

УДК 528.85:004.422.833

Причины деформаций зданий и сооружений

Айткожин Азамат Талгатович

магистрант, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева

Аңдатпа. Бұл мақалада жазатайым жағдайлар және ғимараттар мен құрылыстардың деформация салдары жер үсті инженерлік құрылымдарды есептеудегі қателіктерден ғана емес, сонымен қатар іргетастарды жобалау (шамамен 18%) және құрылысты жүргізуден (80%) жіберілген қателіктерден де болуы ықтималдылығы зерттелген. Ғимаратқа келген зиян немесе жазатайым жағдайлар тек қана бір себептен ғана болмайтындығын көп жылдық тәжірибелерден белгілі. Әдетте, бұл көптеген факторлардың нәтижесінен туындайды. Деформацияның ең басты себебін анықтау үшін мамандардан құрылыс құрылымы бойынша оның жан-жақты есебін беруді, іргетас жұмыстарының толық мәліметін және мән-жайды мұқият тексеруді талап етеді.

Кілт сөздер: ғимараттар мен құрылыстардың деформациясы, іргетас, құрылыс құрылымының жан-жақты есебі, сәулет.

Аннотация. В статье рассмотрены, что аварии и деформация зданий и сооружений происходят не столько из-за ошибок в инженерных расчетах надземных конструкций, сколько из-за просчетов, допускаемых при проектировании (около 18%) и возведении (около 80%) фундаментов. Опыт показывает, что повреждение конструкций или авария здания редко происходят по какой-либо одной причине. Обычно это результат взаимодействия многих факторов, один из которых может играть решающую роль. Установление главной причины деформации здания является довольно сложной задачей, разрешение которой требует от специалиста всестороннего учета работы конструкций здания и его основания, а также тщательного изучения обстоятельств, вызвавших развитие деформаций.

Ключевые слова: деформация здания, фундамент, всесторонний учет конструкций, архитектура.

Abstract. Accidents and deformation of buildings and structures is not so much due to errors in the calculation of the above-ground engineering structures, but because of the mistakes admitted in the design (approximately 18%) and construction (80%) of foundations. Experience shows that structural damage or accident buildings rarely occur for any one reason. This is usually the result of the interaction of many factors, one of which can play a decisive role. Establishment of the main reasons for building deformation is quite challenging, the resolution of which requires specialist mainstreaming work building structure and its foundation, as well as a thorough examination of the circumstances that caused the development of strains.

Key Words: Deformation of buildings, foundation, mainstreaming, construction, architecture.

Введение

Все сооружения испытывают различного рода деформации, вызываемые конструктивными особенностями, природными условиями и деятельностью человека.

Неравномерные осадки фундаментов приводят к изменению напряженно-деформированного состояния надземных конструкций здания и, вследствие особенностей материалов стен, к повреждению этих стен. Эти повреждения выражаются в появлении трещин. Наличие трещин понижает конструктивную надежность здания, а иногда и его эксплуатационные качества. Трещины в стенах могут появляться и от других причин, не зависящих от состояния оснований и фундаментов. В любом случае необходимо установить причины повреждений.

Всякое нарушение работы оснований и фундаментов обнаруживается через деформацию и повреждение надземных конструкций.

Причины деформаций зданий и сооружений:

- 1) Фундамент;
- 2) Строительные материалы при строительстве;
- 3) Климатические условия.

1) Фундамент

При неравномерных конечных осадках и неравномерном затухании их во времени основания опускаются на различную величину, вызывая перераспределение усилий и деформацию в надземных частях зданий и сооружений. Неравномерные осадки ухудшают эксплуатацию сооружений, вызывают перенапряжение в отдельных конструкциях и элементах и их повреждение. Поэтому предельные величины неравномерных осадков устанавливаются не только по эксплуатационным (физиологическим, эстетико-психологическим) и технологическим требованиям, но и по прочности (трещиностойкости) и устойчивости сооружений.

Полные деформации сооружения и его фундамента складываются из отдельных деформаций, которые происходят от различных условий загрузки и различных сочетаний нагрузок и др.

Основными причинами развития неравномерных осадков уплотнения являются неоднородность основания и неоднородность напряженного состояния.

К неоднородности основания относятся: выклинивание слоев под отдельными частями здания, линзообразное залегание грунтов, неодинаковая толщина слоев, различие в плотности грунта, использование различных слоев грунта под отдельными частями здания (скала и сжимаемый грунт, скопление валунов, старые фундаменты) и др. Неоднородность напряженного состояния грунтов в основании обуславливается неодинаковой загрузкой фундаментов, взаимным влиянием загрузки соседних фундаментов, одновременной консолидацией грунтов в основании и пр.

Развитие неравномерных осадок уплотнения обычно не заканчивается в период строительства, а продолжается в первые годы или же десятилетия эксплуатации (на пылевато-глинистых грунтах).

Неравномерные осадки разуплотнения связаны с откопкой котлована и уменьшением напряжений ниже его дна. Величина их неравномерности зависит от неоднородности основания и изменения напряженного состояния при откопке (глубины котлована, наличия подземных вод и других факторов). Эти осадки обычно заканчиваются в период строительства. Неравномерные осадки выпирания связаны с развитием пластических деформаций грунта основания. Они могут развиваться, если давление по подошве фундамента превышает расчетное сопротивление грунта. Это чаще всего происходит при увеличении нагрузки на фундаменты во время эксплуатации зданий (при заниженной величине заглубления подошвы фундамента по отношению к полу подвала). Неравномерные осадки расструктурирования связаны с нарушением структуры природного грунта в период производства строительных работ, особенно работ нулевого цикла. Развитие осадки расструктурирования, как правило, заканчивается в период строительства и значительно реже - в первые годы эксплуатации.

Неравномерные осадки в период эксплуатации зданий могут развиваться под воздействием уплотнения грунтов, различных вод (грунтовых, ливневых, производственных), ослабления подземными и котлованными выработками, динамики, геологических процессов и других факторов.

Следует учитывать три характеристики осадков сооружения:

- 1) максимальную величину осадков;
- 2) разность осадков соседних частей, которая приводит к их относительному повороту;

3) разность осадков фундамента, которая приводит к деформациям и искажениям всей конструкций.

В зависимости от характера сооружения, его чувствительности воздействие двух последних величин может иметь серьезные последствия. Неравномерная же осадка отдельных частей и сооружения в целом имеет обычно более серьезные последствия. Она является одним из главных факторов, влияющих на прочность и эксплуатационную пригодность зданий.

Классификация видов неравномерных деформаций зданий и причин, их вызывающих может служить основой для диагностики повреждений зданий и сооружений.

При наличии достаточно большой толщины однородных пылевато-глинистых грунтов и равномерно приложенной нагрузки по длине здания происходит блюдцеобразное понижение поверхности (прогиб), которое распространяется иногда далеко за пределы загруженной площадки. Средняя часть здания вогнута, а края наклоняются к центру загруженной площадки. Такой характер деформации объясняется тем, что на угловых участках нагрузка распределяется по большей площади, распространяясь вперед за пределы конца стены.

Следовательно, концы стен, получая большую площадь опоры, имеют и меньшую осадку. При такой деформации по краям стен могут возникать наклонные трещины, идущие от краев к середине под углом примерно 45° . Нижние концы трещин направлены в сторону меньших осадок. В средней части здания часто образуется трещина в виде перевернутого знака у: более широкая внизу и сужающаяся кверху.

В верхней части стены по середине здания могут быть признаки разрушения кладки от раздробления. Если в стенах имеются горизонтальные пояса, то под ними в средней части здания могут появиться горизонтальные трещины. Деформации прогиба могут появляться, если под фундаментами в средней части здания имеются участки слабых грунтов или пустот, если средняя часть здания несет большую нагрузку, если в основании торцевых частей здания имеются твердые включения (скала, скопления валунов).

Деформацию выгиба испытывают здания с тяжелыми каменными стенами и слабнонагруженными внутренними колоннами, а также при наличии слабых или ослабленных оснований в торцевых частях здания, расположенных рядом с котлованами или траншеями (за счет выдавливания грунта из-под несущего пласта

основания), построек около торцевых частей зданий, значительного количества жестких включений под серединой здания и т. п. Углы в этом случае садятся больше и наклонные трещины имеют большую ширину сверху. Направление нижних концов трещин - также в сторону меньших осадков, т. е. к середине здания. Наружные стены могут наклоняться к наружи, образуя v-образные трещины в соединениях с поперечными стенами. Особенно часто это встречается при внецентренном заглублении фундаментов наружных поперечных стен.

В зависимости от конфигурации общих осадков соответствующие наклонные трещины появляются во внутренних стенах. При этом перекашиваются дверные рамы (проемы являются ослабленными местами в стенах и здесь концентрируются напряжения). Перекрытия, опирающиеся на рамы каркаса, могут испытывать большие осадки без повреждений, но если они опираются непосредственно на грунт или на отдельные фундаменты, оседающие независимо от стен, могут возникать серьезные повреждения и расстройств в стыках. Деформация выгиба значительно опаснее прогиба, так как трещины раскрываются сверху, а это может привести к тому, что торцевые стены потеряют устойчивость, перекрытия обрушатся и т. п.

Осадка крайних частей здания или сооружения возникает обычно по причинам, указанным выше, но оказывающим влияние на одну из торцевых частей здания. Этот вид деформации также является опасным.

Перекося здания или сооружения возникает в результате разности осадок соседних или нескольких расположенных в ряд фундаментов за счет разной нагрузки на рядом расположенные фундаменты или наличия слабых или ослабленных грунтов под одним из фундаментов. Перекос приводит к возникновению косых трещин, что особенно опасно в узких простенках.

Крен (наклон) испытывают жесткие сооружения при неравномерных осадках отдельных фундаментов. Причинами этого вида деформации могут быть различные факторы. Крен фундамента приводит к повороту нижней части конструкций.

Скручивание сооружений возникает при развитии крена в разных частях длинного сооружения в противоположные стороны. Наибольшие повреждения получают, как правило, верхние этажи отдельных конструкций или здания в целом.

Обычно сооружения подвергаются одновременно различным деформациям, некоторые из них могут являться преобладающими, а другие - слабо выраженными.

Необходимо помнить, что не все трещины в сооружении появляются в результате неравномерной осадки, хотя их часто относят на ее счет. Температурное расширение и сжатие также являются важной причиной растрескивания в тех случаях, когда материалы с различными коэффициентами линейного расширения работают совместно. Однако эти трещины отличаются от трещин, вызванных осадкой, тем, что при изменении температуры они то раскрываются, то закрываются.

Наиболее характерный вид повреждений стен крупноблочных зданий - разрывы перемычных поясов и образование вертикальных или косых трещин в простенках. В некоторых случаях вертикальные трещины распространяются на всю высоту стен, что приводит к разрыву здания на отдельные температурные отсеки. Причина разрыва - недостаточная прочность связей перемычных поясов, которые при значительном понижении температуры разрываются.

Частой причиной растрескивания стен является усадка материала. Пластичный бетон и кирпичная кладка на очень пластичном растворе дают большую усадку. Штукатурка дает трещины в тех случаях, когда ее усадка отличается от усадки материала стены, на которую она нанесена. Усадочные трещины имеют вертикальное и горизонтальное направление, равномерны по ширине или сужаются к обоим концам.

Вибрация и удары также могут вызвать трещины. Такие трещины обычно имеют форму буквы X по концам стены и форму плюса (+) в центре. Вибрация от проходящих поблизости поездов, тяжелых автомашин, от сейсмических воздействий, взрывов, рыхления мерзлого грунта, забивки свай и т. д. может вызвать образование и вертикальных трещин между частями сооружения, имеющими разную жесткость, в том числе отделение вертикальными трещинами мест примыкания широкого здания к узкой пристройке.

Если здание имеет сложную конфигурацию в плане, то происходит отделение вертикальными трещинами мест примыкания широкого здания к узкой пристройке; наличие в толстых стенах больших, расположенных по одной вертикали проемов вызывает трещины по линиям этих проемов; подстилающие фундамент слабые грунты, насыщенные водой, и культурные напластования вызывают отделение вертикальными и косыми трещинами отдельных стен между собой из-за увеличивающихся в таких грунтах амплитуд колебаний.

2) Строительные материалы при строительстве

Физическое состояние строительных материалов достаточно полно характеризуется средней и истинной плотностью и пористостью.

Свойства, определяющие отношение материалов к различным физическим процессам. Среди физических процессов наибольшее значение в практике имеют воздействия водной и паровой среды, тепловые воздействия, распространение звуковых волн, электротока, ядерных излучений и т. п. Отношение материала к статическому или циклическому воздействию воды или пара характеризуется гидрофизическими свойствами (гигроскопичность, капиллярное всасывание, водопоглощение, водостойкость, водопроницаемость, паропроницаемость, влажностные деформации, морозостойкость).

Влажностные деформации - изменение размеров и объема материала при изменении его влажности. Уменьшение размеров и объема материала при его высушении называют усадкой (усушкой), а увеличение размеров и объема при увлажнении вплоть до полного насыщения материала водой - набуханием (разбуханием). Усадка возникает и увеличивается в результате уменьшения толщины слоев воды, окружающих частицы материала, и действием внутренних капиллярных сил, стремящихся сблизить частицы материала. Набухание связано с тем, что полярные молекулы воды, проникая между частицами или волокнами, слагающими материал, как бы расклинивают их, при этом утолщаются гидратные оболочки вокруг частиц, исчезают внутренние мениски, а с ними и капиллярные силы. Материалы высокопористого и волокнистого строения, способные поглощать много воды, характеризуются большой усадкой (древесина поперек волокон 30... 100 мм/м; ячеистый бетон 1...3 мм/м; кирпич керамический 0,03...0,1 мм/м; тяжелый бетон 0,3...0,7 мм/м; гранит 0,02...0,06 мм/м).

3) Климатические условия

Движения набухающих грунтов в зоне сезонного изменения были рассмотрены выше. Установлено, что в результате климатических особенностей в определенные периоды года наблюдается увеличение или уменьшение влажности грунта, что обуславливает набухание или усадку глинистого грунта.

Если фундаменты сооружений не прорезают зону сезонных изменений влажности, то в течение многих лет они периодически поднимаются при увеличении влажности и дают осадку при уменьшении влажности. При этом

деформации основания (набухание - усадка) носят сезонный характер. Такая закономерность находится в тесной связи с балансом атмосферных осадков и климатическими условиями.

Данные наблюдения показывают, что начиная с ноября - декабря здания испытывают подъем, продолжающийся до мая - июня. Это вызвано набуханием грунта, связанным с увеличением количества атмосферных вод, поступающих в грунт. Кроме того, в зимний период практически отсутствует испарение, а возникновение температурного градиента способствует перемещению влаги в верхние слои основания. Начиная с июня - июля наблюдается интенсивное испарение воды в верхних слоях грунта, что приводит к уменьшению влажности, а также перемещению влаги в нижние слои грунта. В результате происходит усадка грунта, и здание начинает опускаться. Этот процесс длится, как правило, до октября - ноября. После этого вновь начинается подъем, и годовой цикл набухание - усадка повторяется.

Следует отметить, что в рассмотренном случае эти циклические движения произошли на фоне незначительной общей осадки здания. Это объясняется тем, что количество осадков в зимне - весенний период было незначительным (171 мм). Осадки же, выпадаемые в летний период, не могут оказать влияние на изменение влажностного режима грунта в основании по двум причинам.

Во-первых, глубина проникновения выпадающих осадков незначительна и меньше глубины заложения подошвы фундамента. Во-вторых, в летний период интенсивное испарение полностью нивелирует влияние выпадающих осадков и в это время, как правило, наблюдается дефицит влажности в верхнем слое основания.

Подъем или осадка отдельных марок, установленных в здании, в этом случае достигают 15 - 20 мм. Однако эти подъемы протекают неравномерно, а в некоторых зданиях достигают 0,0008. Вследствие циклическости и неравномерности деформаций конструкции начинают деформироваться: в стенах появляются трещины и происходит сползание с опор балок и плит перекрытия. Трещины появляются, как правило, в центре здания и имеют наибольшую величину раскрытия в верхней части.

К осени эти трещины практически закрываются. На деформацию сооружений отрицательно влияют близко - расположенные деревья, которые поглощают влагу из грунта. При этом нижним пределом влажности, при которой возможен отсос

воды деревьями, является так называемая влажность увядания, величина которой значительно ниже влажности набухания.

Следовательно, если грунт имеет влажность, равную или близкую к влажности набухания, то за счет транспирации влаги деревьями возможно уменьшение влажности, что приводит к усадке грунта.

Эти два фактора (испарение и транспирация влаги деревьями) являются причиной усадки грунта в жаркий период, что приводит к осадке фундамента и деформациям сооружений. Так, в засушливый год в одном из поселков Волгограда начались интенсивные деформации 2-х этажных жилых домов. Обследование показало, что глубина заложения фундаментов наружных стен составляла около 1,2 м, что значительно меньше зоны сезонных изменений влажности.

Кроме того, в непосредственной близости от зданий (примерно в 3-4 м) находились деревья. Испарение и транспирация влаги деревьями привели к уменьшению влажности грунта в основании на 5-6 %, что явилось причиной появления трещин в стенах зданий и нарушения целостности перекрытия.

Приведенные примеры деформаций характерны для зданий, возведенных на глинистых грунтах. Однако аналогичные случаи деформаций наблюдаются и в зданиях, возведенных на суглинках, которые при большой нагрузке могут проявлять просадочные свойства.

Заключение

Мы рассмотрели причины деформаций здания и сооружения. Основными причинами деформаций зданий и сооружений является фундамент, строительные материалы, климатические условия. В некоторых случаях влияет человеческий фактор. Чаще всего на строительной площадке происходит деформация зданий и сооружений из за фундамента.

Основания и фундаменты - важнейшие элементы зданий и сооружений, которые являются сложными техническими системами. Разрушение или значительные деформации оснований и фундаментов чаще всего приводят к выходу из строя (отказу) всего здания.

Отказ, под которым понимается нарушение работоспособности оснований и фундаментов, является результатом взаимодействия большого числа случайных

факторов, действие которых развито во времени. Точный и полный учет этих факторов во всем многообразии их связей чрезвычайно сложен. Однако анализ основных причин появления дефектов и повреждений оснований и фундаментов, строительных материалов, климатических условий позволит выработать практические рекомендации по повышению надежности их работы.

Использованная литература

- [1] <http://www.stroitelstvo-new.ru/fundament/85.shtml>
- [2] <http://drillings.su/vidideform.html>
- [3] Проектирование фундаментов зданий и подземных сооружений: Учеб. пособие / Под ред. Б.И. Далматова. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2010. - 440 с.
- [4] Синянский И.А., Манешина Н.И. Типология зданий и сооружений. -М.: Издательский центр «Академия», 2008.
- [5] <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-165-vozvedenie-podzemnoy-chasti/5.htm>
- [6] <http://www.hintfox.com/article/vechnaja-merzloti-i-ee-vlijanie-na-ytojchivost-zdanij-i-sooryzhenij.htm>