

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА «АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

А.В. ДРАГАН

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рекомендовано Советом Брестского технического университета
в качестве пособия к курсу
«Диагностика технического состояния зданий и сооружений»



БРЕСТ 2013

Рецензенты: Директор филиала РУП «Институт БЕЛНИС» Научно-технический центр, д.т.н. Найчук А.Я.

Заведующий кафедрой «Технологии бетона и строительные материалы» УО БрГТУ, д.т.н., профессор Тур В.В.

А.В. Драган

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. – Брест: Издательство БрГТУ – 2013. – 110 с.

В учебно-методическом пособии представлены основные теоретические положения диагностирования технического состояния строительных конструкций; изложены базовые положения методов оценки показателей, характеризующих свойства и состояния строительных объектов, и определения конструктивных и эксплуатационных свойств материалов, элементов и конструкций, зданий и сооружений в целом и установления их соответствия техническим требованиям.

Главы учебно-методического пособия изложены в соответствии с содержанием учебной программы по дисциплине «Диагностика технического состояния зданий и сооружений».

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов строительных специальностей.

СОДЕРЖАНИЕ

Диагностика технического состояния зданий и сооружений.....	3
Цели и задачи дисциплины	3
I. Понятие надежности объектов технической природы. Общие понятия и положения теории надежности	3
Дифференциация уровней надежности строительных конструкций.....	4
Факторы, влияющие на надежность зданий и сооружений. Понятие расчетной, фактической и эксплуатационной надежности	5
II. Обследование зданий и сооружений. Общие понятия. Основные этапы обследования ..	9
Предварительный осмотр (обследование).....	11
Общее обследование	12
Классификация дефектов и повреждений строительных конструкций.....	13
Категории технического состояния строительных конструкций.....	14
Детальное обследование.....	16
Определение положения конструкций, прочностных и деформативных характеристик материалов разрушающими и неразрушающими методами.....	17
Обмерные работы	17
Измерения.....	18
Отклонения от вертикали и искривления в вертикальной плоскости конструкций	20
Измерение вертикальных и горизонтальных деформаций (перемещений) строительных конструкций.....	21
Измерение раскрытия швов и стыков	24
Неразрушающие метода контроля прочности	25
Ударные методы.....	25
Метод отрыва.....	26
Метод упругого отскока	29
Метод скалывания ребра.....	31
Ультразвуковой метод.....	31
III. Диагностика технического состояния оснований и фундаментов.....	34
Виды деформации грунтовых оснований и смещения сооружений.....	35
IV. Диагностика технического состояния металлических конструкций	43
Характерные дефекты и повреждения соединений	49
Выявление коррозионного износа и повреждений антикоррозионного покрытия металлоконструкций	59
Оценка качества металла.....	63
Определение фактических нагрузок, действующих на металлические конструкции	65
Дефекты и повреждения металлических конструкций.....	65
Характерные повреждения отдельных видов металлических конструкций	68

V. Диагностика технического состояния железобетонных конструкций	70
Коррозия бетона	70
Коррозия арматуры	73
Дефекты и повреждения, возникающие от воздействия высоких температур	74
Характерные повреждения железобетонных конструкций	75
Трещины в сжатых элементах	75
Трещины в стропильных фермах	77
Трещины в плитах перекрытия и сборных панелях перекрытий	79
VI. Диагностика технического состояния каменных конструкций	81
Работа каменной кладки под нагрузкой	81
Дефекты и повреждения каменных конструкций	82
Наблюдения за трещинами	85
Оценки по несущей способности	87
VII. Диагностика технического состояния деревянных конструкций и частей зданий и сооружений	90
Физические свойства древесины	91
Влажность	92
Влияние пороков	93
Краткие сведения о гниении древесины	94
Энтомологические разрушители древесины и меры борьбы с ними	96
Общие положения обследования деревянных конструкций	97
Методика обследования деревянных частей зданий и сооружений	97
Повреждения деревянных частей зданий и сооружений	98
Оценка технического состояния деревянных частей зданий и сооружений	99
VIII. Теплотехнические обследования ограждающих конструкций	100
Определение влажностного состояния ограждающих конструкций	103
Определение воздухопроницаемости ограждающих конструкций	105
IX. Список цитированных источников	109

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «**Диагностика технического состояния зданий и сооружений**» является знакомство студентов со средствами и методами, предназначенными для качественной и количественной оценки показателей, характеризующих свойства и состояние строительных объектов; опытного изучения процессов, протекающих в них; выявления конструктивных и эксплуатационных свойств материалов, элементов и конструкций, зданий и сооружений в целом и установления их соответствия техническим требованиям.

Техническая диагностика – это отрасль научно-технических знаний, сущность которых составляют теория, методы и средства обнаружения, а также поиск дефектов и повреждений объектов технической природы.

Главной задачей диагностики технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений является определение их действительного технического состояния и прогнозирование возможности их дальнейшей эксплуатации, производимые на основании глубокого анализа количественных показателей качества (прочность, устойчивость, сопротивление теплопередаче, соответствие требованиям строительных норм) с учетом имеющихся изменений свойств материалов и технических параметров элементов, произошедшие в процессе эксплуатации.

В ходе определения технического состояния объектов технической природы, как правило, решается три типа задач:

1. **диагностирование** – определение технического состояния, в котором находится объект в настоящий момент;
2. **прогнозирование** – предсказание технического состояния, в котором окажется объект в некоторый будущий момент;
3. **генетика (генезис)** – определения технического состояния, в котором находился объект в некоторый момент времени в прошлом.

I. ПОНЯТИЕ НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

Как отмечалось ранее, главной задачей проведения диагностики технического состояния является выявление действительного состояния объекта и прогнозирование возможности его дальнейшей эксплуатации, что напрямую связано с оценкой **надежности** рассматриваемого объекта.

Под **надежностью** понимается свойство системы выполнять заданные функции в конкретных условиях эксплуатации на рассматриваемом интервале времени. Применительно к строительным конструкциям надежность рассматривается как способность конструкции (здания/сооружения) к безотказной работе.

Показателями надежности называют количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта:

1. **Безотказность** – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течении определенного промежутка времени.
2. **Долговечность** – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта, т.е. с возможными перерывами в работе.
3. **Ремонтнопригодность** – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранению их путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Под **отказом** понимается утрата техникой системой необходимого качества, т.е. событие, связанное с наступлением предельного состояния.

Предельное состояние – это временное или постоянное прекращение нормальной эксплуатации конструкции. Относительно строительных конструкций выделяют две группы предельных состояний:

- **предельные состояния первой группы** – состояния, связанные с потерей прочности, устойчивости и другими формами разрушения конструктивной системы или её отдельных элементов, создающие опасность для жизни и безопасности людей;
- **предельные состояния второй группы** – состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкции и связанные с ограничением:
 - чрезмерных деформаций и перемещений, неблагоприятно воздействующих на внешний вид конструкций, затрудняющих протекание технологических процессов, создающих повреждения отделки и других конструктивных (декоративных и вспомогательных) элементов;
 - недоступного трещинообразования в бетоне конструкций, неблагоприятно влияющих на её долговечность и внешний вид;
 - вибрационных воздействий, создающих дискомфорт для людей, повреждения зданий или их частей.

Расчеты по предельным состояниям первой группы определяют безопасность конструкций и включают:

- расчеты по прочности;
- расчеты по устойчивости формы и устойчивости положения (опрокидывание, скольжение, всплытие и т.д.);
- расчеты на выносливость при действии многократно повторяющейся нагрузки.

Расчет по предельным состояниям первой группы производят из условия, по которому усилия от расчетных воздействий (E_d) не превышают предельных усилий, которые может быть воспринять конструкция (R_d), т.е. $E_d \leq R_d$.

Расчеты по предельным состояниям второй группы включают:

- расчеты по образованию, раскрытию и закрытию трещин (для железобетонных конструкций);
- расчеты по деформациям (прогибам, перемещениям).

При расчете по предельным состояниям второй группы проверяется условие, согласно которому значения расчетных эффектов, вызванных воздействиями (E_d) не должны превышать допустимых значений, установленных нормативными документами.

Дифференциация уровней надежности строительных конструкций

Требуемый уровень надежности строительных конструкций согласно ТКП/ОР 45-5.03-...200 (02250) «Общие принципы обеспечения надежности строительных конструкций и оснований» назначается с учетом следующих факторов [1]:

- **причин и формы (характера) разрушения.** Конструкции и конструктивные элементы предельное состояние и форма разрушения, которых характеризуется хрупким внезапным разрушением (отказом) без предварительных признаков, следует проектировать с большим уровнем надежности, чем те конструкции, у которых разрушению предшествуют характерные признаки, позволяющие своевременно принять меры для ограничения возможных последствий разрушения;

- **возможных последствий разрушения**, оцениваемых угрозой для жизни людей, потенциальным экономическим ущербом и социальными затратами;
- **затрат**, направленных на осуществление специальных организационных мероприятий, необходимых для снижения рисков потенциального разрушения;
- **социальных условий и условий защиты окружающей среды** в конкретном месте расположения.

Дифференциацию требуемых уровней надежности следует осуществлять при помощи классификации конструкций в целом или отдельных конструктивных элементов, рассматривая комбинации следующих последствий разрушения:

- низкий риск для жизни людей, малые или незначительные экономические, социальные или экологические последствия;
- средний риск для жизни людей, значительные экономические, социальные или экологические последствия;
- высокий риск для жизни людей, очень большие экономические, социальные или экологические последствия.

Таблица I.1 – Условная классификация расчетных сроков службы зданий и сооружений [1]

Класс	Условный расчетный срок службы, лет	Примеры объектов
1	до 10	Временные конструкции зданий и сооружений (бытовки строительных рабочих и вахтенного персонала, временные склады, летние павильоны и т.д.)
2	не менее 25	Заменяемые конструктивные элементы и детали (например, подкрановые балки, опоры), сооружения, эксплуатируемые в условиях сильноагрессивных сред (сосуды и резервуары, трубопроводы предприятий нефтехимической и газовой промышленности и т.д.)
3	50	Здания и сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации (здания жилищно-гражданского и промышленного строительства)
4	100 или более	Монументальные и уникальные здания и сооружения (здания основных музеев, хранилищ национальных и культурных ценностей, произведения монументального искусства, стадионы, театры, здания высотой более 70 м, большепролетные сооружения, крупные мосты), крупные мосты

Факторы, влияющие на надежность зданий и сооружений. Понятие расчетной, фактической и эксплуатационной надежности [1]

Надежность строительной системы при их проектировании, возведении и эксплуатации обеспечивается учетом следующих факторов:

IX. СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ТКП/ОР 45-5.03-...200 (02250) «Общие принципы обеспечения надежности строительных конструкций и оснований»
2. Шпете Г. Надежность несущих строительных конструкций/ пер. с нем. О.О. Андреева. – М., «Строиздат», 1994 – 288с. – перевод. изд.: Gerhard Spaethe – Die Sicherheit tragender Baukonstruktionen.
3. ТКП 45-1.04-208-2010 (02250) Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации – Изд-во Минстройархитектуры, 2011 – 23 с.
4. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. – М. ОА «ЦНИИПромзданий» – 2004 – 116с.
5. Технические измерения и приборы. Учебное пособие / Н.В. Чистофорова. – Ангарск, АГТА, 2008. – 200с.
6. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий – М.: Стройизд, 1988 – 62 с.
7. Диагностика и испытание строительных конструкций. Метод. указания / Ю.К. Басов, И.В. Грицишен. – М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2009 – 35с.
8. ГОСТ 22690 -88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1991 – 20 с.
9. ТКП 45-5.04-49-2007 Конструкции стальные. Обследование и диагностика технического состояния – Мн.: РУП «Стройтехнорм», 2008 – 129с.
10. СНиП III-18-75 "Металлические конструкции. Правила производства и приемки работ"
11. ГОСТ 9454-78 "Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах."
12. ГОСТ 1497-84 "Металлы. Методы испытания на растяжение"
13. ГОСТ 9454-78 "Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах"
14. ГОСТ 380-94 "Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки"
15. ОРД 00 000 89 Техническая эксплуатация стальных конструкций производственных зданий – К.: Укрниипроектстальконструкция, 1989 – 114с.
16. Гучкин И.С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций: Учеб. Пособие – М.: Изд-во АСВ, 2001 – 176с.
17. Коррозия и защита арматуры в бетоне / С.Н. Алексеев. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, Стройиздат, 1968. – 225с.
18. Обследование и испытание зданий и сооружений. Учебное пособие / В.Г. Козачек и др. – М.: Высшая школа, 2004 – 447с.
19. Бойко М.Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий. - Л.: Стройиздат, 1975
20. Васильев Н.М. Влияние нефтепродуктов на прочность бетона // Бетон и железобетон. - 1981. - №3. - С. 36 – 37
21. <http://ru.wikipedia.org>
22. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии – М.:Стройиздат, 1986
23. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений – М.:Стройиздат, 1989 – 104с.
24. СНиП 11-22-81* Каменные и армокаменные конструкции / Госстрой России – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 40 с.
25. ТКП 45-5.05-146-2009(02250) Деревянные конструкции. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Минстройархитектуры, 2009 – 67 с.

26. ГОСТ 26629-85 Здания и сооружения. Методы тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций
27. ТКП 45-2.04-43-2006 Строительна теплотехника. Строительные нормы проектирования– Мн.: Минстройархитектуры, 2007 – 18 с.
28. СТБ 1711-2007 Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия – Мн.: УП «Белгипролес», 2008 – 18 с.
29. СТБ 1712-2007 Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия – Мн.: УП «Белгипролес», 2007 – 26 с.
30. СТБ 1713-2007 Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия – Мн.: УП «Белгипролес», 2007 – 20 с.
31. СТБ 1714 -2007 Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия – Мн.: УП «Белгипролес», 2007 – 16 с.
32. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия. М.: ФГУПП, 2005 – 44с.
33. ГОСТ 26629-85 Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций – М.:НИИСФ Госстроя СССР, 1986 – 9с.
34. ГОСТ 21718-84 Материалы строительные. Диэлькометрический метод измерения влажности – М.: НИИССФ, 1985 – 7 с.
35. www.teplonadzor.ru
36. www.algopro.ru

ОБРАЗО