводятся специальные лабораторные исследования и экспертизы, по результатам которых судят о возможностях того или иного изделия. Например, это могут быть испытания на морозостойкость, водостойкость или на проверку прочности.

**Факторы, влияющие на долговечность строительных материалов и конструкций.** Строительные конструкции и элементы зданий и сооружений в процессе эксплуатации подвергаются воздействию:

- газообразной среды в виде загрязненной атмосферы окружающего воздуха (рис.1, «1»), смеси воздуха, водяных паров, газов, паров летучих веществ;
- твердой среды в виде пыли (рис.1, «2»), загрязняющей атмосферу воздуха (взвешенные вещества) и осаждающихся на наружных поверхностях конструкций. Сыпучих и кусковых технических продуктов грунта и асфальтовых покрытий, солей-антиобледенителей и грунтов, содержащих агрессивные компоненты;
- жидкой среды в виде атмосферных осадков, особенно кислотных дождей, технологических растворов и в виде

агрессивных природных или загрязненных поверхностных и минерализованных грунтовых вод. Загрязнение поверхностных и грунтовых вод, как правило, обусловлено бытовыми и техническими отходами, нефтепродуктами, утечками канализационных вод и технологических жидкостей (рис.1, «3»).

Могут быть и различные комбинации указанных сред, а также их сочетание с электрическим током, световыми и радиационными излучениями. Также при определенных условиях эксплуатации зданий и сооружений может создаваться благоприятная среда для биокоррозии, где значительную роль играют такие микроскопические организмы, как бактерии, грибы, актиномицеты. При этом в каждом отдельном случае среда может содержать один или несколько агентов.

Последним фактором, который влияет на долговечность строительных конструкций и материалов – это человек. Ошибки при проектировании и монтаже строительных конструкций, различные аварии (рис.1, «4») и пожары, строительство новых зданий вблизи существующих, прокладка линий метрополитена под зданием и самое главное не проведение плановых текущих ремонтов, отсутствие которых приводят здания в непригодное для эксплуатации состояние.

Основными средами, действующими на строительные материалы, являются воздух и вода. Содержащийся в воздухе углекислый газ часто агрессивно воздействует на материалы, а водяные пары воздуха участвуют во всех коррозионных процессах, конденсируясь на поверхности материала в виде капельно-жидкой влаги. Поэтому повышенная влажность воздуха, особенно в сочетании с высокой загазованностью среды, является фактором, усиливающим протекание коррозионных процессов на поверхности строительных материалов.

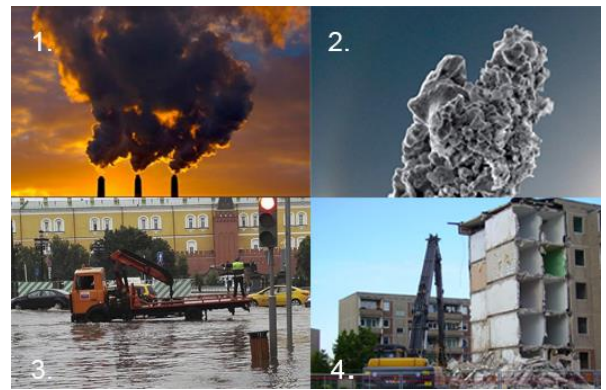


Рис. 1. Агрессивные среды

Агрессивные свойства воды определяет степень ее минерализации, жесткости, а также кислотности или щелочности. Обычно вода рек и озер имеет слабощелочную реакцию. Общее содержание солей в речных водах не превышает 0,3-0,5 г/л. Грунтовые и подземные естественные воды обычно содержат минеральные соли и другие примеси.

Промышленные стоки или воды могут содержать самые различные примеси, в том числе кислоты и щелочи. Следует отметить, что и совершенно чистая, неминерализованная или мягкая вода может быть агрессивной в отношении пористых цементных бетонов, вызывая выщелачивание извести и других растворимых солей.

Кроме химического взаимодействия, вода разрушающе действует на пористые камни, бетоны и древесину, попадая в микрополости и растрескивая структурные составляющие материалов.

Каменные материалы в условиях службы в конструкциях и сооружениях, подвергаясь длительному воздействию климатических и других природных факторов среды, постепенно разрушаются. Этот процесс, по аналогии с разрушением горных пород на земной поверхности, называют выветриванием. Основные причины разрушения каменных материалов: растворяющее действие воды, усиливающееся растворенными в ней газами ( $SO_3$ ,  $CO_2$  и др.); замерзание воды в порах и трещинах, сопровождающееся появлением в материале больших внутренних напряжений, резкое изменение температур, вызывающее появление на поверхности материалов мик-

ротрещин. Чем больше внешняя и внутренняя (поры, микротрещины, каверны) поверхность материала, чем больше содержание погодонеустойчивых минералов, чем более шероховатая поверхность, тем интенсивнее протекает процесс коррозии.

Механизм разрушения каменных материалов при циклическом замораживании заключается в том, что заполняющая поры камня вода при замораживании увеличивается в объеме приблизительно на 9% и возникающие при этом внутренние напряжения разрывают материал. Так как давление льда во внутренних частях камня компенсируется таким же в соседних участках, то разрушение от мороза обычно протекает с поверхности и начинается с углов и ребер.

Агрессивное воздействие на деревянные конструкции оказывают биологические агенты - дереворазрушающие грибы, вызывая биологическую коррозию древесины, а также агрессивные химические среды (газообразные, твердые, жидкие), вызывая химическую коррозию древесины.

В сухих условиях и при надлежащем проветривании древесина сохраняется долго. Столь же долговечна древесина, постоянно находящаяся в воде без доступа воздуха. Однако попеременное увлажнение и высыхание деревянных элементов создает благоприятную среду для гниения древесины.

Стенки клеток, из которых сложена древесина, состоят из мицелл, т.е. кристалликов целлюлозы микроскопических размеров, окруженных гидратными оболочками. Гниение - это процесс разложения целлюлозы древесины, происходящий вследствие деятельности дереворазрушающих грибов и микроорганизмов. Питательной средой для грибов служит растворимый сахар (глюкоза), являющийся продуктом разлагаемой ими целлюлозы. При содействии фермента, выделяемого грибом, нерастворимая в воде целлюлоза гидратируется и переходит в растворимое вещество - глюкозу. В теле гриба глюкоза окисляется кислородом воздуха, образуя углекислый газ и воду. Следовательно, для жизнедеятельности гриба необходимы влага и

кислород воздуха. Вот почему легко загнивает древесина, находящаяся в условиях переменной влажности. Споры различных грибов почти всегда имеются на дереве, оставаясь пассивными до тех пор, пока не наступят благоприятные условия. При достаточной влажности (более 18-20%) и положительной температуре споры прорастают и появляется грибница, сначала в виде ватообразного, а затем в виде плотного тела на поверхности материала.

**Причины разрушения строительных конструкций и материалов зданий старой застройки города Харькова.** Город Харьков является одним из основных исторических центров Украины, где расположено более 550 исторических зданий, являющихся памятниками архитектуры и градостроительства местного и национального значения.

За время эксплуатации основные несущие и ограждающие конструкции претерпели различной степени физического износа.

В 1975 году введен в эксплуатацию Харьковский метрополитен. Большинство тоннелей были проложены в центре города под существующими зданиями на различной глубине. На многих зданиях наблюдаются трещины (рис. 2, Харьковская филармония, рис. 3, Харьковский ТЮЗ), вид и характер которых свидетельствует о том, что эти трещины возникли вследствие неравномерной осадки оснований зданий. Микрорельеф центра города имеет сложные геологические и гидрогеологические условия, многие здания расположены на площадках имеющие значительный уклон в направлении спуска к пойме рек Лопань и Харьков. В ходе эксплуатации метрополитена инженерно-геологические слои основания зданий подверглись динамическим и вибрационным воздействиям, что привело к доуплотнению оснований. Доуплотнение оснований протекает неравномерно ввиду различных свойств грунтов, различной степени вибрационных действий, конструктивных особенностей построек, а также неблагоприятных техногенных воздействий. Трещины стен здания являются следствием этих факторов.



Рис. 2. Вертикальные трещины

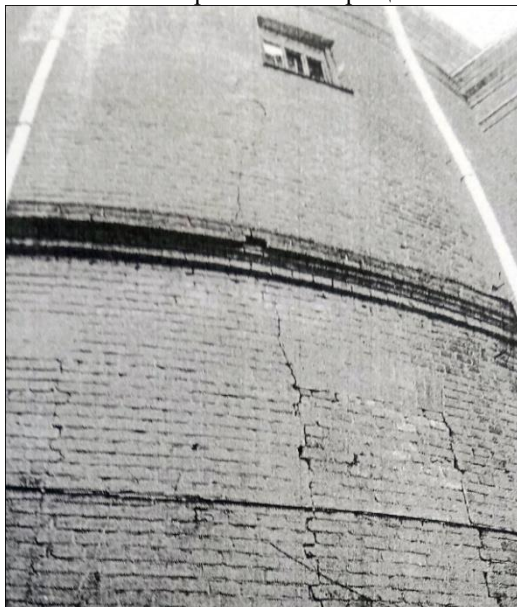


Рис. 3. Осадочные трещины

За длительный период эксплуатации, на некоторых участках здания произошли неравномерные относительные деформации фундаментов, вызванные сезонными колебаниями грунтовых вод, попаданием атмосферных и талых вод в грунты основания, инфильтрацией воды из водонесущих инженерных коммуникаций. Увлажнение грунтов основания повлекло за собой изменение их физико-механических характеристик в худшую сторону и, как следствие, повышенные деформации локальных участков ленточных фундаментов. Относительные неравномерные деформации фундаментов вызвали образование осадочных

трещин в несущих кирпичных стенах и перемычках.

Стены подвальной части имеют места сильного переувлажнения, частичного разрушения кирпичной кладки и швов заполнения. Сырость в помещениях подвальной части спровоцирована высоким уровнем грунтовых вод (рис.4, здание БТИ), а также планировкой окружающей территории улицы и двора, способствующей подтеканью поверхностных вод под здание, отсутствием вентиляции, нарушением отмостки (рис. 5, здание БТИ) и водоотвода.



Рис. 4. Высокий уровень УГВ



Рис. 5. Нарушение отмостки

Несущие стены имеют следы замораживания кирпичной кладки. На отдельных участках наблюдается разрушение наружных слоев кирпичной кладки, выветривание раствора из швов кладки, деструкция наружных слоев отдельных кирпичей из-за увлажнения кирпичной кладки цоколя, ее попеременного замораживания и оттаивания. Из-за длительного поступления влаги в кирпичных стенах здания завелся грибок. Как только поступит малейшая влага из-за течи кровли, системы отопления, просачивания воды по вентиляционным каналам и

различным дефектам в гидравлическом затворе отмокши, грибок начинает развиваться и любые вяжущие растворы превращаются в пыль (рис. 6, здание БТИ).



Рис. 6. Разрушение кладки грибком

Относительные неравномерные деформации фундаментов вызвали образование осадочных трещин в несущих кирпичных стенах. Дальнейшее развитие указанных трещин возможно за счет коррозионных процессов с последующим локальным разрушением кирпичной кладки несущих стен. Этому процессу способствует неудовлетворительный водоотвод с кровель здания, отсутствие штукатурного покрытия. Нештукатуренные стены дворовых фасадов и неудовлетворительный водоотвод с кровель здания приводит к частым замачиваниям попеременному замораживанию и оттаиванию кирпичных стен, что приводит к процессам эрозии и разрушению наружных слоев кирпичной кладки (рис. 7, Харьковская филармония).



Рис. 7. Эрозия кладки

Вследствие длительного срока эксплуатации конструкций деревянного перекрытия (главные балки, накат) произошла

усушка древесины, понизилась жесткость узловых сопряжений, что привело к деформативности деревянных перекрытий. Также высокая степень деформативности перекрытий обусловлена дополнительными нагрузками на перекрытия, которые имели место ранее, следует отметить избыточность перекрытия.

В отдельных плитах перекрытия наблюдается разрушение защитного слоя несущих стальных прокатных балок с поверхностной коррозией их нижних поясов. В монолитных железобетонных плитах на кирпичном щебеночном заполнителе имеются участки с разрушением защитного слоя бетона, оголение и значительной коррозией рабочей арматуры (рис. 8, здание БТИ). Коррозионные процессы произошли в результате попадания воды в конструкцию перекрытия.



Рис. 8. Разрушение перекрытия



Рис. 9. Загнивание покрытия

В связи с постоянным замачиванием чердачного перекрытия атмосферной влагой и протечек сетей отопления отдельные участки покрытия имеют места сильного загнивания стропильных ног, мауэрлата,

подкосов и досок настила (рис. 9, здание БТИ), а в балках чердака обнаружены летные отверстия жуков-точильщиков, со следами древесной муки. Штукатурный слой потолков покрыт трещинами и грозит обрушением.



Рис. 10. Разрушение перекрытия

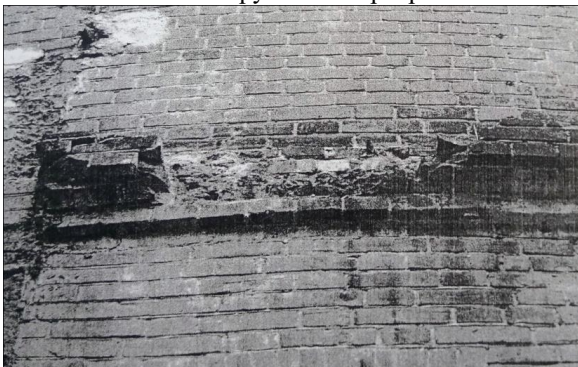


Рис. 11. Обрушение промежуточного карниза

Металлическое ограждение, листы кровельной стали поражены коррозией, имеют многочисленные отверстия и деформированы. Кирпичная кладка вентиляционных коренников разрушена, разморожена и расслоилась с выпадением кирпичей и выветриванием раствора (рис. 10, институт им. Мечникова). Бетон вентиляционных шахт разрушен. Кирпичная кладка стен ограждения имеет выпучивания и провисания, грозит обрушению.

Штукатурный слой фасадов, особенно карнизов, отслоился, имеет трещины и обрушен на отдельных участках (рис. 11, Харьковский ТЮЗ). Наблюдаются пятна сырости. В местах обрушения штукатурного слоя кирпичная кладка расслоилась и разморозилась.

Основная причина дефектов кровли и фасадов – длительная эксплуатация без те-

кущих и капитальных ремонтов, в результате увлажнения и размораживания бетона в период переменных температур, отсутствие металлических покрытий выступающих деталей, корродирование металла.

В ходе обследования зданий были выявлены следующие нарушения ДБН:

- в монолитных фундаментах отсутствовала бетонная подготовка, толщина защитного слоя не соответствовала проекту;
- опирание балок перекрытия предусмотрено на кладку, а не на раствор;
- отсутствие оштукатуривания металлических балок цементным раствором;
- швы ферм выполнены некачественно, имеются непровары, каверны и раковины в швах, толщина швов не соответствует принятой в проекте;
- на некоторых участках несущие кирпичные стены сложены на растворе низкого качества;
- стропильные бревна указанного диаметра не обеспечивают достаточную несущую способность для восприятия постоянных и временных нагрузок;
- закладка дверных и оконных проемов выполнена некачественно, без тщательной зачеканки швов между старой и новой кладкой;
- поверхностные повреждения кирпичной кладки – механические повреждения, некачественная закладка существовавших отверстий, пробивка новых, устройство штраб и т.д.;
- кладка колонн не имеет перевязки с кладкой кирпичной стены, конструкции перекрытий на колонны не опираются;
- имеются отдельные разрушения защитного слоя на нижней поверхности монолитных плит в местах пропуска канализационных труб;
- в местах примыкания вновь возводимых стен к старым кладка выполнялась без перевязки и без осуществления мероприятий, которые могли бы обеспечить совместную работу стен двух блоков;
- отсутствие в крыше слуховых окон, что затрудняет вентиляцию чердака.

**Выводы.** Проведенное исследование позволило описать основные факторы, которые влияют на долговечность и несущую способность конструкций исторических зданий. При натурном обследовании зданий, можно предварительно назвать причины возникновения дефектов конструкций и принять меры по их устранению. Знание причин возникновения неблагоприятных факторов, позволит заблаговременно принимать меры по их предотвращению.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Гроздов В.Т. Дефекты строительных конструкций. Издание 3-е исправлено и дополненное / В.Т. Гроздов. – СПб.: ООФ, 2007. – 136 с.
2. Добромислов А.Н. Диагностика поврежденных зданий и инженерных сооружений / А.Н. Добромислов. – Москва: ИАСВ, 2006. – 256 с.
3. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций / И.С. Гучкин. – Москва: ИАСВ, 2001. – 172 с.
4. Шишканова В.Н. Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций / В.Н. Шишканова. – Тольятти: ТГУ, 2013. – 124 с.
5. Калинин В.М. Оценка технического состояния зданий: Учебник / В.М. Калинин, С.Д. Сокова. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 268 с.
6. Куликов А.Н. Обследование зданий и сооружений: учебное пособие / А.Н. Куликов, С.И. Битюков, И.Н. Горин. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2010. – 131 с.
7. Порядок Н.В. Обследование и реконструкция жилых зданий: учебное пособие / Н.В. Порядок. – Макеевка: ДонНАСА, 2006. – 156 с.
8. Козачек В.Г. Обследование и испытание зданий и сооружений: учебное пособие для вузов / В.Г. Козачек, Н.В. Нечаев, С.Н. Нотенко и др.; Под редакцией В.И. Римшина. – М.: Высшая школа, 2004. – 447 с.: ил.

## **Чибаров Д.В. ФАКТОРЫ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ І НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙ ІСТОРИЧНИХ БУДІВЕЛЬ В МІСТІ ХАРКОВІ**

У статті описуються основні фактори, що впливають на довговічність будівельних матеріалів і основних несучих та огорожуючих конструкцій будівель і причини їх виникнення старої забудови міста Харкова.

**Ключові слова:** історична будівля, будівельні матеріали і конструкції, фактори, довговічність, дефекти, руйнування, корозія, агресивне середовище.

## **Chibarov D.V. FACTORS AFFECTING THE DURABILITY AND CARRYING CAPACITY OF STRUCTURES OF HISTORICAL BUILDINGS IN THE CITY OF KHARKOV**

The article describes the main factors affecting the durability of building materials and the main load-bearing and enclosing structures of buildings and the reasons for their occurrence in the old building of the city of Kharkov.

**Key words:** historical building, building materials and structures, factors, durability, defects, destruction, corrosion, aggressive environment.

УДК 69.058.4

**Наливайко Т.А., Чубукин Р.Ю., Наливайко Т.Т., Троценко Л.В.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
(ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: nalivaykota@ukr.net)*

## **МЕТОДИКА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СТРОЯЩИХСЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В г. ХАРЬКОВЕ**

Рассмотрена технология прецизионного геометрического нивелирования для наблюдения за вертикальными деформациями строящихся высотных зданий. Разработана конструкция новых стенных реперов и осадочных марок. Выполнен анализ точности геодезических наблюдений

**Ключевые слова:** геодезический мониторинг, стенной репер, осадочная марка, расчет точности, высокоточный нивелир.

В процессе строительства высотных сооружений возникают вертикальные нагрузки на грунты и фундаменты, возрастающие пропорционально увеличению массы строящегося здания. В некоторых

случаях воздействие указанных нагрузок может привести к деформациям отдельных строительных конструкций или потере устойчивости всего здания, что потребует