

11.5.1.4 НОМ

Обеспечение безопасности и мониторинга большепролетных и высотных зданий и сооружений при строительстве.

Лекция 1

В большинстве случаев основной целью мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений является предупреждение об отклонениях в работе конструкций от проектного режима.

Зачастую в нормативных и других подобных документах встречаются амбициозные заявления о предотвращении аварий строительных конструкций с помощью системы мониторинга. Здесь в лучшем случае следует понимать под аварией некое условное состояние выхода конструкции за рамки предельного, предусмотренного проектом.

В действительности аварии, сопровождающиеся реальным частичным либо полным обрушением конструкций, происходят неожиданно, по непредсказуемым заранее причинам и, зачастую, при нагрузках и несущей способности конструктивных элементов, имеющих значительные запасы по отношению к тем, которые были заложены при проектировании.

Практика определяет некую презумпцию неизбежности аварий. Даже если все без исключения правила создания и эксплуатации сооружения, включая обустройство системой мониторинга, будут выполнены, нельзя гарантировать её безаварийность в силу несовершенства правил и их реализации. Одним из эффективных выходов из такой удручающей ситуации является обеспечение живучести несущих конструкций, то есть стойкости к авариям в смысле выполнения повреждённой конструкцией своих функциональных свойств.

Наиболее ярко и доступно иллюстрирует эти идеи ситуация на транспорте, где правила наиболее разработаны, а требования их выполнения наиболее обеспечены. Тем не менее, аварии там происходят неминуемо.

Характерная особенность мониторинга несущих конструкций состоит в чётком разделении типов мониторинга на периодический и непрерывный,

осуществляемый в режиме реального времени. Последний составляет ядро сигнальной системы оповещения по информационным каналам Дежурно-Диспетчерской Службы (ДДС) о техническом состоянии несущих конструкций строительного объекта. Осуществление непрерывного мониторинга представляет собой наиболее сложную процедуру.

Идея создания и применения непрерывного мониторинга объектов строительства привнесена из других областей человеческой деятельности и других стран. Объясняется это, с одной стороны, участившимися за последнее время авариями строительных сооружений с тяжёлыми последствиями у нас в стране и за рубежом, с другой стороны научно-техническим прогрессом, дающим надежду практического осуществления этой идеи, направленной на повышение эксплуатационной надёжности объектов строительства.

Применительно к строительным объектам система непрерывного мониторинга характеризуется специфическими особенностями и потому требует специальных научно-технических проработок. В первую очередь от такой системы требуется высокий уровень долговечности при высоком уровне надёжности и достоверности собираемой информации о состоянии строительных конструкций. Такие требования следуют из того обстоятельства, что строительные объекты рассчитаны на длительный срок эксплуатации, измеряемый десятками и даже сотнями лет, а события, приводящие к критическим ситуациям, имеют весьма малую вероятность, измеряемую десятками и даже тысячными долями процента. Именно на гарантированную идентификацию этих долей процента должна быть нацелена система непрерывного мониторинга. В противном случае она теряет смысл.

Бытует заблуждение, будто при создании автоматической (сигнальной) системы мониторинга необходимо контролировать напряжённно-деформированное состояние (НДС) несущих конструкций сооружения. Оно является следствием стремления к тому, чтобы, например,

на экране монитора компьютера отображалось в реальном времени “здоровье” контролируемого сооружения. Такое пожелание наивно и несостоятельно по многим причинам.

Во-первых, измерить напряжение и деформацию (относительную) физически невозможно, так как это чисто математические понятия. Измерить, а следовательно, контролировать, можно соответствующие силы (нагрузки), и перемещения. А по ним с помощью, например, математической модели, в рамках определённых гипотез и предположений, можно рассчитать НДС сооружения. Причём результаты этих расчётов будут кардинально зависеть от типа модели и принятых гипотез. Например, в рамках стержневой математической модели невозможно рассчитать НДС в местах концентрации напряжений, которые являются наиболее опасными местами несущего каркаса и, как правило, являются “ответственными” за аварии сооружений.

На рис. 1 показаны результаты расчёта напряжённого состояния (приведённые напряжения по Фон Мизесу) фрагмента стальной рамы в месте сопряжения ригеля с колонной. Здесь видно, что наибольшие напряжения (3521 кг/см^2) появляются в небольшой зоне во входящем угле этого сопряжения. Из этой точки может развиваться роковая трещина, которая приведёт к глобальному разрушению всей конструкции. Однако же из этой картинки следует, что на большей части фрагмента рамы напряжения вполне допустимы и не вызывают опасения (синие и зелёные цвета). Вопрос: как отыскать эти зоны концентрации напряжений в сложной конструкции и “забраться” в них с измерительным инструментом с целью предвосхитить возможные неприятности?

Здесь показаны результаты расчёта для конструкции из стали – материала, для которого постулаты теории упругости при конечноэлементной реализации подходят наилучшим образом. Несущие конструкции выполненные из железобетона – материала композиционного, модель которого (хрупкий бетон + упруго-пластическая арматура) несравнимо сложнее однородной стали. Да и геометрия несущих

конструкций большинства зданий несравнима по сложности с приведённым примером. Это — тысячи различных сопряжений, пересечений и других концентраторов напряжений.

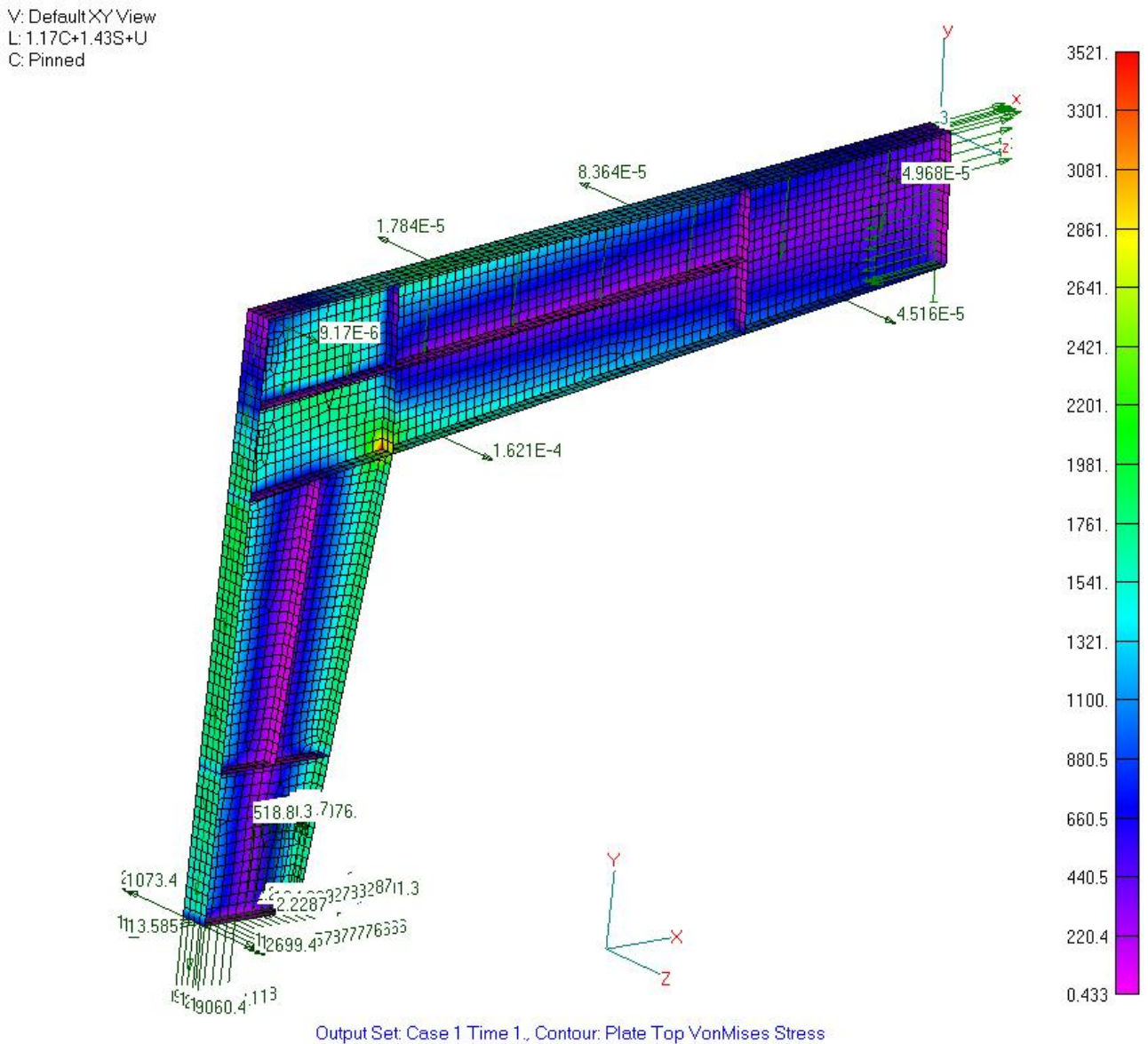


Рис. 1. Напряжённое состояние фрагмента стальной рамы.

На рис. 2 показано статистическое распределение напряжений в элементах пространственной, конструктивной системы, рассчитанной по стержневой схеме. На горизонтальной оси отложены величины напряжений в элементах, на вертикальной оси — количество элементов, имеющих соответствующее напряжение. Подобная закономерность характерна для большинства несущих конструкций реальных зданий и сооружений.

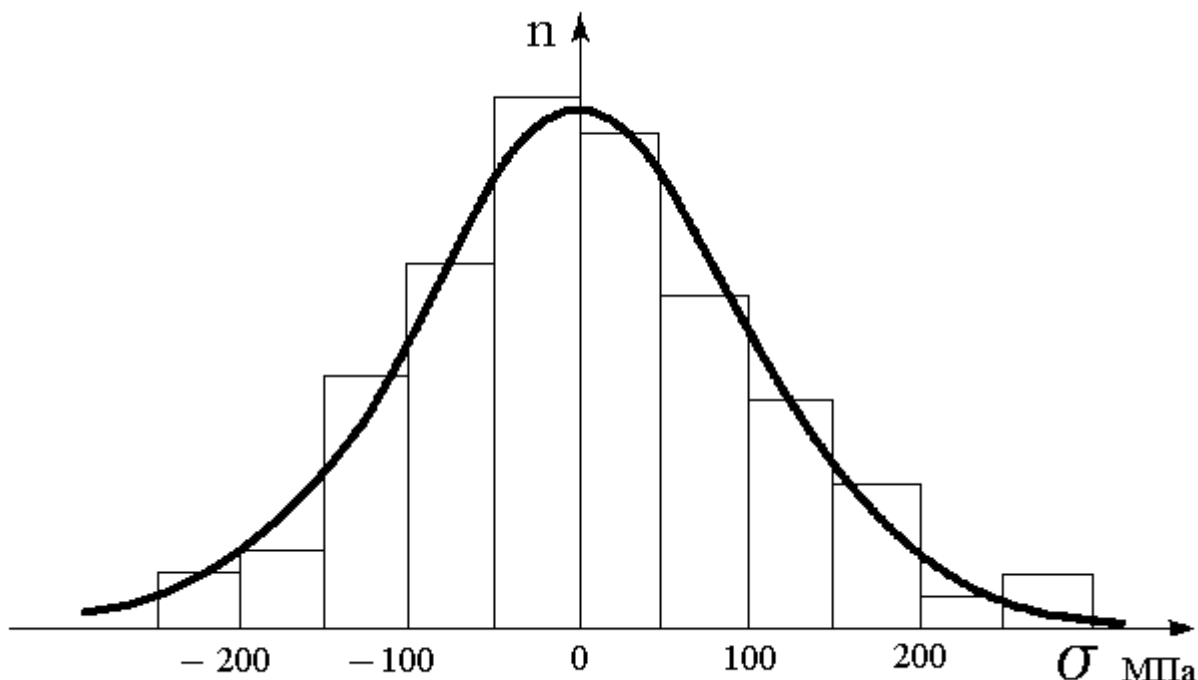


Рис. 2. Распределение напряжений в стержнях сложной пространственной конструкции.

Из рисунка видно, что распределение напряжений по элементам весьма неравномерное. Большая часть конструктивных элементов слабо нагружена (область вокруг нулевого напряжения). Сильно нагруженные элементы (на хвостах кривой распределения) немногочисленны. При действии на конструкцию различных нагрузок и их сочетаний роль элементов в обеспечении несущей способности всего каркаса меняется: мало напряжённые элементы в одном сочетании нагрузок могут стать сильно напряжёнными в другом, и наоборот.

Следует отметить, что напряжения и относительные деформации в конструкциях являются точечными характеристиками, то есть вычисляются для конкретных точек конструкции. В этом смысле концепция контроля НДС конструкции сообразна с попыткой анализа на клеточном уровне состояния живого организма. Если даже удастся это выполнить, то каким образом можно сделать однозначное заключение из рассмотрения такого громадного объёма информации?

Эта тема далеко не исчерпывается приведёнными примерами. Можно продолжить рассмотрение этой проблемы в части требований к измерительному инструментарию в отношении надёжности и стабильности измерений в течение многих десятков лет, и т. д. и т. п.

Из сказанного следует бесперспективность идеи контроля НДС при выработке концепции непрерывного мониторинга. Более того, при попытке реализации такой идеи можно получить систему сбора технической информации, вводящей в заблуждение при принятии ответственных решений.

Более логичным, в данном случае, для непрерывного контроля состояния несущих конструкций использовать интегральные характеристики – перемещения, собственные частоты и ускорения при колебаниях сооружений.

О критериях технического состояния несущих конструкций при непрерывном мониторинге.

Номинально, при установлении таких критериев логично исходить из принципов **методики предельных состояний**, положенных в основу обеспечения надёжности объектов строительства (ГОСТ 27751-88 надёжность строительных конструкций и оснований).

Согласно этой методике при проектировании и эксплуатации объектов строительства различают два основных предельных состояния:

- 1-е предельное состояние, когда конструкция **полностью утрачивает свои эксплуатационные свойства**, например, разрушается, теряет устойчивость, опрокидывается и т. д. При проектировании в этом случае исходят из максимально возможных (расчётных) воздействий и минимально возможных (расчётных) сопротивлений конструкционных материалов.
- 2-е предельное состояние, когда **при сохранении несущей способности затруднена нормальная эксплуатация** сооружения, например,

перемещения (прогибы) конструкций приводят к нарушению работы технологического оборудования, колебания конструкций вызывают дискомфортное состояние людей, находящихся в помещении и т. д. Проектирование объектов строительства в этом случае выполняется, исходя из так называемых нормативных значений – пониженных для нагрузок и повышенных для прочности материала, так как предполагается, что такое дискомфортное состояние будет кратковременным или может быть устранено штатными средствами. После чего сооружение будет полностью удовлетворять эксплуатационным требованиям, в том числе требованиям безопасности.

Исходя из этих фундаментальных положений, можно сформулировать **критерии** технического состояния несущих конструкций, позволяющих установить порядок формирования заключения по этапу мониторинга технического состояния инженерных конструкций объекта и установить порядок принятия решений по обеспечению безопасности технического состояния инженерных конструкций объекта.

Если условно принять “светофорные” правила обозначения опасности то, используя *интегральные* характеристики – **перемещения** сооружения, **частоты и ускорения колебаний**:

- **зелёный свет**, когда контролируемые в процессе мониторинга величины этих характеристик не будут превосходить значений, рассчитанных при **нормативных** воздействиях. Назовём этот случай состоянием нормальной эксплуатации здания.
- **красный свет**, когда контролируемые величины достигают или превосходят значения, соответствующие **расчётным** воздействиям. Это состояние запрещения дальнейшей эксплуатации сооружения.
- **желтый свет**, когда контролируемые величины находятся в промежутке между вышеуказанными. Это состояние предупреждения о приближении серьёзной опасности. Следует оперативно выяснить причину, по

возможности её устранить, либо выполнить упреждающие организационные мероприятия.

Следует иметь в виду, что методика предельных состояний располагает целой системой коэффициентов надёжности, основанных на статистической обработке многочисленных данных научных исследований и опыте эксплуатации натуральных объектов строительства. Эта методика открыта для введения дополнительных мер безопасности.

Место и роль систем мониторинга состояния несущих конструкций

- В соответствии с "Положением о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций" (РСЧС) (введено Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. N 794) к ведению МЧС России относятся вопросы создания и развития функциональных подсистем мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования, обеспечивающих снижение риска возникновения, развития и минимизацию ущерба от чрезвычайных ситуаций.
- С целью обеспечения безопасности зданий и сооружений в соответствии с ГОСТ Р 22.1.12-2005 объекты социально-бытового, жилого и иного назначения оборудуются структурированными системами мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС), информационно сопряженными с автоматизированными системами дежурно-диспетчерских служб (ДДС) зданий, сооружений и единых дежурно-диспетчерских служб (ЕДДС, ЕСОДУ) города, района с целью предупреждения возникновения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в т. ч. вызванных террористическими актами.
- СМИС с целью предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций осуществляют контроль дестабилизирующих факторов в режиме реального времени.

Объектами контроля СМИС являются:

- несущие конструкции зданий и сооружений;
 - инженерные системы жизнеобеспечения и безопасности;
 - технологические системы.
- СМИС обеспечивают контроль основных дестабилизирующих факторов представляющих угрозу для безопасности людей, среди них - изменение состояния несущих конструкций зданий и сооружений.
 - Для решения задачи контроля изменения состояния несущих конструкций зданий и сооружений в состав СМИС включают как подсистему систему мониторинга состояния несущих конструкций зданий, сооружений (СМИК).
 - Система мониторинга состояния несущих конструкций осуществляет контроль показателей, характеризующих надежность здания, сооружения, с целью предупреждения ситуаций, при которых значения регистрируемых параметров превысят их предельно допустимые величины. Объектом мониторинга СМИК являются несущие конструкции зданий и сооружений.
 - Системы мониторинга состояния несущих конструкций зданий, сооружений (СМИК) в составе структурированных систем мониторинга и управления зданиями и сооружениями (СМИС) входят в объектовое звено Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).
 - Роль СМИК заключается в информационном обеспечении предупреждения чрезвычайных ситуаций при представляющих угрозу для безопасности людей изменениях состояния несущих конструкций зданий и сооружений.
 - Системы мониторинга являются одним из элементов обеспечивающих научно-техническое сопровождение строительства и эксплуатации зданий, сооружений.

Перечень нормативных документов

1. СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах
2. СНиП II-11-77* Защитные сооружения гражданской обороны
3. СНиП II-23-81* Стальные конструкции
4. СНиП II-35-76 Котельные установки
5. (с изм. 1978, 1992 гг.) Нагрузки и воздействия
6. СНиП 2.01.07-85* Инженерно-технические мероприятия
СНиП 2.01.51-90 гражданской обороны
7. Основания зданий и сооружений
8. СНиП 2.02.01-83* Свайные фундаменты
9. СНиП 2.02.03-85 Защита строительных конструкций от коррозии
10. СНиП 2.03.11-85 Внутренний водопровод и канализация зданий
11. СНиП 2.04.01-85* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
12. СНиП 2.04.02-85* Автомобильные дороги
13. СНиП 2.05.02-85 Градостроительство. Планировка и застройка
СНиП 2.07.01-89* городских и сельских поселений
14. Общественные здания и сооружения.
15. СНиП 2.08.02-89* Защита строительных конструкций и
СНиП 3.04.03-85 сооружений
16. от коррозии
17. СНиП 3.05.04-85* Наружные сети и сооружения водоснабжения
и канализации
18. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства.
Основные положения
19. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений.
20. СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий.
21. СНиП 23-01-99* Строительная климатология.
22. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий
23. СНиП 23-03-2003 Защита от шума.
24. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
25. СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоэтажные
26. СНиП 31-03-2001 Производственные здания
27. СНиП 31-05-2003 Общественные здания административного
СНиП 35-01-2001 назначения
28. Доступность зданий и сооружений для
29. СНиП 41-01-2003 маломобильных групп населения.
30. СНиП 43-03-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
31. СНиП 41-02-2003 Тепловая изоляция оборудования и
32. СНиП 42-01-2002 трубопроводов
СНиП 52-01-2003 Тепловые сети
33. Газораспределительные системы
ГОСТ 11.024-84* Бетонные и железобетонные конструкции.

		Основные положения
34.	ГОСТ 12.1.004-2003	Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий.
35.		Общие технические условия
36.	ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования ССБТ. Общие санитарно-гигиенические
37.	ГОСТ 12.1.030-81	требования
38.	ГОСТ 12.1.033-81*	к воздуху рабочей зоны
	ГОСТ 34.003-90	ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление
39.		Пожарная безопасность. Общие требования
	ГОСТ 34.602-89	Информационная технология. Комплекс стандартов
40.		и руководящих документов на
41.		автоматизированные системы. Термины и
42.	ГОСТ 19281-89*	определения
	ГОСТ 23166-99	Информационная технология. Комплекс
43.	ГОСТ 25772-83	стандартов на автоматизированные системы.
		Техническое задание на создание
44.	ГОСТ 25820-2000	автоматизированной системы
		Прокат из стали повышенной прочности
45.	ГОСТ 26602.2-99	Блоки оконные. Общие технические условия
		Ограждения лестниц, балконов и крыш
46.	ГОСТ 26631-91	стальные. Общие технические условия
47.		Бетоны легкие. Технические условия
	ГОСТ 27772-88*	
48.	ГОСТ 30244-94	Блоки оконные и дверные. Методы определения
		воздухо- и водопроницаемости
49.	ГОСТ 30494-96	Бетоны тяжелые и мелкозернистые
		Технические условия
	ГОСТ 31251-2003	Прокат для строительных стальных конструкций
50.		Материалы строительные. Методы испытания на
51.	ГОСТ Р ИСО 9000-2001	горючесть
	ГОСТ Р 12.4.026-2001	Здания жилые и общественные. Параметры
		микrokлимата в помещениях
52.		Конструкции строительные. Методы
		определения пожарной опасности. Стены
		наружные с внешней стороны
		Основные положения и словарь
53.	ГОСТ Р 12.2.143-2002	Цвета сигнальные, знаки безопасности и
		разметка сигнальная. Назначение и правила
		применения.
54.	ГОСТ Р 22.1.12-	Общие технические требования и

55.	2005	характеристики. Методы испытаний Системы люминесцентные эвакуационные. Элементы систем. Классификация. Общие
56.	ГОСТ Р 51263-99	технические требования. Методы контроля
57.	ОСТ 45.104-97	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
	МГСН 1.01-99	Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений
58.	Дополнение	Полистиролбетон. Технические условия
	к МГСН 1.01-99	Стыки оптические систем передачи синхронной цифровой иерархии. Классификация, основные
59.		параметры
60.	МГСН 1.02-02	Нормы и правила проектирования планировки и застройки г.Москвы
61.	МГСН 2.01-99	Нормы и правила проектирования планировки и застройки участков территории высотных
62.	МГСН 2.04-97	зданий, градостроительных высотных комплексов Москвы
63.	МГСН 2.07-01	Нормы и правила проектирования комплексного благоустройства на территории г.Москвы
	Пособие	Энергосбережение в зданиях. Нормативы по
	к МГСН 2.07-01	теплозащите и тепло-, водо-, электроснабжению
64.		Допустимые уровни шума, вибрации и
65.	МГСН 2.08-01	требования к звукоизоляции в жилых и общественных
66.		зданиях
67.	МГСН 3.01-01	Основания, фундаменты и подземные
68.	Дополнение	сооружения
69.	к МГСН 3.01-01	Основания, фундаменты и подземные
	МГСН 4.04-94	сооружения, обследование и мониторинг при
	МГСН 4.16-98	строительстве и реконструкции зданий и
70.	МГСН 5.01-01	подземных сооружений.
	ВСН 332-93	М., 2004
71.		Защита от коррозии бетонных и железобетонных
	СН 2.2.4/2.1.8.562-	конструкций жилых и общественных зданий
	96	Жилые здания
72.		О размещении на первых этажах жилых домов
		объектов общественного назначения
73.	СанПиН	Многофункциональные здания и комплексы
	2.2.1/2.1.1.1076--01	Гостиницы
		Стоянки легковых автомобилей
74.	СанПиН	Инструкция по проектированию
	2.2.4/2.1.8.566-96	электроустановок предприятий и сооружений

75.	СанПиН 2.1.2.1002-00	электросвязи, проводного вещания, радиовещания и телевидения
76.		Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
77.	СанПиН 2.1.4.559-96	Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий
78.	СанПиН 2.1.6.1032-01	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий
79.	СанПиН 2.2.4.548-96	Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям
80.	СанПиН	
81.	2.2.1/2.1.1.1278-03	Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества
82.	СанПиН 2.4.1.1249-03	Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест
83.	ОНД-86	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
84.		Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
85.	НРБ-99 НПБ 75-2000	Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных учреждений
	НПБ 88-2001*	
	НПБ 104-03	Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий
86.	НПБ 105-03	Нормы радиационной безопасности.
87.		Приборы приемно-контрольные пожарные.
88.	НПБ 110-03	Приборы управления пожарные. Общие требования.
89.		Методы испытаний
		Установки пожаротушения и сигнализации.
90.		Нормы и правила проектирования
	НПБ 236-97	Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях.
91.		Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и

92.	НПБ 240-97	пожарной опасности
	НПБ 242-97	Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите
93.	НПБ 246-97*	автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией
94.	НПБ 248-97*	
95.	НПБ 249-97	Огнезащитные составы для стальных конструкций.
96.	НПБ 250-97	Общие требования. Методы определения огнезащитной
97.		эффективности
		Противодымная защита зданий и сооружений.
98.	НПБ 257-2002	Методы прямо-сдаточных и периодичность испытаний
		Классификация и методы определения пожарной
99.	ППБ 01-93	опасности электрических кабельных линий
	ПБ 10-558-03	Арматура электромонтажная. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний
	ПБ 12-529-03	Кабели и провода электрические. Показатели пожарной безопасности. Методы испытаний
100.	ПОТ РМ 015-2000	Светильники. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний
	СП 2.3.6.1066-01	Лифты для транспортирования пожарных подразделений в зданиях и сооружениях.
101.		Общие технические требования
102.	СП 11-105-97	Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкая мебель. Шторы и занавески. Методы испытаний на
103.		воспламеняемость
104.	СП 11-107-98	Правила пожарной безопасности в Российской Федерации
105.		Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов
106.	СП 23-101-2004	Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления
107.	СП 31-108-2002	Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации фреоновых установок
108.	СП 31-110-2003	Санитарно-эпидемиологические требования к организациям торговли и обороту в них продовольственного сырья и пищевых
	СП 40-102-2000	продуктов
109.		Инженерно-геологические изыскания для
	СП 40-107-2003	строительства
110.		

- СП 41-101-95
СО 153-34.21.122-
111. 2003
112. Порядок разработки и состав раздела «Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проектов строительства
113. Проектирование тепловой защиты зданий
114. Мусоропроводы жилых и общественных зданий и сооружений
115. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий.
116. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования
- Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полипропиленовых труб
- Свод правил по проектированию тепловых пунктов
- Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций
- Руководство по проектированию железобетонных конструкций с жесткой арматурой, М., Стройиздат, 1978.
- Руководство по проектированию систем звукового обеспечения на строящихся и реконструируемых объектах г.Москвы, 1997
- Методика оценки систем безопасности и жизнеобеспечения на потенциально опасных объектах, зданиях и сооружениях. М., 2003
- Инструкция по проектированию учета электропотребления в жилых и общественных зданиях (РМ-2559), М., 1997
- Инструкция по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве, Москомархитектура, 2004
- Рекомендации при защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях. М., 2002
- Инструкция по проектированию и устройству

свайных
фундаментов зданий и сооружений в г.Москве,
2001
Рекомендации по установке энергоэффективных
окон в наружных стенах вновь строящихся и
реконструируемых зданий. М., 2004
Рекомендации по защите жилых зданий
стеновых конструктивных систем при
чрезвычайных ситуациях. М., 2000

Лекция 2

Натурные и экспериментальные исследования при строительстве зданий и сооружений.

Роль и возможности экспериментальных методов исследований конструкций и сооружений.

1. Основные причины аварий строительных конструкций:

- Недостатки изысканий
- Ошибки и упущения проектирования (расчетные схемы нагрузки и воздействия, температурно-влажностные условия эксплуатации и т.п.)
- Дефекты изготовления конструкций и некачественные материалы
- Дефекты монтажа конструкций
- Нарушения правил эксплуатации
- Возникновение экстремальных воздействий и т.п.

2. Основные задачи экспериментальных исследований строительных сооружений:

- Уточнение фактической расчетной схемы конструкций (примеры)
- Изучение и нормирование действующих нагрузок на конструкции и сооружения (примеры)
- Замена расчета экспериментальным определением напряженно-деформированного состояния идеализированных систем (моделирование)
- Исследование действительной работы новых видов конструкций и сооружений (примеры)
- Исследование и нормирование свойств конструкционных материалов при различных условиях эксплуатации (примеры).
- Производственный контроль качества и дефектоскопия строительных конструкций и материалов (примеры).

Классификация видов испытаний конструкций зданий и сооружений.

Обследование и испытание конструкций и сооружений – комплекс мероприятий по оценке технического состояния конструкций зданий и сооружений.

Определение фактических значений контролируемых параметров, характеризующих эксплуатационное состояние, пригодность к эксплуатации и работоспособность объектов обследования и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации или необходимость усиления.

1. Классификация видов испытаний.

- По целевому назначению
- По характеру внешних воздействий
- По месту и условиям проведения.

2. Необходимость в проведении натурного обследования возникает при:

- приемке в эксплуатацию;
- проведении экспертиз;
- реконструкции;
- изменении назначения сооружения;
- возобновлении прерванного строительства;
- наличии дефектов и повреждений;
- отступлении от проекта;
- аварийных ситуациях и т.д.

3. Этапы в организации и проведении обследований и испытаний строительных конструкций.

- Постановка задач и оценка особенностей намечаемых обследования и испытаний.
- Проведение освидетельствования (обследования) конструкций до проведения испытаний.

- Выполнение перерасчета конструкций (с учетом реальных особенностей конструкции).
- Испытание конструкций под воздействием нагрузки.
- Обработка материалов испытаний и оценка состояний конструкций и сооружений по результатам освидетельствования, расчета и испытания.

Освидетельствование (обследование) сооружения – сбор информации о реальных значениях геометрических, прочностных и деформативных характеристик сооружения, наличии дефектов и повреждений.

4. Последовательность проведения освидетельствования.

- Визуальный осмотр объекта
- Изучение технической документации, имеющейся на объект
- Определение реальных нагрузок на сооружение
- Проведение инструментальных измерений
- Определение физико-механических свойств материалов конструкций
- Перерасчет сооружения
- Составление Заключения об обследовании.

Определение физико-механических свойств материалов.

1. Методы определения физико-механических свойств материала.

- Разрушающие (достоинства и недостатки)
- Неразрушающие (достоинства и недостатки)

2. Классификация неразрушающих методов.

- Методы проникающих сред
- Механические методы
- Акустические методы

- Магнитные и электромагнитные методы
- Радиационные методы
- Электрические методы
- Тепловые методы

3. Методы проникающих сред – основаны на использовании индикаторных жидкостей и газов для контроля плотности сварных швов в конструкции, определения наличия и размеров дефектов и пор:

- Метод течеискания
- Капиллярный метод.

4. Механические методы и их возможности (теоретические основы, схемы, приборы, примеры).

- Метод локальных разрушений
- Метод пластических деформаций
- Метод упругого отскока
- Ударно-импульсный метод

Акустические методы контроля строительных конструкций

1. Классификация акустических методов.

- Ультразвуковой импульсный метод
- Низкочастотный звуковой (ударный метод)
- Резонансный виброакустический метод
- Метод акустической эмиссии
- Поляриционно-акустический метод

2. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД (УЗИ)

Физическая основа метода – наличие зависимости между скоростью распространения ультразвука в материале и его свойствами.

Область применения УЗИ (теоретические основы, схемы и графические зависимости, приборы, градуировки, примеры).

- Определение прочности и класса бетона.

- Проверка однородности бетона;
- Определение упругих характеристик бетона (модуля упругости, сдвига, коэффициента Пуассона);
- Определение наличия дефектов (дефектоскопия бетона, сквозное прозвучивание и продольное профилирование)
- Дефектоскопия и толщинометрия металлов (эхо-метод, теневой метод, эхо-теневой метод)
- Определение глубины развития трещин в конструкциях;
- Контроль процесса трещинообразования (при научных исследованиях).

3. Низкочастотный звуковой (ударный метод).

Использование низкочастотных звуковых колебаний для определения упругих характеристик и прочности бетона (теоретические основы, приборы, примеры).

4. Резонансный виброакустический метод.

Основан на зависимости между качеством конструкции и ее динамическими характеристиками (теоретические основы, приборы, примеры).

5. Метод акустической эмиссии.

Основан на регистрации акустических волн в твердых телах при образовании в них пластических деформаций и трещин (теоретические основы, приборы, примеры).

6. Поляризационно-акустический метод.

Основан на определении траекторий и величин главных напряжений с помощью поляризованных УЗ-колебаний (примеры).

Магнитные и электромагнитные методы контроля

строительных конструкций.

1. Область применения:

- дефектоскопия металлоконструкций;
- контроль армирования железобетонных конструкций;
- контроль усилия натяжения арматуры;
- контроль остаточных напряжений в металлических конструкциях,

- толщинометрия.

2. Магнитные методы дефектоскопии металлических конструкций.

Методы основаны на регистрации искажения магнитных силовых линий в конструкции при наличии дефектов.

- Магнитный порошковый метод (примеры, приборы)
- Магнитографический метод (примеры)
- Магнитоскопический метод (примеры, приборы).

3. Контроль армирования железобетонных конструкций.

- Определение положения и диаметра арматурных стержней, толщины защитного слоя бетона (примеры, схемы, приборы).

4. Определение усилия натяжения арматуры.

Метод основан на зависимости между собственной частотой колебания арматурного стержня и усилия его натяжения (теоретические основы, схемы, приборы, примеры).

5. Контроль напряженного состояния в металлических конструкциях.

Метод основан на магнитной анизотропии ферромагнитных материалов под действием механических напряжений (теоретические основы, схемы, приборы, примеры).

6. Толщинометрия неферромагнитных материалов.

Метод основан на зависимости между величиной магнитного сопротивления и толщиной объекта, измеряемой специальным магнитным толщиномером (приборы, схемы, примеры).

Применение методов проникающих излучений

для контроля строительных конструкций.

Радиационные методы контроля строительных конструкций.

Физическая основа методов состоит в регистрации величины ослабления проникающего излучения при прохождении его сквозь материал конструкции

1. ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ПРОНИКАЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ:

- Дефектоскопия строительных конструкций;
- Контроль плотности бетона конструкции;
- Контроль армирования массивных железобетонных конструкций;
- Контроль влажности бетона, древесины;
- Контроль качества стали.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПРОНИКАЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ:

- радиоизотопный метод контроля;
- рентгеновский метод контроля;
- нейтронный метод контроля.

3. РАДИОИЗОТОПНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ

Источниками излучения служат радиоактивные изотопы (кобальт-60, селен-75, цезий-137).

4. РЕНТГЕНОВСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ

Источниками излучения являются высоковольтные рентгеновские трубки.

5. НЕЙТРОННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ

Источниками излучения являются нейтроны, возникающие при ядерных реакциях.

- 6. Определение объемного веса бетона с помощью гамма-излучения**
- 7. Дефектоскопия сварных швов** (теоретические основы, методы регистрации, схемы, примеры).
- 8. Контроль армирования железобетонных конструкций методами проникающих излучений** (методы регистрации, схемы, примеры).
- 9. Контроль влажности бетона, древесины** теоретические основы, методы регистрации, схемы, примеры).

Испытания строительных конструкций

Натурные испытания строительных конструкций проводятся в случае, если данных о конструкции, полученных на этапе освидетельствования оказалось недостаточно для объективной оценки ее фактического технического состояния и пригодности конструкции к эксплуатации.

Натурные испытания – это этап более углубленного, экспериментального исследования состояния несущих конструкций.

Натурное испытание – это совокупность операций связанных с оценкой состояния и работоспособности объекта в целом, и каждого из его элементов при пробном нагружении.

Цель натурных испытаний. Круг вопросов, решаемых натурными испытаниями.

1. Порядок подготовки и проведения натурных испытаний

- Составление технического задания
- Подготовка технической документации
- Подготовка к испытанию конструкций, приборов, оборудования
- Проведение испытаний
- Обработка результатов испытаний.

Техническая документация включает:

- «Рабочую программу испытания», документ, в котором указываются цели, задачи испытания, рабочая схема испытаний, определяются места размещения приборов, сами приборы и аппаратура, методика проведения испытаний
- Проект испытаний
- Расчет испытываемой конструкции.

Этапы испытания:

- Определение начальных напряжений до нагружения конструкции;
 - Испытание конструкции пробной нагрузкой малой величины (уточнение расчетной схемы и методики расчета)
 - Испытание конструкции пробной нагрузкой большой величины.
- конструкция эксплуатироваться в дальнейшем – и если нет, то конструкция доводится до разрушения.

2. Статические испытания строительных конструкций

ТРЕБОВАНИЯ К НАГРУЖАЮЩИМ УСТРОЙСТВАМ:

- Точность определения величины нагрузки;
- Стабильность нагрузки во времени;
- Возможность быстрого изменения (как по величине, так и по направлению) в соответствии с задачами исследования;
- Обеспечение вида нагружения (сосредоточенные, распределенные линейно и нелинейно)
- Соблюдение принципа независимости действия сил;
- Максимальная механизация
- Соблюдение требований техники безопасности при испытании строительных конструкций.

ВИДЫ НАГРУЖЕНИЯ (СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ) ПРИ ИСПЫТАНИЯХ:

- сосредоточенные силы
- распределенная нагрузка
- комбинированная нагрузка

СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ НАГРУЗОК:

- Сыпучие материалы (песок, гравий и другие).
- Мелкие штучные грузы (кирпич, кубики, чугунные отливки).
- Крупные штучные грузы (бетонные блоки и другое).
- Нагружение водой (схемы, достоинства и недостатки).
- Использование сжатого воздуха, давления воды на сосуды.

СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ НАГРУЗОК:

1. Подвешивание грузов (схемы)
2. Натяжные устройства; (схемы)
3. Использование домкратов (схемы)
4. Рычажные системы (схемы)
5. Испытательные стенды (схемы)

Методы и средства контроля параметров напряженно-деформированного состояния конструкций при проведении статических испытаний

При проведении статических испытаний определяются линейные и угловые перемещения, абсолютные и относительные деформации, усилия, давления, опорные реакции, вычисляются значения внутренних усилий и напряжений и т.п.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ПРИБОРАМ:

- Необходимая точность измерений;
- Достаточный измерительный диапазон;
- Быстрая и простая установка;
- Мобильность аппаратуры;
- Автономность питания.

**КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПО
ФИЗИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ.**

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

- Для измерения линейных перемещений – прогибомеры, индикаторы часового типа (схемы, достоинства и недостатки)
- Для измерения угловых перемещений – клинометры (схемы, достоинства и недостатки)
- Для измерения местных относительных и абсолютных деформаций (схемы, достоинства и недостатки)

2. **Акустические – струнные** (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки)

3. **Оптические** (схемы, достоинства и недостатки)

4. **Методы хрупких покрытий**

5. **Методы, основанные на различных физических явлениях, происходящих в конструкциях при нагружении (магнитные, рентгеновские, ультразвуковые)**

6. **Электрические.**

Электрические средства измерения это основные средства измерения перемещений, деформаций, усилий и др. При измерении этими методами механические величины преобразуются в пропорциональный электрический сигнал.

Основным чувствительным элементом в электрических методах является **первичный преобразователь.**

Первичные электрические преобразователи делятся на:

- Генераторные (виды, схемы)
- Параметрические – индуктивные, емкостные, резисторные (схемы)

Тензорезисторы

Тензорезисторы – первичные электрические преобразователи параметрического типа, работа которых основана на использовании явления тензоэффекта, который заключается в изменении сопротивления проводника при его деформировании.

Основной метрологической характеристикой тензорезисторов является коэффициент тензочувствительности тензорезистора – коэффициент пропорциональности между относительным изменением сопротивления и его относительной деформацией.

Основные типы тензорезисторов.

- Петлевой проволочный тензорезистор (схема, метрологические характеристики, достоинства и недостатки)
- Решетчатые тензорезисторы (схема, метрологические характеристики, достоинства и недостатки)
- Фольговые тензорезисторы (схема, метрологические характеристики, достоинства и недостатки)
- полупроводниковые резисторы (схема, метрологические характеристики, достоинства и недостатки)

Требования, предъявляемые к тензорезисторам.

- Высокая чувствительность
- Требуемая база измерения
- Минимальная жесткость и масса
- Требуемый диапазон измеряемых деформаций
- Нечувствительность к окружающей среде, возможность дистанционной регистрации
- Быстрая установка и надежность
- Возможность измерения статических и динамических деформаций

Метрологические характеристики тензорезисторов и методы их определения

(коэффициенты тензочувствительности, ползучесть, влагостойкость, поперечная чувствительность, предел выносливости, температурный коэффициент сопротивления и др.)

Измерение деформаций и вычисление напряжений.

- Одноосное напряженное состояние (теоретические основы, схемы)
- Плоское напряженное состояние (теоретические основы, схемы)
 - При известных направлениях главных осей напряжений и деформаций
 - При неизвестных направлениях главных осей напряжений и деформаций.

Измерительные схемы для регистрации деформаций при статических испытаниях.

- Метод отклонения (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки)
 - $\frac{1}{4}$ моста Уитстона
 - $\frac{1}{2}$ моста Уитстона
 - полный мост Уитстона
- Нулевой метод (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки)

Методы термокомпенсации тензорезисторов

- Схемная термокомпенсации
- Само термокомпенсация

Тензорезисторные измерители

- Перемещений (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки)
- Усилий – динамометры (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки)
- Давлений (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки)

Градуировка тензорезисторных измерителей перемещений, усилий, давлений.

Обработка результатов статических испытаний

При обработке результатов статических испытаний определяют:

- Деформации и напряжения в конструкций
- Главные напряжения и их направления
- Поверхности прогибов
- Линии влияния искомых усилий
- Положение нейтральных осей сечений
- Углы поворота сечений;
- Распределение внутренних усилий в расчетных сечениях.

Определение внутренних усилий в сечениях конструкции (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки).

Определение опорных моментов с учетом податливости заделок (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки).

Изучение, действующих на сооружение нагрузок (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки).

Определение полных напряжений в металлических конструкциях (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки).

Определение конструктивных поправок (теоретические основы, схемы, достоинства и недостатки).

Динамические испытания строительных конструкций

Динамическое воздействие - это быстрое изменение во времени внешнего воздействия, когда нельзя пренебречь влиянием сил инерции

Задачи динамических испытаний.

- Определение параметров динамических воздействий (характер нагрузок, амплитуд, частот, скоростей, ускорений и т.д.);
- Определение динамических характеристик конструкций (амплитудно-частотные характеристики, собственные частоты колебаний конструкций, напряжено-деформированное состояние материала в исследуемых зонах конструкции, амплитуды колебаний, интенсивность накопления повреждений и т.д.)
- Определение динамических характеристик строительных материалов (прочностные и деформационные свойства, вибропрочность и т.п.).

Виды динамических воздействий.

- Силы инерции движущихся частей стационарных механизмов и машин (молотов, копров)
- Подвижная нагрузка от кранов, транспорта и др.
- Пульсация ветра (для мачт и башен)
- Сейсмические воздействия (приземлетрясениях, взрывах)

По закономерности изменения во времени динамические нагрузки

подразделяются на:

- Импульсные одиночные и повторные (примеры и схемы)
- Периодические, вибрационные (примеры и схемы)
- Циклические, неупорядоченные, случайные (примеры и схемы)

Импульсное нагружение (теоретически основы, примеры и схемы)

- Прямой удар
- Обратный удар
- Сброс груза
- Таран
- Трамплин
- Взрывная камера
- Специализированные устройства и стенды.

Усталостные испытания

Усталостные испытания проводят с целью определения ресурса элемента конструкции при заданном уровне циклической нагрузки, а также для определения пределов выносливости материала конструкции.

Виды нагружения

- Детерминированный
- Случайный

Объекты испытаний

- Гладкие образцы
- Образцы с дефектом (трещиной)
- Фрагменты конструкций
- Конструкции

Диаграммы усталостных испытаний (примеры и схемы).

Динамические нагружающие устройства для периодических воздействий.

Виды нагружающих устройств.

- Механические
- Пневматические
- Гидравлические
- Электрические

Механические вибрационные машины (теоретические основы, схемы, примеры)

- Ненаправленного действия
- Направленного действия. Гармонические колебания
- Виброплатформы.

Пневматические испытательные машины (теоретические основы, схемы, примеры)

- Поршневые
- Струйные автоколебательные устройства.

Гидравлические испытательные машины - гидропульсаторы

(теоретические основы, схемы, примеры)

Электрические нагружающие устройства (теоретические основы, схемы, примеры)

- Электрогидравлические системы
- Электродинамические стенды.

Методы и средства регистрации динамических параметров при проведении

испытаний

Основные регистрируемые параметры:

- Динамические перемещения (амплитуды);
- Динамические деформации;
- Динамические усилия (давления);
- Частоты колебаний;
- Скорости и ускорения;
- Углы сдвига фаз.

Принципы регистрации динамических параметров

(теоретические основы, схемы, примеры)

- Кинематический (неподвижная система координат)
- Динамический (создание на конструкции искусственной относительно неподвижной системы координат)

Аппаратура для регистрации динамических параметров (теоретические основы,

схемы, примеры, область применения)

- Механические вибрографы
- Магнитоэлектрические приборы, самописцы
- Светолучевые осциллографы
- Магнитографы
- Электроручевые осциллографы

Обработка результатов динамических испытаний (теоретические основы, схемы,

примеры)

1. Расшифровка виброграмм:

- Виброграммы затухающих колебаний
- Периодические колебания, в том числе в виде суммы нескольких гармонических
- Виброграммы биений
- Виброграммы импульсных процессов
- Виброграммы случайных процессов

2. Определение динамических коэффициентов при колебаниях (теоретические основы, схемы, примеры)

3. Определение динамических коэффициентов при ударе (теоретические основы, схемы, примеры)

Моделирование строительных конструкций.

Моделирование – процесс создания модели (явления или объекта), изучение свойств этой модели при заданных условиях или воздействиях и перенос полученных сведений на моделируемый объект (натуру).

Виды моделирования

- Механическое моделирование
- Аналоговое моделирование
- Математическое моделирование

Основы теории подобия

Виды подобия

- Геометрическое
- Математическое
- Физическое

Критерии подобия и способы их получения

- Метод анализа размерностей
- Метод анализа уравнений.

Теоремы подобия.

Применение методов моделирования для решения задач статики и динамики

зданий и сооружений (теоретические основы, схемы, примеры)

Лекция 3

Геотехнический мониторинг в процессе строительства.

Общие положения.

Геотехнический мониторинг регламентируется рядом нормативных документов, в том числе МГСН 2.07-01.

Согласно МГСН 2.07-01 вводятся три геотехнические категории сложности объекта: 1 (простая), 2 (средней сложности), 3 (сложная).

Геотехническая категория объекта строительства устанавливается до начала изысканий на основе анализа материалов изысканий прошлых лет и уровня ответственности сооружения. Эта категория может быть уточнена как на стадии изысканий, так и на стадии проектирования и строительства.

Геотехническая категория объекта 1 включает сооружения пониженного (III) уровня ответственности (по ГОСТ 27751-88) в простых и средней сложности инженерно-геологических условиях (по СП 11-105), когда отсутствуют структурно-неустойчивые грунты и опасные геологические процессы.

Геотехническая категория объекта 2 включает сооружения повышенного (I) и нормального (II) уровней ответственности в простых и средней сложности инженерно-геологических условиях.

Геотехническая категория объекта 3 включает, как правило, сооружения повышенного (I) и нормального (II) уровней ответственности в сложных инженерно-геологических условиях, а также устройство котлованов подземных и заглубленных сооружений в условиях плотной городской застройки.

Для сооружений геотехнических категорий 3 и сооружений повышенного уровня ответственности при геотехнической категории 2 следует предусматривать научное сопровождение проектирования и строительства и геотехнический мониторинг для оценки надежности системы сооружение-основание, своевременного выявления дефектов,

предотвращения аварийных ситуаций, оценки правильности прогнозов и принятых методов расчета и проектных решений.

Геотехнический мониторинг - комплекс работ, который должен проводиться в период строительства или реконструкции зданий и сооружений и не менее чем в течение года после его завершения и ввода их в эксплуатацию.

Обследование технического состояния зданий и сооружений производится с целью установления категории их состояния и степени износа, определения возможности восприятия ими дополнительных нагрузок, деформаций или других воздействий на существующие здания и сооружения от влияния вблизи них нового строительства или реконструкции, а также для последующего мониторинга и разработки, в случае необходимости, мероприятий по усилению их конструкций, укреплению грунтов оснований и усилению фундаментов.

Проведение обследований включает следующие виды работ:

- ознакомление с проектно-технической документацией;
- изучение архивных материалов по планировке застройки, предшествующих обследований о состоянии грунтов и конструкций здания, составление программы обследования оснований и фундаментов, частей и элементов заглубленных и подземных сооружений;
- визуальное (общее) обследование конструкций здания;
- детальное (техническое) обследование фундаментов зданий, конструкций подземных сооружений и изучение грунтов основания;
- определение прочности и трещиностойкости конструкций фундаментов с проведением соответствующих испытаний и расчетов;
- оценка технического состояния конструкций фундаментов по результатам обследования.

Состав и объемы работ по обследованию в каждом конкретном случае определяются программой работ на основе технического задания заказчика с учетом требований действующих нормативных документов и ознакомления с проектно-технической документацией строящегося или реконструируемого здания, а также зданий, находящихся в зоне влияния нового строительства.

Техническое задание должно содержать следующие данные: обоснование для выполнения работ, цели и задачи работы, состав и объем работ, краткое содержание отчетных материалов.

Ознакомление с проектно-технической документацией производится с целью учета инженерно-геологических условий площадки, конструктивных особенностей и особенностей работы конструкций, а также выявления причин и характера возможных дефектов.

Прежде всего, надо установить фактически действующие нагрузки на фундаменты с учетом собственного веса конструкций, технологического оборудования и временных нагрузок, а также их сочетаний.

В необходимых случаях следует также установить: проектную и фактическую марку и класс бетона, диаметр, класс и количество рабочей и конструктивной арматуры, конструкцию арматурных изделий (каркасы, сетки и т.п.), марку кирпича и раствора, геометрические размеры конструкций и другие данные.

При отсутствии указанных выше данных они уточняются в процессе проведения обследования, а при их наличии - выборочно проверяются.

Визуальное обследование конструкций здания должно производиться с целью определения состояния конструкций, наличия трещин в стенах и перекрытиях и их фиксации (установления их направления, протяженности, величины раскрытия), наличие мест увлажнения и коррозии элементов, или разрушения конструкций, а также выявления осадок фундаментов.

Результаты визуального обследования конструкций здания фиксируются в виде карты дефектов, нанесенных на схематические фасады, планы и

разрезы зданий, фотографии, или в виде таблиц с условными обозначениями основных дефектов.

По результатам анализа имеющегося материала и визуального обследования в зависимости от типа здания и его состояния, сложности инженерно-геологических условий, а также в зависимости от целей реконструкции (увеличения нагрузок на фундаменты и пр.) назначают состав, объем и методы обследования грунтов и фундаментов. В случае обнаружения при визуальном осмотре деформаций или повреждений конструкций следует незамедлительно составить соответствующий акт, уведомить заказчика и проектную организацию.

Вопрос о необходимости организации мониторинга должен рассматриваться уже на стадиях предпроектного и проектного обеспечения строительства (реконструкции) зданий и предусматривать его распространение на расположенные вблизи здания. На этой стадии составляется программа наблюдений и разрабатывается проект системы наблюдений, которые включаются в раздел «Система мониторинга на площадке», входящий в состав проекта.

Как правило, мониторинг следует организовывать:

- при строительстве или реконструкции сооружений уникальных и объектов 3 геотехнической категории, а также новых или недостаточно изученных конструкций сооружений и их фундаментов;
- при строительстве или реконструкции объектов в сложных инженерно-геологических условиях;
- для существующих объектов 2 и 3 геотехнических категорий, попадающих в зону влияния нового строительства в условиях тесной городской застройки, а также в других случаях, предусмотренных техническим заданием.

Методы и технические средства мониторинга нового строительства или реконструкции и окружающей застройки должны назначаться в зависимости

от уровня ответственности сооружений, их конструктивных особенностей и состояния, инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки, протекающих геологических и инженерно-геологических процессов, способа возведения нового здания, плотности окружающей застройки, требований эксплуатации и в соответствии с результатами геотехнического прогноза.

Техническое задание на проект мониторинга, выдаваемое заказчиком, должно содержать: обоснование необходимости выполнения работ; цели и задачи работы; краткую характеристику нового строительства (реконструкции) и существующих зданий и сооружений в зоне влияния нового строительства; инженерно-геологическую характеристику площадки, включая наличие опасных геологических процессов; технические требования на выполнение работ по мониторингу.

Цели, задачи, программа геотехнического мониторинга.

Цель геотехнического мониторинга:

- своевременное выявление опасных природных и техногенных факторов, негативно влияющих на объект строительства;
- предупреждение возникновения отклонений от норм вновь строящихся или реконструируемых зданий и сооружений, их оснований и окружающего массива грунта;
- разработка мероприятий по предупреждению и устранению возможных негативных последствий строительства;
- обеспечение сохранности существующей застройки, находящейся в зоне влияния нового строительства;
- сохранение окружающей природной среды;
- разработка прогноза состояния строящегося или реконструируемого объекта, воздействия его на окружающие здания и сооружения, на атмосферную, геологическую, гидрогеологическую и гидрологическую среду

в период строительства или реконструкции и последующие годы эксплуатации для оценки изменений их состояния;

- своевременное выявление дефектов, предупреждение и устранение негативных процессов;

- оценка правильности принятых методов расчета, проектных решений и результатов прогноза;

- обеспечение надежности системы «основание - сооружение» строящегося или реконструируемого объекта;

- недопущение негативных изменений окружающей среды;

- разработка технических решений предупреждения и устранения отклонений, превышающих предусмотренные в проекте, а также осуществление контроля за выполнением принятых решений.

В задачи геотехнического мониторинга входит:

- система наблюдений за надземными и подземными конструкциями строящегося или реконструируемого здания или сооружения, существующих зданий и сооружений, попадающих в зону его влияния, а также за массивом грунта, прилегающего к подземной части объекта, включая подземные воды;

- оценка результатов наблюдений и сравнение их с проектными данными;

- прогноз на основе результатов наблюдений изменения состояния строящегося или реконструируемого сооружения, существующих объектов в зоне его влияния, а также массива грунта, включая подземные воды;

- разработка в необходимых случаях мероприятий по ликвидации недопустимых отклонений и негативных последствий;

- контроль за выполнением принятых решений.

По результатам мониторинга проектная организация может произвести корректировку проектного решения.

В результате проведения мониторинга должны быть определены условия, обеспечивающие выполнение основных эксплуатационных требований к объекту и окружающей среде.

На стадии проектирования должны быть разработаны:

- прогноз деформаций, усилий и других факторов, характерных для площадки;

- программа и состав наблюдений.

На стадии строительства (реконструкции) должны быть предусмотрены:

- установка системы наблюдений;

- производство наблюдений и их регистрация;

- обработка информации;

- корректировка, в случае необходимости, проектов строительства и разработка дополнительных мероприятий.

На стадии эксплуатации осуществляется сравнение расчетных и наблюдаемых величин деформаций и усилий. В необходимых случаях производится корректировка критериев выполнения эксплуатационных требований, а также разработка дополнительных мероприятий по обеспечению эксплуатационной надежности расположенных вблизи строящегося или реконструируемого объекта зданий и сооружений.

После выполнения дополнительных мероприятий производится проверка выполнения эксплуатационных требований за период наблюдений.

Программа геотехнического мониторинга

Геотехнический мониторинг зданий и сооружений осуществляется в соответствии с Программой, которая разрабатывается организацией, проводящей мониторинг и согласовывается с организацией, осуществляющей НТСС.

Программа мониторинга должна разрабатываться на стадии проектирования объекта и должна учитывать уровень ответственности

здания (сооружения), технологические особенности его возведения и гидрогеологические условия строительной площадки.

В Программе должны быть отражены объемы и состав работ по мониторингу с указанием перечня измеряемых параметров и обоснованием требуемой точности измерений.

В случае применения автоматизированных систем контроля к разработке Программы мониторинга должны привлекаться представители организации-разработчика автоматизированной системы.

Организация, проводящая мониторинг, для разработки «Программы» должна получить от заказчика (инвестора) следующую документацию:

1. Отчет об инженерно-геологических изысканиях;
2. Заключение по результатам экологической экспертизы проекта;
3. Акты, разрешающие использование земельного участка в указанных границах;
4. Проектные решения по этапу нулевого цикла;
5. Отчеты (и иные материалы) по результатам обследования технического состояния существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния предполагаемого строительства, выполненные по заданию Заказчика до начала СМР.
6. Прогноз влияния проведения земляных и строительно-монтажных работ (включая обоснованность способа погружения свай или шпунтовых ограждений ударными и вибрационными методами), на прочность и устойчивость зданий окружающей застройки, и сохранность их конструкций (выполняется организацией, осуществляющей НТСС).
7. Инженерно-технические и технологические решения, реализация которых обеспечивает прочность и устойчивость зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния строительства, устойчивость берм котлованов, сохранность сооружений транспортной инфраструктуры.
8. ПОС, включая (при необходимости) технологические схемы строительства объекта в стесненных условиях существующей застройки.

9. ППР, с разработанной технологией выполнения работ по устройству глубоких котлованов, при реализации которых должно практически исключаться разуплотнение грунтов оснований и изменение их физико-механических свойств, а также разуплотнение обжатых грунтов оснований существующих зданий (сооружений) окружающей застройки и объектов инженерной инфраструктуры (сети, подземные и транспортные сооружения), попадающих в зону влияния строительства.

10. Перечень других возводимых одновременно с основным объектом подземных и надземных сооружений, строительные работы на которых, могут оказать влияние на результаты выполняемого мониторинга.

11. Перечень других предполагаемых к разработке (или уже выполняемых), видов мониторинга (мониторинг зданий и сооружений окружающей застройки, мониторинг геологической среды района строительства и др.) на возводимом объекте и в зоне влияния строительства.

Структура геотехнического мониторинга

Геотехнический мониторинг состоит из следующих подразделов:

а) объектного, включающего все виды наблюдений за состоянием оснований, фундаментов и несущих конструкций самого объекта нового строительства или реконструкции, окружающих его зданий и подземных сооружений, а также объектов инфраструктуры;

б) геолого-гидрологического, включающего системы режимных наблюдений за изменением состояния грунтов, уровней и состава подземных вод, за развитием деструктивных процессов: эрозии, оползней, карстово-суффозионных явлений, оседания земной поверхности и др., а также за состоянием температурного, электрического и других полей;

в) геоэкологического, включающего системы наблюдений за изменением состояния окружающей геологической среды и ее загрязнения;

г) аналитического, включающего анализ и оценку результатов наблюдений, выполнение расчетных прогнозов, сравнение прогнозируемых величин параметров с результатами измерений, разработку мероприятий по предупреждению или устранению негативных последствий вредных воздействий и недопущению увеличения интенсивности этих воздействий.

Геологический блок мониторинга предусматривает систему режимных и инструментальных наблюдений за изменением состояния геологической среды площадки строящегося (реконструируемого) объекта и близрасположенных окружающих зданий и сооружений. Состав программы геологического мониторинга при обосновании может быть расширен.

Система режимных наблюдений за гидрогеологической средой включает в себя пробуренные и оборудованные на все горизонты гидрогеологические скважины.

При режимных наблюдениях следует определять:

- изменение уровней подземных вод;
- пьезометрические напоры воды в грунтовом массиве;
- расходы воды, связанные с фильтрацией;
- коэффициент фильтрации грунтов;
- температуру грунтов в массиве;
- химический состав подземных вод;
- химический состав, температуру и мутность профильтровавшей воды в дренажах и коллекторах;
- эффективность работы дренажных, водопонизительных и противofильтрационных систем.

Частота наблюдений за режимом уровней подземных вод должна устанавливаться программой и корректироваться в процессе работ, но быть не реже 1 раз в квартал. Отбор проб из скважины производится для химического анализа с определением ее химического и радиационного загрязнения и агрессивности по отношению к строительным материалам.

Кроме того, раз в квартал проводятся наблюдения за температурным режимом.

При инструментальных наблюдениях следует определять:

- послойные деформации грунтов основания и оседания земной поверхности;
- характер развития деструктивных процессов: эрозии, оползней, карстово-суффозионных и др. процессов;
- наличие аномалий температурных, электрических и др. физических полей.

Система геодезических наблюдений за окружающим реконструируемое здание грунтом должна быть устроена в случае возведения под реконструируемым объектом подземного сооружения.

Системы наблюдений за состоянием окружающего грунта включает в себя сеть грунтовых марок, которые представляют собой:

- точки, накерненные на обечайках колодцев подземных коммуникаций, глубиной заложения от 2 до 4 м;
- грунтовые стальные трубчатые марки, глубиной заложения от 2 до 12 м;
- кусты грунтовых реперов для наблюдений за послойными вертикальными перемещениями грунта на различных глубинах (глубина реперов от 10 до 30 м);
- поверхностные марки.

Дополнительно мониторинг включает:

- разработку требований к объему и составу дополнительных инженерно-геологических изысканий, необходимых для выполнения расчетных прогнозов;
- разработку требований к техническому состоянию зданий и сооружений;

- разработку требований по величинам допустимых предельных и неравномерных деформаций зданий и сооружений;
- расчет действующих величин нагрузок на фундаменты, в том числе на свайные, расчет фактического давления на грунт по подошве фундамента и прогнозируемых нагрузок на фундаменты при реконструкции;
- сбор и анализ технических данных по конструкциям подземной и надземной частей зданий и сооружений;
- анализ проекта или технической документации по усилению оснований и фундаментов существующей застройки.

Геоэкологический мониторинг изменения состояния окружающей среды должен проводиться в случаях расположения вблизи строительства (реконструкции) зданий и сооружений промышленных объектов с вредными процессами, при расположении их в районах с повышенным уровнем загрязнений атмосферы, почвы и грунтов вредными веществами, при повышенной агрессивности грунтов и вод по отношению к строительным материалам, а также на основании результатов изысканий и государственной экологической экспертизы проектной документации на строительство (реконструкцию) конкретного объекта. Наблюдения проводятся в соответствии с «Временными методическими указаниями по оценке на стадии ТЭО ОВОС подземных сооружений» (для строительства в г. Москве, 1995 г.) и СП 11-102.

Геоэкологический мониторинг следует осуществлять с учетом СП 11-102.

Состав и объем геоэкологического мониторинга должен быть отражены в программе работ и технических заданий на конкретные объекты и в соответствии с действующими нормативными документами (СНиП 2.01.15, Инструкции по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве).

Геоэкологический мониторинг проводится по программе, составленной в соответствии с техническим заданием заказчика. Состав и объем мониторинга должны назначаться с учетом инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий и обеспечить получение необходимой информации для характеристики загрязнения грунтов и подземных вод, а также аномальных локальных природных и техногенных полей и геологических и инженерно-геологических процессов.

При строительстве на территории Москвы следует учитывать следующие природные и техногенные факторы, способствующие ухудшению геоэкологической обстановки:

- изменение уровня подземных вод;
- загрязнение почв, грунтов и подземных вод;
- инженерно-геологические процессы (оползни, карстово-суффозионные явления, подвижки грунта и др.);
- газовыделение;
- радиационное излучение;
- техногенные тепловые поля;
- вибрационные и ударные воздействия.

Подъем уровня подземных вод приводит к таким неблагоприятным явлениям, как увлажнение и затопление подвалов зданий, что может вызвать ухудшение здоровья людей, появление комаров и др. В связи с этим следует прогнозировать возможный подъем уровня подземных вод и разрабатывать мероприятия по защите подвалов от подземных вод.

Следует учитывать возможное снижение уровня подземных вод, например при дренаже, что может привести к дополнительным деформациям основания.

При оценке загрязнения почв, грунтов и подземных вод необходимо выявлять источники загрязнения, участки наибольшего загрязнения и состав и содержание загрязняющих веществ.

Оценку загрязнения грунтовых вод на участках жилой застройки, а также в зонах влияния хозяйственных объектов выполняют в соответствии с СП 11-102 и Инструкцией по инженерно-геологическим и геоэкологическим изысканиям в г. Москве.

Газовыделение может наблюдаться на участках распространения техногенных (насыпных) грунтов. Газогеохимический мониторинг выполняют для оценки концентрации метана и двуокиси углерода. Потенциально опасными считаются концентрации $CH_4 > 0,1 \%$ и $CO > 0,5 \%$ по объему.

Технология работ по геотехническому мониторингу.

Осуществление мониторинга включает несколько этапов:

- теоретические расчеты возможных деформаций грунтов оснований и фундаментов вновь строящегося (реконструируемого) объекта;
- разработку системы наблюдений для проверки в натуре действительного воздействия нового строительства на существующие здания и сооружения;
- установку приборов в натуре;
- осуществление мониторинга в ходе строительства, в первый и последующие, при необходимости, годы эксплуатации до стабилизации деформационных процессов в основании;
- геодезический мониторинг зданий 1-ой геотехнической категории (в т.ч. уникальных зданий) должен выполняться не менее 10 лет после окончания строительства.

Мониторинг целесообразно осуществлять с использованием комплексной автоматизированной программы, позволяющей оперативно выявлять все возникающие отклонения и устанавливать необходимые взаимосвязи.

В процессе мониторинга должен рассматриваться весь комплекс статических, динамических и техногенных нагрузок, приводящих к

качественному и количественному изменению характеристик состояния объекта и окружающих его зданий и сооружений, их пригодность к эксплуатации и степень воздействия на окружающую среду.

При проведении мониторинга должны быть определены осадки, крены и горизонтальные смещения конструкций строящегося или реконструируемого здания и окружающих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния строительства, состояние конструкций, оценена работа измерительных систем.

При выборе системы наблюдений необходимо учитывать величины расчетных прогнозов скорости протекания процессов и их изменение во времени, продолжительность измерений, ошибки измерений за счет изменения погодных условий, а также влияния аномалий геофизических, температурных, электрических и других полей (Приложение 2).

Точность систем наблюдений и методов контроля должны обеспечивать достоверность получаемой информации, результатов измерений и согласованность их с расчетными прогнозами, а также соответствовать требованиям к увязке между собой данных отдельных систем наблюдений в пространстве и во времени.

При проведении длительных мониторинговых наблюдений необходимо обеспечивать при изменении внешних условий стабильность параметров измерительных устройств. При необходимости следует проводить тарировку измерительных устройств и вносить поправки в результаты измерений в зависимости от изменения температуры, влажности воздуха и других факторов.

Используемые для наблюдений приборы и оборудование должны быть сертифицированы или поверены и аттестованы.

Выбор точек измерений необходимо производить по рекомендациям ГОСТ 24846. На участках с наибольшей интенсивностью изменения наблюдаемых величин количество точек измерения должно быть увеличено.

При этом частота наблюдений должна быть согласована со скоростью наблюдаемых процессов.

При наличии динамических воздействий на грунты оснований близ расположенных объектов (зданий, подземных сооружений, коммуникаций и др.) прогноз деформаций осуществляется по результатам опытных работ.

В процессе мониторинга осуществляются:

а) наблюдения за поведением строящихся и существующих сооружений - измерение деформаций сооружений (осадки, крены, горизонтальные смещения и др.); фиксация и наблюдение за образованием и раскрытием трещин; измерение усилий в распорных и анкерных конструкциях глубоких котлованов; измерение уровня колебаний сооружений при наличии динамических воздействий и др.;

б) наблюдения за напряженным состоянием основания и массива грунта и гидрогеологической обстановкой (особенно при устройстве ограждений глубоких котлованов, в том числе из буронабивных или бурозавинчивающихся свай); наблюдения за развитием неблагоприятных инженерно-геологических процессов (карст, суффозия, оползни, оседание поверхности и др.); наблюдения за состоянием температурного, электрического и других физических полей.

в) наблюдения за изменением окружающей природной среды при опасности загрязнения грунтов и подземных вод, газовыделении, радиационном излучении и т.п.

Особое внимание должно быть обращено на анализ допустимости колебаний при сваебойных работах или вибропогружении свай вблизи существующих зданий и сооружений.

На основе полученных результатов натуральных наблюдений уточняются расчетные прогнозы, в частности изменения напряженно-деформированного состояния грунтового массива и гидрогеологического режима, вносятся

коррективы в проектные решения, а также разрабатываются в необходимых случаях противоаварийные и защитные мероприятия.

Методически мониторинг представляет собой сочетание визуальных наблюдений с инструментальными измерениями.

Визуальные наблюдения включают в себя:

- визуальный осмотр подземной части объектов;
- визуальный осмотр состояния несущих конструкций надземной части;
- фиксацию состояния трещин в конструкциях (установление направления, протяженности и величины раскрытия трещин, установку маяков на трещинах и систематическое ведение журнала наблюдений за ними).

Систематическое наблюдение за развитием трещин следует проводить при появлении их в несущих конструкциях зданий и сооружений с тем, чтобы выяснить характер деформации и степень опасности их для дальнейшей эксплуатации объекта. При наблюдениях за развитием трещины по длине концы ее следует периодически фиксировать поперечными штрихами, нанесенными краской, рядом с которыми проставляется дата осмотра.

Инструментальные измерения включают:

- маяки, установленные на трещинах;
- системы геодезического контроля, включающей деформационные марки, расположенные на здании, репера и измерительную аппаратуру;
- системы деформационного контроля для фиксации наклонов стен здания и ограждения котлована.

При наблюдениях за раскрытием трещин по ширине следует использовать измерительные или фиксирующие устройства, прикрепляемые к обеим сторонам трещины: маяки, щелемеры, рядом с которыми проставляются их номера и дата установки.

При ширине трещины более 1 мм необходимо измерять ее глубину.

Мониторинг деформаций оснований и фундаментов.

В процессе измерения деформаций оснований фундаментов должны быть определены величины:

- вертикальных перемещений (осадок, просадок, подъемов);
- горизонтальных перемещений (сдвигов), при наличии специального обоснования;
- кренов;
- углы наклона фундаментов.

Наблюдения за деформациями зданий, оснований и фундаментов следует производить в следующей последовательности:

- разработка программы измерений;
- выбор конструкции, места расположения и установка исходных геодезических знаков высотной и плановой основы;
- осуществление высотной и плановой привязки установленных исходных геодезических знаков;
- установка деформационных марок на зданиях и сооружениях;
- инструментальные измерения величин вертикальных и горизонтальных перемещений, кренов и углов наклона фундаментов.

Геодезические знаки высотной и плановой основы, а также деформационные марки должны устанавливаться в свободных местах и иметь защитные устройства от их случайного повреждения.

Методы измерений вертикальных и горизонтальных перемещений и определение крена и углов наклона фундамента следует устанавливать программой измерения деформаций в зависимости от требуемой точности измерения, конструктивных особенностей фундамента, инженерно-геологической и гидрогеологической характеристик основания, возможности применения и экономической целесообразности метода в данных условиях.

Вертикальные перемещения зданий и сооружений должны определяться относительно существующих, не находящихся в зоне влияния нового строительства, или закладываемых дополнительно реперов опорной геодезической сети (глубинных и грунтовых).

Для условий г. Москвы в связи с трудностями установки дополнительных глубинных реперов при измерениях осадок гражданских зданий и подземных сооружений при нивелировании II и III классов допускается использование только грунтовых реперов или реперов, заложенных в стенах зданий и сооружений.

Количество грунтовых реперов должно быть не менее трех, а стенных - не менее четырех.

При закладке в зданиях стенных реперов необходимо соблюдать следующие условия:

- здания должны быть построены за несколько лет до закладки знаков в местах, не подверженных воздействиям опасных геологических процессов;
- не рекомендуется закладывать стенные реперы в сооружениях, расположенных вблизи железнодорожных путей, автомобильных дорог и шоссе с интенсивным движением, линий метрополитена, а также размещать в действующих цехах и т.п.;
- не допускается проводить закладку стенных реперов на временных сооружениях, а также предназначенных к сносу или капитальному ремонту.

Деформационные марки для измерения вертикальных перемещений следует закладывать в цокольной части здания, находящегося в зоне предполагаемого влияния нового строительства. Расстояния между марками зависят от конструкции здания и фундаментов, ожидаемой величины деформаций и их неравномерности, инженерно-геологических условий, местных факторов и др.

Для жилых, общественных и коммунальных зданий в зависимости от их конструктивных систем марки следует размещать по периметру здания на расстояниях:

- 10 - 15 м - для зданий с кирпичными стенами и ленточными фундаментами;

- 6 - 8 м - для бескаркасных крупнопанельных зданий со сборными фундаментами (приблизительно через двойной шаг панели).

При ширине здания более 15 м марки устанавливаются на внутренних поперечных стенах в местах пересечения их с продольной осью.

В каркасных зданиях марки следует устанавливать на несущих колоннах по периметру и внутри здания.

В случае пристройки вновь возводимого здания к существующему место примыкания рассматривается как осадочный шов. По обе стороны от шва следует закладывать по одной марке или одну марку и щелемер.

Методы измерений деформаций оснований зданий и сооружений следует устанавливать в соответствии с ГОСТ 24846.

Точность системы наблюдений должна устанавливаться программой измерений.

Лекция 4

Обеспечение сохранности существующих зданий и сооружений, находящихся в зоне влияния нового строительства.

Мониторинг зданий и сооружений окружающей застройки, попадающих в зону влияния нового строительства.

Известно, что при возведении зданий и сооружений вблизи или вплотную к уже существующим возникают дополнительные деформации ранее построенных зданий и сооружений.

Опыт показывает, пренебрежение особыми условиями такого строительства может приводить к появлению в стенах ранее построенных зданий трещин, перекосов проемов и лестничных маршей, к сдвигу плит перекрытий, разрушению строительных конструкций, т.е. к нарушению нормальной эксплуатации зданий, а иногда даже к авариям.

Особенно возрастает опасность возникновения подобных явлений в г. Москве при плотной окружающей застройке и наличии сложных и неблагоприятных инженерно-геологических условий вследствие развития целого ряда негативных природных и техногенных процессов, среди которых можно выделить эрозии, оползни, карстово-суффозионные явления, оседания земной поверхности, изменение гидрогеологических условий и связанное с ним подтопление или осушение застроенных территорий. Все это приводит к увеличению риска возникновения чрезвычайных ситуаций.

При намечаемом новом строительстве на застроенной территории заказчиком и генеральным проектировщиком, с привлечением заинтересованных организаций, эксплуатирующих окружающие здания, должен быть решен вопрос об обследовании этих зданий в зоне влияния нового строительства.

Рядом расположенным зданием считается существующее здание, находящееся в зоне влияния осадок фундаментов нового здания или в зоне влияния производства работ по строительству нового здания на деформации

основания и конструкций существующего. Зона влияния определяется в процессе проектирования.

В соответствии с МГСН 2.07-97 в процессе строительства нового здания и в начальный период эксплуатации существующих ответственных подземных и заглубленных сооружений обязательными являются натурные наблюдения (мониторинг) на строительной площадке. При этом в состав проекта необходимо включать раздел «Система мониторинга на площадке».

В процессе проектирования нового здания и разработки проекта мероприятий по обеспечению нормальной эксплуатации существующих зданий уточняются объемы и сроки мониторинга.

Порядок финансирования работ по обследованию существующих зданий и мониторингу определяется заказчиком и генеральным проектировщиком нового строительства.

Для проведения мониторинга привлекаются специализированные организации.

Финансирование работ по проектированию и выполнению мероприятий в существующих зданиях решается по согласованию между заказчиком и генеральным проектировщиком нового строительства и заинтересованными организациями, эксплуатирующими здания.

Наряду с отмеченными выше проблемами обеспечения сохранности и эксплуатационной надежности: как существующее, так и новой застройки, для Москвы актуальной является проблема экологического и геологического риска, что делает обязательным при проектировании и строительстве проведение мероприятий по снижению интенсивности опасных процессов и повышению стабильности окружающей, и в том числе геологической среды.

Разработка таких мероприятий должна производиться в составе проекта нового строительства и основываться на результатах комплексного мониторинга состояния окружающей среды на стадиях инженерно-геологических и экологических изысканий, строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Мониторинг, осуществленный на стадии изысканий, должен дополняться мониторингом на стадии строительства. Последний обеспечивает получение данных о ходе выполнения проекта и изменениях в окружающей среде, а для ответственных сооружений является источником информации для принятия решений в ходе научного сопровождения строительства.

Мониторинг зданий и сооружений окружающей застройки (попадающих в зону влияния нового строительства) следует проводить в соответствии с требованиями СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений», М., 2004, Пособия к МГСН 2.07-01 «Основания, фундаменты и подземные сооружения. Обследование и мониторинг при строительстве и реконструкции зданий и подземных сооружений» (Москомархитектура, 2004г.) и «Рекомендациями по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства и реконструкции» (Москомархитектура, 1998 г.).

Обследование технического состояния зданий и сооружений как часть геотехнического мониторинга производится с целью установления категории их состояния и степени износа, определения возможности восприятия ими дополнительных нагрузок, деформаций или других воздействий на существующие здания и сооружения от влияния вблизи них нового строительства или реконструкции, а также для последующего мониторинга и разработки, в случае необходимости, мероприятий по усилению их конструкций, укреплению грунтов оснований и усилению фундаментов.

Проведение обследований включает следующие виды работ:

- ознакомление с проектно-технической документацией;
- изучение архивных материалов по планировке застройки, предшествующих обследований о состоянии грунтов и конструкций здания,

составление программы обследования оснований и фундаментов, частей и элементов заглубленных и подземных сооружений;

- визуальное (общее) обследование конструкций здания;
- детальное (техническое) обследование фундаментов зданий, конструкций подземных сооружений и изучение грунтов основания;
- определение прочности и трещиностойкости конструкций фундаментов с проведением соответствующих испытаний и расчетов;
- оценка технического состояния конструкций фундаментов по результатам обследования.

Состав и объемы работ по обследованию в каждом конкретном случае определяются программой работ на основе технического задания заказчика с учетом требований действующих нормативных документов и ознакомления с проектно-технической документацией строящегося или реконструируемого здания, а также зданий, находящихся в зоне влияния нового строительства.

Техническое задание должно содержать следующие данные: обоснование для выполнения работ, цели и задачи работы, состав и объем работ, краткое содержание отчетных материалов.

Ознакомление с проектно-технической документацией производится с целью учета инженерно-геологических условий площадки, конструктивных особенностей и особенностей работы конструкций, а также выявления причин и характера возможных дефектов.

Прежде всего, надо установить фактически действующие нагрузки на фундаменты с учетом собственного веса конструкций, технологического оборудования и временных нагрузок, а также их сочетаний.

В необходимых случаях следует также установить: проектную и фактическую марку и класс бетона, диаметр, класс и количество рабочей и конструктивной арматуры, конструкцию арматурных изделий (каркасы, сетки и т.п.), марку кирпича и раствора, геометрические размеры конструкций и другие данные.

При отсутствии указанных выше данных они уточняются в процессе проведения обследования, а при их наличии - выборочно проверяются.

Визуальное обследование конструкций здания должно производиться с целью определения состояния конструкций, наличия трещин в стенах и перекрытиях и их фиксации (установления их направления, протяженности, величины раскрытия), наличие мест увлажнения и коррозии элементов, или разрушения конструкций, а также выявления осадок фундаментов.

Результаты визуального обследования конструкций здания фиксируются в виде карты дефектов, нанесенных на схематические фасады, планы и разрезы зданий, фотографии, или в виде таблиц с условными обозначениями основных дефектов.

По результатам анализа имеющегося материала и визуального обследования в зависимости от типа здания и его состояния, сложности инженерно-геологических условий, а также в зависимости от целей реконструкции (увеличения нагрузок на фундаменты и пр.) назначают состав, объем и методы обследования грунтов и фундаментов. В случае обнаружения при визуальном осмотре деформаций или повреждений конструкций следует незамедлительно составить соответствующий акт, уведомить заказчика и проектную организацию.

Лекция 5

Инженерно-геодезическое сопровождение строительства «1. Проект производства геодезических работ на объекте: Высотный жилой комплекс г.Москва. 2. СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве»

1. Корректировка проекта и производство геодезических работ с учетом специфики конкретной стройплощадки.
2. Отыскание пунктов городской геодезической сети (ГГС) и контроль положения пунктов в плане и по высоте.
3. Построение точек геодезического обеспечения геометрических параметров здания (строительная сетка, сеть треугольников, полигонометрия). «1. Проект производства геодезических работ на объекте: Высотный жилой комплекс г.Москва. 2.СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве. Раздел 3. Разбивочные работы в процессе строительства.»
4. Контроль точности построения точек пересечения основных осей, редукция в проектное положение. «Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84) Раздел 6»
5. Закрепление основных осей за пределами зоны влияния строительства.
6. Построения контура котлована или осей ограждающих конструкций. «Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84) Раздел 5 п.5.1»
7. Передача в котлован проектных отметок и осей. «Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84) Раздел 5 п. 5.13-5.18»

Лекция 6

Инженерно-геодезическое сопровождение строительства

1. Методы построения на местности точек пересечения главных и основных (габаритных) разбивочных осей сооружения способами:
 - 1.2 Прямоугольных координат.
 - 1.3 Полярных координат.
 - 1.4 Линейно-угловых засечек.
2. Построение осей на исходном горизонте. «Проект производства геодезических работ на объекте: Высотный жилой комплекс г.Москва Раздел 3-5»
3. Детальная разбивка монтажных осей для возведения элементов конструкции. «Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84) Раздел 8 п. 8.1-8.38»
4. Поэтажная контрольная (исполнительная) съемка. «1. СНиП 3.03.01-84 Геодезические работы в строительстве 2. Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения.»
5. Передача разбивочных осей и отметок на последующие монтажные горизонты, контроль точности, редукция, разбивка рядовых монтажных осей. «Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84) Раздел 6 п. 6.19-6.27»
6. Окончательный контроль вертикальности здания. «Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84) Раздел 9 п. 9.24-9.30»

Лекция 7

Форма представления, полученных результатов.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ ПО МОНИТОРИНГУ

Организация, ведущая работы по мониторингу эксплуатирующихся зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции, отчитывается перед координационным советом, создаваемым на особо ответственных объектах, либо перед Заказчиком и генеральным проектировщиком.

Форма отчетности - научно-технический отчет, включающий:

- результаты мониторинга, которые могут быть представлены в виде дефектных ведомостей, графиков развития осадок и наклонов здания, деформаций поверхности земли, актов освидетельствования состояния надземных конструкций здания, актов, подтверждающих соблюдение технологической последовательности защитных мероприятий по укреплению оснований и фундаментов, документов, отражающих контроль качества работ;

- заключения о надежности эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции, и соответствие расчетных прогнозов фактическому состоянию и проектному режиму.

В случае возникновения деформаций и других явлений, отличающихся от прогнозируемых и представляющих опасность для окружающей застройки или нового строительства, необходимо поставить в известность заказчика, генподрядчика и проектную организацию для совместной выработки экстренных мер.

Техническое задание на обследование и мониторинг технического состояния зданий

В техническом задании должны быть отражены следующие вопросы:

- наименование намечаемого объекта строительства, местоположение, вид строительства или реконструкции, размеры и конструкция объекта, расположение относительно существующей застройки;
- наименование и краткая характеристика существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния нового строительства или реконструкции;
- геологическое строение площадки, наличие опасных геологических процессов, которые могут быть инициированы новым строительством или реконструкцией;
- обоснование для выполнения обследования в мониторинга технического состояния зданий и подземных сооружений;
- стадия проектирования;
- цели, задачи и состав работ;
- краткое содержание отчетных материалов и обязанности заказчика;
- наименование заказчика и проектной организации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Ориентировочная оценка прочности бетона методом простукивания поверхности молотком

Результаты одного удара средней силы молотком массой 0,4-0,8 кг		Прочность
Непосредственно по поверхности бетона	По зубилу, установленному «жалом» на бетон	МПа
На поверхности бетона остается слабый след, вокруг которого могут откалываться тонкие лещадки	Неглубокий след, лещадки не откалываются	Более 20
На поверхности бетона остается заметный след, вокруг которого могут откалываться тонкие лещадки	От поверхности бетона откалываются острые лещадки	20-10
Бетон крошится и осыпается, при ударе по ребру откалываются большие куски	Зубило проникает в бетон на глубину до 5 мм, бетон крошится	10-7
Остается глубокий след	Зубило забивается в бетон на глубину более 5 мм	Менее 7

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рекомендуемая форма дефектной ведомости обследования частей зданий и сооружений

№ отсека, помещения, вскрытия, конструкции и т.п.	№ узла, элемента, положение обследуемого участка на конструкции и т.п.	Состояние (удовлетворительное, неудовлетворительное)	Характеристика дефекта, повреждения или отклонения от проекта
1	2	3	4

При обследовании частей зданий и сооружений рекомендуется:

- начинать работы со сбора предварительных сведений - проектных, исторических и технологических по обследуемому объекту;
- выполнять нумерацию отсеков здания, помещений, вскрытий, конструкций и др.;
- заполнение дефектных ведомостей выполнят, по каждому виду повреждения частей здания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Оценка категории состояния зданий по внешним признакам по результатам предварительного обследования

Категория состояния здания	Виды повреждений			Износ конструкций, %
	Несущих стен, столбов, элементов каркаса (колонн, балок, ригелей и др.), фундаментов	Ограждающих стен	Перекрытий, лестниц, сводов	
1	2	3	4	5
<p>I - нормальное Выполняются требования норм и проектной документации по условиям эксплуатации. Необходимость ремонтных работ отсутствует.</p>	<p>В каменной кладке отсутствуют видимые дефекты и повреждения. Имеются трещины в отдельных кирпичах, не пересекающие растворные швы. В железобетонных конструкциях видимых дефектов и повреждений нет или имеются отдельные небольшие выбоины, сколы, волосяные трещины (не более 0,1 мм). Антикоррозионная защита конструкций и закладных деталей не имеет нарушений. Величины прогибов и ширина раскрытия трещин не превышает допустимых по нормам. В металлических конструкциях отсутствуют признаки, характеризующие износ конструкций, и повреждения защитных покрытий.</p>	<p>Отсутствуют видимые повреждения и трещины.</p>	<p>Сдвигов и трещин нет.</p>	<p>До 5</p>
<p>II - удовлетворительное С учетом фактических свойств материалов удовлетворяю</p>	<p>В каменной кладке имеются трещины, пересекающие не более двух рядов кладки (длиной не более 15 см). Отслоение облицовки на глубину до 15%</p>	<p>Волосяные трещины в кладке и швах между панелями.</p>	<p>Повреждений и сдвигов нет.</p>	<p>До 15-20</p>

<p>тсия требования действующих норм, относящиеся к предельным состояниям I группы; требования норм II группы могут быть нарушены, но обеспечивают нормальные условия эксплуатации. Требуется текущий ремонт с устранением локальных повреждений без усиления конструкций</p>	<p>толщины В железобетонных конструкциях на отдельных участках в местах с малой величиной защитного слоя проступают следы коррозии арматуры; потери сечения рабочей арматуры не более 5 %. Ориентировочная прочность бетона в пределах защитного слоя ниже проектной не более чем на 10 % В металлических конструкциях местами разрушено антикоррозионное покрытие На некоторых участках - коррозия отдельными пятнами с поражением до 5 % сечения. Местные погнутости от ударов транспортных средств и другие повреждения, приводящие к ослаблению сечения до 5 %.</p>			
<p>III - неудовлетворительное Нарушены требования действующих норм, но отсутствуют опасность обрушения и угроза безопасности людей. Требуется усиление и восстановление несущей способности поврежденных конструкций</p>	<p>В каменной кладке средние повреждения. Промораживание и выветривание кладки. Отслоение облицовки на глубину до 25 % толщины Вертикальные и косые трещины (независимо от величины раскрытия) в стенах и столбах, пересекающие не более четырех рядов кладки Образование вертикальных трещин между продольными и поперечными стенами. Снижение несущей способности кладки до 25 %. В железобетонных</p>	<p>Вертикальные и наклонные трещины с раскрытием до 5 мм</p>	<p>Смещение плит перекрытий на опорах не более 1/5 глубины заделки, но не более 2 см</p>	<p>До 25-40</p>

	<p>конструкциях трещины в растянутой зоне бетона с раскрытием, превышающим допустимое. Трещины в сжатой зоне и в зоне главных растягивающих напряжений, прогибы элементов, вызванные эксплуатационными воздействиями, превышают допустимые более чем на 30 %. Снижение прочности бетона в сжатой зоне изгибаемых элементов до 30 и на остальных участках до 20 %. Высокая водо- и воздухопроницаемость стыков стеновых панелей.</p> <p>В металлических конструкциях прогибы изгибаемых элементов превышают 1/150 пролета. Пластинчатая ржавчина с уменьшением площади сечения несущих элементов до 15%. Местные погнутости от ударов транспортных средств и другие механические повреждения, приводящие к ослаблению сечения до 15 %. Погнутость узловых фасонок ферм.</p>			
<p>IV - пред-аварийное или аварийное Существующие повреждения свидетельствуют о</p>	<p>В каменной кладке сильные повреждения. В конструкциях наблюдаются деформации, повреждения, дефекты, свидетельствующие о снижении их несущей способности до 50 %.</p>	<p>Трещины с раскрытием более 5 мм, сдвиги панелей.</p>	<p>Трещины и сдвиги в сопряжениях, разрыв анкеров.</p>	<p>Свыше 40</p>

<p>непригодность и конструкций к эксплуатации, об опасности их обрушения и опасности пребывания людей в зоне расположения конструкций</p>	<p>Промораживание и выветривание кладки на глубину до 40 % толщины. Вертикальные и косые трещины в несущих стенах и столбах более четырех рядов кладки, Ширина раскрытия трещин в кладке от неравномерной осадки здания достигает 50 мм и более, отклонение от вертикали на величину более 1/50 высоты конструкции. Смещение (сдвиг) стен, столбов, фундаментов по горизонтальным швам или косой штрабе. В конструкции имеет место снижение прочности камней и раствора на 30-50%. Смещение плит перекрытий на опорах более 1/5 глубины заделки в стене. Наблюдается разрушение кладки от смятия в опорных зонах ферм, балок, перемычек. В железобетонных конструкциях трещины в конструкциях, испытывающих знакопеременные воздействия; трещины, в том числе пересекающие опорную зону анкеровки растянутой арматуры; разрыв хомутов в зоне наклонной трещины в средних пролетах многопролетных балок и плит, а также слоистая ржавчина или язвы, вызывающие</p>			
---	---	--	--	--

	<p>уменьшение площади сечения арматуры более 15 %;</p> <p>выпучивание арматуры сжатой зоны конструкций;</p> <p>деформация закладных и соединительных элементов;</p> <p>расстройство стыков сборных элементов с взаимным смещением последних; смещение опор; значительные (более 1/50 пролета) прогибы изгибаемых элементов; разрыв отдельных стержней рабочей арматуры в растянутой зоне;</p> <p>раздробление бетона и выкрашивание заполнителя в сжатой зоне. Уменьшенная против требований норм и проекта площадь опирания сборных элементов.</p> <p>В металлических конструкциях прогибы изгибаемых элементов более 1/75 пролета.</p> <p>Потеря местной устойчивости конструкций (выпучивание стенок и поясов балок и колонн).</p> <p>Срез отдельных болтов или заклепок в многоболтовых соединениях. Коррозия с уменьшением расчетного сечения несущих элементов до 25 % и более. Трещины в сварных швах в околошовной зоне.</p> <p>Расстройство узловых соединений; разрывы отдельных растянутых элементов, наличие</p>			
--	---	--	--	--

	трещин в основном материале элементов; расстройство стыков и взаимное смещение опор.			
--	--	--	--	--