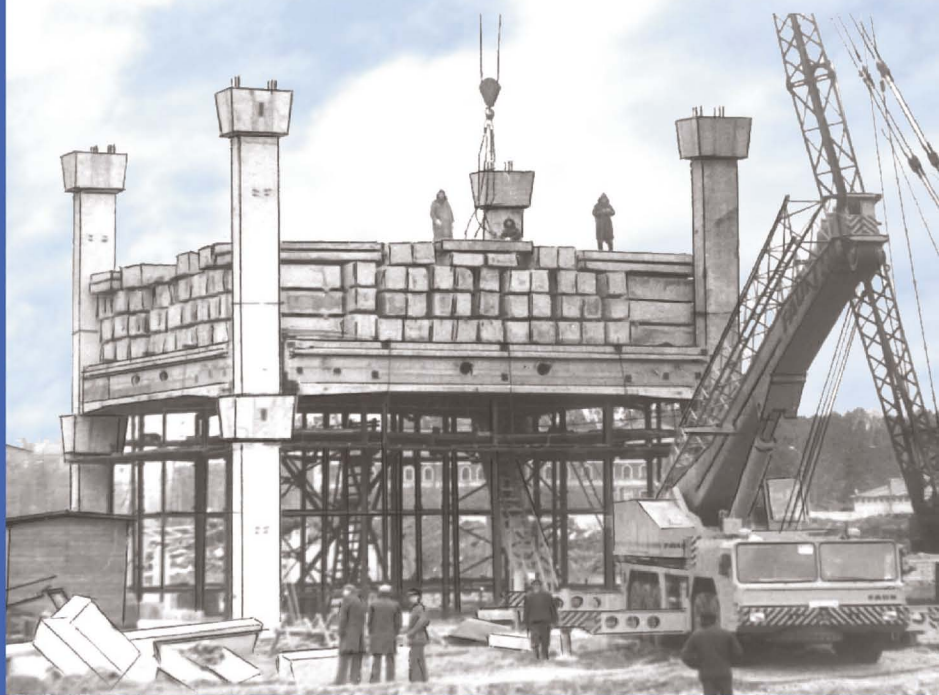


Г. В. Авдейчиков

**ИСПЫТАНИЕ
СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**



Москва-2009

Г.В. Авдейчиков

ИСПЫТАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по специальностям 270102 «Промышленное и гражданское
строительство» и 270114 «Проектирование зданий»*



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва, 2009

УДК 69.05:620.17

ББК 38.5

A18

Рецензенты: *И.Н. Любич*, генеральный директор ТПИ «Омскгражданпроект», заслуженный строитель Российской Федерации; *В.А. Старчевская*, директор Омской центральной строительной лаборатории, руководитель ОС «Омскстройсертификация».

Авдейчиков Г.В. Испытание строительных конструкций: Учебное пособие (конспект лекций). – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 160 с.

ISBN 978-5-93093-600-1

В основу данного пособия положено содержание лекций по разделу «Испытание конструкций зданий и сооружений», читаемых на факультете ПГС СибАДИ по дисциплине «Обследование и испытание зданий и сооружений». Рассмотрены виды и значение испытаний строительных конструкций в общем комплексе мероприятий по обеспечению надёжности и безопасности промышленных и гражданских зданий и сооружений. Особое внимание обращено на учёт влияния деформационных свойств различных конструкционных материалов на методику испытаний конструкций и оценку полученных результатов. В пособии содержатся сведения о новейших достижениях и тенденциях в развитии испытательной техники, оценки надёжности и безопасности несущих строительных конструкций.

В соответствии с читаемым курсом материал пособия разделён на семь тем, в заключение каждой из которых сформулированы основные вопросы для самостоятельного контроля усвоения материала и подготовки к зачёту.

На обложке: испытание натурального фрагмента сборного железобетонного шатрового перекрытия размером в плане 12×12 м под нагрузку 30 кН/м² на строительстве завода тяжелого оборудования для тепловых электростанций (г.Ленинград, 1986 г.). Фото автора.

ISBN 978-5-93093-600-1

© Издательство АСВ, 2009

© Авдейчиков Г.В., 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ВВЕДЕНИЕ	8
Тема 1. ЗНАЧЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИСПЫТАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	10
1.1. Испытания как метод оценки надёжности и безопасности строительных конструкций.....	10
1.2. Классификация и краткая характеристика испытаний.....	11
1.3. Метрологическое обеспечение испытаний	12
1.4. Рабочая программа испытаний.....	14
1.5. Сущность новой системы технического регулирования в строительстве	15
1.5.1. Основные положения Федерального закона «О техническом регулировании в строительстве».....	15
1.5.2. Краткие сведения о новой системе нормативных документов в строительстве	16
1.5.3. Сертификация и декларирование соответствия	19
1.6. Краткий исторический обзор испытаний строительных конструкций.....	19
Вопросы для самоконтроля.....	27
Тема 2. НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	28
2.1. Область применения неразрушающих методов	28
2.2. Классификация неразрушающих методов	29
2.3. Оценка прочности металла	30
2.3.1. Испытание образцов металла из обследуемой конструкции.....	30
2.3.2. Определение прочности стали по твёрдости	31
2.4. Контроль прочности бетона и параметров арматуры в железобетонных конструкциях.....	34
2.4.1. Определение прочности бетона методом локальных разрушений.....	34
2.4.2. Определение прочности бетона по пластическим деформациям	40
2.4.3. Определение прочности бетона по упругому отскоку ..	44
2.4.4. Физические методы контроля прочности и однородности материалов.....	46
2.4.5. Электромагнитный метод контроля арматуры	53
2.5. Развитие современных методов и технических средств неразрушающего контроля	55
Вопросы для самоконтроля.....	58

Тема 3. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА	
РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ	60
3.1. Основные понятия, термины и определения	60
3.2. Вариационные ряды и их параметры	62
3.3. Математический закон распределения случайных величин	65
3.4. Вероятностный метод определения доверительных значений случайных величин	67
3.5. Нормируемые характеристики прочности конструкционных материалов	72
3.6. Статистические характеристики выборки	73
3.7. Ошибки измерений и их выявление	77
Вопросы для самоконтроля	79
Тема 4. ИСПЫТАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ	
КОНСТРУКЦИЙ	81
4.1. Влияние упругих свойств металла на методику испытаний	81
4.2. Определение напряжений и усилий по деформациям	86
4.2.1. Случай одноосного напряжённого состояния	87
4.2.2. Случай двухосного напряжённого состояния	90
4.2.3. Определение напряжений и усилий в пластинках и оболочках	92
Вопросы для самоконтроля	95
Тема 5. ИСПЫТАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ	
КОНСТРУКЦИЙ	96
5.1. Необходимость и цель испытаний	96
5.2. Влияние деформативных свойств железобетона на методику испытаний	97
5.3. Испытательные схемы и нагрузки	97
5.4. Контрольные нагрузки и контрольные параметры	99
5.5. Оценка изделий по прочности	100
5.5.1. Вычисление контрольных нагрузок по прочности	100
5.5.2. Влияние испытательных схем на контрольные нагрузки по прочности	102
5.5.3. Оценка прочности по результатам испытаний	103
5.5.4. Определение характера разрушения	105
5.6. Оценка изделий по жёсткости (деформативности)	109
5.7. Оценка изделий по трещиностойкости	109
5.7.1. Изделия 1-й категории трещиностойкости	110
5.7.2. Изделия 2-й и 3-й категорий трещиностойкости	111
5.8. Методика испытаний	112

5.8.1. Отбор и подготовка опытных изделий	112
5.8.2. Испытательные стенды, приборы, нагрузочные приспособления.....	114
Вопросы для самоконтроля	118
Тема 6. ИСПЫТАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ, МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СОЕДИНЕНИЙ.....	120
6.1. Влияние реологических свойств древесины на прочность и деформативность деревянных конструкций.....	120
6.2. Испытание деревянных конструкций	121
6.2.1. Общие требования	121
6.2.2. Анализ результатов испытаний и оценка надежности конструкций	122
6.2.3. Особенности испытаний металлодеревянных конструкций.....	126
6.3. Испытание соединений деревянных конструкций.....	126
6.3.1. Виды соединений	126
6.3.2. Опытные образцы.....	127
6.3.3. Методы нагружений и оценка надёжности соединений.....	127
Вопросы для самоконтроля	132
Тема 7. ПОНЯТИЕ О МОДЕЛИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	134
7.1. Значение и виды моделирования	134
7.2. Сущность механического моделирования	136
7.2.1. Понятие о теории подобия	136
7.2.2. Простое подобие упругих деформируемых систем.....	138
7.2.3. Определение индикаторов подобия методом анализа уравнений	140
7.2.4. Расширенное подобие и его особенности	142
7.3. Моделирование железобетонных конструкций.....	145
7.3.1. Цели и задачи моделирования.....	145
7.3.2. Материалы для моделей. Индикаторы подобия.....	146
7.3.3. Численное моделирование и испытание фрагмента шатровых перекрытий Омского торгового центра	147
7.3.4. Испытание физической модели шатрового перекрытия.....	151
Вопросы для самоконтроля	157
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	158

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Испытание строительных конструкций» является разделом специальной дисциплины «Обследование и испытание зданий и сооружений», который относится к циклу расчётно-конструкторских дисциплин и завершает его изучение в вузе.

Раздел «Обследование зданий и сооружений» частично дублирует вопросы, связанные с технической диагностикой этих объектов, которые по учебному плану на факультете ПГС изучаются студентами на предыдущем курсе в рамках специальной дисциплины «Реконструкция зданий, сооружений и застройки». Следует также отметить, что все вопросы, связанные с обследованием и технической диагностикой зданий, сооружений и их конструктивных элементов, с исчерпывающей полнотой изложены в существующих учебниках для вузов (см. [1], [2] и др.).

Раздел дисциплины, касающийся натуральных испытаний строительных конструкций, их моделей на разных стадиях разработки и изготовления, который всегда занимал ведущее место среди дисциплин расчётно-конструкторского цикла, в новейших учебниках освещён недостаточно, поверхностно. Одним из главных недостатков является то, что методы испытаний рассматриваются в отрыве от физико-механических и деформационных свойств материалов, из которых испытываемые конструкции изготовлены. В действующих нормативных документах, методических рекомендациях эти особенности изложены не совсем подходяще для понимания студентами, поэтому их представление в доступной и наглядной форме приходится вводить в читаемый курс лекций, что получило отражение и в данном пособии. В особенно затруднительном положении оказываются студенты заочного отделения факультета ПГС и его филиалов, испытывающие недостаток учебной литературы; во время прослушивания так называемых обзорных лекций, весьма ограниченных по количеству часов, качественно изучить всё, что относится к испытаниям строительных конструкций и их моделей, очень сложно. Данное пособие имеет целью в какой-то мере восполнить указанный пробел.

Следует подчеркнуть, что изучение всех дисциплин расчётно-конструкторского цикла: «Металлические конструкции», «Железобетонные конструкции», «Конструкции из дерева и пластмасс», а также «Обследование и испытание зданий и сооружений» сопровождается выполнением лабораторных работ, содержание которых составляет в основном экспериментальное определение параметров прочности и деформативности лабораторных моделей строительных конструкций, сравнение полученных результатов с расчётом и на этом основании оценка их надёжности. Все проводимые лаборатор-

ные работы, используемые в них методики разработаны в соответствии с действующими на данный момент официальными нормативными требованиями и рекомендациями. Они подготавливают студентов к восприятию теоретического обоснования этих требований в лекционном курсе по разделам испытаний строительных конструкций. Такое методическое построение лабораторных работ способствует системному восприятию знаний по всем дисциплинам расчётно-конструкторского цикла, позволяет привлекать их результаты в качестве иллюстраций к материалу теоретического курса.

Учебное пособие написано в форме расширенного конспекта лекций, состоит из семи самостоятельных тем, которые охватывают все разделы изучаемой дисциплины, кроме одной – «Испытательные машины, приборы и оборудование», которую студенты изучают в процессе выполнения лабораторных работ по дисциплинам конструкционного цикла и самостоятельно по имеющейся учебной литературе.

В конце каждой темы даётся список вопросов, которые акцентируют внимание читателя на главных положениях и выводах, следующих из материала изучаемой темы. Умение логично сформулировать ответы на них служит самоконтролем усвоения материала при подготовке к сдаче зачёта и экзамена по дисциплине.

Настоящее пособие, предназначенное для студентов дневной и заочной форм обучения факультета ПГС, написано с учетом опыта чтения лекции и проведения лабораторных работ по данной дисциплине. В нём также использован многолетний опыт научно-исследовательского сектора кафедры строительных конструкций СибАДИ по участию в разработках, испытаниях и применению многих новых оригинальных технических решений строительных конструкций.

Автор выражает благодарность профессору Ю.В. Столбову, доценту В.И. Саунину за ценные советы по улучшению содержания отдельных тем, а также сотрудникам кафедры «Строительные конструкции» и студентам, оказавшим техническую помощь при подготовке пособия к изданию.

Особая благодарность генеральному директору ТПИ «Омскгражданпроект» И.Н. Любичу и директору Омской центральной строительной лаборатории, руководителю ОС «Омскстройсертификация» В.А. Старчевской за доброжелательное отношение и ценные замечания при рецензировании рукописи.

Автор с признательностью примет все предложения, направленные на улучшение содержания данного учебного пособия.

ВВЕДЕНИЕ

Экспериментальные исследования, испытания являются одной из важнейших сторон практической деятельности инженеров и учёных – специалистов строительной отрасли. Экспериментально определяют различные физико-механические характеристики конструкционных строительных материалов, в том числе прочностные и деформационные, контролируют их соответствие проектным значениям в исполненных и эксплуатируемых строительных конструкциях.

Важнейшее значение имеют испытания при создании принципиально новых образцов несущих строительных конструкций или усовершенствовании известных технических решений. Их надёжность на стадии разработки и проектирования обеспечивается расчётами по предельным состояниям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. В ближайшие два-три года намечается переход всех отраслей материального производства, в том числе и строительной, на новую систему технического регулирования. В ней, как и в существующей системе, в качестве обязательных требований ко всей строительной продукции остаются главными надёжность и безопасность в процессе изготовления, строительства и эксплуатации. Методы соблюдения этих требований, которые при существующей системе строго нормируются многочисленными ГОСТами и СНиПами, переводятся из обязательных в разряд рекомендательных. Совершенно очевидно, что при переходе на такую систему технического регулирования значение эксперимента, как объективного критерия соответствия строительной продукции этим требованиям, не только не уменьшается, но ещё более возрастает.

Конструктивным расчётам на стадии проектирования, как известно, предшествуют статические расчёты, связанные с вычислением усилий в контрольных точках и сечениях проектируемой конструкции. Величины найденных усилий, характер их распределения существенно зависят от исходных предпосылок и от таких субъективных факторов, привносимых исполнителем расчётов, как составление расчётных схем, способ приложения и сочетания расчётных нагрузок, что особенно заметно при использовании численных методов, в частности метода конечных элементов, реализуемого современными вычислительными комплексами на ПЭВМ. Экспериментальные методы позволяют объективно оценить достоверность результатов статического и конструктивного расчёта, надёжность конструкции в целом.

Методы испытаний строительных конструкций зависят от деформационных свойств материалов, из которых они изготовлены. Единой методики для всех материалов не существует, это важно пом-

нить. Металлические конструкции характеризуются упругой работой материала в рабочем диапазоне деформирования, что позволяет использовать при планировании эксперимента и оценке результатов известные зависимости теории упругости. Для железобетонных конструкций нормальной рабочей стадией является неупругая стадия с трещинами в растянутой зоне, а расчётной – стадия расчётного предельного равновесия, которая принципиально, качественно отличается от упругой работы. Следовательно, к железобетонным конструкциям неприменимы методы испытаний, используемые для металлических конструкций. Древесина – это типичный природно-анизотропный материал, обладающий к тому же заметно выраженными реологическими свойствами, которые также должны быть приняты во внимание при испытании деревянных, металлодеревянных конструкций и их узлов. Все необходимые сведения о физико-механических и деформационных свойствах различных конструкционных материалов изучаются в соответствующих разделах специальных дисциплин.

Современная наука об испытаниях строительных конструкций и материалов обширна и многогранна. Она опирается на знания из самых разнообразных отраслей физики, электроники, оптики и т. д. Некоторые разделы дисциплины сами составляют целые научные направления. Примером могут служить статистические методы планирования эксперимента, привлечение методов теории вероятностей для определения доверительных значений случайных величин, в частности нормируемых характеристик прочности строительных конструкционных материалов. Отдельное самостоятельное направление экспериментальных исследований строительных конструкций составляют теории подобия твердых деформируемых тел. Надо отметить, что моделирование в настоящее время в связи с огромным многообразием конструктивных форм и решений, применяемых в современных зданиях и сооружениях, приобретает особо важное значение. Многие конструкции, как, например, большепролётные тонкостенные железобетонные оболочки и складки, не могут быть полноценно испытаны в натуральную величину. В таких случаях действительную работу сложной конструкции изучают на её маломасштабных физических моделях, а результаты исследований по определенным правилам переносят и используют при проектировании натурных конструкций.

В пособии содержатся сведения об основных тенденциях совершенствования и развития современных методов и технических средств для оценки состояния и испытаний строительных конструкций на базе новейших достижений науки и приборостроения, направленных на повышение надёжности несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

Тема 1. ЗНАЧЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИСПЫТАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

1.1. Испытания как метод оценки надёжности и безопасности строительных конструкций

Главными требованиями, которым должны удовлетворять все без исключения строительные конструкции, здания и сооружения в целом, являются их надёжность и безопасность.

Под надёжностью понимают способность конструкций сохранять необходимые эксплуатационные качества и полное соответствие своему функциональному назначению при безотказной работе на протяжении всего срока эксплуатации.

Безопасность – это состояние, при котором в процессе эксплуатации зданий и сооружений отсутствует риск причинения вреда здоровью людей, животных, имуществу или окружающей среде.

Надёжность и безопасность (далее – надёжность) обеспечиваются соблюдением соответствующих нормативных требований на всех стадиях строительного процесса начиная с проектирования, затем при изготовлении конструкций и деталей в соответствии с проектом, при производстве строительно-монтажных работ и, наконец, в процессе эксплуатации объекта.

На стадии проектирования несущих строительных конструкций надёжность обеспечивается расчётом по предельным состояниям, при условии, что все возможные предельные состояния для этой конструкции известны, изучены, методики расчёта разработаны и апробированы; описание их, как правило, содержится в нормативной, справочной или учебной литературе.

Всё, что связано с проектированием конструкций, являлось предметом изучения в дисциплинах конструкторского цикла, таких как металлические, железобетонные конструкции, а также конструкции из дерева и пластмасс.

При создании новых образцов строительных конструкций, имеющих принципиальные отличия от известных аналогов, статическому и конструктивному расчёту обычно предшествуют испытания их моделей или натуральных образцов. Цель таких испытаний заключается в получении объективной информации об особенностях напряжённо-деформированного состояния подобных конструкций, в выявлении наиболее важных, определяющих надёжность предельных состояний для каждой конкретной схемы нагружения. Полу-

ченные при этом сведения используют в последующем для уточнения известных или разработки новых методик расчёта.

Испытания такого рода носят исследовательский характер. *Разработанные при этом теоретические методы расчёта, в свою очередь, должны быть проверены экспериментально, получить подтверждение достоверности результатов и надёжности рассчитанных на их основе строительных конструкций, зданий, сооружений. Без тщательной экспериментальной проверки никакая новая методика расчёта не может считаться достоверной.*

Все известные в настоящее время методы расчёта строительных конструкций, изложенные в строительных нормах, сводах правил, руководствах и учебниках, опираются на результаты обширных экспериментально-теоретических исследований и опыт эксплуатации.

Известно также, что для выполнения расчётов на прочность и расчётов по деформациям необходимо знать расчётные характеристики прочности и деформативности материала, из которого конструкция изготовлена. Нормированное значение этих характеристик вычисляют статистическими методами по результатам лабораторных испытаний стандартных образцов материала или по данным неразрушающего контроля в натуральных условиях.

1.2. Классификация и краткая характеристика испытаний

В зависимости от целей, которые преследуют испытания, их можно разделить на следующие виды.

1. *Научно-исследовательские испытания*, о которых говорилось выше, проводят с целью экспериментальной проверки теоретических разработок в области развития общей теории и частных методик расчёта при создании принципиально новых или усовершенствовании известных технических решений строительных конструкций.

2. *Контрольные испытания головных образцов строительных конструкций* перед началом их массового изготовления проводят в условиях конкретного производственного предприятия с целью проверки влияния принятой технологии изготовления на качество изделий, их надёжность, соответствие требованиям проекта и технического регламента.

3. *Сертификационные испытания* проводятся специально аккредитованными независимыми испытательными строительными

лабораториями (центрами); их цель – подтверждение заявленных изготовителем свойств продукции, их соответствия требованиям технических регламентов, проекта и ГОСТа. Результаты испытаний служат основанием для выдачи (или отказа в выдаче) сертификата соответствия на данную продукцию.

4. **Периодические контрольные испытания** проводят в процессе изготовления данного вида продукции с целью контроля качества изделий, его соответствия сертификату. Для контрольных испытаний, в отличие от сертификационных, используют «случайные» образцы продукции из общего массива. Количество образцов и периодичность испытаний устанавливают в соответствии с рекомендациями технического регламента, в зависимости от объёма (в штуках) выпускаемых изделий.

5. **Экспертные испытания** проводят, как правило, в натуральных условиях эксплуатируемых зданий и сооружений, необходимость в них может возникнуть при оценке надёжности конструкции после усиления или в случае изменения эксплуатационных условий (величины или схемы приложения нагрузки, способа опирания и т. п.). К экспертным могут быть отнесены также приёмочные испытания, которые проводят для совокупной оценки качества проектного решения и строительных работ при возведении сложных уникальных конструкций, например крупных мостов, зрительских трибун больших спортивных сооружений, большепролётных пространственных конструкций покрытий и т. п.

6. **Специальные испытания** проводят при расследовании причин аварий, других чрезвычайных обстоятельств, связанных с разрушением или повреждением конструкций, при оценке их остаточной работоспособности и т. п.

1.3. Метрологическое обеспечение испытаний

В узком смысле под метрологическим обеспечением понимают процесс подбора, комплектования и подготовки к работе различных измерительных приборов, необходимых для проведения конкретного испытания. В широком понимании – *это совокупность научных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения требуемой точности измерений, обработки полученных результатов, их оценки и представления в нормализованной форме.*

Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Основоположником метрологической службы в России является Д.И. Менделеев. По его инициативе в 1843 году в Санкт-Петербурге была создана Главная палата мер и весов (ныне НИИ метрологии им. Д.И. Менделеева).

Измерение – это процесс нахождения какой-либо физической величины с помощью технических средств и сравнения её с эталоном. Результаты измерений должны быть сопоставимыми независимо от места, времени и используемых технических средств. Единство измерений достигается тем, что их производят стандартными методами, а результаты выражают в установленных стандартных единицах измеряемых физических величин. В настоящее время национальным органом, который занимается вопросами стандартизации и обеспечением единства измерений, является Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии – **Ростехрегулирование**.

Метрологическое обеспечение включает следующие **основные направления**:

- разработка и хранение эталонов единиц физических величин, используемых для воспроизведения их особо точных аналогов;
- воспроизведение и передача эталонных единиц с помощью образцовых приборов другим средствам измерений;
- разработка, аттестация и выпуск в обращение рабочих средств измерений, обеспечивающих проведение измерений с требуемой технической точностью;
- разработка стандартных справочных данных об основных физико-механических константах и свойствах материалов, методах их получения;
- проведение обязательных государственных и ведомственных поверок средств измерений с целью определения их пригодности к применению, оценки фактической точности воспроизведения измеряемых физических единиц.

В зависимости от требуемой точности **измерения подразделяют на три класса**: особо точные, высокоточные и технические.

Особо точными измерениями устанавливают эталонные значения измеряемых величин.

Высокоточные измерения производят при градуировке измерительных приборов и при выполнении особо точных измерений в исследовательских целях, для этого используют образцовые средства измерений.

Технические измерения производят с помощью средств измерений технического класса точности.

Поверки технических средств измерений производят с помощью образцовых приборов. Различают поверки ведомственные и государственные. **Ведомственные поверки производят регулярно** перед применением приборов для оценки их работоспособности. **Государственную поверку** производят специализированные органы метрологической службы, как правило, после длительного хранения приборов или после их ремонта.

1.4. Рабочая программа испытаний

Подготовку к испытаниям начинают с составления **рабочей программы**. Исходным документом, определяющим объект и цель испытаний, а также объём работ, срок исполнения и форму отчётности, является **техническое задание**. Его, как правило, разрабатывает заказчик испытаний для исполнителя работ. Содержание программы зависит от вида предстоящих испытаний, их сложности. К основным вопросам, которые должны быть отражены в ней, относятся следующие.

1. Характеристика объекта испытания, рабочие, эскизные или обмерочные чертежи.
2. Состояние вопроса, обоснование цели и задач испытаний.
3. Указания по отбору или изготовлению опытных образцов исследуемой конструкции.
4. Обоснование способа опирания и нагружения изделия на испытательном стенде, техническая комплектация нагрузочных, распределительных и страховочных систем.
5. Метрологическое обеспечение испытаний, комплектование, поверка измерительных приборов и систем.
6. Обоснование выбора контрольных точек и расчётных сечений, вычисление контрольных нагрузок и контрольных параметров для опытной конструкции.
7. Схема расстановки тензометров, мессур, прогибомеров и других приборов на конструкции.
8. Методика нагружения, временной график испытания в зависимости от вида и свойств материала испытываемой конструкции.
9. Календарный план исполнения работ, включая обработку, анализ результатов испытаний и составление отчёта.

Учебное пособие

Генрих Владимирович Авдейчиков

ИСПЫТАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Редактор: *Г.М. Мубаракшина*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*
Компьютерная верстка: *О.В. Лютова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 15.12.2008. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. 10 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>