



# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

**Изменения прочности и деформативности конструкций.** По окончании приработки конструкций и элементов зданий, после заделки дефектных участков, в период нормальной эксплуатации количество отказов снижается и стабилизируется.

Основными деформациями этого периода являются внезапные деформации, связанные с условиями работы и эксплуатации элементов. Причиной внезапных деформаций могут быть неожиданные концентрации нагрузок, ползучесть материалов (узлов), неудовлетворительная эксплуатация, температурно-влажностные воздействия, неправильное выполнение ремонтных работ.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Экспериментально установлено, что под действием постоянной нагрузки в материалах конструкций появляются микродефекты. Структура материала становится «рыхлой».

Выделяют две составляющие деформации ползучести – *необратимую* (вязкое течение) и *обратимую* (последствие). При постоянной длительно действующей нагрузке (напряжении) обе эти составляющие деформаций развиваются, нарастают.

Рассмотрим на примере кирпичной кладки.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

**Первая стадия** начального трещинообразования в

кирпичной кладке

обычно наблюдается

40 – 60%

раствора

раствора

90% при

МПа). Эт

отдельные

двух-трех

совпадают

раствора

Появление трещин в перевязочных кирпичах

свидетельствует о перенапряжении кладки выше

продолгов



зора и

ющих

бых

х на

и 70 –

е 5

ем

высоте

по

дением

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

## Вторая

свидетельствует о  
кладки  
дальнейшее  
появление  
рядах и  
так и по  
70 – 95%



жениии

изуется

ьких

им швам,

тяющих

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

*Третья*  
СВИДЕ



ДКИ.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Нарушение сплошности стен из-за наличия пор или микротрещин объясняется следующими процессами:

- на границе пор или микротрещин происходят значительные изменения структуры материала вследствие взаимодействия с внешней и внутренней газовой средой, благодаря которым происходят физико-химические воздействия на материал стен;
- наличие остаточных напряжений даже при незначительных увеличениях нагрузок или деформаций способно вызвать соединение пор и микротрещин, усилить объем трещинообразования;
- в результате нарушения сплошности силовые потоки распределяются между сохранившимися сплошными участками (связями), а на границах нагрузки значительно увеличиваются, что способствует дальнейшему процессу трещинообразования.

## ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Существенное влияние на работу кирпичных стен оказывает неодинаковая *деформативность кладки*, вызванная использованием различных видов кирпича. Это касается сочетания камней различной высоты или из материалов, обладающих неодинаковыми упругопластическими свойствами (например, силикатного и глиняного кирпича).

Наиболее заметно это сказывается на работе сильно нагруженных простенков с облицовкой из керамического щелевого камня. Основные деформации кирпичной кладки вызываются обжатием раствора, суммарная толщина которого в швах в пределах облицовки вдвое меньше, чем в остальной части сечения простенка. Повышенная жесткость облицовочного слоя создает предпосылки для его более сильного нагружения и появления в кладке трещин, которые часто не стабилизируются и в дальнейшем могут привести к существенному уменьшению несущей способности

## ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

При хорошей связи облицовки частыми тычковыми рядами с основным материалом стен может происходить раздавливание лицевых камней без их отслоения и выпучивания. В каменных зданиях в местах сопряжения продольных и поперечных различно нагруженных стен часто образуются наклонные или вертикальные сквозные трещины. Причиной их появления и дальнейшего развития чаще всего является различная сжимаемость неодинаково нагруженной кладки стен, жестко связанных в местах сопряжений перевязкой. Со временем, когда разность деформаций связанных стен достигает предельных значений, более нагруженные стены отделяются трещинами от менее нагруженных. Если связь между стенами прочная, то обычно появляются наклонные трещины. При плохой перевязке кладки в местах сопряжений стен возникают вертикальные

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Здесь следует отметить, что если бы между стенами отсутствовали связи, то разница деформаций стен была бы весьма значительной и достигла, например, в конструкции кирпичного дома высотой 8 – 9 этажей 2 – 3 см. Наличие же связей между стенами (перевязка кладки, шпонки, арматурные связи и т.п.) препятствует свободной деформации, в результате чего в зоне сопряжений стен создается напряженное состояние, характеризуемое напряжениями сдвига и растяжений. В тех случаях, когда возникающие касательные и главные напряжения достигают значений, превышающих расчетное сопротивление кладки, в стенах возникают косые или вертикальные трещины. Этому способствует малое сопротивление сдвигу и растяжению кирпичной кладки. Необходимо отметить, что заделка трещин раствором до окончания периода, в котором завершается процесс основной ползучести кладки (8 – 12 лет при кладке из силикатного кирпича и 4 – 6 лет при кладке глиняного кирпича на растворах марки 50 и выше), не приводит к желаемым результатам, так как трещины вновь появляются на старых местах.

## ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Для высоких кирпичных зданий при воздействии горизонтальных сил кроме нормальных возникают касательные (тангенциальные) напряжения. В этом случае кладка может разрушиться вследствие действия следующих причин:

- 1) превышения допустимого напряжения сжатия;
- 2) наличия щелей (трещин) в горизонтальном направлении;
- 3) разрушения кирпичей от действия на них поперечной силы.

Каждый из этих критериев ограничивает область нагрузок.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

В круп  
расч  
сущ  
конс

Эксплу  
от зд  
восп  
сам  
неза

Появл  
дейс

вызваных перекосом и/или наклоном панелей, а также неравномерностью по толщине растворных швов



личие  
ми

зано с

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Экспериментально установлено, что:

- 1) существует вполне определенная связь между вероятностью появления трещин в наружных стеновых панелях и интенсивностью их нагружения;
- 2) взаимосвязь между нагрузкой и процессом трещинообразования выше, чем между температурно-влажностными деформациями или усадкой бетона;
- 3) схема армирования панели должна соответствовать ее напряженному состоянию, вызванному загрузением панели.

## ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Установлено также, что у 68% обследуемых панелей трещине во внешнем слое обязательно соответствует трещина во внутреннем слое, который всегда находится в условиях постоянной температуры и влажности. При этом доказано существование значительных растягивающих напряжений в подоконном поясе панели, которые превышают предельные значения при расчетных нагрузках.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Особого внимания с точки зрения трещиностойкости смежных конструкций заслуживают платформенные стыки, у которых в зависимости от качества растворного шва часто появляются трещины в стеновой панели и концевой части панели перекрытия. Необходимо отметить как результат действия вторичных деформаций – появление трещин в стенах и перегородках, вызванных прогибом покрытий или перекрытий. Основными причинами появления трещин на стыках многоэтажных зданий являются перераспределение вертикальных нагрузок между стенами, связанных с развитием неодинаковых деформаций ползучести и усадки сопрягаемых стен и их стыковых соединений, а также температурно-влажностные воздействия. Перераспределение нагрузок между стенами зависит от податливости стыковых соединений.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Экспериментально установлено, что деформации ползучести могут развиваться как при действии постоянных внешних нагрузок, так и при постоянных напряжениях (псевдоползучесть). Температурные воздействия на конструкции панельных домов можно разделить на три группы:

- 1) воздействия на плоскость наружных стен,
- 2) на панельный скелет здания,
- 3) на каркасные конструкции первых этажей.

Особое внимание следует уделять способу закрепления конструкции, находящей под влиянием температурных перепадов. Так при неправильном расположении продольных связей в первом этаже в месте закрепления панельного скелета могут возникнуть большие усилия, что приведет к разрыву контактной связи между продольной жесткостью и панельным скелетом. В панельных зданиях перепад температур способствует раскрытию (сжатию) межпанельных стыков и перемещениям торцов зданий.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

**Изменение эксплуатационных свойств ограждающих конструкций.** Натурные обследования эксплуатируемых жилых зданий с разными сроками службы в различных климатических зонах показали определенную стабилизацию эксплуатационных свойств ограждающих конструкций в период нормальной эксплуатации, после проведения ремонта, в период приработки.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

При этом нужно отметить, что с повышением этажности уменьшается устойчивость теплового и воздушного режимов здания. Это обусловлено аэродинамическими факторами внутри и снаружи здания, гравитационным и ветровым давлением, действием системы вентиляции. С высотой здания возрастают перепады давления по обе стороны наружных ограждений. Если при наружной температуре - 24° С для нижних этажей 5-этажного дома перепад давления достигает 20 МПа, то для 16-этажного 66 МПа. Усиление гравитационного и ветрового действия приводит к резкому усилению теплопотерь в зданиях повышенной этажности по сравнению с малоэтажными домами.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Обследование 3- и 5-этажных зданий с различным сроком эксплуатации показало, что наибольшее количество эксплуатационных дефектов имеется в железобетонных совмещенных крышах построечного изготовления с трехслойным рубероидным ковром. По сравнению с кровлей асбестоцементные листы обладают большей долговечностью, однако недостаточной для требуемого периода нормальной эксплуатации. Асбестоцементные кровли получают повреждения в основном из-за неаккуратного ведения работ и небрежной установки телеантенн. После 10-летней эксплуатации на асбестоцементных листах появляются трещины вдоль волны.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Данные по исследованиям дефектных кровель показывают, что основное влияние на эти повреждения оказывают температурно-усадочные деформации бетона (приблизительно 45% общих повреждений). Среди этих повреждений приблизительно 2/3 относится к несущим железобетонным конструкциям верхних этажей зданий с плоскими крышами, тогда как приблизительно 1/3 разрушений приходится на конструкции верхних этажей под плохо изолированными и плохо вентилируемыми чердаками. Большая часть этих повреждений объясняется недостаточным количеством продольной арматуры или слишком большим расстоянием между температурными швами. Когда дефект в конструкции уже появился, он затем распространяется дальше; ухудшение происходит за счет температурных влияний, связанных с колебаниями температуры как в течение дня, так и между временами года. Бетонные конструкции без изоляции приобретают при этом усталостные напряжения, которые постоянно приводят к образованию трещин, как бы рассекающих конструкцию. Такие трещины особенно вредны для парапетов, поскольку в них просачивается вода за слой гидроизоляции.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

**Аварии и повреждения.** В период нормальной

эксплуатации здания возможны повреждения конструктивных элементов аварийными воздействиями, такими как землетрясения, ураганы, наводнения, аварии на объектах, расположенных вблизи здания.



Во всех этих случаях разрушения и деформации возникают в результате воздействия на здание.

Аварии, связанные с эксплуатацией, неправильной оценкой грунтов, ошибками при проектировании и строительстве фундаментов – довольно распространенное явление.

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Что касается построенных и нормально эксплуатируемых зданий, то особенно часто наблюдаются аварии или серьезные повреждения при пристройках к ним новых, при производстве в непосредственной близости от них земляных работ. Здесь обычно встречаются два варианта деформаций:

- 1) наложение дополнительных нагрузок на существующее основание фундаментов от пристройки новых на уровне существующих. В практике реконструкции старых частей городов, к сожалению, таких аварий много
- 2) выпирание грунта из-под существующих фундаментов в результате выполнения рядом со зданием земляных работ.



Стихийные бедствия на севере Италии.  
1 сентября 2003.  
По данным синоптиков, 1 сентября 2003 после  
трех месяцев жаркой погоды за несколько  
часов на север Италии обрушилось около  
400 мм осадков. Реки вышли из берегов,  
из-за наводнений и оползней в горах на  
дорогах оказались заблокированы тысячи  
машин. Шквальный ветер обрушил сотни  
столбов линий электропередач, а также  
несколько домов и мостов. В Милане выпал  
град, отдельные куски льда достигали  
10 см в диаметре.



атируемых  
оводящих  
оснований.

разрушения  
ых вод под  
кальной

Еще одной при  
зданий являю  
сетей и, как с  
Известно мно  
неисправнос  
канализации  
здания вслед  
планировки у

# ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Аварии кирпичных стен эксплуатируемых зданий в

бол  
рас  
сит  
кла

Выпущ  
зна  
при  
бол  
нед  
час  
Нез  
стр



ича,  
ЧНОЙ  
IM  
в  
о  
ации.

вызываются различными перестройками при эксплуатации, являются частыми причинами аварий перекрытий.

## ПЕРИОД НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ

Основные причины *разрушения железобетонных конструкций* – неправильное армирование конструкций или смещение арматуры в рабочем сечении при бетонировании и низкое (непроектное) качество бетона. При выполнении железобетонных конструкций с арматурой, расположенной в верхних зонах балок и плит (консолях, опорных сечениях, неразрезных балок), вследствие недосмотра исполнителей рабочие стержни опускаются ниже положенного им уровня, резко понижается рабочая высота сечения.